

APOYO EN EL DESARROLLO DEL PROYECTO DISEÑO CONCEPTUAL DEL SISTEMA ESTRATÉGICO DE TRANSPORTE PÚBLICO DE POPAYÁN EJECUTADO POR LA UT MOVILIDAD SOSTENIBLE – STRUCTURE



Universidad
del Cauca

CHRISTIAN PIPICANO LÓPEZ
INFORME FINAL PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL

UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
DEPARTAMENTO DE VÍAS Y TRANSPORTE
POPAYÁN
2009



APOYO EN EL DESARROLLO DEL PROYECTO DISEÑO CONCEPTUAL DEL SISTEMA ESTRATÉGICO DE
TRANSPORTE PÚBLICO DE POPAYÁN EJECUTADO POR LA UNIÓN TEMPORAL

MOVILIDAD SOSTENIBLE – STRUCTURE



CHRISTIAN PIPICANO LÓPEZ

Estudiante

ING. CARLOS ARBOLEDA VÉLEZ

Director de pasantía

UNIVERSIDAD DEL CAUCA

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

DEPARTAMENTO DE VÍAS Y TRANSPORTE

POPAYÁN

2009



CONTENIDO

1	PRESENTACION.....	6
2	SISTEMAS ESTRATEGICOS DE TRANSPORTE PÚBLICO COLECTIVO – SETPC.....	9
3	SISTEMA ACTUAL DE TRANSPORTE PÚBLICO COLECTIVO	11
4	ESTUDIOS COMPLEMENTARIOS REALIZADOS.....	13
5	FRECUENCIA DE PASO Y OCUPACION VISUAL – FOV	14
5.1.1	CAPACITACION DEL PERSONAL	17
5.1.2	UBICACIÓN, DIA Y HORA	18
5.1.3	FORMATO DE CAMPO	20
5.1.4	REALIZACION	22
5.1.5	PROCESAMIENTO DE LA INFORMACION.....	24
6	FRECUENCIAS DE DESPACHO EN TERMINALES	26
6.1.1	PERSONAL Y EQUIPO.....	26
6.1.2	FORMATO DE CAMPO	27
6.1.3	REALIZACION	28
6.1.4	PROCESAMIENTO DE LA INFORMACION.....	31
7	ESTUDIO DE ASCENSO Y DESCENSO DE PASAJEROS CON BOLETOS	32
7.1.1	PERSONAL Y EQUIPO.....	33
7.1.2	FORMATOS DE CAMPO	35
7.1.3	REALIZACION	38
7.1.4	PROCESAMIENTO DE LA INFORMACION.....	41
8	ENCUESTAS ORIGEN-DESTINO A BORDO DE LAS UNIDADES	44
8.1.1	FORMATOS DE CAMPO	45
8.1.2	REALIZACION	47



8.1.3	PROCESAMIENTO DE LA INFORMACION	49
9	INVENTARIO DE DAÑOS SUPERFICIALES DEL PAVIMENTO	52
10	TABLAS DE OPERACIÓN DE RUTAS DE TRANSPORTE PÚBLICO ACTUALES EN LA CIUDAD DE POPAYÁN.....	55
11	DESCRIPCIÓN Y UTILIDAD DE LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA EN LOS ESTUDIOS DE TRÁNSITO Y TRANSPORTE.....	65
11.1	APLICACIÓN DE LOS SIG	66
11.2	APLICACIÓN DE LOS SIG EN ESTUDIOS DE TRANSITO Y TRANSPORTE	67
11.2.1	APLICACIONES DE GPS.....	69
11.3	DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO PARA LA CREACIÓN DE UN SISTEMA DE RUTAS UTILIZANDO TRANSCAD.....	70
12	CONCLUSIONES	73
13	BIBLIOGRAFIA.....	75



LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Población del municipio de Popayán (Edad y Crecimiento).....	6
Figura 2. Sector crítico de invasión a espacio público.....	8
Figura 3. Ciudades que adelantan estudios orientados a la implementación de SEPTC.	10
Figura 4. Tipos de Vehículos.....	12
Figura 5. Parámetros de referencia para definir niveles de ocupación.	15
Figura 6. Personal para toma de información (Popayán).	17
Figura 7. Localización puntos FOV.....	19
Figura 8. Formato de campo para el estudio de frecuencia y ocupación visual – FOV.	20
Figura 9. Aforador en punto de control.	23
Figura 10. Variación horaria de la demanda – Punto de aforo Cr 19-CI 54 N (Tablazo).	24
Figura 11. Variación horaria de la demanda – Punto de aforo Calle 5 Cra. 31 (Chuni).....	25
Figura 12. Variación horaria de oferta – demanda; Punto de aforo Cr 19-CI 54 N (Tablazo).	25
Figura 13. Formato de campo para el estudio de terminales.	27
Figura 14. Localización de terminales de ruta.....	28
Figura 15. Terminal de despacho TRANSLIBERTAD (Lomas de Granada)	30
Figura 16. Frecuencia de despacho en hora pico AM.	31
Figura 17. Aforador preparándose para iniciar recorrido.....	33
Figura 18. Boleto para estudio de Ascenso-Descenso.	34
Figura 19. Formato de campo para el estudio de Ascenso–Descenso.....	35
Figura 20. Formato de resumen de boletos (Ascenso–Descenso).....	37
Figura 21. Campañas de Socialización para la toma de información.....	38
Figura 22. Volante de información.....	39
Figura 23. Aforadores revisando la información antes de entregarla al supervisor.....	41
Figura 24. Perfil de carga Ruta 1 (microbús) – Empresa SOTRACAUCA.	43
Figura 25. Formato de encuesta Origen-Destino.	45
Figura 26. Vereda Figueroa	48
Figura 27. Producción y atracción de viajes.	50
Figura 28. Distribución de viajes por motivo.	51
Figura 29. Inventario vial.....	52
Figura 30. Estado de condición superficial del pavimento.....	53
Figura 31. Estado de tramos viales inventariados.....	54
Figura 32. Variación del Intervalo	64



Figura 33. Variación horaria de la demanda	64
Figura 34. Propuesta puente vehicular SETPC (Lácteos).....	66
Figura 35. Red vial SETPC (Popayán)	68
Figura 36. Track GPS Ruta Transporte Público Colectivo Urbano (Popayán).....	69
Figura 37. Inicio aplicación TransCAD	70
Figura 38. Creación del sistema de rutas.	71
Figura 39. Sistema de rutas actuales del TPCU de Popayán	72



LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Parque vehicular de las empresas.....	11
Tabla 2. Puntos de Control FOV.....	18
Tabla 3. Terminales de despacho.....	29
Tabla 4. Flota de Transporte Público Colectivo.....	31
Tabla 5. Estado de vías inventariadas (Fase I).....	52
Tabla 6. Parámetros básicos del las rutas del sistema.....	57
Tabla 7. Parámetros básicos de la Ruta 1.....	57
Tabla 8. Parámetros básicos Rutas TPCU (Popayán).....	58
Tabla 9. Tabla de Operación Vehículo 1 Ruta 1.....	59
Tabla 10. Tabla de Operación Vehículo 2 Ruta 1.....	59
Tabla 11. Tabla de Operación Vehículo 3 Ruta 1.....	59
Tabla 12. Tabla de Operación Vehículo 4 Ruta 1.....	60
Tabla 13. Tabla de Operación Vehículo 5 Ruta 1.....	60
Tabla 14. Tabla de Operación Vehículo 6 Ruta 1.....	60
Tabla 15. Tabla de Operación Vehículo 7 Ruta 1.....	61
Tabla 16. Tabla de Operación Vehículo 8 Ruta 1.....	61
Tabla 17. Tabla de Operación Vehículo 9 Ruta 1.....	61
Tabla 18. Comparación de algunos parámetros de operación.....	62
Tabla 19. Costos de Operación.....	63
Tabla 20. Cálculo de Frecuencia en el Periodo Valle.....	63



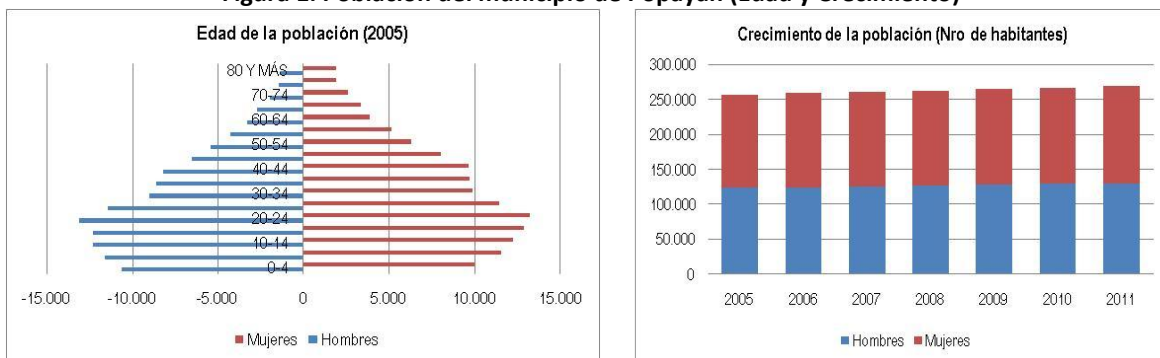
1 PRESENTACION

El diseño conceptual del Sistema Estratégico de Transporte Público Colectivo (SETPC) para el municipio de Popayán se enmarca dentro de las políticas y estrategias del Gobierno Nacional para apoyar a las ciudades intermedias en el desarrollo de un sistema de movilidad eficiente y autosostenible. Aunque existen problemas comunes del sistema de transporte y de tránsito en las ciudades intermedias del país, cada una tiene particularidades que deben ser entendidas y en muchos casos capitalizadas para la formulación del plan de movilidad que mejor se adapte a las mismas.

La ciudad de Popayán capital del Departamento del Cauca está localizada al sur-occidente de Colombia. Según el censo del año 2005, tenía 257.512 habitantes en 59.492 viviendas. La población rural del municipio es de aproximadamente el 12%. Popayán es una ciudad reconocida por su patrimonio cultural y arquitectónico.

La población es muy joven, pues según el censo del año 2005 el 70% es menor a 40 años. Según proyecciones del DANE el municipio de Popayán para el año 2011 alcanzará una población de 270.211 habitantes (Figura 1), con una tasa de crecimiento del 0.8% anual.

Figura 1. Población del municipio de Popayán (Edad y Crecimiento)



Fuente: DANE

El Plan de Ordenamiento Territorial (2002-2011)¹ ha definido a Popayán como una ciudad para ser estructurada fortaleciendo sus elementos urbanos. En lo que se relaciona con el plan de movilidad destacan:

- (i) La definición del centro urbano como un nodo institucional y patrimonial libre de la sobrecarga de usos y afluencia vial.
- (ii) La utilización de áreas no desarrolladas del sector norte, con uso residencial, como la posibilidad de crecimiento urbano de mayor vialidad.
- (iii) La gestión de proyectos estratégicos y planes parciales para recuperar áreas problemáticas (el plan especial del centro histórico y sus áreas de periferia, la nueva central de mayoristas, la reubicación de bodegas mayoristas del centro, la peatonalización del entorno del Parque Caldas, proyectos de corredores peatonales).



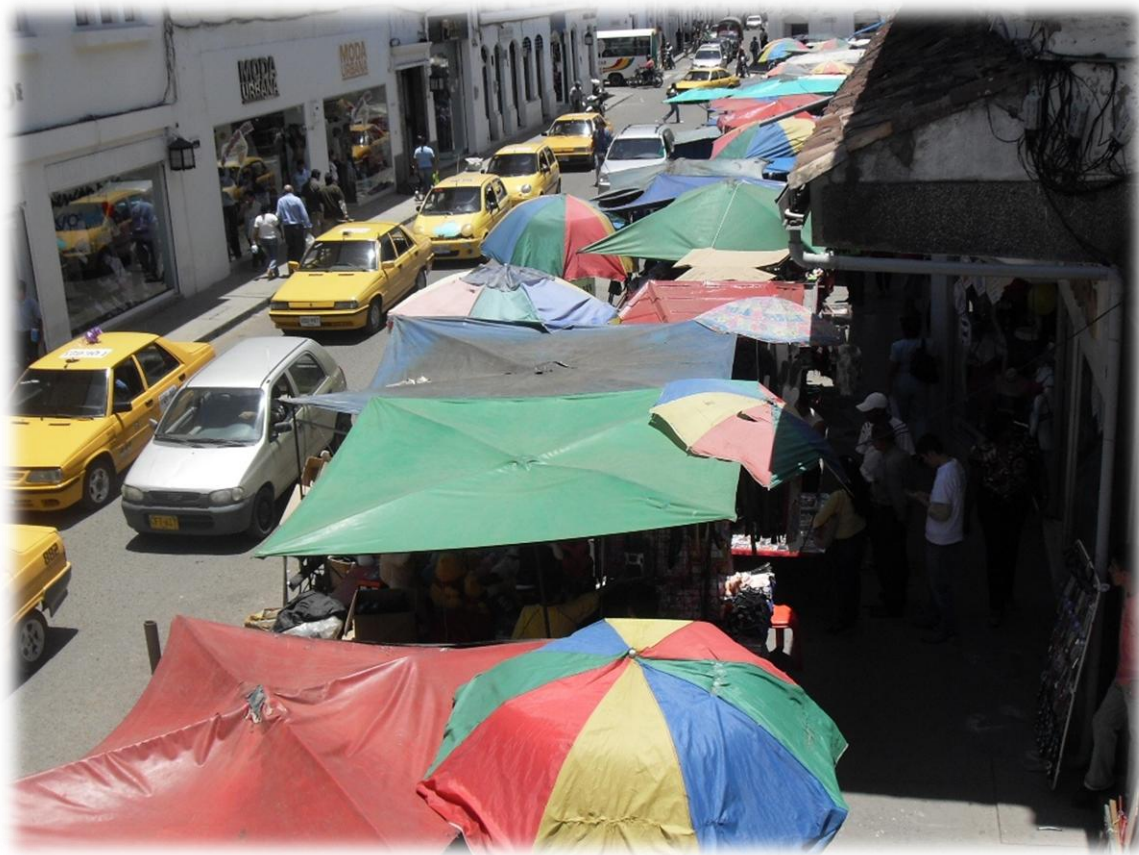
El Centro urbano sufrió un proceso acelerado de cambio de uso del suelo posterior al terremoto de 1983, en el cual el comercio, las instituciones y los servicios desplazaron a la vivienda, razón por la cual en el momento se presenta una gran congestión vehicular, insuficiencia de estacionamientos e invasión de andenes y vías por parte de

vendedores estacionarios, lo que tiende a deteriorar la calidad urbana y cívica del centro. El crecimiento urbano se guió por la tensión norte-sur que ocasiona la avenida Panamericana y la tensión hacia el occidente protagonizada por la Calle Quinta. Aunque existen otras vías de jerarquía secundaria, no se tiene un sistema vial adecuado a la movilidad urbana, por lo cual se presentan puntos conflictivos.

¹ Fuente: Página Web Alcaldía Popayán

La aparición de áreas alejadas de la ciudad consolidada, trajo la desarticulación urbana, en el norte con el desarrollo de Bello Horizonte y en el sur con las urbanizaciones de la cuenca de la quebrada Pubús y Lomas de Granada. Esta situación se agrava por la conservación de grandes áreas sin consolidar, en especial en el área norte, ocasionando mayores costos y desaprovechamiento de los servicios públicos. Dentro del casco urbano se tienen puntos con conflicto de uso, que se han convertido en focos de deterioro urbano ya sea por su impacto social como por el efecto físico y funcional urbano. Estos son La galería de la Esmeralda, La galería del Barrio Bolívar, la galería del barrio Alfonso López, El Centro Comercial, El sector del Empedrado con uso de bodegas, El área de la Central de Sacrificio y la Plaza de Ferias. En área rural inmediata está el vertedero de basuras que es el más grave punto de deterioro del medio Ambiente. Además, se tienen áreas que fueron presa de invasiones de vivienda, algunas de ellas ubicadas en lugares de riesgo. En la Figura 2 se muestra la invasión del comercio al espacio público.

Figura 2. Sector crítico de invasión a espacio público.



“El **SETPC** deberá servir de elemento estructurador de los planes urbanos y de movilidad para la ciudad de Popayán.”



2 SISTEMAS ESTRATEGICOS DE TRANSPORTE PÚBLICO COLECTIVO – SETPC

El Gobierno Colombiano ha apoyado procesos en búsqueda de mejorar la calidad de vida de los ciudadanos a través del concepto de “Movilidad Urbana”. A su vez el Departamento Nacional de Planeación ha promovido estudios de pre-factibilidad para obtener información en ciudades de 200.000 a 500.000 habitantes.

El proyecto busca apoyar estas ciudades para mejorar el transporte público siguiendo medidas de seguridad, eficiencia y calidad al mismo tiempo que busca cambios estructurales en las empresas que prestan el servicio público. De igual manera actualizar estudios de demanda y análisis de matrices origen destino como materia prima de desarrollo de flotas y de infraestructura.

Los Sistemas Estratégicos de Transporte Público Colectivo – SETPC, son sistemas que están basados esencialmente en la operación organizada y moderna de Transporte Público Colectivo de las ciudades intermedias que permitan reducir el número de viajes no necesarios, actuar y conservar los centros históricos, promover la formalidad empresarial, asegurar el control efectivo de la operación y facilitar la movilidad de la ciudad.

Principales componentes del SETPC:

- Reestructuración del Transporte Público Local.
- Sistemas de Recaudo Unificado.
- Centro de Control Semafórico.
- Sistema y Centro de Control de Información de Tránsito y Transporte.
- Terminales de Cabecera (nuevas centralidades CAMIS)
- Construcción de Infraestructura Requerida. (Paraderos, Mantenimiento Vial).

Actualmente las ciudades que han acogido el programa de ciudades amables son: Armenia, Pasto, Manizales, Popayán, Santa Marta, Neiva, Valledupar, Montería, Villavicencio, Buenaventura, Ibagué y Sincelejo. En la Figura 3 se muestra la localización general.

Figura 3. Ciudades que adelantan estudios orientados a la implementación de SEPTC.



Fuente: DNP Departamento Nacional de Planeación



3 SISTEMA ACTUAL DE TRANSPORTE PÚBLICO COLECTIVO

En el sistema actual de la ciudad de Popayán se tienen cuatro empresas de transporte público colectivo:

- ✓ Transportadora Pubenza Ltda. - TRANSPUBENZA
- ✓ Transportadora Libertad Ltda. - TRANSLIBERTAD
- ✓ Sociedad Transportadora del Cauca - SOTRACAUCA
- ✓ Cooperativa Integral de Rápido Tambo –TRANSTAMBO

A las cuales se les han autorizado las rutas para prestar el servicio y de acuerdo con la información de la STT a la fecha el parque vehicular activo de las empresas es de 565 unidades, clasificados en: buses, busetones y microbuses, siendo TRANSPUBENZA la empresa con mayor participación con un 42%, TRANSLIBERTAD con una participación del 23% finalmente SOTRACAUCA y TRANSTAMBO con un 21% y 14% respectivamente, esto en cuanto a cantidad de rutas servidas se refiere. En la Tabla 1 se muestra la flota según la STT municipal por tipo de vehículo de cada empresa.

Tabla 1. Parque vehicular de las empresas.

Empresa	Bus	Busetón	Microbús	Total
TRANSPUBENZA	17	86	171	274
TRANSLIBERTAD	12	81		93
SOTRACAUCA			114	114
TRANSTAMBO			84	84
Total	29	167	369	565

Fuente: STT Agosto 2008

La edad promedio de los buses es de 18,6 años, de las busetas de 2,9 años y de los microbuses 9,1 años. En total se tienen 45 rutas asignadas a las empresas por resolución de las cuales solo 43 se encuentran operando, 25 son netamente urbanas y el resto presta el servicio a localidades cercanas a la ciudad, como Figueroa, Julumito, Cajibío y Cajete entre otras.

Los vehículos tienen capacidades que varían entre 32 y 13 pasajeros sentados dependiendo del tipo y la distribución de la silletería como se muestra en la Figura 4.

Figura 4. Tipos de Vehículos.



La demanda de transporte público de la ciudad de Popayán según estudios anteriores es de aproximadamente 101,000 viajes en un día promedio. Los transportadores estiman que la demanda debe estar cercana a los 162,000 viajes en un día hábil, presentándose como motivo principal de viaje el trabajo.



4 ESTUDIOS COMPLEMENTARIOS REALIZADOS

Como caracterización complementaria del tránsito y transporte y parte del desarrollo de la Fase II del Plan de Movilidad en la ciudad Popayán, se adelantaron por parte de la Unión Temporal Movilidad Sostenible - Structure varios estudios que permitieron tener conocimiento de la situación actual del sistema de transporte público de la ciudad, así como también la validación y verificación de la información de oferta y demanda arrojados por estudios realizados en la Fase I correspondiente a la Caracterización de la Movilidad.

A continuación se relacionan los estudios realizados que se consideraron necesarios para establecer la demanda del transporte público:

- *Frecuencia de paso y ocupación visual – FOV.* Con este estudio se busca establecer el número de buses y de pasajeros que pasan por un determinado punto en una ruta de transporte público durante un período definido de tiempo, así como conocer el intervalo de paso y las frecuencias de servicio de las rutas que pasan por puntos de aforo o de referencia estratégicamente ubicados y, por último, revisar la operación del transporte público en un corredor determinado.
- *Frecuencias de despacho en Terminales.* Registro de entradas y salidas en los terminales de rutas en operación durante un día hábil (100% de las rutas urbanas). Sirve para conocer los intervalos de despacho de la ruta, además de obtener los tiempos de ciclo y tiempos en el terminal.
- *Ascenso-Descenso con boletos.* Cuantifica el número de personas que suben y bajan de un vehículo de transporte público a lo largo de una ruta en un período de tiempo determinado.
- *Encuestas O-D a bordo.* Mediante estas encuestas se busca identificar las características básicas de los viajes de la demanda existente, tales como origen y destino de viajes, distancias de caminata, transbordos y algunos parámetros de las características socioeconómicas de los usuarios.
- *Inventario de daños superficiales del pavimento.* Los resultados de este estudio permiten estimar los costos de intervención en infraestructura vial y afectar porcentualmente el costo de operación vehicular.



5 FRECUENCIA DE PASO Y OCUPACION VISUAL – FOV

Este es un estudio que permite determinar la carga de pasajeros y de buses en un punto determinado de la red de transporte público, dentro de un período de tiempo definido. Básicamente consiste en:

- a) Conocer el intervalo de paso y las frecuencias de servicio de las diferentes rutas que pasan por puntos de aforo estratégicamente ubicados.
- b) Contar o estimar el número de pasajeros que hacen uso del servicio en el tramo en el cual se ubica el punto de aforo.

La frecuencia de servicio es tan importante como el nivel de ocupación; mientras que el primer parámetro da el número de vehículos, el segundo da el número de personas a bordo, es decir, que se cuantifica tanto la oferta como la demanda de transporte.

El punto de aforo se debe ubicar estratégicamente a lo largo del itinerario de la ruta, en especial donde haya una fuerte concentración de actividades, que produzca una alta generación y atracción de viajes. Los estudios de frecuencia y ocupación visual vehicular dan una información más concisa que los estudios de ascenso y descenso de pasajeros; sin embargo, si se hacen aforos en varios puntos a lo largo del itinerario de la ruta, se alcanza mayor utilidad de los resultados del estudio porque se obtiene información de diferentes tramos de la misma.

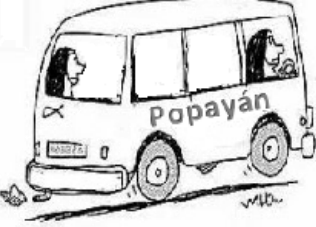
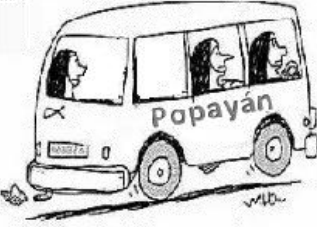
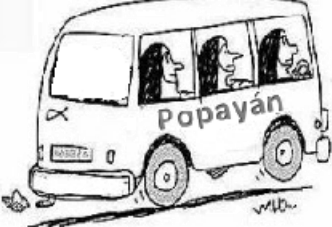
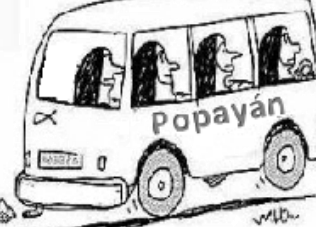
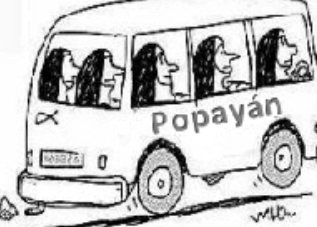
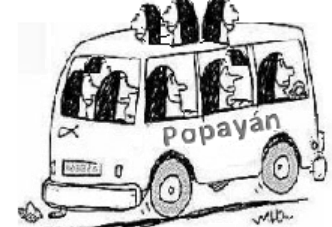
Además del intervalo y la ocupación, el estudio permite conocer la composición por tipos de vehículos utilizados, las frecuencias de pasos, el tiempo de ciclo y el índice de regularidad. Los resultados del estudio sirven como punto de partida para el dimensionamiento de la flota, para la preparación de itinerarios y para medir la calidad del servicio ofrecido.

Se deben hacer estudios de frecuencia y ocupación visual vehicular cuando:

- Se observen condiciones anormales o problemáticas reportadas por la ciudadanía, o por los supervisores de operación de las empresas de transporte.
- Se produzca un desplazamiento del sector de máxima demanda.
- Se requiera la información para los estudios de programación de la operación, planeación e investigación de transporte.
- Los vehículos de transporte público no tienen registradora, como en el caso de unidades de poca capacidad, y es necesario conocer la movilización de pasajeros en una ruta.

La determinación del nivel de ocupación de un vehículo que pasa por un punto de control se puede hacer por **conteo** o por **contraste visual**. El método de conteo se realiza cuando el vehículo es de poca capacidad, la frecuencia de la ruta es baja o cuando hay un tiempo de parada suficiente para el aforo. El método de contraste visual, consiste en hacer una estimación del número de pasajeros transportados, comparando el nivel de ocupación (Figura 5) que presenta el vehículo en el instante de paso por el punto de control, con un patrón típico previamente definido en función de la capacidad del vehículo.

Figura 5. Parámetros de referencia para definir niveles de ocupación.

 <p>Nivel A: Casi vacío. Cuando la cuarta parte de las sillas se encuentra ocupada.</p>	 <p>Nivel B: Semivacío. Cuando la mitad del número de sillas está ocupada.</p>	 <p>Nivel C: Ocupación total. Cuando el total de las sillas se encuentran ocupadas.</p>
 <p>Nivel D: Algunos pasajeros de pie. Cuando la mitad del pasillo se encuentra ocupada.</p>	 <p>Nivel E: Lleno. Cuando todos los asientos y pasillos del vehículo están ocupados.</p>	 <p>Nivel F: Saturado. El bus lleva sobrecupo.</p>

Fuente: Diagramación: Elaboración Propia, Parámetros: Cal & Mayor

Para calcular los valores de los niveles de ocupación se parte del criterio de que el nivel C corresponde al número total de sillas que posee el vehículo en evaluación y el nivel F es la capacidad transportadora. Con base en estos dos datos se establecen los otros niveles de ocupación de acuerdo con los criterios definidos según el número de sillas ocupadas.

Adicionalmente, se deben tener en cuenta las siguientes recomendaciones, con el fin de llevar a cabo una toma de información adecuada y óptima:

- Uno de los logros de este estudio es la revisión de la operación del transporte público en un corredor determinado. Si se realizase con alguna periodicidad, permitiría detectar los vehículos que habitualmente realizan recorridos de manera no autorizada “ruta pirata”, que impiden el normal funcionamiento de los servicios de transporte autorizados. Este estudio puede complementarse con la realización de estudios de inventarios de rutas de transporte público.
- Cuando el estudio está orientado a determinar la ocupación vehicular de todo el transporte público colectivo en un corredor específico, es conveniente asignar cada uno de los tipos de vehículos que prestan este servicio a observadores diferentes, de manera tal que una sola persona se ocupe de registrar los buses, otro las busetas y otro los colectivos, entre otras asignaciones.



El estudio de frecuencia y ocupación visual se realiza con el registro de todos los vehículos que pasan durante el período de máxima demanda por los puntos ubicados estratégicamente en la ruta. No se puede generalizar la duración del período del estudio para las diferentes empresas o ciudades, ya que el comportamiento de la demanda es propio de cada una de ellas.

5.1.1 CAPACITACION DEL PERSONAL

Se debe disponer de un programa de trabajo para el entrenamiento del grupo de aforadores. Es recomendable hacer una prueba piloto, en rutas donde se puedan efectuar conteos precisos que permitan comparar estos valores con las estimaciones hechas por los aforadores. Además, los aforadores deben tener conocimiento del número exacto de sillas y la capacidad de las unidades de transporte público que prestan el servicio en la ruta bajo estudio.

El número de aforadores depende del volumen de buses que pasen por el punto de aforo y de si existen movimientos en ambos sentidos. Es conveniente que cada aforador tenga un reloj digital, tabla de apoyo, bolígrafo, carné o escarapela de identificación y formatos de campo suficientes para el período de aforo. Si en el punto de control hay gran volumen de transporte público se necesitan dos o más aforadores. Cuando hay dos aforadores, el primero observa y dicta y el segundo registra la información en el formato de campo. La Figura 6 muestra la jornada de capacitación en la ciudad de Popayán.

Figura 6. Personal para toma de información (Popayán).





5.1.2 UBICACIÓN, DIA Y HORA

La toma de información se debe realizar en los tramos de máxima demanda, definidos en los estudios de ascenso y descenso de pasajeros. Se deben hacer los aforos en los períodos de máxima demanda, durante los días representativos de las condiciones normales.

El estudio de FOV se efectuó en varios puntos estratégicos de la ciudad, durante un periodo de 14 horas para un día típico de la semana, el periodo de aforo inicio a las 6:00 horas de la mañana hasta las 20:00 horas en la noche. En la Tabla 2 se relacionan los puntos de aforo. Los 13 puntos se definieron de acuerdo a la configuración del sistema de rutas, es decir en los puntos donde se presentan las mayores frecuencias de unidades y las cargas máximas de pasajeros.

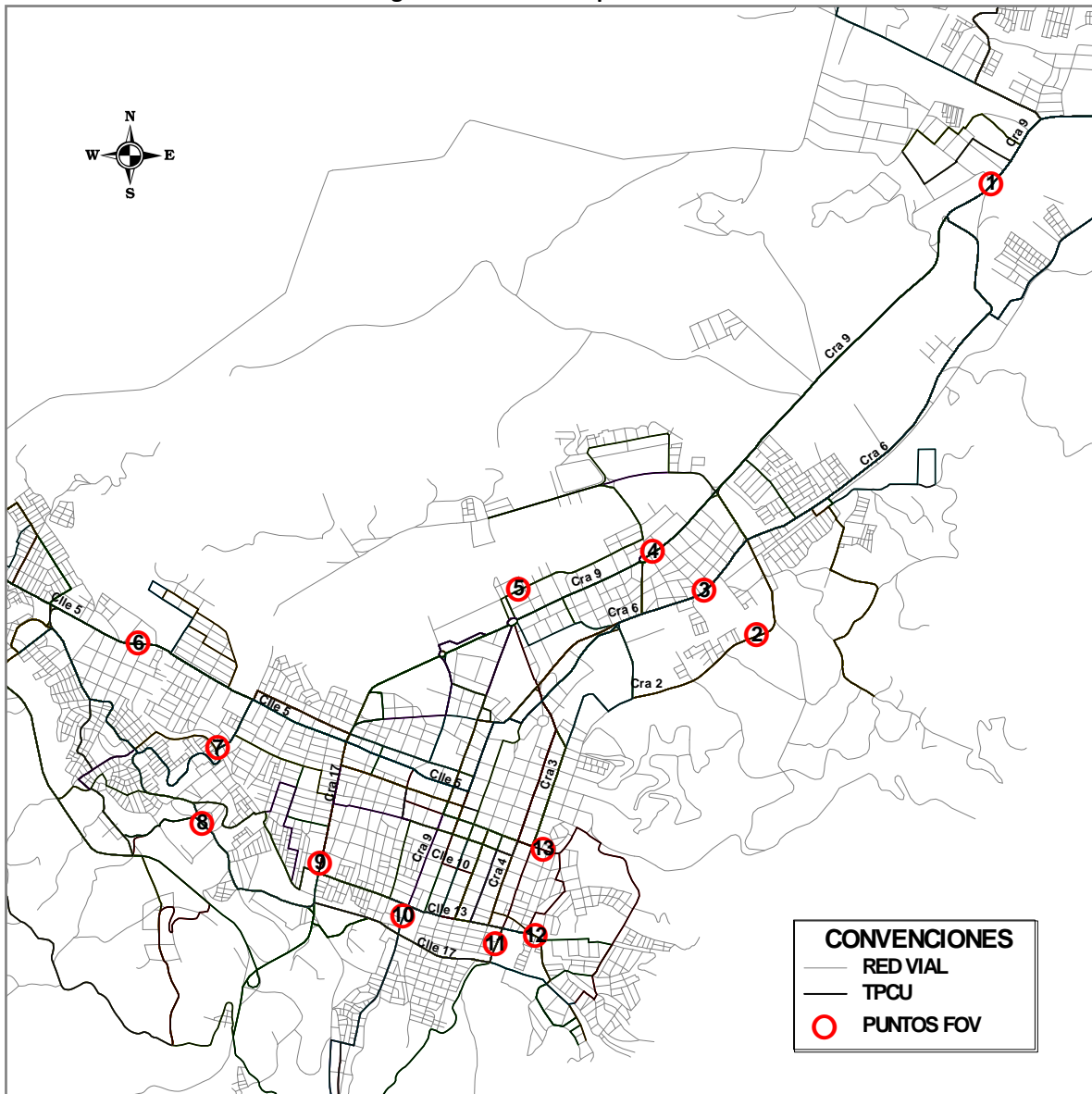
Tabla 2. Puntos de Control FOV.

Punto de Aforo	Localización
TABLAZO	CR 9 - CL 54N
COLEGIO LICEO	CR 2 – CL 19N
FRANCISCANAS	CR 6 - CL 20N
GLORIETA ANTONIO NARIÑO (CATAY)	CR 9 - CL 19BN
SANTA CLARA	CR 11 - CL 9AN
CHUNY	CL 5 - CR 31
PUENTE TOMAS CIPRIANO	CR 23 – CL 9
RETIRO ALTO	CLL 15 (CR21-CR22)
GLORIETA CHIRIMIA (CARVAJAL)	CR 17 (CL12B-CL13)
PLAZA DE TOROS	CR 9 (CL13-CL13A)
BUEN PASTOR	CR3 (CL15-CL16)
LAS FERIAS	CL 13 - CR 1E
SANTA INES	CL 7 (CR2-CR3)

Fuente: UT Movilidad Sostenible – Structure

Los puntos de control para el estudio de frecuencia de paso y ocupación visual FOV se localizan de manera general en la Figura 7.

Figura 7. Localización puntos FOV.



Fuente: UT Movilidad Sostenible – Structure



5.1.3 FORMATO DE CAMPO

El formato de campo utilizado para la realización del estudio de frecuencia y ocupación visual en la ciudad de Popayán (Figura 8), por el método de conteo está dividido en dos grandes bloques, cada uno de diez columnas, en cada bloque se registra la información correspondiente a los diferentes tipos de vehículo.

Figura 8. Formato de campo para el estudio de frecuencia y ocupación visual – FOV.

UNP		DNP DEPARTAMENTO NACIONAL DE PLANEACIÓN		DISEÑO CONCEPTUAL DEL SISTEMA ESTRATEGICO DE TRANSPORTE PÚBLICO COLECTIVO DE POPAYÁN				UNION TEMPORAL STRUCTURE MOVILIDAD SOSTENIBLE LTDA							
FECHA:	_____	_____	_____	BUS: B	32	SOTRACAUCA: S	PUNTO: _____								
LOCALIZACION:	_____			BUSETON: BT	23	TRANSUBERTAD: L	HOJA: _____ DE _____								
SENTIDO:	_____			BUSETON GRANDE: BTG	27	TRANSPUBENZA: P									
AFORADOR:	_____			MICROBUS PEQUEÑO: MP	13	TRANSTAMBO: T									
SUPERVISOR:	_____			MICROBUS GRANDE: MG	19										
HORA	RUTA	EMPRESA	TIPO VEHICULO			No VEHICULO	PAS.	HORA	RUTA	EMPRESA	TIPO VEHICULO			No VEHICULO	PAS.
			B	BT	BTG	MG	MP				B	BT	BTG	MG	MP
			B	BT	BTG	MG	MP				B	BT	BTG	MG	MP
			B	BT	BTG	MG	MP				B	BT	BTG	MG	MP
			B	BT	BTG	MG	MP				B	BT	BTG	MG	MP
			B	BT	BTG	MG	MP				B	BT	BTG	MG	MP
			B	BT	BTG	MG	MP				B	BT	BTG	MG	MP
			B	BT	BTG	MG	MP				B	BT	BTG	MG	MP
			B	BT	BTG	MG	MP				B	BT	BTG	MG	MP
			B	BT	BTG	MG	MP				B	BT	BTG	MG	MP
OBSERVACIONES: _____															

Fuente: UT Movilidad Sostenible – Structure



La sección de identificación debe ser diligenciada de la siguiente forma:

- Fecha (dd/mm/aa). Escribir el día, mes y año de realización del estudio, acompañado del día de la semana. Ejemplo: Viernes, 18 de Septiembre/09.
- Hoja: __de:___. En el primer espacio se anota la numeración secuencial de las hojas o formatos diligenciados. El segundo campo es el número total de hojas utilizadas y se llena una vez que se termine el período de aforo.
- Hora Inicio. Registrar la hora y minutos en formato militar (0-24h), del momento cuando se comienzan a hacer los aforos. Ejemplo: 8:00, para las ocho de la mañana; 17:30, para las 5:30 de la tarde.
- Hora Final. Hora y minutos cuando se termina el período de aforos, igualmente en formato militar.
- Localización. Corresponde a la dirección exacta del sitio de aforo.

Se pueden adoptar convenciones para el sentido, por ejemplo; un extremo de la ruta como “Punto A” y el otro extremo como “Punto B”. En el caso de rutas diametrales se indica la dirección “norte-sur”, “este-oeste”. Para rutas circulares, “sentido horario” o “sentido anti-horario”.

En el cuerpo del formato se registran la hora de paso, ruta, empresa, tipo de vehículo, identificación del vehículo y cantidad de pasajeros.

- Hora. Se registra la hora de paso del vehículo en formato militar por el punto de aforo.
- Ruta. Se anota el número o código de la ruta a que pertenece el vehículo, la cual se observa en la tabla de rutas que lleva el vehículo en la parte frontal del mismo.
- Tipo de vehículo. De acuerdo con la clasificación que se encuentra en la parte superior del formato.

5.1.4 REALIZACION

Se debe hacer un plan de trabajo con el objetivo de:

- Tener una estimación de los flujos vehiculares en los puntos de control para definir el tamaño del grupo de trabajo en campo (aforadores, supervisores y coordinadores) requeridos para la toma de información.
- Definir la ubicación o dirección exacta de los terminales de inicio y de finalización del recorrido y de los puntos de control o de aforo, los cuales se recomienda ubicar preferiblemente a mitad de cuadra y que no coincidan con la zona de paraderos.
- Programar y realizar el entrenamiento de los aforadores para garantizar la confiabilidad en la recolección de la información sobre ocupación vehicular, familiarizarse con las rutas que pasan por el punto de control, asignarles las tareas, e indicarles las responsabilidades y compromisos.
- Distribuir el material necesario para el estudio entre los aforadores y entregar las credenciales o carnets de identificación.

Los aforadores deben estar en el sitio de aforo con 15 a 30 minutos de anticipación a la hora de inicio del aforo, con los elementos y equipos necesarios, para identificar bien el punto de control, registrar en el formato de campo toda la información de la sección de identificación del estudio y verificar la sincronización de los relojes con el supervisor, deben ubicarse en una posición

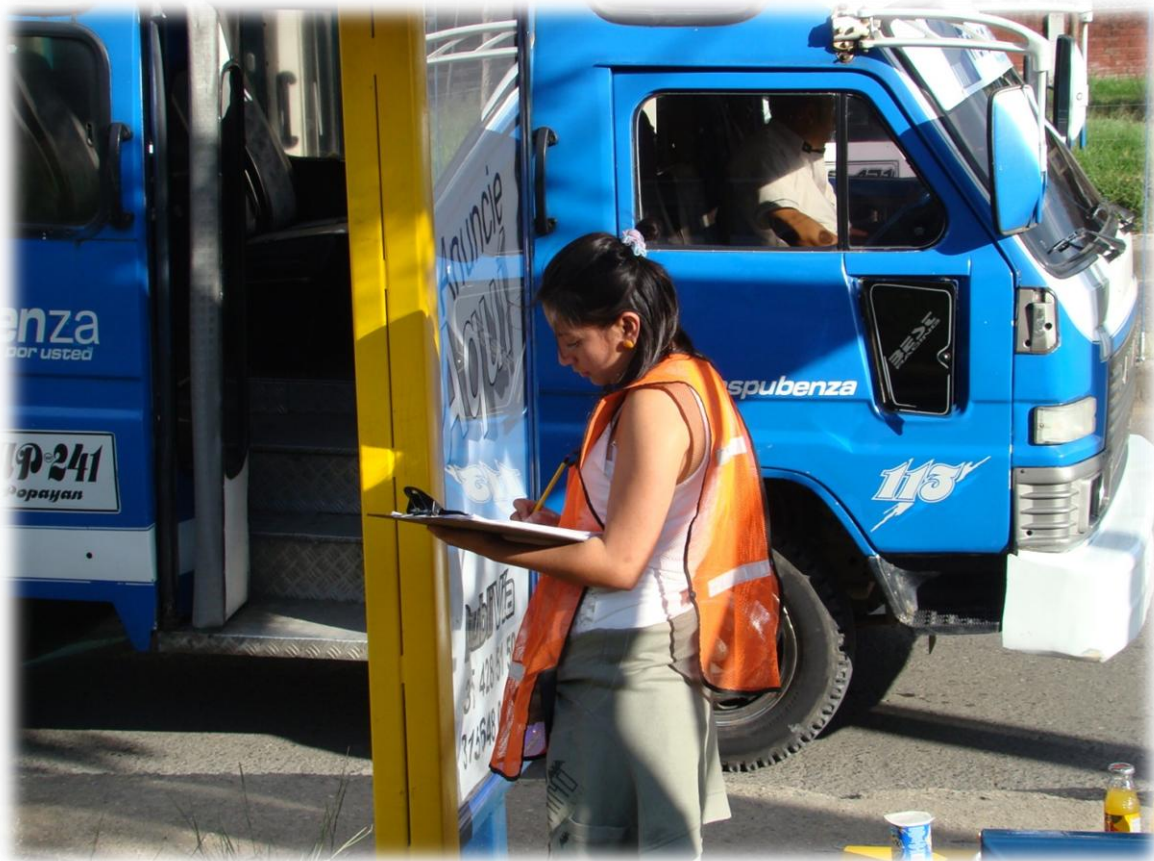
estratégica que les permita tener la mayor visibilidad de los buses que se acercan y de su nivel de ocupación.



Normalmente, los aforadores deben ubicarse en un lugar protegido del andén, y al lado derecho del sentido de circulación del tránsito como se ve en la Figura 9.

La información que se registre se debe hacer con letra nítida y legible, y se deberá anotar toda la información particular que pueda afectar el aforo realizado, como la presencia de vidrios polarizados, rutas informales y las condiciones atmosféricas predominantes.

Figura 9. Aforador en punto de control.



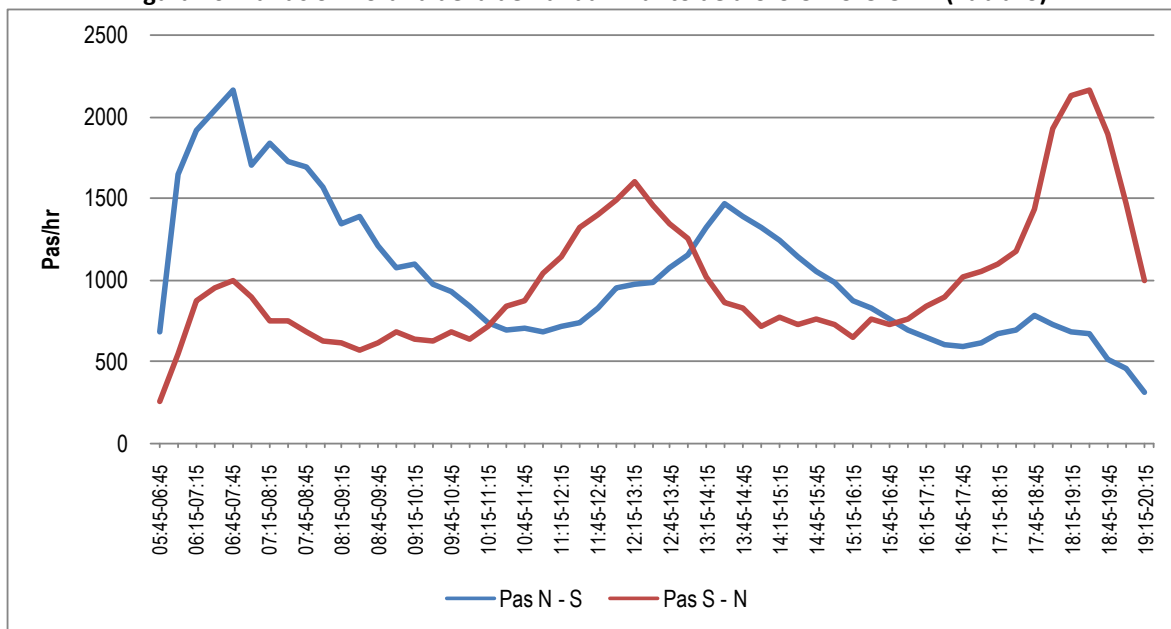
Una vez finalizado el período de aforo programado, el aforador debe revisar que los formatos contengan toda la información solicitada, los firma y los entrega al supervisor del estudio, quien debe clasificarlos y archivarlos en sobres debidamente rotulados para su fácil identificación, y entregarlos al coordinador para su posterior procesamiento y análisis.

5.1.5 PROCESAMIENTO DE LA INFORMACION

Como resultado del estudio se obtienen los intervalos de paso y frecuencia, las estadísticas de ocupación vehicular. La carga o el número de pasajeros registrado en cada punto de control se sumaran por periodos de 15 minutos, durante las horas de máxima demanda. Los totales se calculan por ruta y por sentido, número de pasajeros por tipo de vehículo y servicio por ruta. De igual manera se pueden generar gráficas que representan los índices de operación de las rutas, para los diferentes tipos de vehículo y los diferentes puntos de aforo.

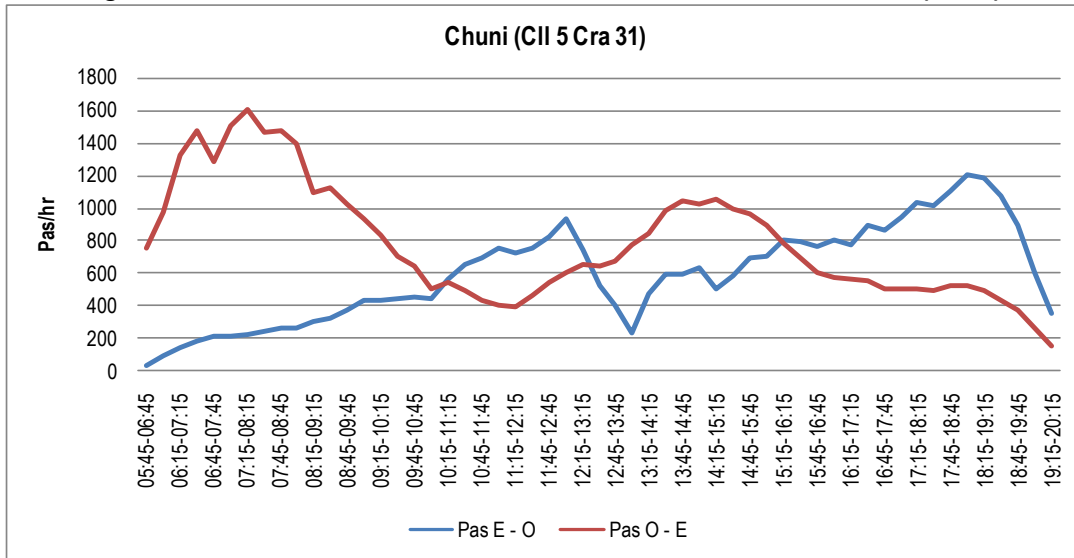
La demanda de pasajeros en transporte público presenta varios periodos picos en el transcurso del día, del estudio se obtuvo como resultado importante que la hora pico correspondiente al periodo de la mañana está entre las **6:45** y las **7:45** horas. La variación horaria de la demanda para un punto representativo de la ciudad de Popayán se muestra en la Figura 10 y Figura 11.

Figura 10. Variación horaria de la demanda – Punto de aforo Cr 19-CI 54 N (Tablazo).



Fuente: UT Movilidad Sostenible – Structure

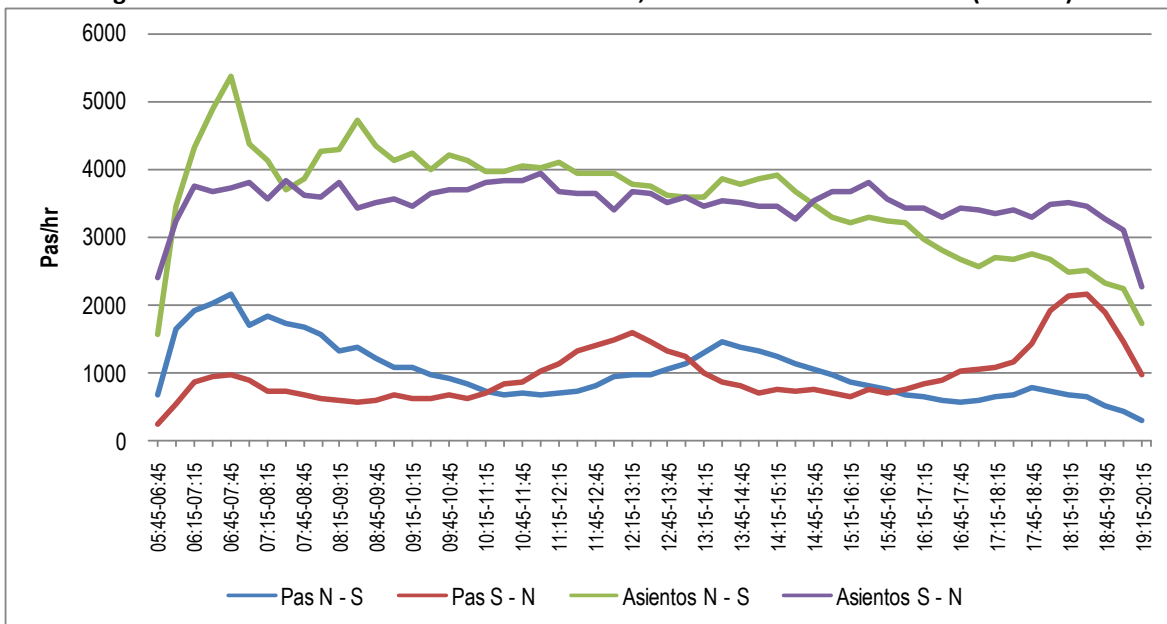
Figura 11. Variación horaria de la demanda – Punto de aforo Calle 5 Cra. 31 (Chuni)



Fuente: UT Movilidad Sostenible – Structure

Se observa que la oferta, prácticamente se mantiene constante a lo largo del día y que para los casos mencionados llega a duplicar la demanda (Figura 12), es decir, un típico caso de sobreoferta de servicio.

Figura 12. Variación horaria de oferta – demanda; Punto de aforo Cr 19-CI 54 N (Tablazo).



Fuente: UT Movilidad Sostenible – Structure

6 FRECUENCIAS DE DESPACHO EN TERMINALES

Las mediciones en terminales de transporte público consisten básicamente en apuntar los horarios de llegada y de salida de los buses. Se pueden obtener estadísticas como: número de despachos, intervalos entre despachos, tiempos de viaje y tiempos en el terminal.

Como el principal objetivo de este estudio es realizar una revisión de los intervalos de despacho y tiempos en terminal de los vehículos de una ruta determinada, se debe realizar de manera tal que ni los conductores ni los despachadores noten la presencia de los aforadores para no alterar el comportamiento normal de estos. Se hace directamente en los terminales para dar seguimiento a cada vehículo y a la ruta durante todo el período de servicio.



6.1.1 PERSONAL Y EQUIPO

Para el estudio de medición de parámetros de operación en terminales se necesita un aforador equipado con formatos, tabla de apoyo, lápiz, borrador y reloj.





Terminal de despacho SOTRACAUCA – Matamoros

6.1.2 FORMATO DE CAMPO

La Figura 13 indica el modelo utilizado para la realización del estudio de terminales en Popayán.

Figura 13. Formato de campo para el estudio de terminales.

 DNP <small>DEPARTAMENTO NACIONAL DE PLANEACIÓN</small>	DISEÑO CONCEPTUAL DEL SISTEMA ESTRATÉGICO DE LA CIUDAD DE POPAYÁN F1 - ESTUDIO EN TERMINALES DE RUTA	 UNION TEMPORAL STRUCTURE <small>MOVILIDAD SOSTENIBLE.UTA</small>									
Localización _____		Fecha: <input type="text" value="DÍA"/> <input type="text" value="MES"/> <input type="text" value="AÑO"/>									
Encuestador _____		Hoja: ____ de ____									
No	RUTA	EMPRESA	RECORRIDO	TIPO VEHICULO	NUMERO INTERNO	HORA SALE		HORA LLEGA		PAS/VTA	OBSERVACIONES
						HH	MM	HH	MM		
1		TRANSPUBENZA									
2		TRANSPUBENZA									
3		TRANSPUBENZA									
.		TRANSPUBENZA									
.		TRANSPUBENZA									
.		TRANSPUBENZA									
.		TRANSPUBENZA									
44		TRANSPUBENZA									
45		TRANSPUBENZA									
OBSERVACIONES _____											

Fuente: UT Movilidad Sostenible – Structure

Las instrucciones básicas de llenado del formato de terminales son:

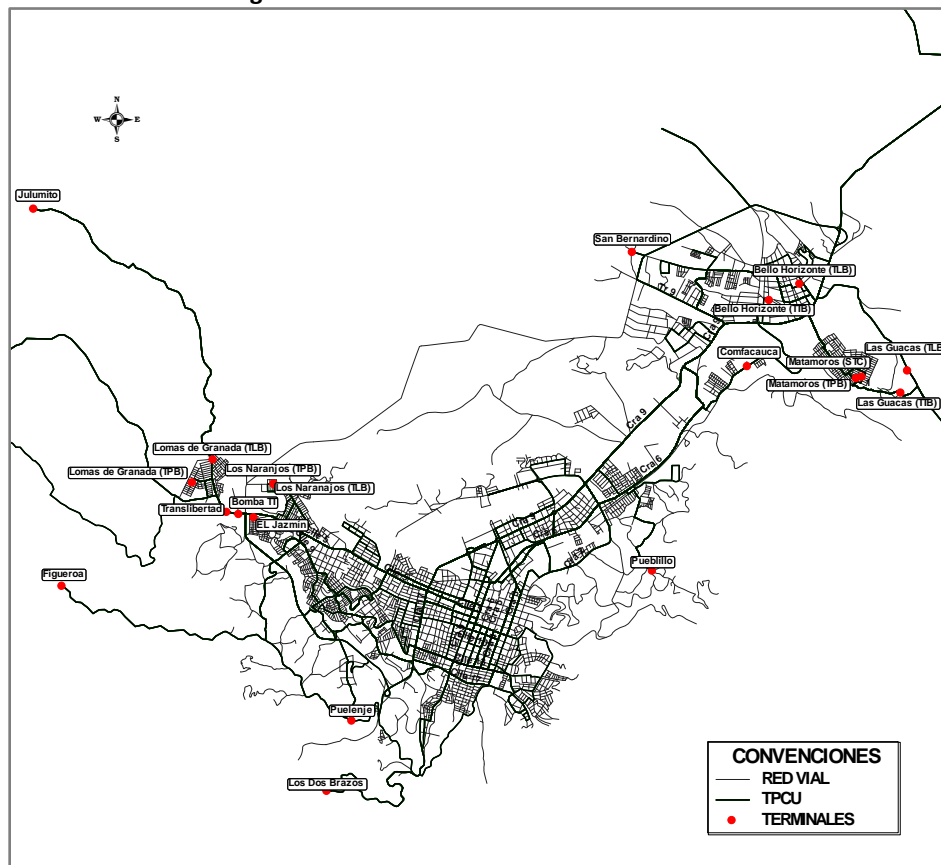
- Fecha (día, mes y año). Correspondientes a la realización del estudio.
- Localización. Corresponde a la dirección exacta del sitio de aforo.
- Hoja N° __ de __. Numeración secuencial de formatos diligenciados.
- N°. Número correspondiente al despacho dado al conductor en el momento de partir del terminal.
- Ruta. Identificación de la ruta
- Empresa. Nombre de la empresa a la que pertenece la ruta.
- Recorrido. Identifica vehículo que va con personal de aforos.
- Tipo de vehículo. Indicar si es bus, busetón o microbús
- Número Interno. Identificación del vehículo o número de orden asignado por la empresa.
- Hora de salida. Anotar la hora y minutos en que el vehículo recibe la orden de salida del terminal.
- Hora de llegada. Anotar la hora y minutos en que el vehículo llega al terminal

6.1.3 REALIZACION

El aforador debe presentarse con anticipación en el terminal asignado, con los elementos y equipos necesarios. Debe identificarse y solicitar apoyo del despachador de las empresas de transporte. Una vez que inicie la prestación del servicio de la ruta a estudiar, el aforador inicia el registro de los datos solicitados del formato para todos los vehículos que salen en la ruta.

En Popayán se realizó control de despachos en cada uno de los 20 puntos terminales desde donde operan las cuatros empresas de servicio de transporte público colectivo urbano (Figura 14). Este estudio se hizo al tiempo que se efectuó el estudio de ascenso-descenso, durante siete días, extendiéndose la actividad de trabajo diaria por un periodo de 14 horas, iniciando a las 6:30 de la mañana hasta las 20:00 horas del día (dependiendo de la hora en que el despachador terminara su jornada de trabajo).

Figura 14. Localización de terminales de ruta.



Fuente: UT Movilidad Sostenible – Structure



La Tabla 3 resume los lugares donde operan los terminales de cada empresa y el número de rutas que se despachan desde cada terminal.

Tabla 3. Terminales de despacho

	NOMBRE	EMPRESA	# RUTAS	ruta
1	MATAMOROS (STC)	SOTRACAUCA	4	1-2-5-6
2	PUELENJE	SOTRACAUCA	2	3-8
3	FIGUEROA	SOTRACAUCA	1	4
4	JULUMITO	SOTRACAUCA	2	7-9
5	BELLO HORIZONTE (TTB)	TRANSTAMBO	1	1
6	LAS GUACAS (TLB)	TRANSLIBERTAD	1	6 (BT)
7	LAS GUACAS (TTB)	TRANSTAMBO	3	2-4-6
8	BOMBA TT	TRANSTAMBO	1	3
9	SAN BERNARDINO	TRANSTAMBO	1	5
10	TRANSLIBERTAD	TRANSLIBERTAD	5	1-2-3-4-5 (BT)
11	MATAMOROS (TPB)	TRANSPUBENZA	3	1-5 (M), 6 (BT)
12	LOS NARANJOS (TPB)	TRANSPUBENZA	2	2-9 (M)
13	JAZMINES	TRANSPUBENZA	5	3-6 (M), 1-2-8 (BT)
14	PUEBLILLO	TRANSPUBENZA	2	4 (M), 5 (BT)
15	LOMAS DE GRANADA (TPB)	TRANSPUBENZA	2	7-10 (M)
16	DOS BRAZOS	TRANSPUBENZA	2	8-11 (M)
17	COMFAUCA	TRANSPUBENZA	2	4-7 (BT)
18	BELLO HORIZONTE (LBT)	TRANSLIBERTAD	2	1-3 (M)
19	LOMAS DE GRANDA (LBT)	TRANSLIBERTAD	1	2 (M)
20	LOS NARANJOS (TLB)	TRANSLIBERTAD	1	5 (M)
BT: BUSETON, M: MICRO		Total	43	

Fuente: UT Movilidad Sostenible – Structure

La mayor parte de los sitios destinados como terminales de despacho no presentan las condiciones adecuadas para su funcionamiento. El terminal de despacho de TRANSLIBERTAD ubicado en el barrio Lomas de Granada cuenta con área administrativa, zona de estacionamiento, mantenimiento y abastecimiento de combustible. Ver Figura 15.

Figura 15. Terminal de despacho TRANSLIBERTAD (Lomas de Granada)



6.1.4 PROCESAMIENTO DE LA INFORMACION

Los datos del estudio de terminales que se obtienen directamente del formato son: tiempos en el terminal, intervalos de despachos. En la Tabla 4 se resume la flota de las empresas de transporte público de la ciudad de Popayán.

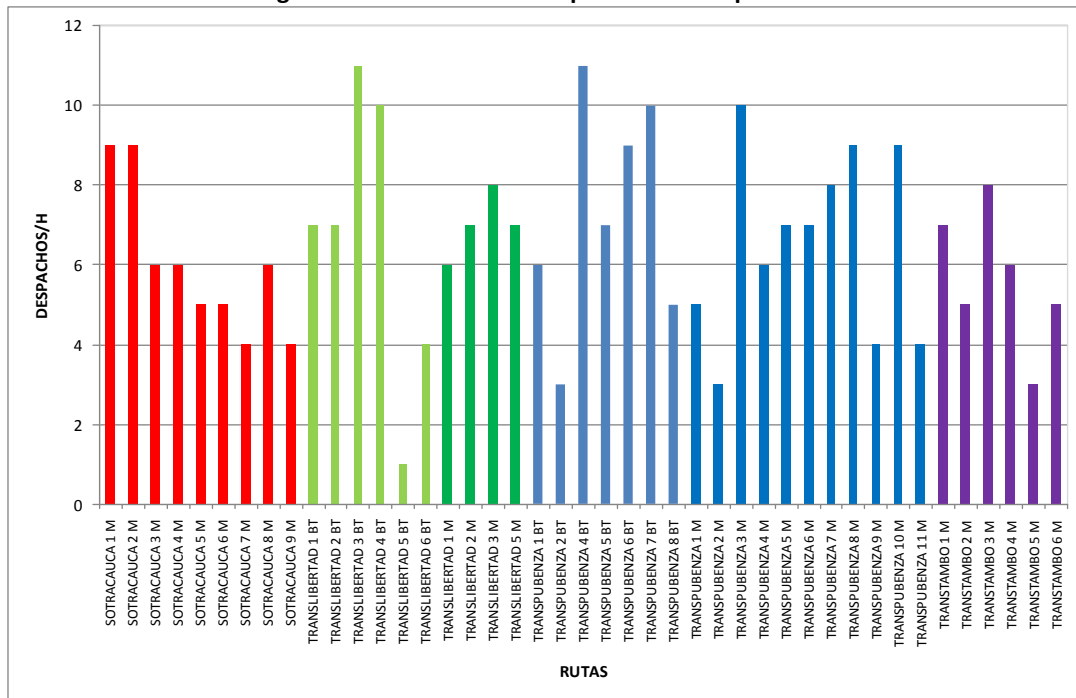
Tabla 4. Flota de Transporte Público Colectivo.

EMPRESA	BUS - BUSETON	MICROBUS	FLOTA
TRANSPUBENZA	110	151	261
TRANSLIBERTAD	125	67	192
SOTRACAUCA	-	112	112
TRANSTAMBO	-	79	79
Total	235	409	644

Fuente: UT Movilidad Sostenible – Structure

De acuerdo con el estudio de terminales se concluye que algunas rutas tienen mayor frecuencia de despacho que otras en el pico de la mañana, al mismo tiempo que en cada empresa existe una ruta con mayor número de salidas (Ver Figura 16).

Figura 16. Frecuencia de despacho en hora pico AM.



Fuente: UT Movilidad Sostenible – Structure



7 ESTUDIO DE ASCENSO Y DESCENSO DE PASAJEROS CON BOLETOS

Consiste básicamente en cuantificar el número de personas que suben y bajan de un vehículo de transporte público a lo largo de una ruta en un período de tiempo determinado, conocer el comportamiento de la demanda que se presenta a lo largo de una ruta de transporte público y las cargas de pasajeros en los diferentes tramos que la conforman, identificar los puntos de máxima demanda (ascensos y descensos) en el itinerario de la ruta, determinar los pasajeros movilizados por viaje de la ruta en estudio y con complemento de datos de otros estudios se pueden calcular otros parámetros, como el índice de pasajeros por kilómetro (IPK), perfiles de carga y los ingresos de la ruta.

Los estudios de ascenso y descenso de pasajeros proveen información sobre las características de la movilización para períodos determinados y de sitios específicos del recorrido, son fundamentales en la cuantificación de la demanda y en el diseño operacional de las rutas. De la información obtenida del estudio de ascenso y descenso de pasajeros se alimentan actividades como el diseño y la ubicación de paraderos y terminales, programación de despachos, definición de unidades tipo y ajustes al itinerario de las rutas, entre otras.

La matriz de origen y destino inmediata de los usuarios de transporte público se puede obtener mediante boletos que identifican el lugar de ascenso y descenso sobre la ruta. Este método de toma de información, complementado con la encuesta a usuarios a bordo de unidades, permite obtener buenas estimaciones de los deseos de viaje de los usuarios.

Es necesario tener en cuenta las siguientes recomendaciones para la elaboración del estudio:

- Los resultados de este estudio dependen del tipo de vehículo que cubre un determinado recorrido o itinerario. Si existen varios tipos, es necesario evaluar cada uno de ellos por separado, para facilitar los efectos de cuantificar la demanda en el corredor.
- Una mayor eficiencia de la labor de campo radica en el conocimiento de los itinerarios y tiempos de recorrido de cada ruta que se va a estudiar, pues permite establecer una programación más aproximada del personal, el número de recorridos que pueden desarrollar dentro del período de estudio y, lo más importante, la definición de los tramos a considerar en la zonificación del corredor analizado.

- Si en el desarrollo del ejercicio el vehículo que cubre la ruta estudiada no completa su recorrido, por fallas mecánicas o negligencia del conductor, o simplemente no se siguió el itinerario establecido oficialmente, los observadores deben consignar los sitios en los cuales se presentó la anomalía e informar al supervisor del estudio.

El estudio de ascenso y descenso de pasajeros en una ruta de transporte público se realiza para caracterizar la movilización de pasajeros en días típicos, en períodos pico y no pico. Se recomienda tomar información para todas las rutas, con asignación aleatoria sobre el número total de viajes.

7.1.1 PERSONAL Y EQUIPO

En cada bus en que se haga el muestreo, se necesitan dos aforadores: uno para registrar los ascensos en la puerta delantera y otro para registrar los descensos en la puerta trasera. Si el vehículo es de una sola puerta, un solo aforador puede diligenciar el formato respectivo de ascenso y descenso de pasajeros (Figura 17).

Figura 17. Aforador preparándose para iniciar recorrido.



El material de trabajo necesario para desarrollar el estudio incluye:

- Mapa de la ruta a estudiar, de acuerdo con la zonificación, indicando los puntos de referencia. Se debe realizar la codificación de los puntos de referencia de modo tal que después se pueda identificar la zona a la que pertenece. Los encuestadores deben estar bien familiarizados con el itinerario de la ruta, para identificar el tramo correspondiente o la zona a la cual pertenece.
- Talonario de boletos enumerados consecutivamente y en bloques para entregar a todos los pasajeros que suben al vehículo. (Figura 18)
- Sobres para guardar los boletos que entregan los pasajeros al bajar del vehículo. Adicionalmente se preparan lápices, borradores, tabla de apoyo y reloj.

Figura 18. Boleto para estudio de Ascenso-Descenso.



ESTUDIO DE ASCENSO
Y DESCENSO

TRAMO SUBE	TRAMO BAJA

Boleta N° 11146

**ESTIMADO PASAJERO
POR FAVOR
REGRESAR ESTE VOLANTE
AL BAJAR DEL VEHICULO**

TRABAJAMOS PARA
MEJORAR LA
CALIDAD DEL SERVICIO

Es importante que los aforadores conozcan la mecánica del trabajo en campo, pues cualquier error u olvido en el momento de registrar los sitios de ascenso y descenso podría significar el fracaso de la toma de información en campo, implicando reprogramaciones y sobrecostos del estudio.



7.1.2 FORMATOS DE CAMPO

Para la realización del estudio de ascenso y descenso de pasajeros en la ciudad de Popayán, fueron utilizados además de los boletos, tres formatos adicionales. Dos formatos en los que se describe el recorrido de ida y vuelta de cada ruta y un formato final utilizado para el control de boletos en cada viaje (Figura 19).

Figura 19. Formato de campo para el estudio de Ascenso–Descenso.

DISEÑO CONCEPTUAL DEL SISTEMA ESTRATÉGICO DE LA CIUDAD DE POPAYÁN F2 ASCENSO - DESCENSO DE PASAJEROS		UNION TEMPORAL STRUCTURE					
Terminal: <u>Jazmines</u>	Fecha: <u> </u> <u> </u> <u> </u>						
Encuestador 1: _____	Hora Salida: <u> </u> <u> </u> <u> </u>	Hora Llegada: <u> </u> <u> </u> <u> </u>					
Encuestador 2: _____	Viaje N°: _____	Boleto inicial: _____					
Ruta: <u>8</u>	Empresa: <u>Transpubenza</u>	Placa: _____	Número: _____				
	Tipo Vehículo: _____	Sillas: _____	Sentido: <u>ida</u>				
TRAMO	REFERENCIA	HORA PASO					BOLETO A LA VISTA
		H	M	M	S	S	
1	Terminal Jazmines						
2	Juguemos - Esquina Carrera 43						
3	Entrada Villa Occidente - Taberna						
.	Cruce Las Palmas						
.	Iglesia Perpetuo Socorro						
.	Monumento Chirimía						
.	Plaza de Toros						
.	Esquina Carrera 7 Galería La 13						
.	Iglesia San Agustín						
.	La Ermita						
.	Hospital Universitario San Jose						
.	La Virgen de Los Hoyos						
.	Colegió Gabriela Mistral						
41	Bomba Villa del Viento						
46	Sena						
47	Colegió Luis Basquez						
	Cancha El Placer						
OBSERVACIONES: _____							

Fuente: UT Movilidad Sostenible – Structure



La sección de identificación del formato contiene:

- Fecha (día, mes y año). Correspondientes a la realización del estudio.
- Terminal. Nombre y dirección del terminal de inicio del recorrido
- Ruta N^o, Placa y Número. Corresponden al código de identificación de la ruta.
- Empresa. Nombre de la empresa a la que está vinculada la ruta.
- Hora de salida. Hora y minutos en que el vehículo sale del terminal de inicio.
- Hora de llegada. Hora y minutos en que el vehículo llega al terminal final de la ruta.
- Tipo de vehículo. Indicar si es un bus, busetón o microbús.
- N^o de asientos. Escribir el número de asientos del vehículo.
- Viaje N^o. Número que proporcionarán los supervisores y corresponde al consecutivo de control de viajes estudiados o número de orden del viaje.
- Boleto inicial. Boleto a la vista con que se inicia el recorrido.

El cuerpo del formato de ascenso – descenso con boletos tiene las siguientes columnas:



- Tramo. Esta dado de acuerdo a la zonificación de la ciudad.
- Referencia. Esta columna se llena antes del estudio y corresponde a la identificación de los puntos (calle y carrera con número o referencia) del recorrido de la ruta por las diferentes zonas de la ciudad.
- Hora de paso. Se registra en formato militar al instante de paso por el inmediato punto de referencia.
- Boleto a la vista. Se escribe el número de la serie consecutiva de boletos que se observa en el momento de paso por cada punto. Es de tener en cuenta que si se ha pasado por varios puntos y no se ha entregado el boleto se debe escribir este mismo número.

En la actualidad los paraderos no están localizados de manera estratégica ni son respetados, tanto como por el usuario del servicio como por el conductor del vehículo; es preciso agrupar los diferentes sitios de parada registrados, asignando los datos recolectados en dichos puntos a la esquina final de la cuadra en donde se tomaron los datos.



En el formato de resumen de boletos (Figura 20) al igual que los dos formatos anteriores se tiene una sección de identificación, en el cuerpo del formato el aforador realiza el control total de los boletos utilizados en el viaje.

Figura 20. Formato de resumen de boletos (Ascenso–Descenso).

	DISEÑO CONCEPTUAL DEL SISTEMA ESTRATÉGICO DE LA CIUDAD DE POPAYÁN F5 - RESUMEN DE BOLETOS							
Terminal: _____ Fecha: <input type="text" value="DIA"/> <input type="text" value="MES"/> <input type="text" value="AÑO"/>								
Encuestador 1: _____ Hora Salida: <input type="text" value="HH"/> <input type="text" value="MM"/> Hora Llegada: <input type="text" value="HH"/> <input type="text" value="MM"/>								
Encuestador 2: _____ Viaje N°: _____ Boleto inicial: _____								
Ruta: _____ Empresa: _____ Placa: _____ Número: _____ Tipo Vehículo: _____								
Nº	ZONA ORIGEN	ZONA DESTINO	Nº	ZONA ORIGEN	ZONA DESTINO	Nº	ZONA ORIGEN	ZONA DESTINO
1			45			89		
2			46			90		
3			47			91		
4			48			92		
5			49			93		
6			50			94		
OBSERVACIONES: _____								

Fuente: UT Movilidad Sostenible – Structure

7.1.3 REALIZACION

De acuerdo al trabajo de planeación se define el número de rutas que hay que aforar, el inventario de rutas, los tiempos de recorrido de la ruta para la programación del personal necesario para el estudio. El estudio se efectúa a través de todo el recorrido de la ruta, en un día típico de la semana y en los períodos pico y no pico. Al principio de la jornada se define a cada aforador en qué horarios hará los recorridos y quién será la persona que lo acompañará, antes de comenzar el estudio se deben sincronizar los relojes de los aforadores con los del supervisor, para tener el control de los tiempos de recorrido.

Para el desarrollo del estudio, es indispensable desplegar campañas publicitarias, con el fin de obtener una adecuada respuesta y colaboración por parte de los usuarios y conductores de transporte público como se muestra en la Figura 21 y Figura 22.

Figura 21. Campañas de Socialización para la toma de información.



Figura 22. Volante de información



DNP
DEPARTAMENTO NACIONAL DE PLANEACIÓN

ALCALDÍA MUNICIPAL DE POPAYÁN
SECRETARÍA DE TRANSITO MUNICIPAL DE POPAYÁN

UNDP

A LA COMUNIDAD EN GENERAL

DENTRO DEL PLAN DE MOVILIDAD QUE ADELANTA EL PROGRAMA PARA EL DESARROLLO DE LAS NACIONES UNIDAS Y LA UNION TEMPORAL MOVILIDAD SOSTENIBLE LTDA. STRUCTURE BANCA DE INVERSION. EN ACOMPAÑAMIENTO DE LA ALCALDIA MUNICIPAL DE POPAYAN, SE EFECTUARAN VARIOS ESTUDIOS ENTRE LOS QUE SE REALIZARAN ENCUESTAS A USUARIOS DEL TRANSPORTE PUBLICO COLECTIVO A BORDO DE LOS VEHICULOS, CON EL FIN DE TOMAR INFORMACION IMPORTANTE PARA EL PROYECTO.

ESTAS ACTIVIDADES SE REALIZARAN ENTRE EL DIA LUNES 09 DE SEPTIEMBRE Y EL VIERNES 12 DE SEPTIEMBRE DE 2008 EN EL HORARIO COMPRENDIDO ENTRE LAS 6:30 A. M. Y LAS 10:30 A. M. POR PERSONAL DEBIDAMENTE CAPACITADO.

ES IMPORTANTE QUE USTEDES COMO BUENOS CIUDADANOS FACILITEN A LOS ENCUESTADORES LA INFORMACION SOLICITADA CON EL OBJETO DE GARANTIZAR UN CORRECTO DESARROLLO DEL ESTUDIO Y FUTURAS MEJORAS EN EL SISTEMA DE TRANSPORTE PARA LOS HABITANTES DE LA CIUDAD BLANCA DE COLOMBIA.

CUALQUIER INQUIETUD, QUEJA O RECLAMO PUEDE COMUNICARSE:

UNION TEMPORAL
MOVILIDAD SOSTENIBLE LTDA.
STRUCTURE BANCA DE INVERSION
CARRERA 3 N°. 19CN-04
TEL: 8201739 CEL: 313-889 70 78 - 313-8868031

STRUCTURE
BANCA DE INVERSIONES

MOVILIDAD
SOSTENIBLE LTDA.

Fuente: UT Movilidad Sostenible – Structure

Para buses y busetones con dos puertas, se necesitan dos aforadores en cada vehículo: uno sentado cerca de la puerta delantera encargado de los ascensos y otro cerca de la puerta trasera atendiendo los descensos.

- **Aforador de la puerta de ascenso:** Identifica el número del tramo o referencia respectiva, anotando este dato en la casilla “Sube” de cada uno de los boletos, los cuales se entregan a los pasajeros que abordan el vehículo en ese sitio o tramo específico. Si el volumen de pasajeros que sube es alto, se registra el dato del tramo o referencia en el primer y el último boleto entregado, siempre en orden consecutivo, con el propósito de completar su diligenciamiento al final del viaje.

- **Aforador de la puerta de descenso:** Recibir los boletos a los pasajeros que bajan, anotar en la casilla “Baja” el dato del tramo correspondiente al descenso. Si el número de pasajeros que bajan del vehículo es alto, se podrá anotar el número del tramo en el primer y el último boleto. Es de gran importancia el orden en que se reciben y guardan los boletos, no se debe alterar, pues de esto depende su correcto procesamiento. Se emplean bandas de caucho para agrupar en forma ordenada los boletos.

El aforador debe presentarse con anticipación al terminal de origen de la ruta, con los elementos y equipos necesarios, para identificar el bus, abordarlo y ubicarse en una posición estratégica, cerca de las puertas del bus, de tal manera que le permita observar, contar y registrar los pasajeros que suben y bajan en todas las paradas del bus a lo largo de la ruta, debe preparar previamente con la información básica necesaria los formatos de campo, con el fin de no alterar el comportamiento habitual de los conductores, el aforador debe evitar que el conductor advierta su presencia.

Una vez iniciado el recorrido, el aforador debe estar atento a registrar en los formatos de campo la hora de paso por el punto de referencia y el número del boleto a la vista, su letra debe ser legible y debe hacer las observaciones que considere pertinentes para la mejor utilización de la información recolectada, como por ejemplo cuando hay cambios o ajustes al itinerario por desvíos temporales, derivados por efectos externos, lo que obliga a pasar por otros cruces de calles y puntos de referencia.

Al llegar al terminal de destino el aforador verifica que los formatos de campo estén completamente diligenciados, tanto el tramo de ida como el tramo de regreso y el formato de resumen de boletos para entregarlos al supervisor (Figura 23). Preparándose para iniciar un nuevo recorrido, de acuerdo con la programación de actividades definida. Después de ejecutar un viaje, los supervisores deben revisar que los formatos se hayan llenado correctamente; esto incluye encabezados y demás columnas. Cualquier incongruencia se debe corregir de inmediato.



Figura 23. Aforadores revisando la información antes de entregarla al supervisor.



7.1.4 PROCESAMIENTO DE LA INFORMACION

Se debe completar la información en la oficina referente al número de tramo o paradero donde no fue posible anotarlo. El procedimiento es el siguiente:

- Se extraen de los sobres los boletos recogidos a los pasajeros que descendieron del vehículo, teniendo mucho cuidado de no alterar el orden en que se archivaron.
- Como no todos los boletos contienen el dato de la casilla “Baja”, su diligenciamiento se completa colocando el mismo dato que contienen los boletos inicial y final de cada uno de los grupos sin diligenciar.



- Una vez completo el dato del descenso en todos los boletos, éstos se organizan de acuerdo con el número consecutivo que los identifica, para definir los grupos a los que les hace falta el dato en la casilla “Sube”. Este dato faltante es el mismo que aparece en los boletos que delimitan cada uno de los grupos que no presentan el dato del sitio de ascenso.
- Con la información totalmente consignada en todos los boletos entregados a los pasajeros de la ruta en estudio, esta pareja de datos conforma los diferentes orígenes y destinos que caracterizan la movilización de pasajeros en el corredor analizado, ya sea entre tramos o zonas.

Los productos del estudio entregan el índice de pasajeros kilómetro (IPK) y la Matriz Origen destino resultante. Además se pueden caracterizar variables como el sistema de recaudo, la edad del parque vehicular, la tipología de los vehículos y las condiciones físicas de los terminales de despacho. Esta información complementa los resultados del estudio de encuestas a usuarios, donde se investigan el origen y destino y las distancias medias de acceso al servicio de transporte público.

Mediante la realización del estudio de ascenso-descenso de pasajeros por el método de boletos, se pueden obtener los siguientes resultados:

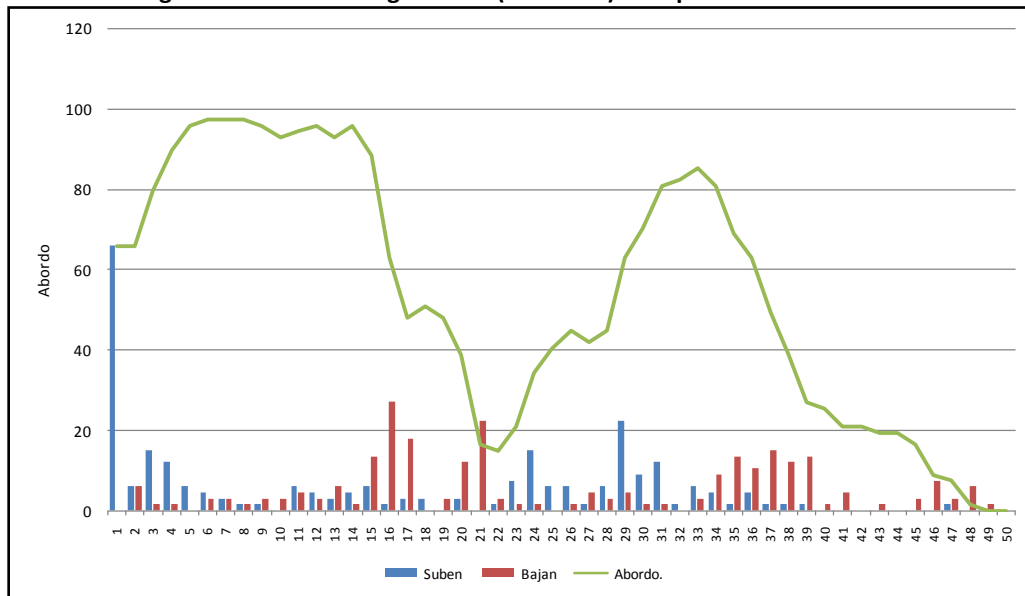
- Pasajeros movilizados por sentido en cada viaje. Se obtiene de la diferencia entre el número del boleto registrado en el último punto de referencia y el número de inicio del talonario del recorrido.
- Pasajeros que suben y bajan en cada tramo del itinerario. Los pasajeros que suben se obtienen restando el número del talonario anotado entre tramos sucesivos del itinerario. Los pasajeros que bajan se obtienen contabilizando los boletos recibidos en cada sobre correspondiente al tramo.
- Matriz de origen y destino inmediata. Dando seguimiento a cada boleto, es decir, determinando el lugar de entrega al pasajero y el lugar en que fue recibido, se obtiene la matriz de origen y destino inmediata a la ruta de todos los pasajeros de un viaje. Para la expansión de la matriz se utilizan los datos del estudio en terminales o del estudio de frecuencia de paso y ocupación visual FOV. La matriz de origen y destino inmediata obtenida mediante boletos debe complementarse con los datos de las encuestas a usuarios.
- Distancia promedio de recorrido de los viajes. Se obtiene promediando en forma ponderada, la distancia entre los orígenes y destinos considerados.
- Tiempo de recorrido. Se obtiene de la diferencia entre la hora de inicio y la hora de finalización del viaje del vehículo.

El estudio realizado en la ciudad de Popayán abarcó el total de las rutas autorizadas del sistema de transporte público, en un día típico. Con recorridos en el período pico de la mañana y en el período valle de la mañana. La toma de datos dio inicio a las 6:30 a.m. y finalizó a las 10:30 a.m. en un día hábil.

De acuerdo con la demanda diaria de pasajeros estimada en 127456 pasajeros/día y los kilómetros recorridos diarios en 105460 km/día se obtuvo un **IPK** de **1.21**. Con estos datos es posible estimar el ingreso por kilómetro recorrido, teniendo en cuenta que la tarifa actual por pasajero es de mil trescientos pesos (**\$1300**). Dado que el costo de operación vehicular por kilómetro se estima en mil quinientos cuarenta y un pesos (**\$1541**), para el tipo de vehículo microbús, se puede obtener el ingreso neto por pasajero. De esta manera se tiene que el ingreso por kilómetro es de mil quinientos setenta y tres pesos (**\$1573**) obteniendo finalmente un excedente de treinta y dos pesos (**\$32**) por pasajero kilómetro (**\$1573-\$1541=\$32**). Representado tan solo el **2%** de la inversión, excedente que puede ser utilizado para programas de mejora del servicio.

La Figura 24 muestra el perfil de carga en el periodo pico de la mañana para la Ruta 1 (microbús) de la empresa SOTRACAUCA. Muestra la variación de la carga a lo largo del recorrido permitiendo identificar la carga máxima y el tramo donde se presenta.

Figura 24. Perfil de carga Ruta 1 (microbús) – Empresa SOTRACAUCA.



Fuente: UT Movilidad Sostenible – Structure

Una de las principales deficiencias que se observa en la operación de los sistemas convencionales de transporte público en las ciudades, es la falta de un plan de operación que ajuste la oferta a las variaciones de la demanda.



8 ENCUESTAS ORIGEN-DESTINO A BORDO DE LAS UNIDADES

Los usuarios son el principal elemento del sistema de transporte público. Éstos utilizan el servicio para suplir las necesidades de desplazamiento y no tienen mayores preocupaciones con la operación. Las necesidades de desplazamiento de los usuarios de transporte público son identificadas a partir de las encuestas de origen y destino a bordo de las unidades, o en puntos de alta afluencia de pasajeros. Así mismo, se debe tener en cuenta que en la utilización del transporte público los usuarios ponderan una serie de atributos (regularidad, tiempo de viaje, comodidad, costo) para tomar la decisión de cuándo, dónde y cómo usar el servicio de transporte.

Se deben tener en cuenta las siguientes recomendaciones antes de comenzar cualquier toma de información:

- Por tratarse de una labor que implica relación directa con las personas, se recomienda prestar mayor atención al entrenamiento de los aforadores en el trato con el encuestado, quien generalmente está en desacuerdo no sólo con el servicio que recibe sino también con todo tipo de encuesta.
- Entre los resultados de este estudio se encuentran la determinación del itinerario y el horario de servicio de las rutas de mayor demanda en una zona específico.



El tamaño de la muestra para encuestas a usuarios de transporte público se define en función de la demanda de usuarios de la ruta. Con los resultados de otros estudios del sistema de transporte público se puede estimar el volumen de pasajeros que moviliza la ruta.



8.1.1 FORMATOS DE CAMPO

El formato de campo para la encuesta de origen y destino a usuarios de transporte público en la ciudad de Popayán aparece en la Figura 25. Se caracteriza porque permite investigar las características de la cadena de medios utilizados en un viaje de los usuarios.

Figura 25. Formato de encuesta Origen-Destino.

 DNP <small>DEPARTAMENTO NACIONAL DE PLANEACIÓN</small>	DISEÑO CONCEPTUAL DEL SISTEMA ESTRATÉGICO DE LA CIUDAD DE POPAYÁN F4 - ENCUESTA ORIGEN / DESTINO	 UNION TEMPORAL STRUCTURE <small>MOVILIDAD SOSTENIBLE S.A.</small>
Ruta _____		Fecha: <input type="text" value="DIA"/> <input type="text" value="MES"/> <input type="text" value="AÑO"/>
Encuestador _____		Hoja: _____ de _____
Encuesta Número <input type="text"/> de <input type="text"/>		Hora de encuesta <input type="text" value="DÍA"/> <input type="text" value="HORAS"/>
1. De dónde está viniendo Usted?	1.1 <input type="text" value="Casa"/> 1.2 <input type="text" value="Trabajo"/> 1.3 <input type="text" value="Estudio"/> 1.4 <input type="text" value="Salud"/> 1.5 <input type="text" value="Compras"/> 1.6 <input type="text" value="Placer"/> 1.7 <input type="text" value="Otro"/>	
2. Dirección del lugar de donde viene	Esquina más cercana: <input type="text" value="Calle"/> Carrera <input type="text"/>	
Referencia: _____	Barrio _____	
	Código Origen <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>	
3. Cómo llegó de su origen a la parada donde subió a este bus?		
3.1 <input type="text" value="A pié"/>	Cuánto caminó? Cuadras <input type="text"/>	Metros <input type="text"/>
3.2 <input type="text" value="En bus urbano"/>	Cuántos buses tomó? <input type="text"/>	Cuál(es)? <input type="text"/>
3.3 <input type="text" value="En bus interurbano"/>	Cuál ruta? <input type="text"/>	
3.4 <input type="text" value="En mototaxi"/>	Cuánto pagó? <input type="text"/>	
3.5 <input type="text" value="En taxi"/>	Cuánto pagó? <input type="text"/>	
3.6 <input type="text" value="Otro"/>	Cuál? <input type="text"/>	
4. A dónde va Usted?	4.1 <input type="text" value="Casa"/> 4.2 <input type="text" value="Trabajo"/> 4.3 <input type="text" value="Estudio"/> 4.4 <input type="text" value="Salud"/> 4.5 <input type="text" value="Compras"/> 4.6 <input type="text" value="Placer"/> 4.7 <input type="text" value="Otro"/>	
5. Dirección del lugar a donde va	Esquina más cercana: <input type="text" value="Calle"/> Carrera <input type="text"/>	
Referencia: _____	Barrio _____	
	Código Destino <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>	
6. Bajando de este bus cómo llegará a su destino?		
6.1 <input type="text" value="A pié"/>	Cuánto caminó? Cuadras <input type="text"/>	Metros <input type="text"/>
6.2 <input type="text" value="En bus urbano"/>	Cuántos? <input type="text"/>	Cuál(es) ruta(s)? <input type="text"/>
6.3 <input type="text" value="En bus interurbano"/>	Cuál ruta? <input type="text"/>	
6.4 <input type="text" value="En mototaxi"/>		
6.5 <input type="text" value="En taxi"/>		
6.6 <input type="text" value="Otro"/>	Cuál? <input type="text"/>	
7. El encuestado es: <input type="text" value="Hombre"/> <input type="text" value="Mujer"/>	Edad <input type="text"/>	8. Cuánto paga de su origen hasta su destino final en este viaje? <input type="text"/>

Fuente: UT Movilidad Sostenible – Structure



La explicación sobre su diligenciamiento aparece a continuación:

- Fecha (día, mes y año). Corresponde a la fecha en que se realizará el estudio.
- Ruta, Empresa. Corresponden al nombre de la empresa la que pertenece e identificación de la ruta.
- Hoja N° __ de __. En el primer espacio se anota la numeración secuencial de las hojas o formatos diligenciados. El segundo campo es el número total de hojas utilizadas y se llena una vez que se termine el período de aforo.
- Encuesta Número. Número consecutivo de encuestas realizadas durante el viaje.
- Hora de encuesta. Hora y minutos en formato militar (0-24h), del momento de inicio de la encuesta.
- ¿De dónde está viniendo usted? Se debe marcar con una “X” el campo correspondiente. Sólo se debe marcar una sola casilla.
- ¿Dirección del lugar de donde viene? Se debe pedir al encuestado que indique el nombre de la calle y carrera o referencia más cercana. Esta información se complementa con la indicación del barrio respectivo.
- ¿Cómo llegó de su origen a la parada donde subió a este bus? Se debe indicar el número de cuadras que el usuario caminó ó distancia en metros para llegar a la parada. Si el usuario llegó hasta el paradero en un vehículo, se debe marcar con una “X” el tipo correspondiente (ruta de bus, taxi, etc.). En el caso de ruta de bus hay que indicar el número y la empresa correspondiente (información necesaria para identificación de transbordos).
- ¿A dónde va usted? Marcar con una “X” una casilla que identifique el lugar a donde se dirige el usuario.
- Dirección del lugar a donde va. Escribir la calle del destino y la calle de cruce más cercana, así como el barrio respectivo.
- ¿Bajando de este bus cómo llegará a su destino? Solicitar al encuestado la descripción de la forma como llegará a su destino desde el punto en el que se baja del bus. Indicar la caminata en número de cuadras, y si es un vehículo, marcar una de las alternativas. En caso de ruta de bus, se debe completar la información con el número de la ruta y la empresa a la que pertenece.
- El encuestado es: Marcar la casilla correspondiente al género del encuestado y preguntarle la edad en años cumplidos.
- ¿Cuánto paga de su origen hasta su destino final en este viaje? Valor exacto que pago para acceder al servicio.



8.1.2 REALIZACION

En la programación del estudio se deben:

- Definir el número de encuestas a realizar, considerando un margen por encuestas desechadas o incompletas.
- Conocer el tiempo promedio de viaje de la ruta para estimar el personal.
- Conocer la programación de la operación de la ruta.
- Capacitar al personal y asignarle responsabilidades y compromisos.

El personal encargado de hacer la encuesta a bordo de los vehículos debe presentarse con anticipación al terminal de la ruta, con los elementos y equipos necesarios, para identificar el bus asignado, abordarlo y prepararse para realizar las encuestas a los usuarios. En caso de viajes demasiado llenos, conviene ubicarse en un lugar estratégico dentro del vehículo y desde allí hacer las encuestas. El encuestador debe elegir aleatoriamente las personas que va a encuestar. Si un usuario no desea responder, se debe seleccionar aleatoriamente otro.

Las encuestas se deben llenar con letra legible y cuidando de completar todas las preguntas del cuestionario. Una vez que termine el viaje, el encuestador verifica que los formatos de campo estén completamente diligenciados, los firma y entrega al supervisor, que es el encargado de revisar que los formatos se hayan llenado correctamente, esto incluye encabezados y demás campos. Cualquier incongruencia u omisión de información se debe aclarar inmediatamente con ayuda del encuestador.

Dada la hora de inicio de los estudios para los sitios de despacho ubicados a las afueras de la ciudad (Ver Figura 26), el personal de campo se traslado desde un punto de reunión en la ciudad de Popayán hasta el terminal fijado para el estudio una hora y media antes al inicio de la toma de información.

Figura 26. Vereda Figueroa





8.1.3 PROCESAMIENTO DE LA INFORMACION

La información obtenida en las encuestas a usuarios de transporte público es sometida a un proceso de codificación, captura y validación. La codificación consiste en anotar, en el formato de encuesta, el número correspondiente a la zona de origen y a la zona de destino, conforme a la zonificación realizada. Para procesar las encuestas se debe usar un programa o software de captura que permita introducir la información codificada. De la consistencia y validez de la información derivada de este estudio dependen las acciones, actividades de planeación y operación que puedan generarse.

Los resultados obtenidos de las encuestas a usuarios de transporte público incluyen:

- Matrices de origen y destino. Información relativa a los desplazamientos de los usuarios, motivo de viaje, sentido, ruta y empresa. La presentación de las matrices de origen y destino se hace gráficamente, con apoyo de los sistemas de información geográfica SIG.
- Índices de operación. Distancias medias de caminata a las paradas, afluencia de usuarios a los paraderos, tiempos medios de espera en paraderos y número de transbordos.
- Características socioeconómicas de los usuarios. Composición por sexo y edad de los usuarios encuestados y gastos medios en transporte, entre otros.
- Características del nivel de servicio. Horarios de servicio, frecuencias de paso, tiempo de viaje, confort, seguridad y costo.

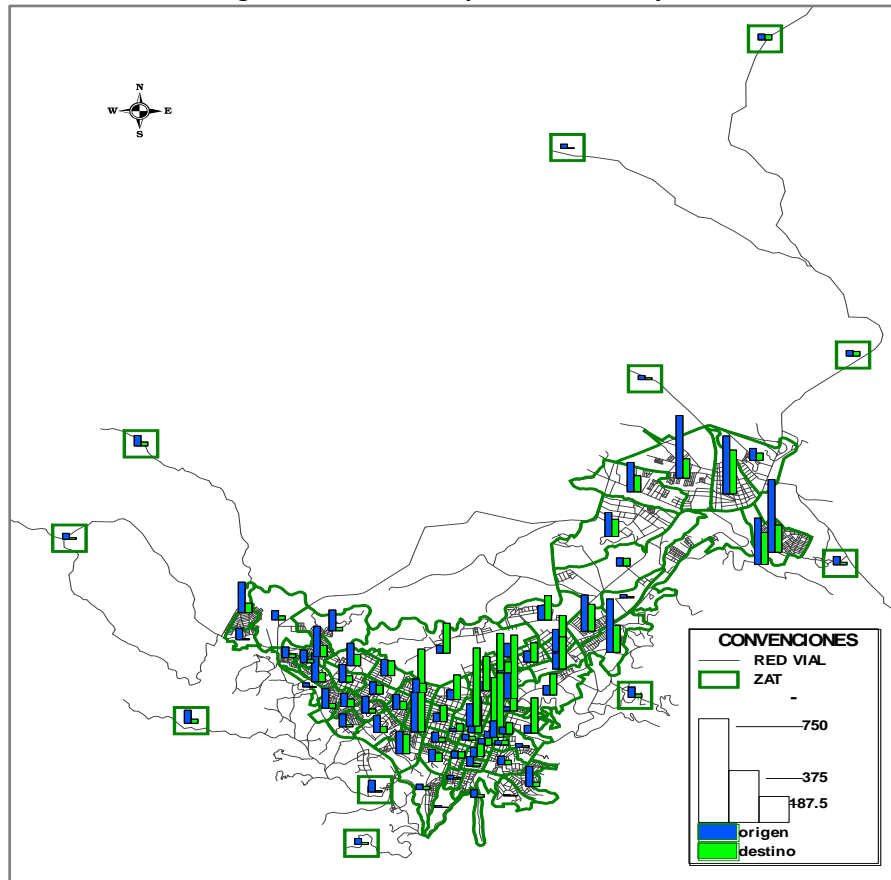
Entre las actividades que se realizan a partir de los resultados de las encuestas a usuarios de transporte público están:

- Generación de viajes por zona e identificación de principales polos generadores. Datos que se pueden compaginar con la información socioeconómica.
- Líneas de deseo de viajes de los usuarios de transporte público. Con esta información se puede complementar la identificación de principales corredores de transporte público.

Al igual que el estudio de ascenso-descenso con boletos, el estudio de encuestas a bordo se efectuó durante siete días. Las encuestas se realizaron a bordo de los vehículos que sirven las rutas de transporte público colectivo urbano, durante el periodo de la mañana entre las 6:30 horas en la mañana y las 10:30 horas de esta misma jornada, extendiéndose en la mayoría de los casos hasta el medio día.

El proceso consistió básicamente en encuestar a los usuarios del transporte público a bordo de los vehículos, a lo largo de su recorrido en las 43 rutas que operan el sistema actual. Aproximadamente 10300 encuestas fueron realizadas, obteniendo finalmente un total de 9872 válidas. Cada encuesta representa un número de viajes que como parte del proceso de la información en el modelo de transporte, estos son asociados a un sistema de georeferenciación, tal como se muestra en la Figura 27.

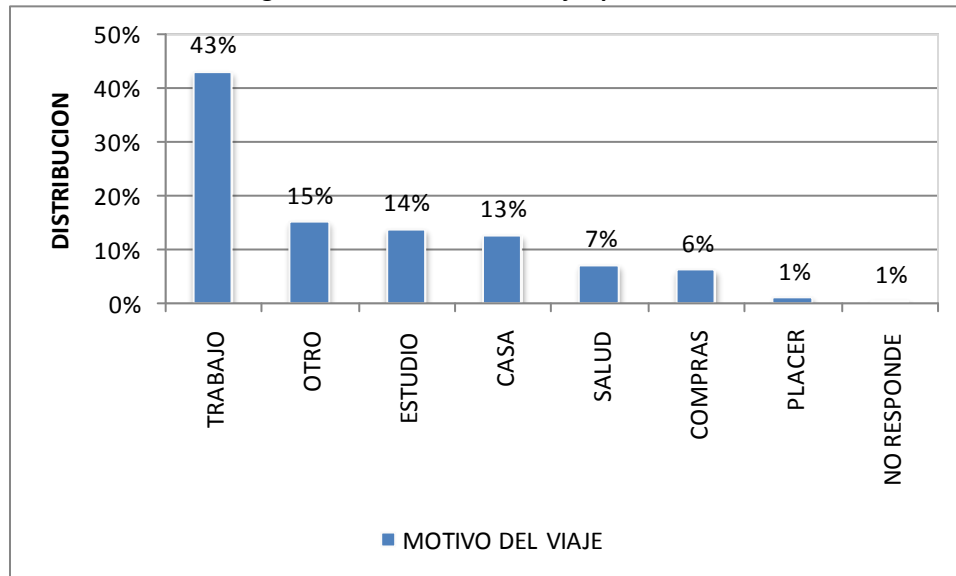
Figura 27. Producción y atracción de viajes.



Fuente: UT Movilidad Sostenible – Structure

Del análisis de la información de las encuestas origen-destino a bordo de los vehículos de transporte público se obtuvo que en la hora pico de la mañana se realizan alrededor de 9000 viajes. Siendo el trabajo el motivo más representativo por el cual las personas se desplazan hacia su lugar de destino en la jornada de la mañana. Ver Figura 28

Figura 28. Distribución de viajes por motivo.



Fuente: UT Movilidad Sostenible – Structure

La distancia que los usuarios del transporte público colectivo deben recorrer hasta el lugar de parada y después de descender del vehículo, hasta llegar a su destino es similar. Se tiene que la distancia media de caminata que los usuarios de transporte público realizan hasta el punto de abordaje del vehículo es de aproximadamente 215m, y la distancia media de caminata que realizan desde el descenso del vehículo hasta el lugar final de destino es de 198m aproximadamente. Según resultados de la encuesta, más de un 50% paga el valor indicado y aproximadamente un 38% paga mil pesos por el servicio.

9 INVENTARIO DE DAÑOS SUPERFICIALES DEL PAVIMENTO

Con base en la información suministrada por estudios previos se realizó una inspección a nivel medio de los daños superficiales al pavimento sobre los corredores viales cuyo estado fue calificado como regular y malo, y que además son utilizados por el transporte público urbano (Figura 29).

La red vial del municipio está compuesta por aproximadamente 546 Km entre vías urbanas y rurales, de los cuales 169 Km aproximadamente son utilizados por el sistema de transporte público colectivo. De acuerdo con información suministrada, en estudios de la Fase I se realizó inventario a 157 Km de las vías más importantes (Tabla 5), obteniendo como resultados generales que el 77% de las vías inventariadas tienen pavimento flexible y que el 62% de estas se encuentra en buen estado.

Tabla 5. Estado de vías inventariadas (Fase I)

Estado de pavimento	Total km	Porcentaje
Bueno	98,27	62,36%
Malo	9,108	5,78%
Regular	50,22	31,86%
Total general	157,59	100

Fuente: Fase I Caracterización de la movilidad

Figura 29. Inventario vial



Es importante que la infraestructura vial como parte componente del sistema de transporte se encuentre en buen estado. Por lo tanto con base en información preliminar se inspeccionó algunos de los corredores viales que actualmente usa el transporte público con el objeto de identificar las vías que requieren algún tipo de intervención de mejoramiento, y estimar el costo de la intervención (Figura 30).

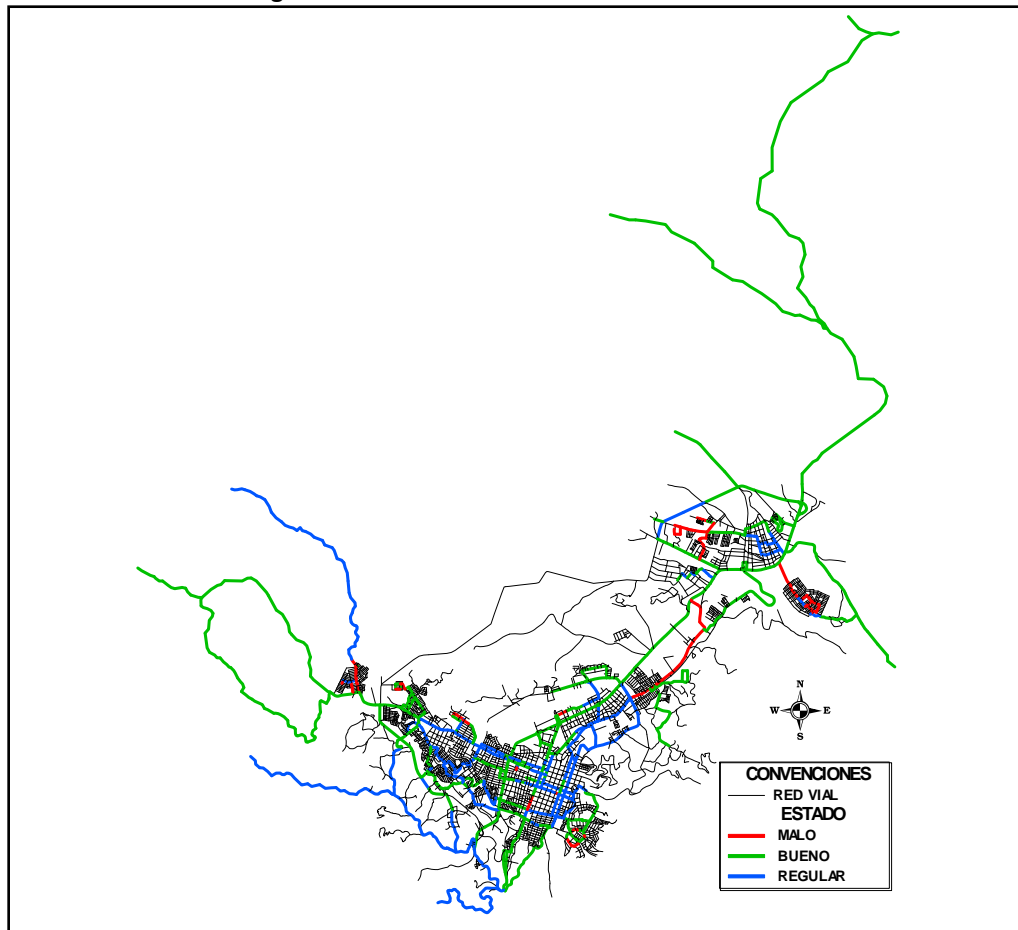
Figura 30. Estado de condición superficial del pavimento.



Carrera 4 con Calle 3 (Esquina DIAN)

La Figura 31 muestra el resumen del estado y localización de las vías inspeccionadas, fue realizado un inventario a 42 Km de vías aproximadamente, teniendo en cuenta los resultados de estudios previos existentes.

Figura 31. Estado de tramos viales inventariados



Fuente: UT Movilidad Sostenible – Structure

10 TABLAS DE OPERACIÓN DE RUTAS DE TRANSPORTE PÚBLICO ACTUALES EN LA CIUDAD DE POPAYÁN.

Debido a que las tarifas cobradas son las mismas para cada tipo de vehículo, independientemente de la ruta servida, o incluso por la distancia recorrida por cada pasajero, una ruta es más atractiva para un propietario si logra reducir los costos o aumentar el volumen de pasajeros.

Las únicas alternativas que tienen los propietarios de los buses para mejorar su utilidad son reducir sus costos o aumentar el volumen de pasajeros por viaje (o el número de viajes realizados por día). Provocando una disminución en la calidad del servicio originando sobrecupos, inadecuado mantenimiento de los vehículos etc. Como los costos de los vehículos pequeños son menores a los de los vehículos grandes se genera una proliferación de vehículos de poca capacidad, haciendo ineficiente el sistema de transporte y aumentando la congestión vehicular.





Una manera de disminuir los problemas generados por el funcionamiento inadecuado del sistema de transporte público es optimizar la operación, esto se consigue generando una programación adecuada para la operación de todo el sistema de transporte. Esta programación se ve reflejada finalmente en lo que se conoce como Tablas de Operación y Control de Rutas.

Para obtener las tablas de operación es necesario identificar y medir las variables que son necesarias para tal ejercicio, así como toda la información que se considere útil en la caracterización de un sistema de transporte público colectivo. Entre los datos y variables más relevantes que se deben tener son; inventario total de rutas, longitud de recorrido de rutas, tiempos de ciclo, frecuencias de despacho, horas de inicio y final de operación y periodos pico de la demanda. En la Tabla 6 se tiene la caracterización de cada una de las rutas que conforman el sistema de transporte público colectivo actual.

De esta manera para una ruta en particular se tiene la siguiente información:

- Empresa: SOTRACAUCA
- Código de Ruta: 1
- Terminal 1: Matamoros
- Terminal 2: Chirimía
- Tiempo de Ciclo Hora Pico: 1:03 (hh:mm)
- Tiempo de Ciclo Hora Valle: 1:02 (hh:mm)
- Frecuencia Periodo Pico: 7
- Frecuencia Periodo Valle: 9
- Longitud de Recorrido: 22,73 Km

Y del sistema general se tiene la siguiente información:

- Periodo Pico AM: 6:45 – 7:45
- Periodo Pico M: 12:15 – 13:15
- Periodo Pico PM: 18:15 – 19:15
- Demanda Máxima: 2300 Pas/Hora.



Tabla 6. Parámetros básicos de las rutas del sistema.

RUTA	COD	SENTIDO	EMPRESA	ORIGEN	DESTINO	TIPO DE VEHICULO	CLASE	FLOTA EN OPERACIÓN POR DIA	DESPECHOS POR DIA	TIEMPO DE VIAJE HORA PICO [min]	TIEMPO DE VIAJE HORA VALLE [min]	LONGITUD RECORRIDO [km]	FRECUCIA [VEH/HORA]	FREC. HORA PICO [VEH/HORA]	PAS. PROM./ VUELTA	CARGA MAX HORA PICO	VEL_HPICO [Km/h]	
1	ST1M	CIRCULAR	SOTRACAUCA	MATAMOROS	CHIRIMIA	MICROBUS	URBANA	14	79	61,60	62,67	22,73	7	9	22,8	97,5	22,14	
2	ST2M	CIRCULAR	SOTRACAUCA	MATAMOROS	LOMAS DE GRANADA	MICROBUS	URBANA	14	87	83,33	80,83	28,58	7	9	38,6	138,0	20,58	
3	ST3M	CIRCULAR	SOTRACAUCA	PUELLENE	VILLA DEL VIENTO	MICROBUS	URBANA-RURAL	10	54	95,00	100,75	32,92	5	6	21,6	46,8	20,79	
4	ST4M	CIRCULAR	SOTRACAUCA	FIGUEROA	AIDA LUCIA	MICROBUS	URBANA-RURAL	12	74	94,57	100,29	31,88	6	6	32,9	92,0	20,23	
5	ST5M	CIRCULAR	SOTRACAUCA	MATAMOROS	PUELLENE	MICROBUS	URBANA-RURAL	11	57	116,50	108,40	35,63	5	5	30,3	57,5	18,35	
6	ST6M	CIRCULAR	SOTRACAUCA	MATAMOROS	LAS PALMAS	MICROBUS	URBANA	11	78	97,25	99,50	32,82	6	5	31,1	55,0	20,25	
7	ST7M	CIRCULAR	SOTRACAUCA	JULUMITO	RIO BLANCO	MICROBUS	URBANA-RURAL	15	71	113,67	114,50	46,96	7	4	41,8	58,4	24,79	
8	ST8M	CIRCULAR	SOTRACAUCA	PUELLENE	VILLA DEL VIENTO	MICROBUS	URBANA-RURAL	14	73	96,80	108,00	35,2	7	6	35,0	86,4	21,82	
9	ST9M	CIRCULAR	SOTRACAUCA	JULUMITO	LAS GUACAS	MICROBUS	URBANA-RURAL	11	59	108,80	113,63	46,5	6	4	34,8	70,0	25,64	
1	TL1BT	CIRCULAR	TRANSUBERTAD	TRANSUBERTAD	LAS GUACAS	BUSETON	URBANA-RURAL	12	73	98,60	100,14	34,44	6	7	30,8	114,8	20,96	
2	TL2BT	CIRCULAR	TRANSUBERTAD	TRANSUBERTAD	BELLO HORIZONTE	BUS-BUSETON	URBANA	18	113	86,14	86,13	33,19	10	7	37,3	122,0	23,12	
3	TL3BT	CIRCULAR	TRANSUBERTAD	TRANSUBERTAD	BELLO HORIZONTE	BUSETON	URBANA	25	115	92,17	103,29	29,86	9	11	29,0	124,7	19,44	
4	TL4BT	CIRCULAR	TRANSUBERTAD	TRANSUBERTAD	VILLA DEL NORTE	BUSETON	URBANA	26	121	103,14	105,67	31,68	10	10	32,3	103,3	18,43	
5	TL5BT	CIRCULAR	TRANSUBERTAD	TRANSUBERTAD	ZULDEMAIDA	BUSETON	URBANA	31	29	99,25	102,11	32,32	3	1	21,5	6,0	19,54	
6	TL6BT	CIRCULAR	TRANSUBERTAD	TRANSUBERTAD	LAS GUACAS	CAJETA	BUSETON	URBANA-RURAL	13	49	121,30	122,00	45,82	5	4	27,6	32,0	22,66
1	TL1M	CIRCULAR	TRANSUBERTAD	BELLO HORIZONTE	LOMAS DE GRANADA	MICROBUS	URBANA	16	109	86,57	87,50	28,9	9	6	35,8	69,0	20,03	
2	TL2M	CIRCULAR	TRANSUBERTAD	LOMAS DE GRANADA	LAS GUACAS	MICROBUS	URBANA-RURAL	15	97	105,57	111,10	33,64	8	7	30,1	95,7	19,12	
3	TL3M	CIRCULAR	TRANSUBERTAD	BELLO HORIZONTE	LOMAS DE GRANADA	MICROBUS	URBANA	19	94	99,00	107,00	35,72	8	8	31,3	112,0	21,65	
5	TL5M	CIRCULAR	TRANSUBERTAD	LOS NARANJOS	LOS NARANJOS	MICROBUS	URBANA	17	109	86,29	87,88	27,57	9	7	26,9	95,0	19,17	
1	TP1BT	CIRCULAR	TRANSUBERTAD	JAZMINES	MATAMOROS	BUSETON	URBANA	16	79	71,70	80,25	27,62	8	6	32,4	126,0	23,11	
2	TP2BT	CIRCULAR	TRANSUBERTAD	JAZMINES	JARDINES	BUSETON	URBANA-RURAL	15	53	100,30	104,50	37,48	5	3	30,3	33,0	22,42	
4	TP4BT	CIRCULAR	TRANSUBERTAD	COMFAUCA	LOS NARANJOS	BUSETON	URBANA	21	96	82,20	95,28	24,4	9	11	30,9	108,6	17,81	
5	TP5BT	CIRCULAR	TRANSUBERTAD	PUEBULLO	LAS PALMAS	BUSETON	URBANA	14	84	89,83	86,50	22,78	7	7	34,9	112,0	15,21	
6	TP6BT	CIRCULAR	TRANSUBERTAD	MATAMOROS	LA MARIA OCCIDENTE	BUSETON	URBANA	14	71	95,00	103,86	29,55	7	9	31,9	110,3	18,66	
7	TP7BT	CIRCULAR	TRANSUBERTAD	COMFAUCA	LOS SAUCES	BUS	URBANA	17	73	81,50	78,30	23,5	7	10	37,7	140,0	17,30	
8	TP8BT	CIRCULAR	TRANSUBERTAD	JAZMINES	BELLO HORIZONTE	BUSETON	URBANA	13	68	101,72	109,48	33,18	6	5	38,4	60,0	19,57	
1	TP1M	CIRCULAR	TRANSUBERTAD	MATAMOROS	EL MIRADOR	MICROBUS	URBANA	9	59	78,11	93,75	25,47	6	5	22,3	55,6	19,56	
2	TP2M	CIRCULAR	TRANSUBERTAD	LOS NARANJOS	LA ALDEA	MICROBUS	URBANA	15	70	93,60	93,50	30,06	7	3	28,4	42,0	19,27	
3	TP3M	CIRCULAR	TRANSUBERTAD	JAZMINES	PALACE	MICROBUS	URBANA	15	77	86,17	97,33	29,13	7	10	23,8	74,3	20,28	
4	TP4M	CIRCULAR	TRANSUBERTAD	PUEBULLO	EL BOQUERON	MICROBUS	URBANA-RURAL	9	55	78,71	82,25	22,37	5	6	21,9	71,0	17,05	
5	TP5M	CIRCULAR	TRANSUBERTAD	MATAMOROS	LOS SAUCES	MICROBUS	URBANA	14	71	70,20	69,00	22,73	7	7	21,4	59,9	19,43	
6	TP6M	CIRCULAR	TRANSUBERTAD	JAZMINES	MORINDA	MICROBUS	URBANA	10	30	102,00	101,00	29,86	3	7	17,0	40,8	17,56	
7	TP7M	CIRCULAR	TRANSUBERTAD	LOMAS DE GRANADA	BATALLON	MICROBUS	URBANA	16	93	75,83	85,40	21,53	8	8	25,7	81,6	17,03	
8	TP8M	CIRCULAR	TRANSUBERTAD	LOS DOS BRAZOS	BELLO HORIZONTE	MICROBUS	URBANA-RURAL	16	78	102,75	101,80	29,61	7	9	25,6	112,5	17,29	
9	TP9M	CIRCULAR	TRANSUBERTAD	LOS NARANJOS	CAIBIO	MICROBUS	URBANA-RURAL	19	71	143,00	143,67	61,69	7	4	38,3	37,0	25,88	
10	TP10M	CIRCULAR	TRANSUBERTAD	LOMAS DE GRANADA	JARDINES	MICROBUS	URBANA-RURAL	17	104	80,40	87,00	34,92	9	9	26,4	114,8	26,06	
11	TP11M	CIRCULAR	TRANSUBERTAD	LOS DOS BRAZOS	EL COFRE	MICROBUS	URBANA-RURAL	11	41	124,70	120,00	53,23	4	4	28,8	50,7	25,61	
1	TT1M	CIRCULAR	TRANSAMBIO	BELLO HORIZONTE	LOMAS DE GRANADA	MICROBUS	URBANA	19	106	93,25	96,25	31,06	9	7	28,8	87,5	19,98	
2	TT2M	CIRCULAR	TRANSAMBIO	LAS GUACAS	LOMAS DE GRANADA	MICROBUS	URBANA	17	42	88,00	97,17	31,17	4	5	31,8	65,7	21,25	
3	TT3M	CIRCULAR	TRANSAMBIO	BOMBA TT	BELLO HORIZONTE	MICROBUS	URBANA	8	111	88,50	88,47	32,04	9	8	28,1	82,0	21,72	
4	TT4M	CIRCULAR	TRANSAMBIO	LAS GUACAS	LAS PALMAS	MICROBUS	URBANA-RURAL	12	68	101,33	94,00	32,15	6	6	36,3	82,3	19,04	
5	TT5M	CIRCULAR	TRANSAMBIO	SAN BERNARDINO	JUNIN	MICROBUS	URBANA-RURAL	15	42	94,60	93,60	27,04	4	3	30,3	33,5	17,15	
6	TT6M	CIRCULAR	TRANSAMBIO	LAS GUACAS	EL CHARCO	MICROBUS	URBANA-RURAL	8	82	98,25	97,50	41,2	8	5	31,6	70,7	25,16	

Fuente: UT Movilidad Sostenible – Structure

Con la información previa se puede obtener el intervalo para cada periodo y la flota optima necesaria para la operación de esta ruta, así:

$$\text{Frecuencia Valle (f=60/intervalo valle): } f = \frac{60}{7} = 9$$

$$\text{Frecuencia Pico (f=60/intervalo pico): } f = \frac{60}{9} = 7$$

$$\text{Flota Operacional (Flota=ciclo/intervalo pico): } F = \frac{62}{7} = 9$$

En la Tabla 7 se muestran los parámetros básicos de la Ruta 1 – SOTRACAUCA. Y en la Tabla 8 se resumen los parámetros básicos de todas las rutas del sistema.

Tabla 7. Parámetros básicos de la Ruta 1

Empresa	Ruta	Vehículo	Llave	Frecuencia Valle	Frecuencia Pico	Intervalo Valle	Intervalo Pico	Ciclo Pico	Ciclo Valle	Origen	Destino	FLOTA
SOTRACAUCA	1	Microbus	SOTRACAUCA1	7	9	00:09	00:07	01:02	01:03	Matamoros	Chirimia	9



Tabla 8. Parámetros básicos Rutas TPCU (Popayán)

Empresa	Ruta	Vehículo	Llave	(Vehiculos/hora)	(Vehiculos/hora)	(minutos)	(minutos)	(minutos)	(minutos)	(Km)	Origen	Destino	FLOTA
				Frecuencia Valle	Frecuencia Pico	Intervalo Valle	Intervalo Pico	Ciclo Pico	Ciclo Valle	Long			
SOTRACAUCA	1	Microbus	SOTRACAUCA1Microbus	7	9	00:09	00:07	01:02	01:03	22,73	Matamoros	Chirimía	9
SOTRACAUCA	2	Microbus	SOTRACAUCA2Microbus	7	9	00:09	00:07	01:23	01:31	28,58	Matamoros	Lomas de Granada	12
SOTRACAUCA	3	Microbus	SOTRACAUCA3Microbus	5	6	00:12	00:10	01:35	01:41	32,92	Puelenje	Villa del Viento	10
SOTRACAUCA	4	Microbus	SOTRACAUCA4Microbus	5	6	00:12	00:10	01:35	01:40	31,88	Figueroa	Aida Lucía	10
SOTRACAUCA	5	Microbus	SOTRACAUCA5Microbus	4	5	00:15	00:12	01:57	01:48	35,63	Matamoros	Puelenje	10
SOTRACAUCA	6	Microbus	SOTRACAUCA6Microbus	4	5	00:15	00:12	01:37	01:40	32,82	Matamoros	Las Palmas	8
SOTRACAUCA	7	Microbus	SOTRACAUCA7Microbus	3	4	00:20	00:15	01:54	01:55	46,96	Julumito	Rio Blanco	8
SOTRACAUCA	8	Microbus	SOTRACAUCA8Microbus	5	6	00:12	00:10	01:37	01:48	35,2	Puelenje	Villa del Viento	10
SOTRACAUCA	9	Microbus	SOTRACAUCA9Microbus	3	4	00:20	00:15	01:49	01:54	46,5	Julumito	Las Guacas	7
TRANSTAMBO	1	Microbus	TRANSTAMBO1Microbus	5	7	00:12	00:09	01:33	01:36	30,34	Bello Horizonte	Lomas de Granada	10
TRANSTAMBO	2	Microbus	TRANSTAMBO2Microbus	4	5	00:15	00:12	01:28	01:37	31,17	Las Guacas	Lomas de Granada	7
TRANSTAMBO	3	Microbus	TRANSTAMBO3Microbus	6	8	00:10	00:08	01:29	01:29	32,04	Bomba TransTambo	Bello Horizonte	11
TRANSTAMBO	4	Microbus	TRANSTAMBO4Microbus	5	6	00:12	00:10	01:41	01:34	32,15	La Guacas	Las Palmas	10
TRANSTAMBO	5	Microbus	TRANSTAMBO5Microbus	2	3	00:30	00:20	01:35	01:34	27,04	San Bernardino	Junin	5
TRANSTAMBO	6	Microbus	TRANSTAMBO6Microbus	4	5	00:15	00:12	01:38	01:38	41,20	Las Guacas	El Charco	8
TRANSUBERTAD	1	Microbus	TRANSUBERTAD1Microbus	5	6	00:12	00:10	01:27	01:28	28,9	Bello Horizonte	Lomas de Granada	9
TRANSUBERTAD	2	Microbus	TRANSUBERTAD2Microbus	5	7	00:12	00:09	01:46	01:51	33,64	Lomas de Granada	Las Guacas	12
TRANSUBERTAD	3	Microbus	TRANSUBERTAD3Microbus	6	8	00:10	00:08	01:39	01:47	35,72	Bello Horizonte	Lomas de Granada	12
TRANSUBERTAD	5	Microbus	TRANSUBERTAD5Microbus	5	7	00:12	00:09	01:26	01:28	27,57	Los Naranjos	Los Naranjos	10
TRANSUBERTAD	1	Buseton	TRANSUBERTAD1Buseton	5	7	00:12	00:09	01:39	01:40	34,44	Translibertad	Las Guacas	11
TRANSUBERTAD	2	Buseton	TRANSUBERTAD2Buseton	5	7	00:12	00:09	01:26	01:26	33,19	Translibertad	Bello Horizonte	10
TRANSUBERTAD	3	Buseton	TRANSUBERTAD3Buseton	9	11	00:07	00:05	01:32	01:43	29,86	Translibertad	Bello Horizonte	18
TRANSUBERTAD	4	Buseton	TRANSUBERTAD4Buseton	8	10	00:08	00:06	01:43	01:46	31,68	Translibertad	Villa del Norte	17
TRANSUBERTAD	5	Buseton	TRANSUBERTAD5Buseton	1	1	01:00	01:00	01:39	01:42	32,32	Translibertad	Zuldemaida	2
TRANSUBERTAD	6	Buseton	TRANSUBERTAD6Buseton	3	4	00:20	00:15	02:01	02:02	45,82	Las Guacas	Cajete	8
TRANSPUBENZA	1	Buseton	TRANSPUBENZA1Buseton	5	6	00:12	00:10	01:12	01:20	27,62	Jazmines	Matamoros	7
TRANSPUBENZA	2	Buseton	TRANSPUBENZA2Buseton	2	3	00:30	00:20	01:40	01:45	37,48	Jazmines	Jardines	5
TRANSPUBENZA	3	Buseton	TRANSPUBENZA3Buseton	9	11	00:07	00:05	01:22	01:35	24,4	Comfacauc	Los Naranjos	16
TRANSPUBENZA	4	Buseton	TRANSPUBENZA4Buseton	5	7	00:12	00:09	01:30	01:37	22,78	Pueblillo	Las Palmas	10
TRANSPUBENZA	5	Buseton	TRANSPUBENZA5Buseton	7	9	00:09	00:07	01:35	01:44	29,55	Matamoros	Maria Occidente	14
TRANSPUBENZA	6	Buseton	TRANSPUBENZA6Buseton	8	10	00:08	00:06	01:22	01:18	23,5	Comfacauc	Los Saucés	14
TRANSPUBENZA	7	Buseton	TRANSPUBENZA7Buseton	4	5	00:15	00:12	01:42	01:50	33,18	Jazmines	Bello Horizonte	9
TRANSPUBENZA	8	Buseton	TRANSPUBENZA8Buseton	4	5	00:15	00:12	01:18	01:34	25,47	Matamoros	El Mirador	7
TRANSPUBENZA	1	Microbus	TRANSPUBENZA1Microbus	2	3	00:30	00:20	01:34	01:34	30,06	Los Naranjos	La Aldea	5
TRANSPUBENZA	2	Microbus	TRANSPUBENZA2Microbus	8	10	00:08	00:06	01:26	01:37	29,13	Jazmines	Palace	14
TRANSPUBENZA	4	Microbus	TRANSPUBENZA4Microbus	5	6	00:12	00:10	01:19	01:22	22,37	Pueblillo	El Boqueron	8
TRANSPUBENZA	5	Microbus	TRANSPUBENZA5Microbus	5	7	00:12	00:09	01:10	01:09	22,73	Matamoros	Los Saucés	8
TRANSPUBENZA	6	Microbus	TRANSPUBENZA6Microbus	5	7	00:12	00:09	01:40	01:41	29,86	Jazmines	Morinda	11
TRANSPUBENZA	7	Microbus	TRANSPUBENZA7Microbus	6	8	00:10	00:08	01:16	01:25	21,53	Lomas de Granada	Batallón	10
TRANSPUBENZA	8	Microbus	TRANSPUBENZA8Microbus	7	9	00:09	00:07	01:43	01:42	29,61	Los Dos Brazos	Bello Horizonte	15
TRANSPUBENZA	9	Microbus	TRANSPUBENZA9Microbus	3	4	00:20	00:15	02:23	02:24	61,69	Los Naranjos	Cajibío	10
TRANSPUBENZA	10	Microbus	TRANSPUBENZA10Microbus	7	9	00:09	00:07	01:20	01:27	34,92	Lomas de Granada	Jardines	11
TRANSPUBENZA	11	Microbus	TRANSPUBENZA11Microbus	3	4	00:20	00:15	02:05	02:00	53,23	Los Dos Brazos	El Cofre	8

Fuente: Elaboración Propia

Definidos los parámetros de operación de la ruta se procede a realizar su programación a lo largo del día, teniendo en cuenta los periodos horarios pico del sistema. Así las cosas para esta ruta en particular su funcionamiento a lo largo del día se resume en las siguientes tablas de operación. Se debe generar una tabla de operación para cada unidad vehicular que sirve la ruta.



Tabla 9. Tabla de Operación Vehículo 1 Ruta 1

Empresa	SOTRACAUCA	TABLA 1	
Tipo de Vehículo	Microbús	Terminal 1	Matamoros
Ruta	1	Terminal 2	Chirimia
Terminal 1	Vehículo	Terminal 2	Vehículo
06:00	1	06:31	1
07:06	1	07:37	1
12:25	1	12:56	1
13:30	1	14:01	1
14:33	1	15:04	1
15:36	1	16:07	1
16:39	1	17:10	1
17:42	1	18:13	1
18:46	1	19:17	1
19:48	1	20:19	1
20:51	1	21:22	1

Tabla 10. Tabla de Operación Vehículo 2 Ruta 1

Terminal 1	Vehículo	Terminal 2	Vehículo2
06:09	2	06:40	2
07:13	2	07:44	2
08:15	2	08:46	2
09:18	2	09:49	2
10:21	2	10:52	2
11:24	2	11:55	2
12:32	2	13:03	2
13:39	2	14:10	2
14:42	2	15:13	2
15:45	2	16:16	2
16:48	2	17:19	2
17:51	2	18:22	2
18:53	2	19:24	2
19:57	2	20:28	2
21:00	2	21:31	2

Tabla 11. Tabla de Operación Vehículo 3 Ruta 1

Terminal 1	Vehículo	Terminal 2	Vehículo2
06:18	3	06:49	3
07:20	3	07:51	3
08:24	3	08:55	3
09:27	3	09:58	3
10:30	3	11:01	3
11:33	3	12:04	3
12:39	3	13:10	3
18:25	3	18:56	3
19:30	3	20:01	3
20:33	3	21:04	3



Tabla 12. Tabla de Operación Vehículo 4 Ruta 1

Terminal 1	Vehículo	Terminal 2	Vehículo2
06:27	4	06:58	4
07:34	4	08:05	4
08:42	4	09:13	4
09:45	4	10:16	4
10:48	4	11:19	4
11:51	4	12:22	4
12:53	4	13:24	4
13:57	4	14:28	4
15:00	4	15:31	4
16:03	4	16:34	4
17:06	4	17:37	4
18:09	4	18:40	4
19:14	4	19:45	4

Tabla 13. Tabla de Operación Vehículo 5 Ruta 1

Terminal 1	Vehículo	Terminal 2	Vehículo2
06:36	5	07:07	5
07:41	5	08:12	5
13:00	5	13:31	5
14:06	5	14:37	5
15:09	5	15:40	5
16:12	5	16:43	5
17:15	5	17:46	5
18:18	5	18:49	5
19:21	5	19:52	5
20:24	5	20:55	5

Tabla 14. Tabla de Operación Vehículo 6 Ruta 1

Terminal 1	Vehículo	Terminal 2	Vehículo2
06:45	6	07:16	6
07:48	6	08:19	6
08:51	6	09:22	6
09:54	6	10:25	6
10:57	6	11:28	6
12:00	6	12:31	6
13:07	6	13:38	6
14:15	6	14:46	6
15:18	6	15:49	6
16:21	6	16:52	6
17:24	6	17:55	6
18:32	6	19:03	6
19:39	6	20:10	6
20:42	6	21:13	6



Tabla 15. Tabla de Operación Vehículo 7 Ruta 1

Terminal 1	Vehículo	Terminal 2	Vehículo2
06:52	7	07:23	7
07:57	7	08:28	7
09:00	7	09:31	7
10:03	7	10:34	7
11:06	7	11:37	7
12:09	7	12:40	7
13:14	7	13:45	7
19:00	7	19:31	7
20:06	7	20:37	7

Tabla 16. Tabla de Operación Vehículo 8 Ruta 1

Terminal 1	Vehículo	Terminal 2	Vehículo2
06:59	8	07:30	8
08:06	8	08:37	8
09:09	8	09:40	8
10:12	8	10:43	8
11:15	8	11:46	8
12:18	8	12:49	8
13:21	8	13:52	8
14:24	8	14:55	8
15:27	8	15:58	8
16:30	8	17:01	8
17:33	8	18:04	8
18:39	8	19:10	8

Tabla 17. Tabla de Operación Vehículo 9 Ruta 1

Terminal 1	Vehículo	Terminal 2	Vehículo2
07:27	9	07:58	9
08:33	9	09:04	9
09:36	9	10:07	9
10:39	9	11:10	9
11:42	9	12:13	9
12:46	9	13:17	9
13:48	9	14:19	9
14:51	9	15:22	9
15:54	9	16:25	9
16:57	9	17:28	9
18:00	9	18:31	9
19:07	9	19:38	9
20:15	9	20:46	9

Fuente: Elaboración Propia



De esta manera se procede para cada ruta del sistema y se obtiene así la programación total operativa de este. En el Anexo magnético **Tablas de Operación** se tienen las tablas de operación de cada una de las rutas que conforman el sistema de transporte público colectivo de la ciudad de Popayán tanto como para días hábiles como para fines de semana. En la Tabla 18 se comparan algunos parámetros entre la situación actual y la situación actual ajustada o sea con programación de los servicios (sin modificar los recorridos de las rutas).

Tabla 18. Comparación de algunos parámetros de operación

Empresa	Ruta	(Km)			(Km)			
		Long	Flota	Despachos	Total (Km)	Flota	Despachos	Total (Km)
SOTRACAUCA	1	22,73	14	79	1796	9	107	2432
SOTRACAUCA	2	28,58	14	87	2486	12	107	3058
SOTRACAUCA	3	32,92	10	54	1778	10	79	2601
SOTRACAUCA	4	31,88	12	74	2359	10	78	2487
SOTRACAUCA	5	35,63	11	57	2031	10	64	2280
SOTRACAUCA	6	32,82	11	78	2560	8	64	2100
SOTRACAUCA	7	46,96	15	71	3334	8	49	2301
SOTRACAUCA	8	35,2	14	73	2570	10	65	2288
SOTRACAUCA	9	46,5	11	59	2744	7	49	2279
TRANSTAMBO	1	30,34	12	73	2215	10	66	2002
TRANSTAMBO	2	31,17	18	113	3522	7	64	1995
TRANSTAMBO	3	32,04	25	115	3685	11	94	3012
TRANSTAMBO	4	32,15	26	121	3890	10	79	2540
TRANSTAMBO	5	27,04	31	29	784	5	34	919
TRANSTAMBO	6	41,20	13	49	2019	8	65	2678
TRANSLIBERTAD	1	28,9	16	109	3150	9	79	2283
TRANSLIBERTAD	2	33,64	15	97	3263	12	81	2725
TRANSLIBERTAD	3	35,72	19	94	3358	12	96	3429
TRANSLIBERTAD	5	27,57	17	109	3005	10	81	2233
TRANSLIBERTAD	1	34,44	16	79	2721	11	81	2790
TRANSLIBERTAD	2	33,19	15	53	1759	10	81	2688
TRANSLIBERTAD	3	29,86	21	96	2867	18	140	4180
TRANSLIBERTAD	4	31,68	14	84	2661	17	121	3833
TRANSLIBERTAD	5	32,32	14	71	2295	2	16	517
TRANSLIBERTAD	6	45,82	17	73	3345	8	49	2245
TRANSPUBENZA	1	27,62	13	68	1878	7	70	1933
TRANSPUBENZA	2	37,48	9	59	2211	5	34	1274
TRANSPUBENZA	3	24,4	15	70	1708	16	140	3416
TRANSPUBENZA	4	22,78	15	77	1754	10	81	1845
TRANSPUBENZA	5	29,55	9	55	1625	14	107	3162
TRANSPUBENZA	6	23,5	14	71	1669	14	121	2844
TRANSPUBENZA	7	33,18	10	30	995	9	64	2124
TRANSPUBENZA	8	25,47	16	93	2369	7	64	1630
TRANSPUBENZA	1	30,06	16	78	2345	5	34	1022
TRANSPUBENZA	2	29,13	19	71	2068	14	121	3525
TRANSPUBENZA	4	22,37	17	104	2326	8	79	1767
TRANSPUBENZA	5	22,73	11	41	932	8	81	1841
TRANSPUBENZA	6	29,86	19	106	3165	11	81	2419
TRANSPUBENZA	7	21,53	17	42	904	10	96	2067
TRANSPUBENZA	8	29,61	8	111	3287	15	97	2872
TRANSPUBENZA	9	61,69	12	68	4195	10	49	3023
TRANSPUBENZA	10	34,92	15	42	1467	11	107	3736
TRANSPUBENZA	11	53,23	8	82	4365	8	49	2608
Total			644	3265	105460	426	3364	105003

Fuente: Elaboración Propia



Como se vio en la Tabla 18. Comparación de algunos parámetros de operación, el total de kilómetros diarios recorridos por el sistema de transporte público colectivo en la ciudad de Popayán esta alrededor de 105460 Km/día para una flota operacional de 644 vehículos. Por lo tanto al compararlo con la programación de las Tablas de Operación y Control de Rutas elaboradas se obtiene una reducción tanto en la flota como en el recorrido promedio diario (RPD).

Para obtener el ahorro generado por las Tablas de Operación y Control de Rutas debemos estimar la diferencia que existe entre el total de kilómetros recorridos hoy y el total de kilómetros programados. Así mismo sabemos que los costos de operación varían para los diferentes tipos de vehículos como lo indica la Tabla 19.

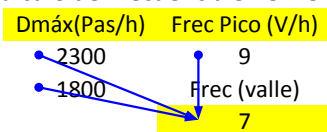
Tabla 19. Costos de Operación

Tipo de Vehículo	Costo de Operación (pesos)
Busetón	\$1803
Microbús	\$1541
Bus	\$2511

Por lo tanto con una reducción de 457 Km/día y un costo operacional de \$1541 pesos para 305 días equivalentes (hábiles) se produce un ahorro aproximado de \$215 millones en la operación del servicio.

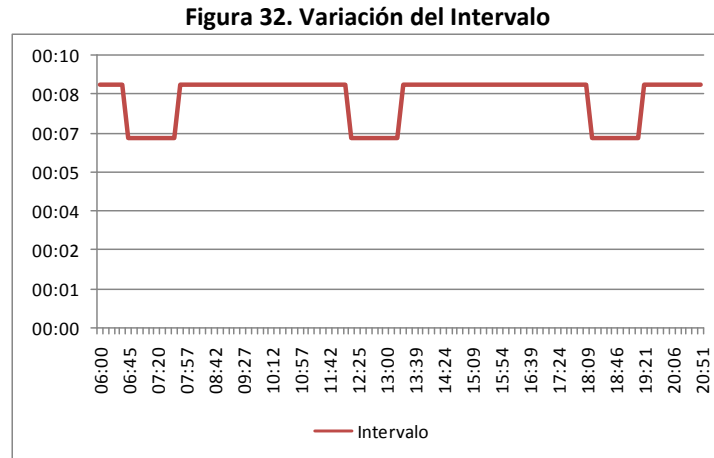
Con los datos obtenidos de los estudios realizados por la UT Movilidad Sostenible –Structure, para elaborar la programación de las Tablas de Operación y Control de Rutas, la demanda máxima utilizada fue de 2300 pasajeros/hora en el periodo pico; por consiguiente se calculó la frecuencia en el periodo valle considerándose una demanda de 1800 pasajeros /hora (Tabla 20).

Tabla 20. Cálculo de Frecuencia en el Periodo Valle.



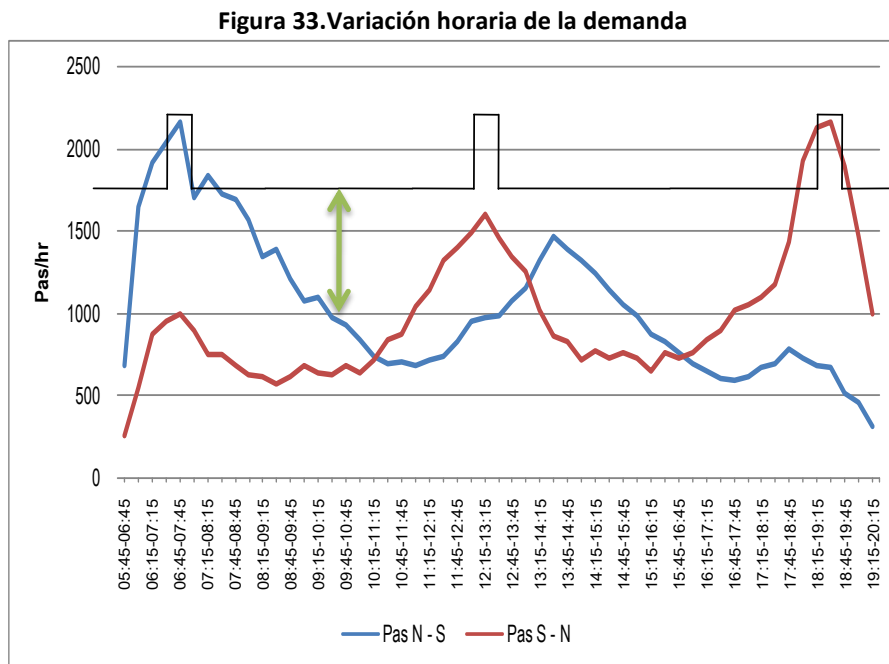
Fuente: Elaboración Propia

La Figura 32 describe la variación del intervalo de despachos a lo largo del día para la Ruta 1–SOTRACAUCA, mostrando una regularidad marcada en el servicio.



Fuente: Elaboración Propia

Para obtener un ahorro más significativo se pueden calibrar las rutas una a una con la demanda propia, ajustando más la curva del intervalo a la demanda en los periodos valle, lo que incrementaría los ahorros del sistema. En la variación de la oferta se podría mejorar su ajuste, teniendo en cuenta los tiempos de espera que esté dispuesto a hacer el usuario.

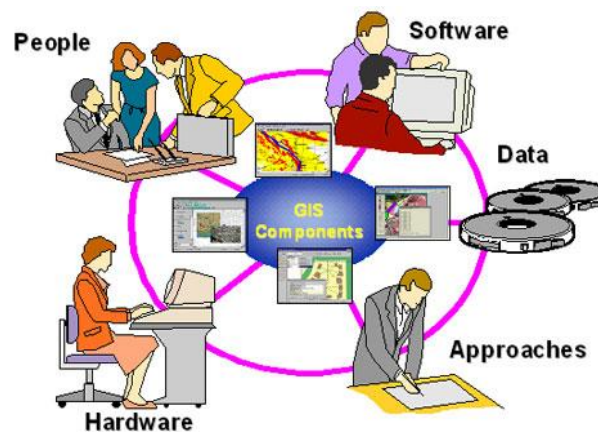


11 DESCRIPCIÓN Y UTILIDAD DE LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA EN LOS ESTUDIOS DE TRÁNSITO Y TRANSPORTE.

Un sistema de información geográfica (SIG o sus siglas en inglés GIS) es un conjunto de componentes donde se involucran tecnología y procedimientos que permiten capturar, almacenar, manejar, consultar y analizar grandes volúmenes de información geográfica y alfanumérica. La información espacial puede ser procesada y asociada con información digital obtenida por medio de sensores remotos GPS (Sistema de Posicionamiento Global) o cualquier otra fuente para su posterior análisis o actualización por parte del usuario.

Son útiles para modelar aspectos espaciales, poseen tiempo, posición, topología, forma geométrica; generalmente organizan la información en capas o grupos de datos homogéneos basados en un mismo sistema de coordenadas, donde cada capa manipula de forma independiente varios temas. Permiten modelar, representar escenarios y desplegar la información de salida, que puede ser de tipo textual o de tipo gráfico. La información textual consiste normalmente en un conjunto de tablas que representan la información almacenada en la base de datos y la información gráfica consiste en mapas, gráficos o diagramas.

El usuario interactúa con el sistema en dos formas diferentes: incorporando la información que recoge en el campo para mantener constantemente actualizada la base de datos y extrayendo luego la información, ordenada y sistematizada de acuerdo a sus necesidades



Fuente: Web Singapore Educational Consultants

11.1 APLICACIÓN DE LOS SIG

Los SIG han sido diseñados como herramientas para el manejo de bases de datos geográficos de modo que puedan interactuar con los programas de bases de datos comerciales y adicionar funciones propias. A través de estos sistemas se puede obtener resultados eficaces que contribuyen en la toma de decisiones como la administración de nuevas infraestructuras entre las cuales se destacan:

- Localización de cables y tuberías subterráneas, redes eléctricas, planeación de mantenimiento de vías e infraestructura en general. (Ver Figura 34)
- Análisis de impactos ambientales, ordenamiento territorial, modelación de aguas subterráneas, seguimiento de contaminación, planes de conservación, delimitación de áreas y usos de suelo entre otros.
- Gestión de servicios de impacto social, tales como servicios sanitarios, centros escolares, hospitales, etc., suministran información sobre los centros ya existentes en una determinada zona y ayudan en la planificación en cuanto a la localización de nuevos centros.

Figura 34. Propuesta puente vehicular SETPC (Lácteos)



Fuente: Esquema; UT Movilidad Sostenible – Structure. Imagen; Google Earth



11.2 APLICACIÓN DE LOS SIG EN ESTUDIOS DE TRANSITO Y TRANSPORTE

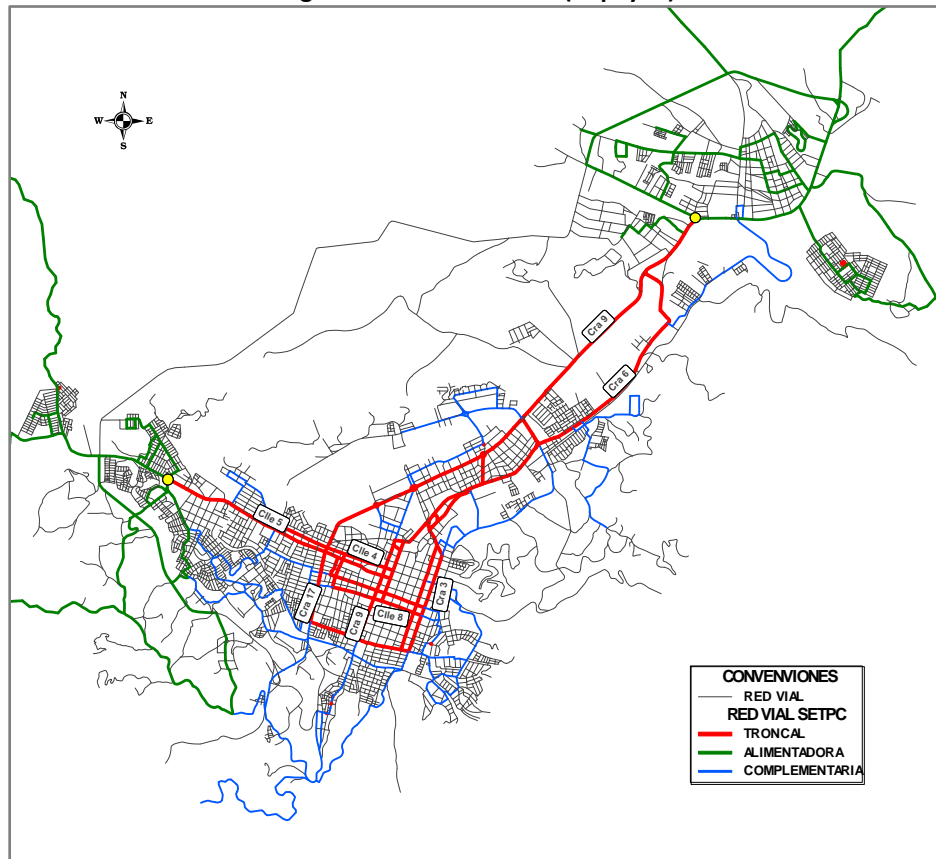
La aplicación de un Sistema de Información Geográfica (SIG) como herramienta de modelación es valiosa ya que los costos de operación de las rutas dependen principalmente de factores topográficos y relacionados con las características de las vías, mientras que los tiempos de viaje para un vehículo dado están en función de las mismas características y de la densidad de vehículos. Para el análisis conjunto de datos espaciales y no espaciales los SIG cuentan, entre otras, con funciones de consulta (búsqueda y asignación de valores a las características de una zona), conectividad (acumulando valores sobre las áreas que atraviesan), superposición (de tipo lógico o aritmético) y vecindad (evaluando las características alrededor de una zona determinada). También realizan funciones de medición (de áreas o distancias) y de interpolación para estimar datos faltantes.

La capacidad de crear diferentes atributos para arcos y nodos en una red es también parte de las características de algunos SIG. Estas herramientas permiten manipular información sobre redes de una manera relativamente sencilla y eficiente almacenándola digitalmente, lo que permite que sea revisada y actualizada con gran facilidad.

La red vial de una ciudad puede considerarse para efectos de modelación, como un conjunto de nodos conectados por arcos (calles y carreras) como se observa en la Figura 35. Cuando se considera un flujo a través de estos arcos entre nodo y nodo, existe una oposición al desplazamiento llamada impedancia. La impedancia se define como el costo que representa un desplazamiento a la largo de un arco. Cuando se habla de viajes, el costo de un viaje puede ser el tiempo gastado en realizarlo. Si se logra determinar cuál es la impedancia para cada arco, se podrían calcular los tiempos totales de viaje a lo largo de cualquier parte de la red. Sin embargo estos tiempos dependen de muchas variables, por ejemplo un arco tiene muchas características (longitud, número de carriles, estado del pavimento, ancho, pendiente, construcciones vecinas, semáforos, intersecciones etc.) las cuales afectan el tiempo de viaje requerido para desplazarse a lo largo de él.

Adicionalmente muchas de estas variables dependen de la hora del día, día de la semana, incluso la época del año. De la misma manera, el tiempo de desplazamiento depende del tipo de vehículo que realiza el recorrido, el tráfico, el conductor, factores climatológicos y eventos tales como accidentes que detienen el flujo vehicular. Por lo tanto la calidad de los resultados de un análisis empleando un SIG depende de la información con la que sea alimentado.

Figura 35. Red vial SETPC (Popayán)



Fuente: UT Movilidad Sostenible – Structure.

Los SIG son utilizados para modelar la conducta del tráfico determinando modelos de circulación por una vía en función de las condiciones de tránsito y las dimensiones del trazado. La posibilidad de contar con información de ejes viales permite la generación de análisis de redes como: rutas óptimas.

Los SIG, por la capacidad de gestión espacial que poseen, son indicados para prestar su apoyo en:

- La ubicación en el territorio de los distintos tipos de vías aptas para el transporte.
- La posibilidad de asociar características como el estado de la vía y la capacidad de tráfico.

En cuanto al mantenimiento y conservación de infraestructura son muchas las aplicaciones SIG en inventario, conservación y mantenimiento de vías. Además cuentan con disponibilidad de información como: características geométricas, señalización, estado de conservación, tipo de pavimento, intensidad de tráfico, accidentes, intersecciones viales, etc.

11.2.1 APLICACIONES DE GPS

El navegador satelital GPS resulta un equipo imprescindible a la hora de obtener parámetros espacio-tiempo-velocidad-altura de cualquier recorrido, con una precisión mayor a la obtenida en forma manual. Cuando el GPS en modo “navegador” recorre un trayecto cualquiera, va mostrando a tiempo real y almacenando automáticamente en la memoria todos los parámetros de velocidades: máxima, media de movimiento (entre puntos) y media total, tiempos de detención y de marcha, tiempo acumulado, distancia hasta el punto final y altimetría entre otros.

Además de verse en tiempo real o al final del recorrido, los parámetros mostrados pueden descargarse directamente a un computador y con un software apropiado generar gráficos de velocidad vs espacio, tiempo, y altura. El mismo programa hace posible mostrar en forma planimétrica el recorrido (TRACK) del trayecto y la simulación interactiva del recorrido.

En las empresas de transporte es una importante herramienta para el programa de itinerarios y el posterior control de sus recorridos y tiempos de viaje. En la Figura 36 se observa un recorrido de una ruta de transporte público al norte de la ciudad de Popayán capturado por medio de un equipo GPS y localizado sobre la zona geográfica de Popayán mediante el uso de la herramienta GOOGLE EARTH.

Figura 36. Track GPS Ruta Transporte Público Colectivo Urbano (Popayán)



11.3 DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO PARA LA CREACIÓN DE UN SISTEMA DE RUTAS UTILIZANDO TRANSCAD.

Para crear un sistema de rutas es necesario disponer de un archivo geográfico que contenga por lo menos una capa de líneas, a partir de la cual sea posible generar una red, por ejemplo; para el caso de Popayán se dispone del archivo geográfico de la red vial de la ciudad sobre cual se puede crear el sistema de rutas que representa el sistema de transporte público colectivo urbano, y de la misma forma se puede crear una nueva configuración del sistema y crear modelos para otros modos de transporte.

A continuación se explica paso a paso la manera de crear un sistema de rutas bajo el software TransCAD, de amplia aplicación en los modelos de transporte. Este programa funciona bajo el entorno Windows de Microsoft, característica que facilita su manejo y aprendizaje en nuestro medio en que la mayoría de personas que utilizan los PC son usuarios de este sistema operativo.

Luego de iniciar el programa por cualquiera de las formas más comunes (desde un acceso directo, por ejemplo), se debe ingresar por **File, New** y seleccionar el tipo de archivo **Route System**. Aparecerá la caja **New Route System**, donde se deberá indicar el nombre de la capa que contendrá el nuevo sistema de rutas, así como el nombre de la capa en la cual se basará el sistema. En este caso “Sistema de rutas” y “Sistema de transporte” respectivamente. Como resultado de este procedimiento será creada una nueva capa, identificada con el nombre asignado. En las Figura 37 y la Figura 38 se ilustra este procedimiento.

Figura 37. Inicio aplicación TransCAD

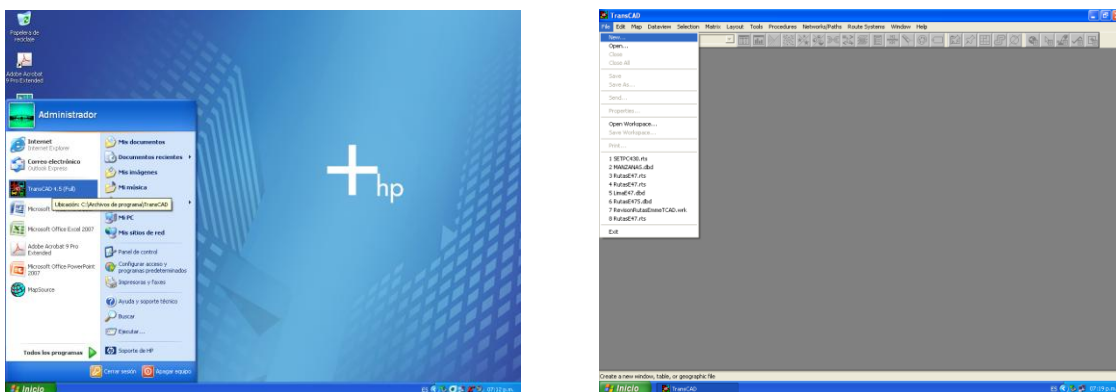
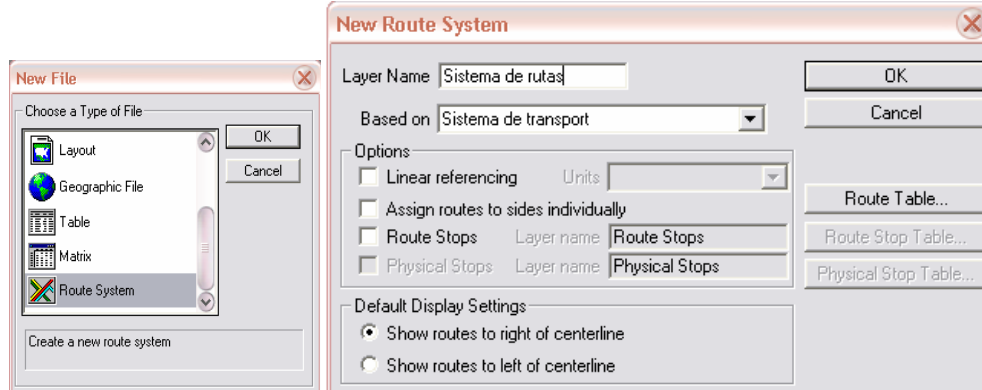



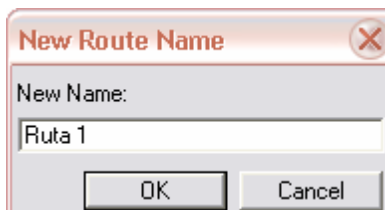
Figura 38. Creación del sistema de rutas.





Para activar la caja de herramientas del sistema de rutas, se debe ingresar por **Route Systems** y picar luego sobre **Editing Toolbox**. La caja de herramientas **Route System Toolbox**, será presentada inicialmente con seis botones activos.





El botón  se utiliza para crear una nueva ruta. Solamente debe hacerse click sobre el botón y luego seleccionar en la red los puntos de inicio y terminación de la ruta. Debe oprimirse doble click en el punto final para concluir el procedimiento. Por último se digitará la identificación de la ruta.



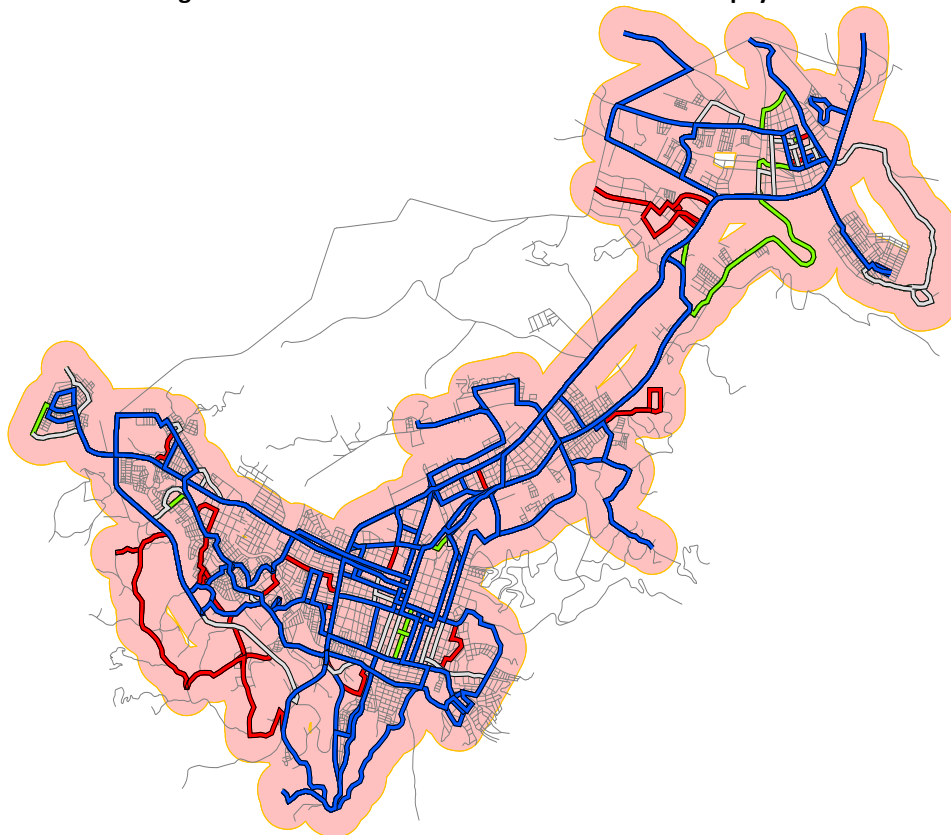
Con el botón  se puede generar el retorno de una ruta, para lo cual es necesario que ya exista por lo menos una ruta creada. A continuación se muestra un mapa que contiene 5 rutas y sus retornos, junto con la vista de datos que contiene la información básica de las rutas.

Con el botón  es posible extender una ruta. Esta herramienta es muy útil ya que en ocasiones se dibujan las rutas erróneamente, es decir se originan o terminan en puntos que no corresponden exactamente a los puntos de origen o destino reales. Para que el botón se active, debe seleccionarse previamente la ruta a modificar. Después de haber dado click sobre el botón lo único que debe hacerse es marcar los puntos que definen la porción de ruta faltante. Debe presionarse doble click en el punto final para activar el procedimiento.

Después de implementar el cambio, debe oprimirse el botón  para actualizar las modificaciones. Para anular los cambios se deberá oprimir el botón .

En la Figura 39 se hace una muestra del sistema de rutas de rutas de transporte público colectivo urbano del Municipio de Popayán montado en el sistema de información geográfica TransCAD.

Figura 39. Sistema de rutas actuales del TPCU de Popayán





12 CONCLUSIONES

Entre los mayores beneficios que se obtienen con la optimización de la operación de las rutas del sistema de transporte colectivo urbano está la reducción en los costos, debido a que se optimizan los recursos, como la utilización de la cantidad adecuada de vehículos que prestan el servicio.

Durante el desarrollo de este trabajo se identificó varias fallas en el sistema de transporte público colectivo urbano de la ciudad, entre las que puede mencionar: Informalidad en la modalidad empresarial transportadora; es decir actualmente se maneja un sistema afiliador y no operador como debiera ser, Horarios de trabajo y funciones de los conductores; tienen jornadas de hasta 16 horas diarias y además deben actuar como cobrador del respectivo pasaje, Y quizá la más común de todas que se presenta en todas la ciudades con las mismas características y el mismo sistema de transporte, que es la batalla campal entre los vehículos que prestan el servicio, incluso entre unidades de la misma empresa.

Así como la oferta que sirve el transporte no se ajusta a la variación horaria de la demanda, tampoco se considera que lo hace el tipo de vehículo que presta el servicio, pues los propietarios de los vehículos prefieren unidades con menor capacidad con la mera intención de reducir gastos operativos, pero generándose una complicación adicional que se refleja en la sobreoferta de la flota que presta el servicio de transporte público y la congestión sobre las vías de baja capacidad.

El sistema de transporte público colectivo urbano actual requiere de una renovación con el objetivo claro de mejorar para bien de la comunidad en general y especial de los usuarios del sistema. La importancia de cambiar a un nuevo sistema con mejores características radica en que conllevará muchos beneficios para la ciudad, como: desarrollo, competencia respecto a otras ciudades, sentido de pertenencia de los ciudadanos, disminución de la accidentalidad, mejores condiciones laborales para los operarios y administrativos bajo un nuevo esquema empresarial, entre otras.

Los resultados del análisis de información de recopilada en los estudios de campo, representan la realidad, pero no la reflejan con absoluta precisión puesto que la toma de información está sujeta a errores inevitables, como por ejemplo: En caso de un estudio de campo relativo a la frecuencia y ocupación visual de los vehículos, en este aspecto se puede cometer errores de apreciación en la cantidad de pasajeros que lleva cada unidad.



Aunque muchos procedimientos de los estudios de campo que tienen relación con tránsito y transporte se pueden realizar de manera manual o con herramientas elementales, hoy en día son gran utilidad los equipos de alta tecnología como los sistemas de posicionamiento global (GPS Global Positioning System) y las computadoras capaces de procesar información de grandes volúmenes en poco tiempo. El ejemplo claro esto aplicado a los estudios de transporte se demuestra en que anteriormente para registrar el recorrido de una ruta de bus público colectivo de servicio urbano se realizaba anotaciones de puntos estratégicos o conocidos por donde pasa la ruta con papel y lápiz, con gran probabilidad de errores en la referenciación de puntos, hoy día con apoyo de un equipo GPS solamente basta con ir a bordo de la unidad vehicular y con menor operatividad sobre el dispositivo se tiene una mejor caracterización de dicha ruta, es decir además de capturar un archivo gráfico se tiene información de velocidades instantáneas y medias de recorrido, y hasta tiempos de demora, que fácilmente se pueden descargar a un computador para su respectivo procesamiento y análisis. Igualmente para la programación y control de la operación de sistemas de transporte colectivo existen ya muchos programas que permiten gestionar casi todas las actividades de una empresa transportadora sin importar el tamaño de su flota.

Finalmente gracias al desarrollo de esta pasantía contribuí a completar mi formación académica teórica aprendida en la Universidad del Cauca, mediante la puesta en práctica de estos conocimientos en una situación real de trabajo. De esta manera al articular la formación profesional y la práctica fui desarrollando un mayor grado de competencia que, en alguna medida, podría facilitarme la incursión laboral en el mercado de trabajo actual, caracterizado por nuevos y exigentes requerimientos.

Son innumerables los beneficios obtenidos durante el transcurso de la pasantía entre los cuales destacaría: el tener contacto con la realidad de una empresa (a conocer trámites, a relacionarme con la gente, a manejar los plazos establecidos), enfrentar diferentes situaciones o problemas y como solucionarlos, ganar nuevos conocimientos, la posibilidad de conocer y manejar tecnología actualizada y adquirir experiencia complementaria para el ejercicio de mi profesión.



13 BIBLIOGRAFIA

ALCALDIA MUNICIPAL DE POPAYÁN, Documentos sobre el municipio en www.popayan.gov.co.

DNP, “Foro Liderazgo para la Integración de SUDMERICA”, Sistemas Estratégicos de Transporte Público Colectivo SETPC”, Cartagena Colombia 2008.

UNION TEMPORAL MOVILIDAD SOSTENIBLE-STRUCTURE, Documento “Diseño Conceptual del Sistema Estratégico de Transporte Público de Popayán” I1V0, I2, I3V1.

CAL & MAYOR y ASOCIADOS, Manual de Planeación y Diseño para la Administración del Tránsito y el Transporte Secretaria de Tránsito y Transporte Bogotá D.C., Capítulo 4. 2006.

UNIVERSIDAD DEL VALLE & CORPORACIÓN AUTONOMA REGIONAL DEL VALLE – CVC, Diseño y Aplicación del SIG, Capítulo 3, en: www.cvc.gov.co/web_cvc./3-sistemasifgeov3f3.pdf.

INSTITUTO HUMBOLDT, Unidad de Sistemas de Información Geográfica UNISIG, Informe Unidad de Apoyo 2006 en: www.humboldt.org.co

CASTAGNINO, Tecnología digital, Aplicaciones de GPS en www.cstg.com.ar.

GEAINTEC, Soluciones SIG en Transporte en www.geaintec.cl.

DÍAZ GRANADOS Mario & NAVAS G. Manuel, Aplicación de Sistemas de Información Geográfica al Tráfico Urbano en un Sector de Bogotá, p. 3 en: www.proceedings.esri.com/library/unianandes.pdf.

MÁRQUEZ DÍAZ, Luis Gabriel, TransCAD en 25 lecciones, Ingeniería de Transporte y Vías – UPTC Tunja Colombia, Lección 7. s.a

ADVANCED LOGISTICS GROUP, Consultoría para la Capacitación en Modelación de Transporte en Plataforma TransCAD. PROTRANSPORTE, Lima Perú 2008.

CTS MÉXICO, “Metrobús bienvenidos a bordo” Revista Movilidad Amable Centro de Transporte Sustentable México 2005.

MOVILIDAD SOSTENIBLE LTDA, Toma de Información Primaria para Estudios de Tránsito y Transporte en www.movilidadesostenible.com.

STRUCTURE BANCA DE INVERSION, Desarrollo de Negocios Complementarios para Sistemas de Transporte en www.structure.com.co.