



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO**

---

---

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ELEMENTOS PARA EL DIAGNÓSTICO DEL  
TRANSPORTE PÚBLICO DE LA CIUDAD DE  
MÉXICO**

**T E S I S**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:  
INGENIERO CIVIL**

**P R E S E N T A :**

**GUILLERMO AUGUSTO CÁRDENAS GARCÍA**



**DIRECTOR DE TESIS:  
M.C. ESTEBAN FIGUEROA PALACIOS**

**México, Ciudad Universitaria**

**2014**



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

DIVISIÓN DE INGENIERÍAS CIVIL Y GEOMÁTICA  
COMITÉ DE TITULACIÓN  
FING/DICyG/SEAC/UTIT/32/2013

Señor  
**GUILLERMO AUGUSTO CÁRDENAS GARCÍA**  
Presente

En atención a su solicitud me es grato hacer de su conocimiento el tema que propuso el profesor M. I. ESTEBAN FIGUEROA PALACIOS que aprobó este Comité, para que lo desarrolle usted conforme a la opción I. "Titulación mediante tesis o tesina y examen profesional", para obtener su título en INGENIERÍA CIVIL

**"ELEMENTOS PARA EL DIAGNÓSTICO DEL TRANSPORTE PÚBLICO DE LA CIUDAD DE MÉXICO"**

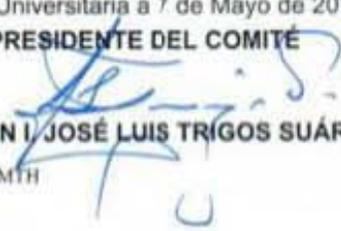
**INTRODUCCIÓN**

- I. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL TRANSPORTE**
- II. ATRIBUTOS DE UN SISTEMA DE TRANSPORTE URBANO DE PASAJEROS**
- III. PROPUESTA METODOLÓGICA PARA LA DESCRIPCIÓN CUANTITATIVA DE LA PROBLEMÁTICA DEL TRANSPORTE PÚBLICO DE LA CIUDAD DE MÉXICO**
- IV. PERCEPCIÓN DE LA PROBLEMÁTICA DEL SISTEMA POR EL USUARIO**
- V. BASES PARA ELABORAR UN DIAGNÓSTICO DEL TRANSPORTE URBANO DE PASAJEROS DE LA CIUDAD DE MÉXICO**
- VI. CONCLUSIONES**
- BIBLIOGRAFÍA**

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

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

Atentamente  
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPÍRITU"  
Cd. Universitaria a 7 de Mayo de 2014  
**EL PRESIDENTE DEL COMITÉ**

  
**M. EN I. JOSÉ LUIS TRIGOS SUÁREZ**  
JLTS/MTH

# Contenido

<b>OBJETIVO</b> .....	<b>5</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>5</b>
<b>1 CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL TRANSPORTE</b> .....	<b>7</b>
1.1 FACTORES QUE AFECTAN LA OPERACIÓN DEL TRANSPORTE DE PASAJEROS .....	12
1.2 PROBLEMAS DE TRANSPORTE URBANO DE PASAJEROS .....	13
<b>2 ATRIBUTOS DE UN SISTEMA DE TRANSPORTE URBANO DE PASAJEROS</b> .....	<b>17</b>
2.1 COBERTURA .....	17
2.2 FRECUENCIA .....	19
2.3 SEGURIDAD.....	19
2.4 CONFORT .....	20
2.5 CONFIABILIDAD.....	21
2.6 UTILIDAD.....	22
<b>3 PROPUESTA METODOLÓGICA PARA LA DESCRIPCIÓN CUANTITATIVA DE LA PROBLEMÁTICA DEL TRANSPORTE PÚBLICO DE LA CIUDAD DE MÉXICO</b> .....	<b>23</b>
3.1 DISEÑO DEL LEVANTAMIENTO DE LA INFORMACIÓN .....	24
3.2 SISTEMA DE TRANSPORTE COLECTIVO .....	35
3.3 METROBÚS .....	54
3.4 TREN LIGERO.....	68
3.5 TREN SUBURBANO.....	77
3.6 MICROBÚS .....	83
3.7 TROLEBÚS .....	93
3.8 RED DE TRANSPORTE DE PASAJEROS (RTP).....	102
3.9 CENTROS DE TRANSFERENCIA MODAL (CETRAM) .....	109
3.9.1 CETRAM CUATRO CAMINOS.....	111
3.9.2 CETRAM CHAPULTEPEC .....	112
3.9.3 CETRAM BUENAVISTA .....	113
3.10 UTILIDAD DE LOS MODOS DE TRANSPORTE.....	114
<b>4 PERCEPCIÓN DE LA PROBLEMÁTICA DEL SISTEMA POR EL USUARIO</b> .....	<b>126</b>
4.1 DISEÑO Y LEVANTAMIENTO DE LOS DATOS.....	126
4.1.1 ENCUESTA PERCEPCIÓN DEL USUARIO DE TRANSPORTE PÚBLICO DE LA CIUDAD DE MÉXICO .	127
4.1.2 PLANEACIÓN DE LA ENCUESTA.....	128
4.1.3 APLICACIÓN DE LA ENCUESTA .....	129

4.1.4	ALCANCES DE LA ENCUESTA.....	129
4.2	EJEMPLOS DEL ANÁLISIS Y PRESENTACIÓN DE RESULTADOS DE LA PERCEPCIÓN DEL USUARIO.....	133
4.2.1	MOTIVOS DE SELECCIÓN MODAL.....	133
4.2.2	GRADO DE SATISFACCIÓN .....	136
4.2.3	UTILIDAD TARIFARIA.....	138
4.2.4	PRINCIPALES ELEMENTOS A MODIFICAR .....	140
4.2.5	ATRIBUTOS PRIORITARIOS PARA EL USUARIO.....	143
4.2.6	USO EN HORA DE MÁXIMA DEMANDA .....	146
4.2.7	EVALUACIONES GENERALES .....	146
4.2.8	INTEGRACIÓN .....	147
4.3	OBSERVACIONES DEL AUTOR SOBRE LA PERCEPCIÓN DEL USUARIO .....	153
4.4	CONCLUSIONES DEL MÉTODO PROPUESTO DE ENCUESTA .....	160
4.5	PROPUESTA DE METODOLOGÍA DE COMPARACIÓN ENTRE APORTE DEL AUTOR Y LA PERCEPCIÓN DEL USUARIO .....	162
<b>5</b>	<b>BASES PARA ELABORAR UN DIAGNÓSTICO DEL TRANSPORTE URBANO DE PASAJEROS DE LA CIUDAD DE MÉXICO .....</b>	<b>166</b>
5.1	METODOLOGÍA DE DIAGNÓSTICO.....	166
5.2	PRINCIPALES ASPECTOS A CONSIDERAR PARA EL DIAGNÓSTICO .....	167
5.3	PROPUESTA DE DIAGNÓSTICO PRELIMINAR .....	171
5.4	RECOMENDACIONES PARA UNA METODOLOGÍA DE SOLUCIÓN INTEGRAL.....	179
<b>6</b>	<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>180</b>
	<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>181</b>

## **OBJETIVO**

Este trabajo pretende aportar una metodología que permita ser una base en la elaboración de un diagnóstico integral del sistema de transporte urbano de pasajeros de la ciudad de México, recurriendo a herramientas para el análisis y resolución de problemas que se presentan diariamente en el transporte público y ofrecer criterios de documentación para evaluar las actuales condiciones de operación.

## **INTRODUCCIÓN**

La importancia del transporte público de pasajeros de la Cd. de México está definida por la demanda de más de 15 millones de usuarios que utilizan uno o varios modos de transporte diariamente. Los diversos modos de transporte ofertados son necesarios para la sustentabilidad económica, urbana y ambiental de la ciudad y se encuentran sujetos a compilaciones implícitas en la operación de una ciudad (tránsito, contaminación, inseguridad, etcétera).

El diagnóstico alude al análisis que se realiza para determinar la tendencia sobre la problemática del transporte público de la ciudad de México. El enfoque que se le dará al trabajo partirá de la definición de seis atributos fundamentales para la elaboración de una metodología de análisis y evaluación; los atributos son: la cobertura de los modos de transporte, la frecuencia de las unidades que integran a los diferentes modos de transporte, la confiabilidad de los modos de transporte, la seguridad en los modos de transporte, el confort dentro de los modos de transporte y la utilidad de cada modo de transporte.

El transporte público de la Ciudad de México se compone de diferentes sistemas: STC (metro), Tren ligero, Tren suburbano, Metrobús, Trolebús, Red de Transporte de Pasajeros (RTP) y Microbús y aunque el Taxi es un servicio público, es frecuentemente considerado como transporte privado, porque en su operación se asemeja mayormente a un automóvil particular (no están abiertos o disponibles para el público en general) y porque no sigue rutas predeterminadas, está disponible cuando el usuario lo requiere y además es flexible a los deseos del usuario, por lo que el Taxi no se incluirá en el trabajo. De igual manera, el transporte

colectivo Combi se excluirá del trabajo por operar en zona conurbada de la ciudad de México y porque no participa en viajes interdelegacionales.

## **DESARROLLO DEL TRABAJO**

La determinación de las condiciones del sistema de transporte público en la ciudad de México se realizará, dependiendo del atributo que se pretenda estudiar y analizar, mediante distintos diseños de levantamiento de información.

Al hablar de diagnóstico se requiere un método que permita integrar la información en el trabajo; dicho método incluirá:

- Investigación documental apoyada en informes, notas, cartografía y rutas de los modos de transporte que operan en la ciudad de México.
- Levantamientos de información en los que se incluye la observación y la medición de frecuencias de paso, tiempos de viaje y velocidades de recorrido de los modos de transporte mediante recorridos, fotografías.
- Encuesta de opinión del usuario.
- Recomendaciones para la realización de un diagnóstico integral y su seguimiento.

El uso de información documental que será obtenida de fuentes confiables en internet, libros y notas periodísticas, permitirá introducir, para cada modo de transporte, las condiciones actuales de operación referente a los atributos antes planteados, lo cual a su vez reflejará una tendencia y formará un criterio al autor de análisis y evaluación.

Como se ha mencionado, se requerirá de mediciones de tiempos y velocidades de recorrido de los modos de transporte, para los cuales se contemplan recorridos a las rutas y/o visitas a terminales de transporte; después se diseñará y aplicará una encuesta al usuario del transporte público cuyo objetivo será presentar ejemplos indicativos de la percepción (mediante una dinámica de evaluación) que se tiene respecto a los atributos definidos para cada modo de transporte.

Finalmente se realizarán comparativas entre lo que el usuario y el autor priorizan referido al uso del transporte público, a fin de establecer una metodología de interpretación y comparación de resultados, ahondando en ejemplos de debilidades de los modos de transporte.

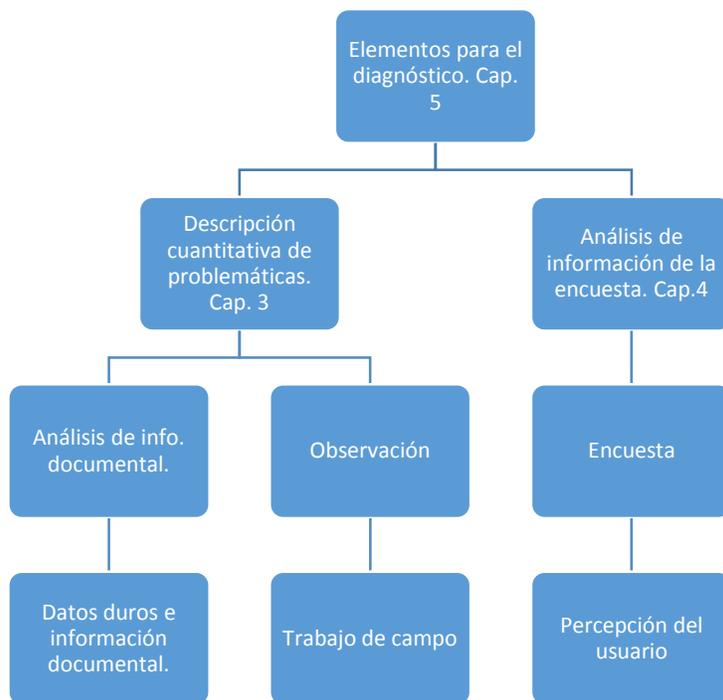


Diagrama 1.1 El diagrama muestra un resumen del método empleado en el presente trabajo, comenzando en casillas inferiores con el desglose del contenido de los capítulos y las casillas superiores con la integración de los capítulos previos hacia ejemplos indicativos de un diagnóstico integral.

## 1 CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL TRANSPORTE

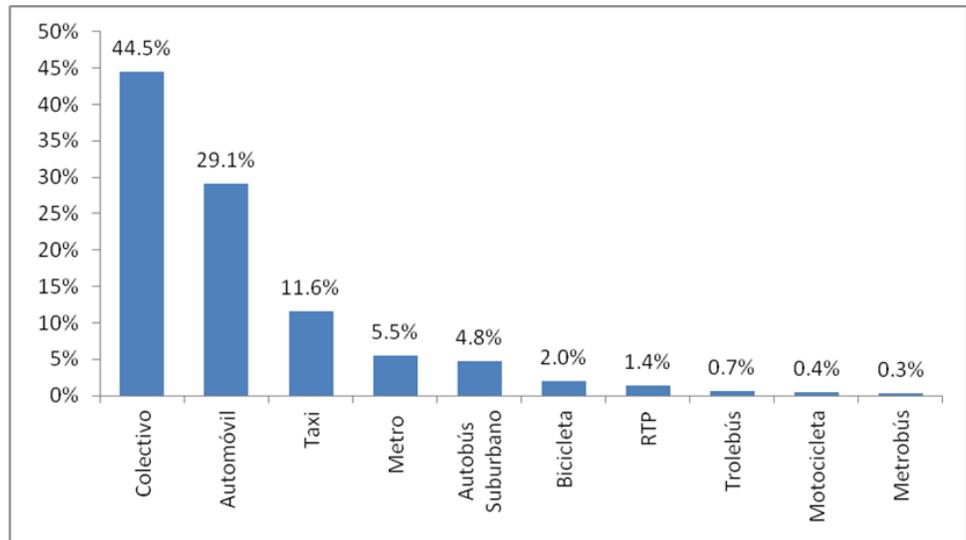
Se denomina transporte o transportación al traslado de un lugar a otro de algún elemento, en general personas o bienes. El transporte público es el término aplicado al transporte colectivo de pasajeros. A diferencia del transporte privado, los viajeros de transporte público tienen que adaptarse a los horarios y a las rutas que ofrezca el operador. Usualmente los viajeros comparten el medio de transporte y está disponible para el público en general. Incluye diversos medios como autobuses, trolebuses, tranvías, trenes o ferrocarriles suburbanos.

El transporte público urbano permite el desplazamiento de personas de un punto a otro en el área de una ciudad y puede ser proporcionado por una o varias empresas privadas o por consorcios de transporte público. Los servicios se mantienen mediante cobro directo a los pasajeros. Normalmente son servicios regulados y subvencionados por autoridades locales o nacionales.

En la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM) los diversos modos de transporte componen una red en la que a diario se realiza 78.5% de los viajes de la ciudad. El resto se hace en transporte privado, teniendo la mayor participación de los viajes el automóvil particular (Figura 1.2). En cuanto al transporte público, la mayor parte de los viajes se realiza en

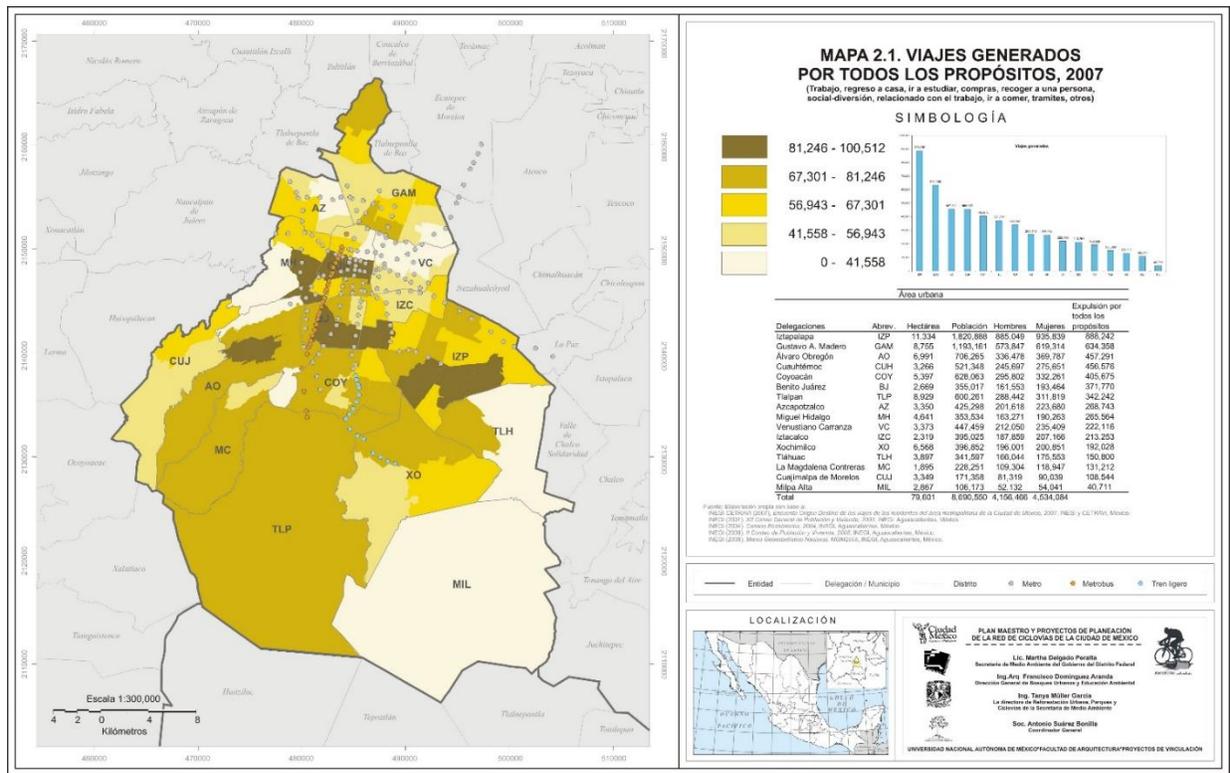
transporte concesionado colectivo de pasajeros o mejor conocidos como microbuses (44.55%) seguido de los taxis (11%) y el metro (5%).

Figura 1.2:  
Porcentaje del número de viajes por modo de transporte en la Zona Metropolitana del Valle de México 2007.

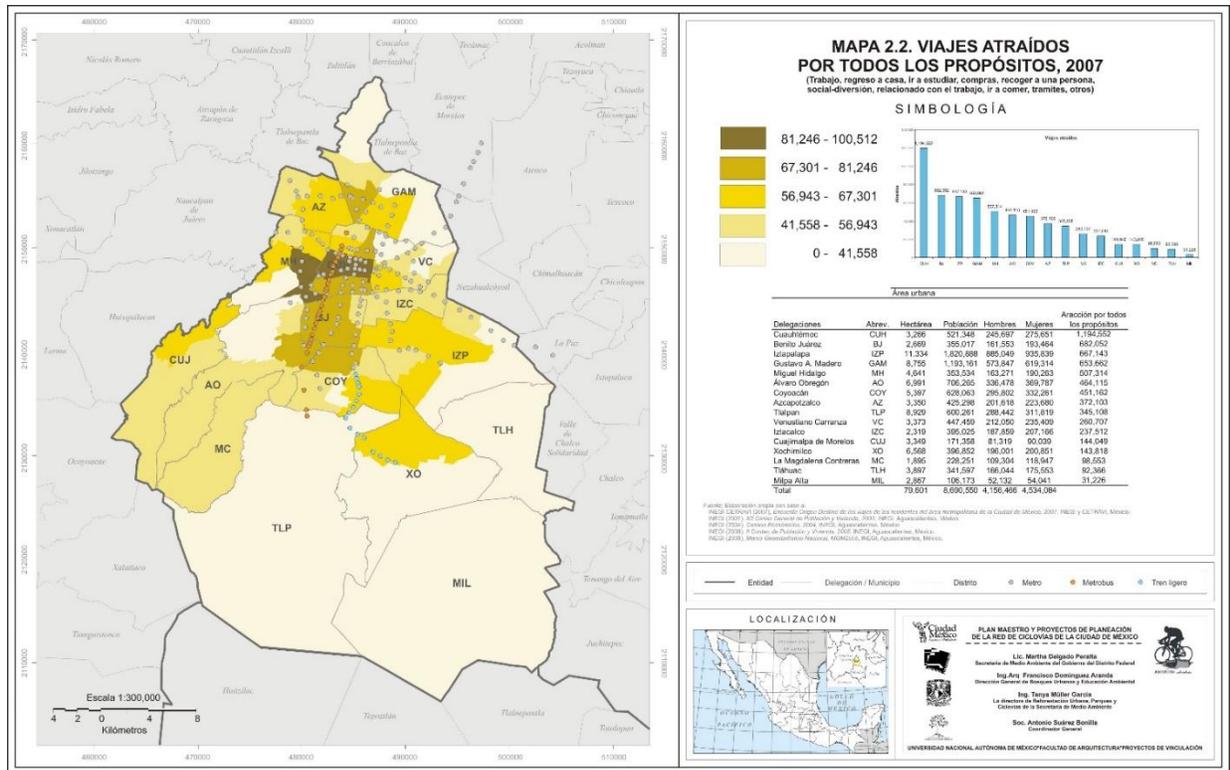


Fuente: ZMVM: Encuesta Origen-Destino 2007, INEGI.

Los estudios de generación de viajes sirven para estimar la demanda de transporte en un área y diseñar nuevas rutas que cubran las necesidades del usuario y de nueva demanda que se genere como consecuencia del crecimiento demográfico. A continuación se muestran diagramas que detallan el número de viajes tanto generados como captados por delegación en el Distrito Federal y, como se observa, la densidad de viajes atraídos es mayor en zonas centro de la ciudad con diversos propósitos, los cuales incluyen trabajo, estudio y actividades económicas.



(Encuesta Origen Destino (EOD) 2007, 2008)



La construcción de moderna infraestructura de transporte en regiones de comunicación precaria tiene efectos en la organización de territorio. Muchas regiones aprovechan los menores costos de transportación y asientan industrias localizadas en zonas cercanas, lo que conlleva, a su vez al aumento de densidad de población.

Ahora, hablando de la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM), la población pasó de 2 millones 953 mil habitantes en 1950 a 18 millones 210 mil en el año 2000 (INEGI, 2010). La ocupación física del territorio pasó de 22 mil 960 hectáreas a más de 741,000 ha., que representa el 0.37% de la superficie total del país. En ese fragmento del territorio se concentró la actividad industrial, comercial, financiera y, en general, humana más importante del país. (Fideicomiso para el mejoramiento de las vías de comunicación del Distrito Federal, 2013)

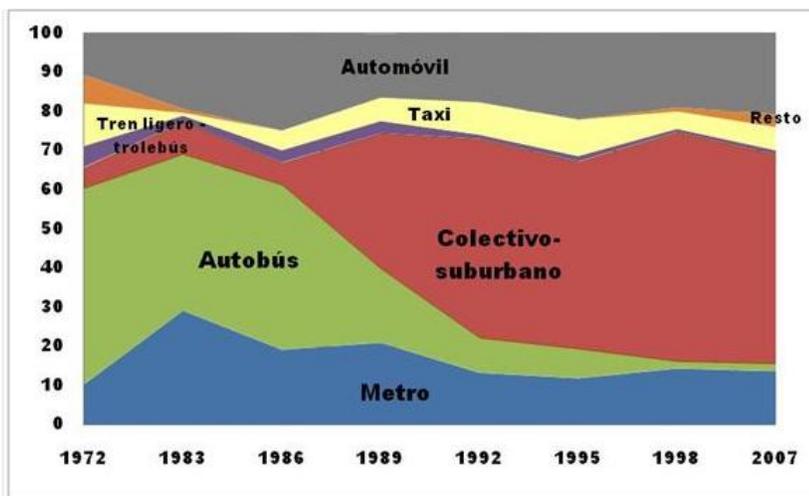


Figura 1.3 En el diagrama de la izquierda se muestra el uso histórico de los sistemas de transporte ofertados a partir del año 1972 hasta 2007.

Fuente: Calculado a partir de Islas *et al.*(2004) y Remes (2010). Nota: Autobús incluye metrobús y resto incluye motocicleta y bicicleta.

Las características generales del transporte, de acuerdo al libro “*Modelos de demanda de transporte*” de Juan de Dios Ortúzar S. se describen a continuación:

- a) El transporte es un bien cualitativo y diferenciado: los viajes se realizan con diferentes propósitos y a diferentes horas del día, por diversos medios, para variados tipos de carga. Lo cual implica una gran cantidad de variables que dificultan el análisis.
- b) La demanda de transporte está localizada en el espacio, la metodología más común consiste en dividir el espacio de estudio en zonas y definir una red de transporte estratégica que facilite su procesamiento mediante paquetes de software.
- c) La demanda de transporte es «derivada»: los viajes se producen por la necesidad de llevar a cabo ciertas actividades en el destino.

- d) La demanda de transporte es eminentemente dinámica y hay pocas horas disponibles para realizar las distintas actividades; desde el punto de vista de la oferta, el hecho de que el transporte sea un servicio tiene la importante consecuencia que no se pueden hacer reservas (stock) para ser utilizadas en periodos de mayor demanda. Así, si el servicio de transporte no se consume cuando se produce, sencillamente se pierde, lo cual suele generar problemas en los períodos de punta en que ha gran demanda y desequilibrios con respecto a períodos fuera de punta con menores requerimientos.
- e) Para satisfacer la demanda de transporte y con el propósito de otorgar servicios, es necesario proveer infraestructura y disponer de vehículos que funcionen de acuerdo a ciertas reglas de operación. Comúnmente, la infraestructura y los vehículos no pertenecen ni son operados por la misma compañía o institución (de hecho, hasta ahora la única excepción han sido ferrocarriles). Esta separación entre proveedores de infraestructura y oferentes del servicio final genera un complejo conjunto de interacciones entre autoridades de gobierno.
- f) La provisión de infraestructura de transporte es importante (desde la oferta) y se entiende por su carácter discreto; no hay sentido en proveer media pista de aterrizaje o un tercio de una estación, en algunos casos cierta gradualidad es posible, lo cual es mucho más difícil en el caso de aeropuertos, metro y otras obras de esa naturaleza.
- g) La construcción de la infraestructura toma tiempo, ya que son proyectos importantes que demandan gran cantidad de recursos; las obras a veces toman de 5 a 15 años desde su planificación hasta la implementación, ya que los estudios y toma de decisiones se deben hacer con cuidado.
- h) La oferta del transporte tiene asociada una variedad de efectos concomitantes que pueden introducir fuertes distorsiones tales como accidentes, contaminación y degradación del medio ambiente. Los usuarios de los servicios no perciben ni pagan los costos que hacen incurrir a la sociedad, lo que lleva a tomar decisiones para mejorarlo.

### **Infraestructura Vial existente en el Distrito Federal**

- Longitud total de la red vial en el Distrito Federal: 10 mil 200 Kilómetros.
- Longitud de vialidades primarias: 930 Kilómetros (9%).
- Longitud de vías de acceso controlado: 171.42 Kilómetros.
- Longitud de ejes viales: 421.16 Kilómetros.

- Longitud de arterias principales: 320.57 Kilómetros.
- Longitud de vialidades secundarias: 9 mil 229 Kilómetros.
- Ejes viales construidos en la ciudad de México: 31
- Longitud de los ejes viales construidos: 328.60 Kilómetros.
- Red vial secundaria, longitud estimada: 9 mil 557 Kilómetros

## **1.1 FACTORES QUE AFECTAN LA OPERACIÓN DEL TRANSPORTE DE PASAJEROS**

En el análisis de las discordancias entre demanda y recursos para la movilidad de pasajeros, se encuentran dentro de la zona de estudio (Distrito Federal) serios problemas que merman la eficacia del transporte, provocando congestionamientos en las vialidades, así como saturación y deterioro del transporte público.

El esbozo de algunos factores que afectan la calidad de transportación para satisfacer cierta demanda (relacionando capacidad, frecuencia y asequibilidad del servicio) del Distrito Federal son:

- 1) Diferentes tipos de vehículos en la misma vialidad (para el caso del transporte terrestre)
  - Diferentes dimensiones, velocidades y características de aceleración
  - Camiones pesados, de baja velocidad incluyendo remolques
  - Autobuses y camiones de alta velocidad
  - Motos, bicicletas
- 2) Superposición del tránsito motorizado en vialidades inadecuadas
  - Relativamente pocos cambios en la traza urbana
  - Calles angostas, no rectas y pendientes pronunciadas
  - Aceras insuficientes
  - Tramos carreteros que no han sido modernizados o no se les ha proporcionado mantenimiento
- 3) Falta de planificación en el tránsito
  - Intersecciones mal proyectadas
  - Previsión casi nula para estacionamiento
  - Localización inapropiada en zonas habitacionales en relación con zonas comerciales o industriales

- 4) Falta de asimilación por parte del gobierno y el usuario
  - Legislación y reglamentos de tránsito anacrónicos que tienden más a forzar al usuario que a adaptarse a las necesidades del mismo
  - Falta de educación vial del conductor y del peatón
- 5) Bajas frecuencias de servicio
  - Sobresaturación de las unidades de transporte
  - Falta de mantenimiento a las unidades

## **1.2 PROBLEMAS DE TRANSPORTE URBANO DE PASAJEROS**

El principal conflicto de infraestructura en el centro de las ciudades lo constituye su traza antigua (calles angostas, “época colonial”). A falta de una adecuada planeación, el crecimiento de la ciudad de México ha dado una continuación desordenada de la estructura antigua que gradualmente se ha vuelto insuficiente para atender las necesidades originales por el incremento de habitantes y número de vehículos que circulan por ellas.

La insuficiencia del número de vialidades primarias que permitan un tránsito rápido y fluido, la inadecuada operación del flujo vehicular a lo largo de la red vial, la falta de señalización y sincronización de semáforos, el uso de grandes espacios de la vía pública como estacionamientos que reducen el área de circulación, la baja cobertura de pavimentación (que dificulta la penetración del transporte público), la proliferación de modalidades de transporte público de baja y mediana capacidad y uso desmesurado de automóviles, la falta de mantenimiento de la red vial (causante parcial de la reducción de las velocidades de circulación y aumento de los tiempos de recorrido, que a su vez impactan sobre el medio ambiente al aumentar emisiones contaminantes), la convergencia de las rutas de transporte público en la zona centro de las ciudades (desatendiendo la conexión entre áreas periféricas que obligan a innecesarios transbordos a los usuarios y congestionamiento de estas zonas) y la generación de ruido por vehículos automotrices han presionado fuertemente la infraestructura vial existente y son algunos de los problemas de transporte que afectan tanto a la economía de la ciudad de México como la calidad de vida de sus habitantes.

La mayor parte de los ejes viales presentan condiciones críticas en horas de máxima demanda, con velocidades de operación menores a 20 km/h en la mayoría de los casos. Esta situación

se debe a los altos volúmenes vehiculares originados por la concentración espacial y temporal de la demanda, a la operación de vehículos de transporte público que hacen paradas en lugares no permitidos, a la proliferación de sitios de taxis no autorizados (sobre todo en los accesos a las principales estaciones del Metro), y a la invasión de los carriles de contraflujo por vehículos particulares y de servicios, entre otras causas.

En vía terrestre, el número total de vehículos muestra varios rasgos que complican su eficiencia y equidad. Como se observa en el diagrama 1.5, hay un claro predominio de los autos particulares, a pesar de que sólo representan alrededor del 16% de los viajes persona/día. El incremento en el número de vehículos particulares está asociado a diferentes factores, entre los que destacan el crecimiento económico, las mejoras sectoriales de ingresos, distancias cada vez más largas, deficiencias en el transporte público, facilidades de crédito y la ambición de status. De acuerdo con los datos del Programa de Verificación Vehicular 2001, el número de vehículos en circulación es de 1.7 millones de automóviles particulares con placas del Distrito Federal, y 0.6 millones con placas del Estado de México, en conjunto, más del 95% del total de vehículos automotores que operan en la ZMVM captaron menos del 20% del total de la demanda del tramo de viajes.

El automóvil, ocupando el 85 % del espacio vial, transporta a 28% de la población, originando velocidades de operación, muy bajas, lo que se traduce en mayor cantidad de emisiones y bajos niveles de servicio de vialidades de la ciudad de México y ZMVM.

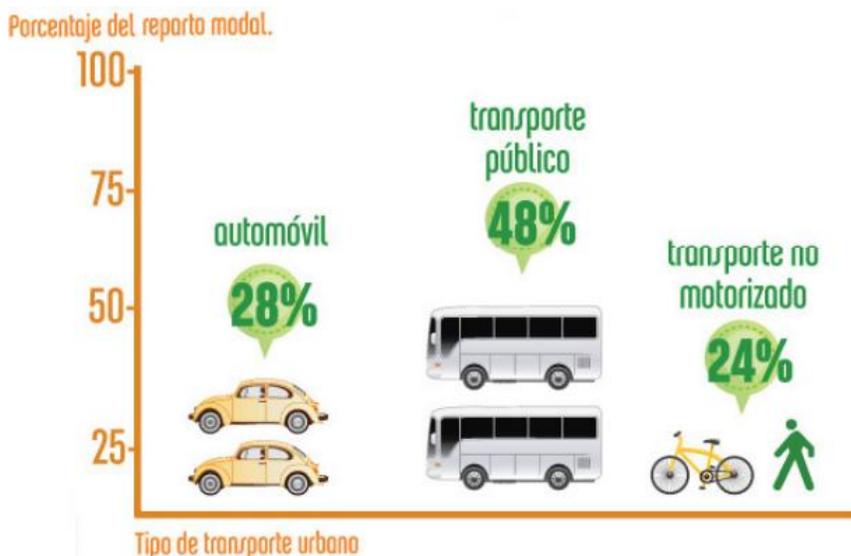


Diagrama 1.4 Porcentaje de ocupación espacial del reparto modal. Presentación Metrobús, ITDP 2013.

Existe un desequilibrio en el número de viajes y destinos entre el D. F. y el resto de la ZMVM, acarreado que el transporte de la ciudad se vea saturado diariamente para cubrir la demanda tanto de habitantes de la propia ciudad como el porcentaje de la población que realiza viajes interurbanos.

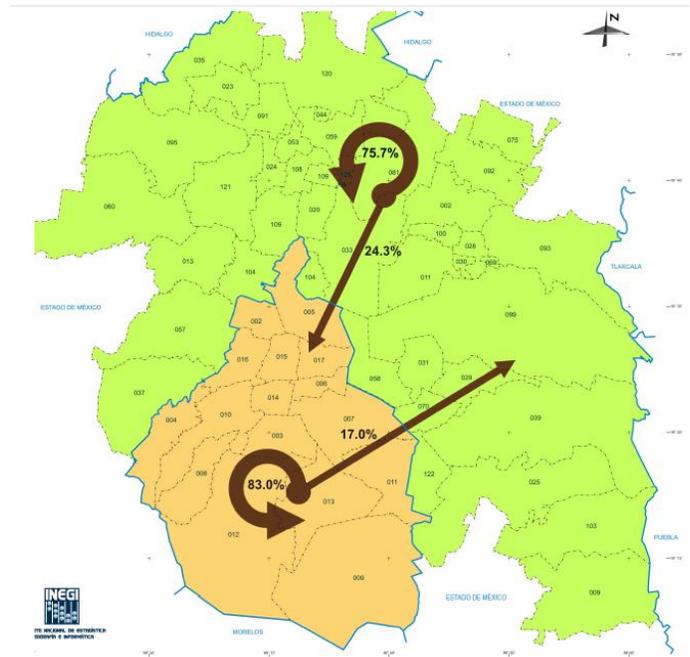


Imagen 1.5 Viajes totales por entidad (Encuesta Origen Destino (EOD) 2007, 2008)

De los viajes que produce en el D. F., el 83% se quedan ahí; en cuanto a los viajes con origen en los municipios del Estado de México, el 75.7 % se quedan dentro de esa misma área. (Imagen 1.5).

En el Distrito Federal, la delegación que produce el mayor número de viajes es Iztapalapa con un 14.2%, seguida de la delegación Cuauhtémoc con 13.2%.

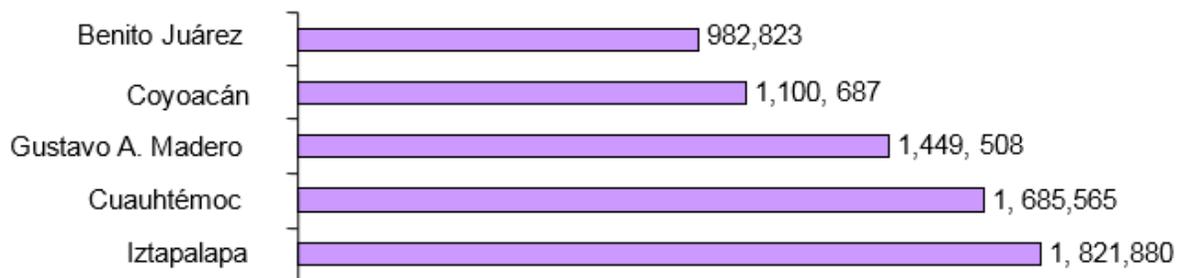


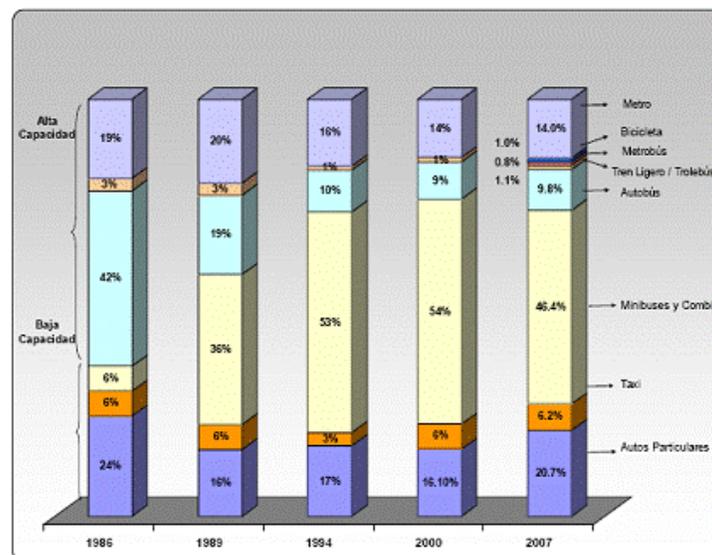
Figura 1.6 Viajes producidos por delegación

En el extremo opuesto, la delegación con menor número de viajes producidos que se reportó en el Distrito Federal es Milpa Alta, con menos de 1%.

Existe un notable aumento de los viajes realizados en colectivos (microbuses y combis) al evolucionar de 8 a 55%, mientras que los servicios de transporte público administrados por el gobierno (metro, transporte eléctrico y autobuses de la ex Ruta 100), bajan sensiblemente su participación de 53.6% a 20.5% en este periodo. En efecto, para el 2000 de cerca de 21 millones de pasajeros transportados diariamente, casi 60% millones lo hacían mediante

microbuses, combis y taxis (Fideicomiso para el mejoramiento de las vías de comunicación del Distrito Federal, 2013). Desde el punto de vista de la eficiencia del sistema de transporte; preocupa el hecho de que un volumen tan alto de viajes se realicen en medios colectivos de baja capacidad tanto en el Distrito Federal, donde se realizan cerca de ocho millones de tramos de viajes en estos medios, como en los viajes entre el Distrito Federal y el Estado de México, que suman cuatro millones de tramos de viajes adicionales.

En general, las unidades de transporte de alta capacidad fueron sustituidas por transporte de mediana y baja capacidad y la participación del transporte público se redujo (figura 1.7). Todo ello ha provocado saturación de vialidad, inseguridad para el usuario y un alto impacto ambiental.



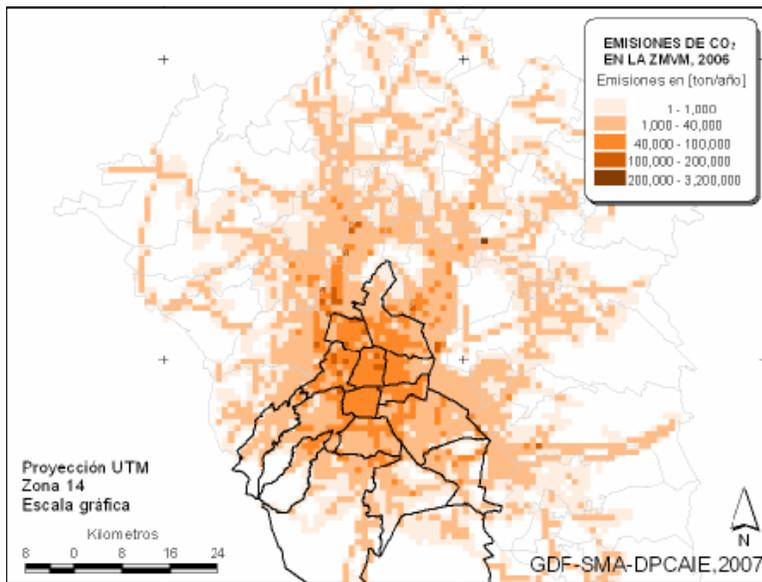
Fuente: Elaboración propia con base en: 1) PITV 2001-2006, SETRAVI (datos de los años 1986 al 2000). 2) Datos del año 2007 elaborados con base en resultados de la Encuesta Origen Destino 2007, INEGI.

Figura 1.7 Reparto modal estimado para la ZMVM 1986-2007

En la evolución del parque vehicular de las últimas décadas destacan varios rasgos importantes.

- 1) La participación del vehículo privado se redujo de 25 a 16 por ciento entre 1986 y el 2000, a pesar de que el número total de vehículos aumentó en cerca de medio millón.
- 2) La participación del metro decreció de 19 a 14 por ciento a pesar del aumento en el número de kilómetros de líneas.

3) La base sustancial del transporte público en la Ciudad de México es el transporte de superficie (56 por ciento en 1986 y 70 por ciento en 2000). Sin embargo, mientras en 1986 predominaban los autobuses de mediana capacidad, éstos fueron sustituidos por microbuses y combis de mediana y baja capacidad. Asimismo, se redujo la capacidad del transporte administrado por el gobierno (producto en parte por la desaparición de Ruta 100), mientras que los modos con mayor atracción son de baja capacidad.



*Figura 1.8 Distribución espacial de la generación de CO<sub>2</sub>, lo cual representa una problemática y razón para recurrir a las energías limpias o de bajas emisiones.*

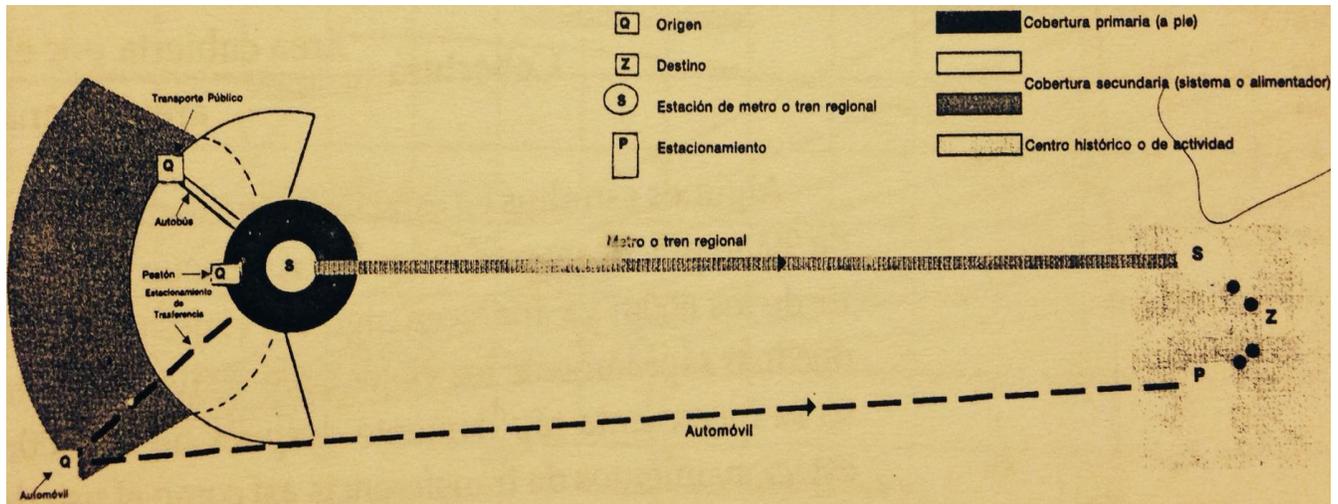
## **2 ATRIBUTOS DE UN SISTEMA DE TRANSPORTE URBANO DE PASAJEROS**

Un atributo está definido como una cualidad o característica propia de una persona o cosa. Para el presente trabajo, los atributos están referidos a los sistemas de transporte que operan en la ciudad de México y son definidos como cobertura, frecuencia, confiabilidad, confort, utilidad y seguridad; dichos atributos, para fines de diagnóstico y evaluación deben poseer la característica de poderse medir y/o calificar de manera cuantitativa o cualitativa.

### **2.1 COBERTURA**

Este requerimiento muestra la extensión de una red dentro de del área o cuenca en la que se presta el servicio así como el desempeño individual de cada ruta. Se define como el área servida por el sistema de transporte público siendo su unidad de medida el tiempo o la distancia

recorrida a pie y que resulta aceptable caminar. Normalmente, la cobertura en los centros históricos de las poblaciones de México es del 100 % y este va disminuyendo drásticamente conforme se tiende a áreas de una menor densidad o atracción.



Para el caso de rutas de transporte público que no cuentan con paradas previamente establecidas se utiliza el concepto de una banda de cobertura o cuenca continua bajo las mismas consideraciones anteriores.

En el caso de paradas previamente establecidas es más frecuente el uso de radios de cobertura. Esta cobertura de área se puede expresar como un porcentaje del área urbana que está dentro del área de servicio:

$$Cobertura = \frac{\text{área cubierta por el servicio}}{\text{área urbana}}$$

El indicador consiste en medir la cobertura del sistema de transporte público colectivo de una ciudad. Se mide el porcentaje de la superficie de la ciudad en la cual sus habitantes tienen que caminar más de 600 metros hasta el más cercano paradero de transporte público colectivo. La cobertura se verifica con un mapa de la ciudad, en el cual se han señalado todos los paraderos del transporte público colectivo. (Moller)

Se puede esperar que la mayoría de los usuarios potenciales que se encuentran a una distancia de cinco minutos de una parada hagan uso del servicio de transporte, si es que éste es de una calidad satisfactoria. Más allá del radio de cinco minutos, el porcentaje de usuarios que utilizan el transporte público decae rápidamente, debido a las molestias que causa el

caminar una mayor distancia. Asimismo, esta distancia se ve incrementada dependiendo del medio de transporte que se vaya a abordar. (Transporte público: planeación, diseño, operación y administración. Página 224)

### **Uso de suelo**

- Extensión de suelo urbano (centro - norte) de la ciudad de México: 61 mil 082 hectáreas (41%).
- Extensión de suelo de conservación (sur, oeste) de la ciudad de México: 88 mil 442 hectáreas (59%).

Para el cálculo de la cobertura de los sistemas de transporte se tomará en cuenta la superficie del suelo urbano.

## **2.2 FRECUENCIA**

La frecuencia ( $f$ ) es el número de unidades que pasan un punto dado durante una hora (o cualquier período de tiempo considerado), siendo éste el inverso del intervalo. Ambos están relacionados por la expresión:

$$f = \frac{60}{i}$$

Donde:

60 = factor de conversión de minutos a horas

$f$  = frecuencia [vehículos/hora]

$i$  = intervalo [minutos]

La frecuencia máxima de llegadas de vehículos ( $f_{m\acute{a}x}$ ) se determina por el intervalo como:

$$f_{max} = \frac{60}{i_{min}}$$

## **2.3 SEGURIDAD**

La primera base para operar un servicio de transporte público, ya sea de pasajeros o de carga, es que llene los requisitos de seguridad para garantía de la vida humana y de la propiedad.

En una ciudad como el Distrito Federal, donde diariamente nueve millones de personas utilizan algún modo de transporte, es necesario contar con reglamentos y herramientas eficientes que garanticen los derechos de los usuarios del transporte público, principalmente en términos de seguridad.

Como un ejemplo, la ubicación y características de la parada deben enfatizar la seguridad del usuario. Por ello, las paradas tendrían que ubicarse donde el usuario esté protegido del movimiento de vehículos y tenga espacio suficiente para circular sin que esto provoque interferencias a flujos peatonales.

## **2.4 CONFORT**

Implica más y mejor (de agrado para el usuario) espacio a disposición del pasajero tanto en el vehículo utilizado así como en las áreas de espera.

La ventilación debe proveerse con tal frecuencia que permita mantener dentro de los niveles aceptables el contenido de bióxido de carbono, vapor de agua y sustancias que produzcan sensaciones olfativas desagradables.

Como parte de los requisitos mínimos de confort es apropiado disponer de sistemas de ventilación que permita renovar el aire en el interior unas 12 veces por hora como mínimo. El uso de fallebas en el techo (delantera y trasera) es recomendable para la entrada y salida del aire de la unidad.

Otro aspecto muy importante, en el caso de transporte terrestre, es la solicitud de parada al operador en caso de que las paradas no estén ya programadas, en muchos casos la solicitud se da mediante un aviso verbal, por lo que es recomendable recurrir en todo sistema de transporte al aviso por timbre, lo cual permita que desde casi cualquier espacio de pie o en su defecto, desde el mismo asiento, el usuario accione estos pulsadores sin necesidad de desplazarse más de un metro. Es conveniente la instalación de un pulsador visible en la propia puerta de salida.

Se debe contar con espacios destinados a la información que el usuario pueda requerir, así como personal que atienda este tipo de necesidades.

El ruido producido por los elementos mecánicos ocasiona molestias tanto a los usuarios como al ciudadano que se encuentra cerca de una unidad. Desde el punto de vista de calidad de servicio percibido por el usuario, ambas situaciones tienen importancia ya que si el ruido interno puede hacer insoportable a la permanencia en la unidad, el ruido externo puede predisponer a los posibles usuarios en contra del uso del vehículo. Tecnológicamente, la mejora en los sistemas de montaje de motor, la disminución de la transmisión de vibraciones a la carrocería y dB, el empleo de capas de material aislante alrededor del compartimiento del motor han disminuido sensiblemente los niveles de ruido. El efecto del ruido para los usuarios que viajan en la unidad es diferente que para las personas fuera del mismo. El efecto más importante recae sobre la conversación, y el nivel medio del ruido debe ser tal que permita las conversaciones con tono de voz normal.

## **2.5 CONFIABILIDAD**

Es la certeza de que el viaje se ejecutará sin contratiempos y que tendrá un tiempo determinado, es decir, el servicio ofrecido se mantendrá constante, ofreciendo certidumbre al usuario del funcionamiento, tiempo de traslado, etc.

La confiabilidad está referida a la transportación y entrega, con seguridad y a tiempo de mercancías y pasajeros sin retrasos y libres de daños al camino.

Una forma de referirse a la confiabilidad tiene que ver con la regularidad o constancia del servicio. Un servicio que presente diferentes condiciones de operación (por ejemplo en frecuencia o rapidez) será un servicio poco confiable porque le genera incertidumbre al usuario y éste tiene que planear su viaje de tal manera que llegue a tiempo a su lugar de destino, llevando consigo el riesgo de aún llegar a destiempo.

Otra manera de describir a la confiabilidad del transporte es que el servicio que se ofrezca no cambie en tiempo y espacio, es decir que el sistema sea uniforme y presente la menor cantidad de alteraciones en su operación.

Los viajes metropolitanos son de gran longitud en general. Sin embargo, el tiempo invertido en desplazarse de un lugar a otro depende del tipo de transporte: entre más diverso es, mayor resulta la duración del viaje.

Tiempo y costo promedio de los desplazamientos, según área geográfica

Área geográfica (Origen - Destino)	Tiempo promedio (HH:MM)			Costo promedio (pesos)
	Público	Privado	Mixto <sup>1</sup>	
ZMVM - ZMVM	0:58	0:41	1:21	8.42
DF - DF	0:51	0:38	1:12	6.94
MUNICIPIOS - DF	1:29	1:06	1:38	10.81
MUNICIPIOS - MUNICIPIOS	0:47	0:32	1:01	8.95

FUENTE: Elaborado con información de la EOD-07. (Dato de viajes atraídos).

Nota: El área de estudio de la EOD 2007 son las 16 delegaciones del Distrito Federal y 40 de los municipios del Estado de México que forman parte de la ZMVM.

## 2.6 UTILIDAD

Es que sea la población la que maximice los beneficios que obtiene por un bien público. Desde esta perspectiva, se dice que la utilidad es la aptitud de un bien para satisfacer las necesidades (en nuestro caso del transporte público de pasajeros). Esta utilidad es cualitativa (las cualidades reales o aparentes de los bienes) es espacial (el objeto debe encontrarse al alcance del individuo) y temporal (se refiere al momento en que se satisface la necesidad).

Las características del bien determinan su utilidad y por tanto afectan las decisiones del usuario, el cual busca maximizar su satisfacción total. El usuario posee información perfecta, es decir, conoce los bienes, sus características y precios. El usuario o consumidor es racional, esto quiere decir que busca lograr sus objetivos, en este caso trata de alcanzar la mayor satisfacción posible, es decir que el consumidor o usuario es capaz de determinar sus preferencias y ser consistente en relación con ellas.

En la tabla 2.6 es posible apreciar un resumen de algunas características de los medios de transporte públicos disponibles en la Ciudad de México. Destaca que una red pequeña de transporte como el Metrobús (95 km) mueva al año 292 millones de personas, mucho más que el tren ligero y el trolebús en conjunto y se aproximen al RTP con una red de servicios mucho mayor (3,061 km). Del mismo modo, el metro cuenta con una red pequeña en kilómetros (225.9 km), pero con una enorme capacidad de transporte anual (1,487 millones de personas), fruto de sus características inherentes de transporte de masivo.

**TABLA 2.6: DATOS GENERALES DEL TRANSPORTE PÚBLICO EN LA CIUDAD DE MÉXICO. (2014)**

<b>Transporte</b>	<b>Longitud</b>	<b>Líneas Rutas</b>	<b>Estaciones</b>	<b>Número de vehículos</b>	<b>Costo Pasaje</b>	<b>Afluencia anual</b>	<b>Prestador del servicio</b>
Metro	226.5 km	12 líneas	195	279 - 302	3 a 5 pesos	1,608,865,177 (2011)	Público
Tren ligero	13 km	1 línea	18	20 trenes	3 pesos	25 millones (2009)	Público
Tren suburbano	27 km	1 línea	7	30 trenes	6,50 a 14,50 pesos	100 millones aprox. (2009)	Privado
Trolebús	261 km	19 rutas	Indefinidas	252 vehículos	2 pesos y corredor cero emisiones 4 pesos	59 millones (2009)	Público
Metrobús (BTR)	105 km	5 líneas	150	256 unidades	6 a 30 pesos	292 millones (2012)	Empresa mixta
RTP	3,061 km	100 rutas	Indefinidas	1,400 autobuses	5 a 6 pesos	205 millones (2005)	Público
Microbús	8 mil km	104 y 1,150 ramales (2007)	Indefinidas	20 mil aprox.	4 a 5,50 pesos	3,504 millones (2010)	Privado

(STC-Metro, SETRAVI, RTP, Metrobús, Mexibús, Transportes Eléctricos del D.F. y Ferrocarriles Suburbanos.)

### **3 PROPUESTA METODOLÓGICA PARA LA DESCRIPCIÓN CUANTITATIVA DE LA PROBLEMÁTICA DEL TRANSPORTE PÚBLICO DE LA CIUDAD DE MÉXICO**

En este capítulo se realizará una síntesis descriptiva de cada uno de los atributos definidos para los diversos modos de transporte que operan en la ciudad de México. Dependiendo del atributo que se esté investigando y describiendo (cobertura, frecuencia, confiabilidad, confort, seguridad o utilidad), el autor propuso realizar una investigación documental, apegado a un diseño de levantamiento de información descrita para cada atributo con la finalidad de proporcionar al autor las herramientas para aportar ejemplos de diagnóstico preliminar.

Parte de la propuesta consistió en realizar reportes de visitas de campo, mediante la visita y observación, ciertas zonas de intercambio modal de transporte público del Distrito Federal, en donde se destaca el levantamiento de aforos de frecuencias de los diferentes modos de

transporte público que convergen en dichas zonas, así como material fotográfico y que a su vez sirvió como complemento de la investigación documental, útiles para la elaboración de conclusiones por parte del autor.

### **3.1 DISEÑO DEL LEVANTAMIENTO DE LA INFORMACIÓN**

Un levantamiento de información es el proceso mediante el cual se recopilan datos referentes al funcionamiento de un sistema con la finalidad de identificar problemáticas y oportunidades de mejora. Se realiza mediante el uso de instrumentos como entrevista, encuesta, observaciones, simulación y técnicas audiovisuales y de inspección.

Para la recopilación de información del presente trabajo, se recurrirá a observaciones, técnicas de inspección (como son medición de períodos y porcentajes estimados de saturación de unidades) y una encuesta orientada a informar sobre la opinión y percepción del usuario referente a los medios de transporte que utiliza.

La observación permite tener una visión del entorno que se pretende estudiar para ubicar los puntos de conflicto (si existen), realizar comparativas de funcionamiento, etc.

Finalmente, las inspecciones consisten en la consulta de notas periodísticas, reportes, informes técnicos, etc.

La propuesta del diseño del estudio consistió en varias etapas.

a) La primera etapa fue la definición de los objetivos del estudio claros, concisos, alcanzables y contemplando las necesidades de todos los grupos de interesados. En los objetivos debió precisarse también el ámbito del estudio, tanto geográfico como sectorial. Conforme el estudio se desarrolló y sobre todo, cuando se hizo la revisión de antecedentes, los objetivos pudieron ser modificados.

b) Posteriormente se debió hacer una buena revisión de antecedentes. La información obtenida de esta revisión ayudó a precisar los objetivos, decidir el nivel de aproximación del estudio (estudios rápidos o detallados), elegir las variables a analizar y las técnicas de obtención y procesamiento de datos.

c) De acuerdo a los objetivos, los recursos monetarios, humanos y tiempo disponibles, y de la calidad de los antecedentes en el tema, se eligió el nivel de aproximación del estudio: rápido o detallado.

d) Con base en los objetivos, se hizo la selección de las variables a analizar.

e) Si se optara por un estudio detallado, sería necesario hacer el diseño del muestreo, para lo se hubiera requerido contar con una buena base de información como marco muestral.

### **Capacitación del personal en levantamiento de datos en campo y procesamiento de información.**

El equipo encargado de realizar los levantamientos de datos e información y su procesamiento (en el que el autor se encuentra incluido) conocen con claridad los objetivos del estudio, las variables a analizar, las técnicas de obtención de datos y su procesamiento. Esto fue de utilidad para que pudieran resolver situaciones no previstas en el diseño. Nótese que se habla tanto de levantamiento de datos como de su procesamiento, porque en ambas actividades participaron las mismas personas, con la finalidad de garantizar mayor calidad de datos.

### **COBERTURA**

Dichos datos son de carácter numérico y no cuentan con atributo descriptivo o calificativo, es decir, por sí solos no pueden ser aprovechados para un diagnóstico, se deben comparar con otras referencias.

El área urbana de estudio es la Ciudad de México, ya que se realizará el levantamiento de datos y el análisis de información ligada a los sistemas de transporte que en esta zona operan.

Por la forma de medirla, el tipo de información que se presenta en este rubro es escalar, ya que existe un cero absoluto y el cálculo realiza de manera numérica. Por su vigencia y para fines de estudio y diagnóstico, la información es estática, ya que asumiremos que las cuencas de servicio de los diversos sistemas de transporte ofertados en la ciudad de México no cambian respecto al tiempo, es decir es puntual (observo solo un dato en un momento del tiempo). Por la fuente, la cobertura es un objeto inerte, ya que no cambia, dependiendo o no del tiempo.

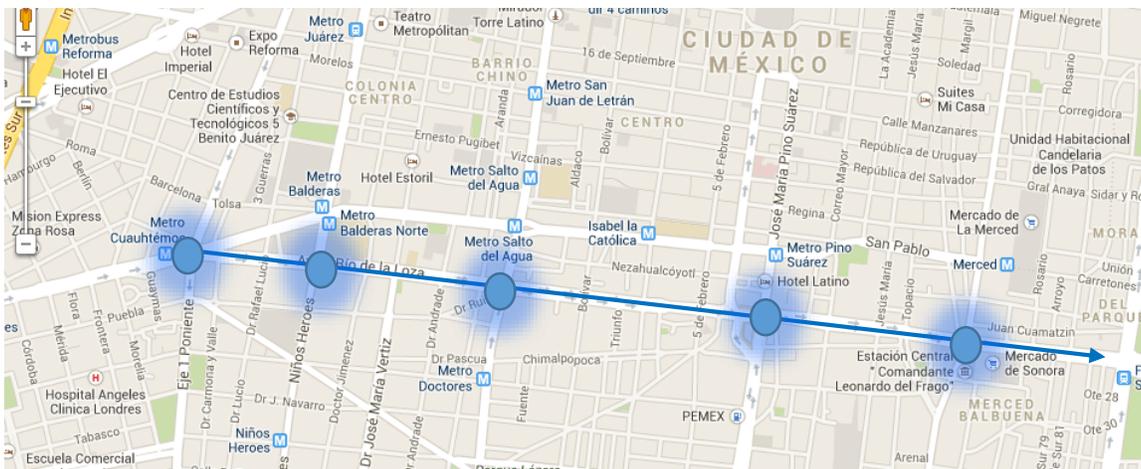
Por la forma de generarla, la información es documental, ya que se ha recurrido a registros e informes que indican el trazo de rutas, así como cuencas de servicio y la propuesta consistió en expresarla de dos maneras posibles:

- Número de kilómetros de vía con los que cuenta un sistema de transporte por área potencial de servicio (área urbana de la Ciudad de México).
- Porcentaje de área relacionado a cuencas de servicio que un sistema cubre respecto al área potencial (área urbana de la Ciudad de México).

Todo sistema de transporte que opera en la ciudad de México cuenta con un trazo establecido y fijo de rutas que sirven para que el usuario tenga la certeza de dónde ir en caso de querer ocupar algún servicio disponible.

Para este trabajo, las coberturas de servicio están directamente ligadas a las rutas, estaciones y/o terminales con que cada sistema de transporta cuenta. La metodología se dividió de dos maneras, dependiendo si la ruta de determinado sistema contaba con paradas preestablecidas o no.

Si la ruta contaba con paradas preestablecidas, el área de cobertura se obtuvo a partir de radios de cobertura usando como criterio la distancia media entre paradas o de 400 a 500 metros de radio con origen en las mismas paradas.



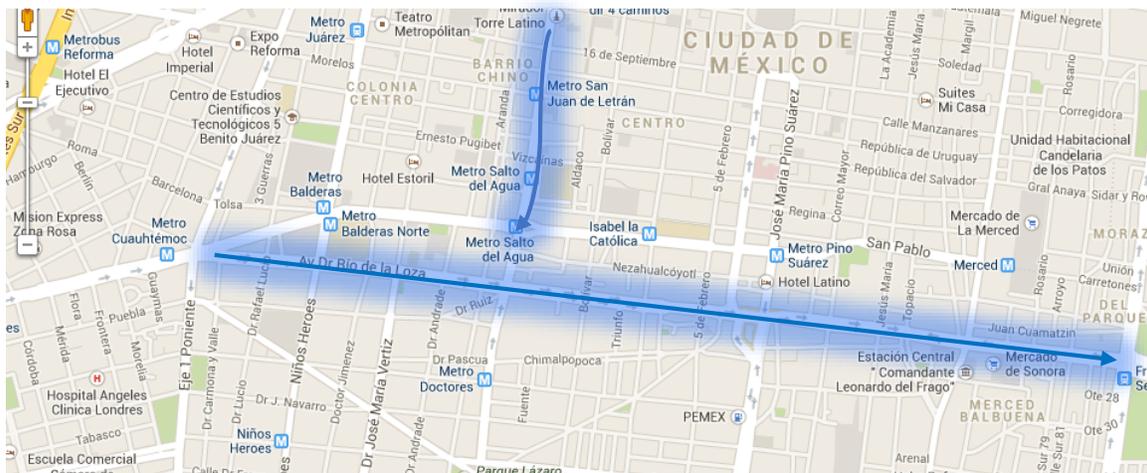
*Cobertura de rutas con paradas preestablecidas*

Ejemplo de este caso: Metrobús, STC, Tren ligero y Suburbano que cuentan con infraestructura de estaciones para el abordaje de pasajeros.

Si la ruta no contaba con rutas preestablecidas, se recurrió a asociar a la ruta un área ortogonal con una dispersión de 500 metros del eje de la ruta hacia los extremos de manera perpendicular, como se muestra en la figura.



Las flechas representan una ruta teórica de un sistema de transporte. El área sombreada representa la cobertura que dicha ruta tiene, siguiendo el criterio del párrafo anterior.



*Cobertura de rutas con paradas no preestablecidas*



El transporte puede hacer paradas a lo largo de su ruta. Ej. Microbús, RTP.

## **FRECUENCIA**

La propuesta a seguir para la obtención de los datos numéricos fue a través del registro de los valores de frecuencia mediante el uso de instrumentos de medición de tiempo (reloj o cronómetro en mano), para los sistemas que se pretenda tomar dicha información en sitio.

Los datos presentados en este atributo son duros, ya que no cuentan con ninguna clase de descripción y al igual que en la cobertura se necesitan comparar para evaluarlas.

Las frecuencias se midieron en las diferentes estaciones, terminales intermodales, paradas y bases con que cuentan los diversos modos de transporte del área urbana de la Ciudad de México.

Por la forma de medirla, el tipo de información que se presenta en este atributo es escalar, ya que existe un cero absoluto (las unidades pueden no llegar a la zona de abordaje o saltarlas) y la medición se realiza de manera cuantitativa. En el caso de la frecuencia, pueden transcurrir varias horas para que un vehículo de servicio de transporte llegue a cierta ubicación que venga contemplada en el trazo de su ruta, así como puede pasar una unidad tras otras sin margen de tiempo para que los usuarios se acumulen, por lo que el servicio se pierde.

Por su vigencia y para fines de estudio y comparación, la información es dinámica, ya que las frecuencias en los diferentes sistemas de transporte y, dependiendo del horario de servicio, varían y pudieron presentar una dispersión de datos muy importante de acuerdo a: la disponibilidad de vehículos que operan, a la saturación de la vía (en caso de ser una vialidad mixta), a la facilidad de las rutas para el acceso a ciertas zonas del Distrito Federal y a los diferentes contratiempos que se pudieran presentar en las rutas que operan en cuencas de servicio de los diversos sistemas de transporte ofertados en la ciudad de México.

Por lo anterior, es necesaria la introducción de dos conceptos diferentes de frecuencia:

### **FRECUENCIA TEÓRICA**

La frecuencia teórica está referida al período de paso de las unidades descrita en el capítulo dos, aunque dicho concepto no incluye el abordaje de pasajeros con la llegada de unidades de transporte a las paradas, estaciones o terminales, y a pesar de que el sistema esté activo y circulando, el usuario puede no tener acceso al servicio, el principal motivo es la

sobresaturación o sobrecupo que no permite la entrada de personas al vehículo, por lo que el sistema no es eficaz en su objetivo de transportar al usuario.

## FRECUENCIA ÚTIL

La frecuencia no garantiza la satisfacción del usuario hacia el servicio, el motivo principal es la falta de capacidad en las unidades en zonas de abordaje. Así, la frecuencia útil es el período que el usuario, a partir de su llegada a la zona de abordaje, espera para abordar la unidad.

Por la fuente, la frecuencia es un fenómeno, ya que es un hecho cuyo valor de cuantificación cambia y su complejidad aumenta, dependiendo o no del tiempo y debe estudiarse y medirse para poder entenderlo.

Por la forma de generarla será tanto primaria o directa como documental ya que se ha recurrido a registros y documentos que indican el trazo de rutas, además se obtiene en campo con un propósito específico necesario para realizar un ejemplo indicativo de diagnóstico preliminar.

La propuesta consiste en expresar de tres maneras posibles el dato:

- Número de unidades que en cierto período (una hora, un día) ofrecieron el servicio de transporte captando aglomeraciones de usuarios en terminales, bases, estaciones o paradas relacionadas a una ruta establecida en el área urbana de la Ciudad de México en la que opera u ofrece el servicio dicho sistema.
- Tiempo que transcurrió para que una vez que una unidad abandonara la zona de abordaje, llegara la siguiente unidad (tomando en cuenta los diferentes factores que pudieran modificar este tiempo).
- Período que transcurría para que el usuario abordara la unidad.

Las metodologías de trabajo propuestas son las siguientes, las cuales son descripciones ilustrativas para este atributo.

Como el trazo de rutas es fijo, los vehículos cumplen con un tiempo de recorrido de línea en condiciones normales de operación (sin demoras ni incidentes), para lo cual se obtuvo ese tiempo (ya fuera a través de datos estadísticos, páginas web de consulta y obteniendo períodos en campo). De acuerdo a estos valores de tiempo y conociendo el número de unidades que operan sobre cierta ruta o línea, el servicio está pensado para ser invariable respecto al tiempo

que se preste, por lo que entre los vehículos disponibles deben cubrir la ruta con frecuencias uniformes.

Las rutas son cíclicas, esto quiere decir que un vehículo que pase por cierta ubicación y después de haber cubierto su ruta, eventualmente regresará al mismo punto. Por ello, una vez que se cuenta con el número de vehículos que operan en el periodo de tiempo que le toma a un vehículo regresar a un punto, se divide este tiempo entre ese número de vehículos, resultando en un valor de frecuencia promedio para condiciones normales de operación.

La otra manera de obtener los datos fue yendo a campo (estaciones de Metrobús, STC, Tren ligero y Suburbano, paradas de RTP, Microbuses, bases de Trolebús, CETRAM) y tomar el tiempo que transcurriera para que, una vez que una unidad hubiera abandonado el punto de abordaje, llegara otra unidad, tomando en cuenta las frecuencias útiles y teóricas.

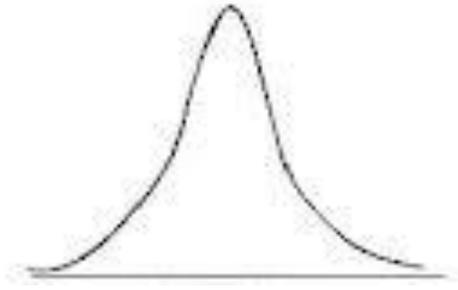
## **CONFIABILIDAD**

Los datos presentados en este atributo son duros, ya que se cuenta con una descripción del sistema apoyada en la agrupación de frecuencias, así como en la identificación de patrones de su comportamiento, además de contar con gráficas que reflejan la dispersión de datos de operación de servicio como tiempos de espera, y paso de unidades, etc.

El área urbana de estudio es la Ciudad de México, ya que se realizó el levantamiento de datos y posteriormente la obtención de información ligada a los sistemas de transporte que en esta zona opera.

Las gráficas de dispersión son una herramienta muy ilustrativa de la confiabilidad de un servicio, muestran la posibilidad de la existencia de correlación entre dos variables de un vistazo y, dependiendo de la confiabilidad del sistema, los resultados se distribuyeron de manera diferente lo que se tradujo en certidumbre o incertidumbre para el usuario.

Si la gráfica de resultados de operación presentara una cresta alta y la distribución de datos es acotada y confinada a un valor promedio, los datos de operación reflejarían una tendencia y son similares, por lo que el sistema de transporte de que se hable sería confiable para el usuario, ya que en el transcurso del tiempo fue poca la variación de su operación.



Si la gráfica, por el contrario presentara una cresta baja y la distribución de datos está más dispersa de un valor promedio, los datos de operación del sistema de transporte de que se hable serían inestables y variarían más respecto al tiempo, por lo que el sistema sería, a su vez, menos confiable para el usuario y en un período de tiempo presentaría diferentes condiciones de operación.



Por la forma de medirla, el tipo de información que se presenta en este rubro es escalar, ya que existe un cero absoluto, la medición se realiza de manera cuantitativa finalmente nominal ya que la opinión del usuario es de carácter cualitativo y adquiere un valor simbólico.

Otra propuesta para representar la confiabilidad es refiriéndose a valores de tiempo de traslado y/o espera representados en una gráfica para observar la dispersión respecto a un valor promedio. El concepto de rango en una serie de valores es una referencia de la dispersión de los datos, cuanto mayor es el rango, más dispersos tienden a estar los datos de un conjunto. Mientras mayor sea el rango de datos, menor será la posibilidad de confiabilidad del sistema y si el rango de valores es menor, la confiabilidad del modo cuya frecuencia de servicio se esté aforando se verá potencialmente beneficiada.

Por su vigencia tendría que ser dinámica, la operación de un sistema de transporte puede variar respecto al horario, época del año, día de la semana, etc. Aunque para fines de estudio y diagnóstico de este trabajo, asumimos que las condiciones de operación del servicio no cambian respecto al tiempo y que, al diagnosticar la confiabilidad de un sistema de transporte, el resultado se mantendrá.

El atributo se entiende como un objeto inerte que quiere decir que la operación no cambia respecto al tiempo y la confiabilidad será la misma. La población que usa frecuentemente el transporte público en el Distrito Federal se mantiene constante en cuanto a número.

Por la forma de generarla será documental y primaria, ya que se ha recurrido a registros y documentos que contienen material de encuestas origen destino. También la información se obtendrá a través de la observación-registro y por la misma naturaleza de la fuente puede no ser confiable.

La propuesta de resultados para la confiabilidad se expresó de dos maneras diferentes, como se ha mencionado, parte del ejemplo de diagnóstico se basó en la irregularidad de la operación, por lo que la confiabilidad se expresó de la siguiente manera:

- Medidas indirectas de confiabilidad mediante la frecuencia de los sistemas, y demoras.
- Observación directa de las condiciones de operación de los sistemas.

A partir de los valores de frecuencia con que se cuenta, los resultados de evaluación de rapidez y uniformidad que arrojen los resultados del levantamiento, se pudo llegar a ejemplos de diagnóstico preliminar y agrupación de datos que permitieron generar información relevante referente a qué tanta certidumbre tiene el usuario respecto al transporte público.

## **CONFORT**

Los usuarios serán parte del objeto de estudio para este atributo. Al visitar los CETRAM Indios Verdes, Taxqueña, Buenavista y Chapultepec se pudo percibir el grado de saturación con que las unidades de los diversos modos de transporte abandonaban las zonas de abordaje y comenzaban su operación, proporcionando una medida indirecta del confort.

Los datos son de carácter numérico, a través de cifras se pudo tener una percepción de la situación de confort dentro de las unidades de transporte público. Por la forma de medirla, el tipo de información que se presentó en este rubro es nominal y escalar, poseen valor cuantitativo y descriptivo.

## **SEGURIDAD**

Dichos datos son duros. Se propuso recurrir al registro de índices estadísticos de inseguridad dentro o en los alrededores de las terminales, bases, paradas y estaciones de los sistemas de transporte.

Por la forma de medirla, el tipo de información que se presentó en este atributo es escalar por los datos estadísticos de percances que se tengan registrados.

Un factor importante respecto a la seguridad es que fue más probable que en zonas donde se concentrara la mayor cantidad de gente que use el transporte público, se tuviera el mayor índice de robos, asaltos o incidentes por el descontrol que dichos centros de transferencia modal presentaran.

Por su vigencia y para fines de estudio y diagnóstico, la información fue estática, ya que asumiremos que la condición de seguridad, una vez diagnosticada se mantuvo constante respecto al tiempo.

La fuente fueron fenómenos, ya que son hechos que cambian, dependa o no del tiempo y se deben estudiar y medir para entenderlo.

Por la forma de generarla, la información fue documental y directa ya que se recurrió a registros estadísticos.

Propuesta de presentación de información referente a la seguridad expresada de dos maneras:

- Registros de índices estadísticos dentro o en alrededores de las terminales, bases, paradas y estaciones de los sistemas de transporte, así como notas periodísticas referentes al tema.
- La encuesta de opinión abordada en el capítulo IV nos dio la percepción que tiene el usuario respecto a la seguridad en los sistemas de transporte que usa frecuentemente.

## UTILIDAD

La utilidad fue estudiada desde un enfoque teórico y estuvo referida tanto a las ganancias como a las pérdidas sociales que, para el autor, representa el uso de los modos de transporte, es decir los beneficios y perjuicios que el sistema de transporte le trae al usuario.

La propuesta del enfoque que se le dio al atributo de la utilidad abarca un análisis de costo/beneficio social que los sistemas de transporte que operan en la ciudad de México han traído consigo, dicho análisis contempló el uso de información estadística, notas periodísticas y críticas técnicas que pudieran servir al autor como elementos en la elaboración de descripción de problemáticas. La segunda etapa del enfoque, como con el resto de los atributos, lo arrojaron las secciones de la encuesta de opinión, abarcado más adelante en el capítulo IV del presente trabajo.

Por la forma de medirla, los datos para este atributo fueron de carácter ordinal, ya que expresaron orden o jerarquía como incentivo para el uso de cierto sistema de transporte, es decir, qué prioridades tiene el usuario que lo llevan a tomar la decisión de usar determinado sistema.

Por su vigencia, la información no cambia respecto al tiempo, por lo que es estática.

Por la fuente, la información se obtuvo de personas y de objetos inertes.

Por la forma de generarla, la información fue directa, ya que dependió de los resultados de la encuesta que se hizo con propósitos específicos y de la observación de las CETRAM propuestas.

Propuesta de resultados expresada de la siguiente manera:

- El costo-beneficio de los servicios ofertados (la cual fue teórica): relación entre la dotación de infraestructura diseñada para servir una cuenca con el número de horas-hombre ahorradas y su justificación por la parte social.

### 3.2 SISTEMA DE TRANSPORTE COLECTIVO METRO

El STC o metro de la Ciudad de México es un sistema de transporte público tipo tren pesado que sirve a extensas áreas del Distrito Federal y parte del Estado de México. Su



operación y explotación está a cargo del organismo público descentralizado denominado Sistema de Transporte Colectivo (STC). El Metro realiza el 18% de los 20.6 millones de viajes que se generan en el DF y su zona conurbada.

*Figura 3.2.1 STC Metro*

#### COBERTURA

Algunos estudios en estaciones del metro han establecido que en un radio de 200 m prácticamente todos los viajes que llegan a ella se hacen a pie; a partir de los 600 m ya aparecen viajes en autobuses (10%), empezando a declinar rápidamente los viajes a pie. El uso del autobús como medio de acceso se incrementa rápidamente después de los 800 m y aparece el uso de los estacionamientos de transferencia así como el uso de rondas y aventones a las estaciones del metro. Por ello, es importante definir la cuenca de servicio en base al medio de transporte que se esté considerando siendo más amplia para el caso del transporte férreo que para el caso de los autobuses (Moliner Moliner & Sánchez Arellano, 1997).

- Kilómetros de vías dobles del STC-Metro: 225.9 km
- Líneas del STC Metro: 12
- Estaciones del STC Metro: 195
- Trenes del STC Metro: 302
- Vueltas anuales realizadas por los 201 trenes en operación diaria en el STC Metro: Un millón 157 mil 490
- Pasajeros transportados por el STC Metro en un día laborable: 4.2 millones de pasajeros
- Extensión de suelo urbano (centro - norte) de la ciudad de México: 61, 082 ha = 620.82 km<sup>2</sup>

Para tener un área de cobertura relacionada con la extensión de la red de STC, se proponen 500 m radiales. Así, para cada estación (195) se relacionará a una circunferencia de 1 km de diámetro, por lo que

$$\text{Área cubierta por cada estación de servicio} = \frac{\pi * d^2}{4} = \frac{\pi * 1^2}{4} = 0.786 \text{ km}^2$$

$$\text{Por 195 estaciones } 0.786 \text{ km}^2 * 195 = 153.15 \text{ km}^2$$

$$\text{Cobertura} = \frac{\text{área cubierta por el servicio}}{\text{área urbana}} = \frac{153.15 \text{ km}^2}{620.82 \text{ km}^2} = 0.247 = 24.7\%$$

24.7% de la superficie urbana del Distrito Federal (centro - norte) cuenta con infraestructura de cobertura del STC – Metro

En la figura 3.2.2 se observa la cantidad de viajes realizados en la zona urbana de la ciudad de México por los usuarios, así como la ubicación de dichos viajes usando el STC.

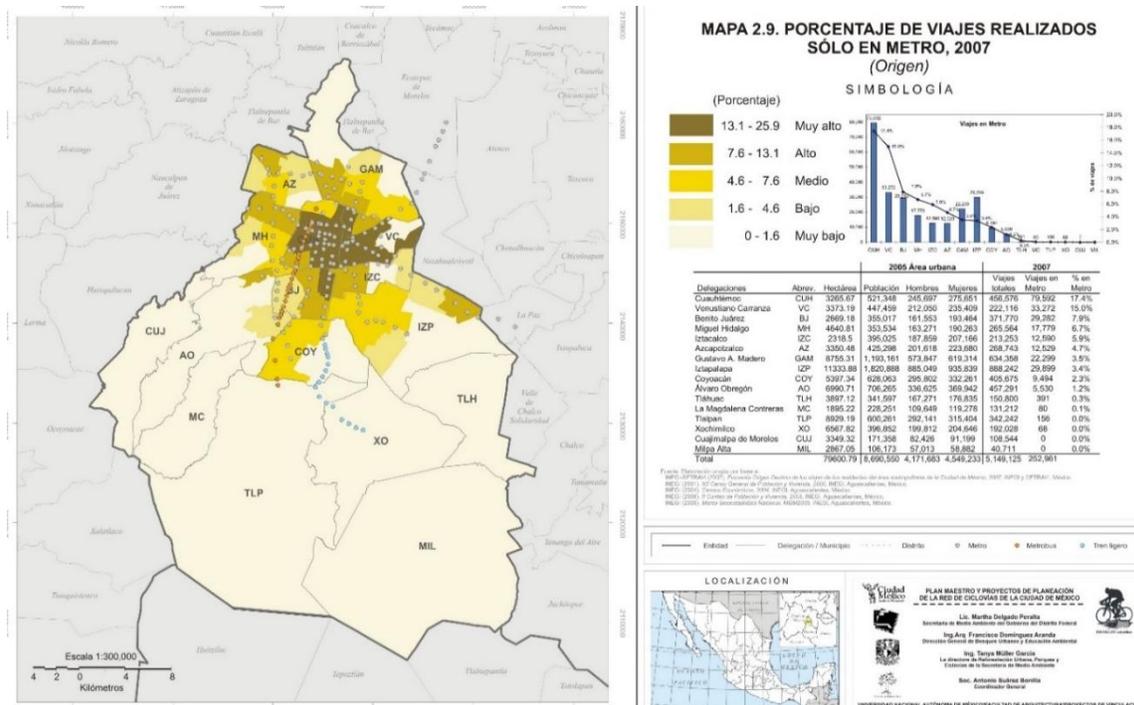


Figura 3.2.2 (Encuesta Origen Destino (EOD) 2007, 2008)

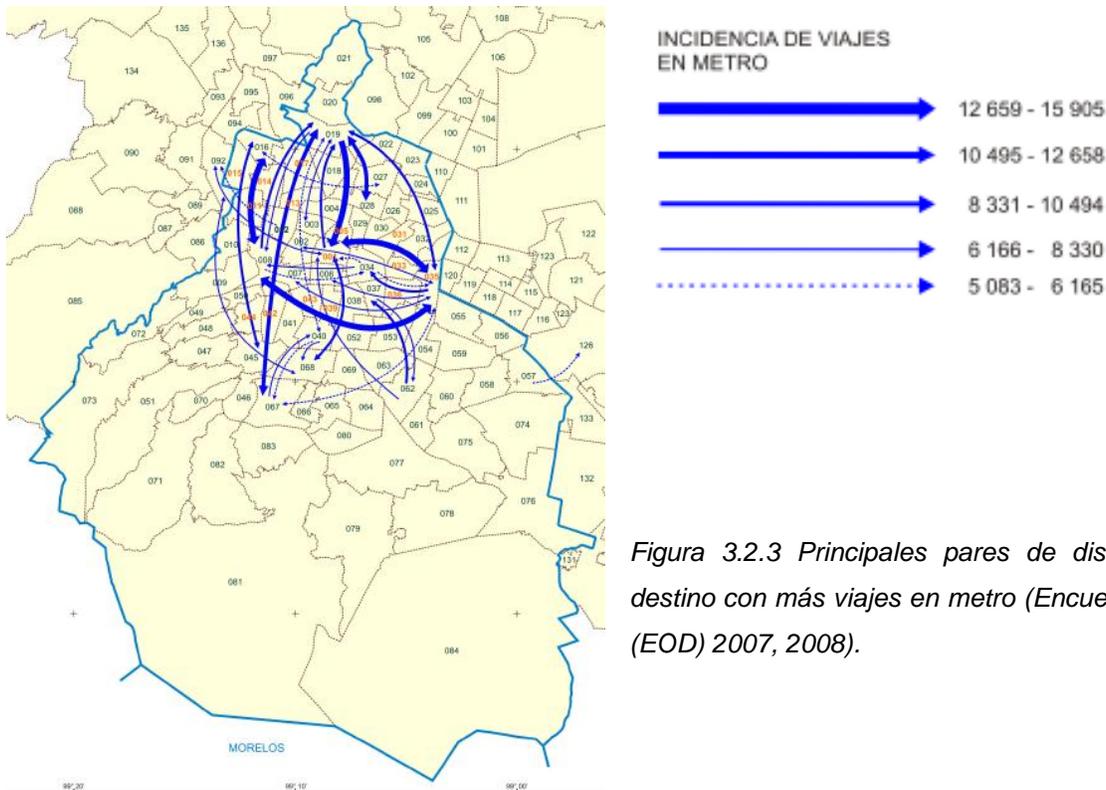


Figura 3.2.3 Principales pares de distritos de origen y destino con más viajes en metro (Encuesta Origen Destino (EOD) 2007, 2008).

- Las personas que viven en el Distrito Federal, se encuentran, en promedio, a 3.3 kilómetros de una estación de metro.
- Sólo las personas que se encuentran a una distancia de 10 minutos caminando (promedio) de una estación de metro, lo utilizan como primer medio de transporte

### Cifras de operación

En el 2012 se generó.

*Total de pasajeros transportados:* 1, 608, 865, 177 usuarios

*Total de accesos de cortesía otorgados:* 151, 478, 647

*Estación de menor afluencia:* Tlaltenco, Línea 12 con 100, 733 usuarios

*Estación de mayor afluencia:* Cuatro Caminos Línea 2 con 42, 933, 161 usuarios

*Kilómetros recorridos:* 42, 087, 784.92

*Servicio:* 365 días del año.



Figura 3.2.4 Red actual del STC Metro (2014)

## FRECUENCIA

Las velocidades de operación de las unidades del STC van entre los 25 y los 60 km/h con frecuencias a la hora de máxima demanda de 25 a 45 trenes por hora, dependiendo de la línea y, haciendo referencia a la fórmula de frecuencia definida en el subcapítulo 2.2, se puede establecer un rango teórico de frecuencias de unidades; dichos valores se encuentran sujetos a cambios y dependen de diversas variables como porcentaje de saturación de la unidad, condiciones climáticas, hora de uso del servicio, día de la semana, época del año, etc.

$$f = \frac{60}{i} = 25, \text{ por lo tanto el intervalo máximo } i_{\text{máx}} = \frac{60}{25} = 2.4 \text{ minutos}$$

*Lo que nos lleva a que, en teoría en hora de máxima demanda transcurrida, pasa aproximadamente un tren cada 2 min 24 segundos en una estación.*

$$f = \frac{60}{i} = 45, \text{ por lo tanto el intervalo mínimo } i_{\text{mín}} = \frac{60}{45} = 1.333 \text{ minutos}$$

*Lo que nos lleva a que en hora de máxima demanda que transcurra, pasa aproximadamente un tren cada 1 min 20 segundos en una estación, en teoría.*

En horarios base o de valle, los trenes pasan con una frecuencia de 5 hasta 15 minutos. Así se tiene que las frecuencias son de 1.333 hasta 2.4 minutos en horas pico y de 5 a 15 el resto de la jornada, en teoría (sujeto a variaciones).

Se puede elaborar un esbozo, a partir de fuentes de información de la página del STC de los diversos valores de frecuencias teóricas para cada línea de servicio a partir del tiempo que le toma a una unidad dar una vuelta a la línea (cuyo valor es constante) relacionando con el número de unidades disponibles para la línea (cuyo valor es variable dependiendo del horario de servicio).

### En línea 1

Vuelta a la línea se realiza en 55 minutos, por lo que las frecuencias en condiciones normales de operación son:

Hora pico: 14 trenes operando que pasan entre 3 y 5 minutos

Hora valle: 10 trenes operando que pasan entre 4 y 6 minutos

Horario nocturno: 6 trenes operando, espera de 10 a 15 minutos

### **En línea 2**

Vuelta a la línea se realiza en 55 minutos, por lo que las frecuencias en condiciones normales de operación son:

Hora pico: 14 trenes operando que pasan entre 3 y 5 minutos

Hora valle: 10 trenes operando que pasan entre 4 y 6 minutos

Horario nocturno: 6 trenes operando, espera de 10 a 15 minutos

### **En línea 3**

Vuelta a la línea se realiza en 55 minutos, por lo que las frecuencias en condiciones normales de operación son:

Hora pico: 14 trenes operando que pasan entre 3 y 5 minutos

Hora valle: 10 trenes operando que pasan entre 4 y 6 minutos

Horario nocturno: 6 trenes operando, espera de 10 a 15 minutos

### **En línea 4**

Vuelta a la línea se realiza en 55 minutos, por lo que las frecuencias en condiciones normales de operación son:

Hora pico: 14 trenes operando que pasan entre 3 y 5 minutos

Hora valle: 10 trenes operando que pasan entre 4 y 6 minutos

Horario nocturno: 6 trenes operando, espera de 10 a 15 minutos

### **En línea 5**

Vuelta a la línea se realiza en 55 minutos, por lo que las frecuencias en condiciones normales de operación son:

Hora pico: 14 trenes operando que pasan entre 3 y 5 minutos

Hora valle: 10 trenes operando que pasan entre 4 y 6 minutos

Horario nocturno: 6 trenes operando, espera de 10 a 15 minutos

## **En línea 6**

Vuelta a la línea se realiza en 55 minutos, por lo que las frecuencias en condiciones normales de operación son:

Hora pico: 14 trenes operando que pasan entre 3 y 5 minutos

Hora valle: 10 trenes operando que pasan entre 4 y 6 minutos

Horario nocturno: 6 trenes operando, espera de 10 a 15 minutos

## **En línea 7**

Vuelta a la línea se realiza en 55 minutos, por lo que las frecuencias en condiciones normales de operación son:

Hora pico: 14 trenes operando que pasan entre 3 y 5 minutos

Hora valle: 10 trenes operando que pasan entre 4 y 6 minutos

Horario nocturno: 6 trenes operando, espera de 10 a 15 minutos

## **En línea 8**

Vuelta a la línea se realiza en 55 minutos, por lo que las frecuencias en condiciones normales de operación son:

Hora pico: 14 trenes operando que pasan entre 3 y 5 minutos

Hora valle: 10 trenes operando que pasan entre 4 y 6 minutos

Horario nocturno: 6 trenes operando, espera de 10 a 15 minutos

## **En línea 9**

Vuelta a la línea se realiza en 55 minutos, por lo que las frecuencias en condiciones normales de operación son:

Hora pico: 14 trenes operando que pasan entre 3 y 5 minutos

Hora valle: 10 trenes operando que pasan entre 4 y 6 minutos

Horario nocturno: 6 trenes operando, espera de 10 a 15 minutos

## **En línea A**

Vuelta a la línea se realiza en 55 minutos, por lo que las frecuencias en condiciones normales de operación son:

Hora pico: 14 trenes operando que pasan entre 3 y 5 minutos

Hora valle: 10 trenes operando que pasan entre 4 y 6 minutos

Horario nocturno: 6 trenes operando, espera de 10 a 15 minutos

### **En línea B**

Vuelta a la línea se realiza en 55 minutos, por lo que las frecuencias en condiciones normales de operación son:

Hora pico: 14 trenes operando que pasan entre 3 y 5 minutos

Hora valle: 10 trenes operando que pasan entre 4 y 6 minutos

Horario nocturno: 6 trenes operando, espera de 10 a 15 minutos

### **En línea 12**

Vuelta a la línea se realiza en 55 minutos, por lo que las frecuencias en condiciones normales de operación son:

Hora pico: 14 trenes operando que pasan entre 3 y 5 minutos

Hora valle: 10 trenes operando que pasan entre 4 y 6 minutos

Horario nocturno: 6 trenes operando, espera de 10 a 15 minutos

Existe una discrepancia entre el dato proporcionado en la página web del STC y la información proporcionada por parte de fuentes operativas de línea 2, 3, 5 y B, dicha discrepancia se refiere al número de unidades disponibles para cada línea y se pudo encontrar una relación entre ambos datos; el número de unidades disponibles repercute en el valor de frecuencia teórica para cada estación, el valor de este tiempo es en un 19% menor para la página web respecto a las fuentes mencionadas, a partir de esta relación se procedió a elaborar una tabla con el número de unidades disponibles y las frecuencias que cumple cada una de ellas.

La tabla 3.2.1 muestra las frecuencias calculadas a partir de la información en la página web del STC. Las columnas, por orden de escritura son:

Tiempo pág.: muestra el tiempo que a un convoy le toma realizar el recorrido de la línea entera que le corresponda

Vuelta: se muestra el tiempo que al convoy le toma realizar una vuelta a la línea y es equivalente a dos veces el valor mostrado en la sección anterior denominada “Tiempo pág.”

Real (tiempo + 19%): Tras realizar recorridos en diversas líneas del STC en horario indistinto, el autor observó que el tiempo de recorrido de línea informado en la página Web no era preciso, se encontró un patrón que consiste en que al convoy le tomaba, en promedio, 19% más tiempo en realizar los recorridos de su trayecto, por lo que a decisión del autor, se le aumentó un 19% al tiempo de vuelta en todas las líneas.

Rec. Línea: expresa el valor de la columna anterior (“Real”) dividido por dos.

Número de trenes: en el conjunto de columnas siguiente se tiene el número de trenes disponibles para cada línea, según el horario en que se preste el servicio.

Trenes disponibles: número de trenes que, según la página web del STC, se tienen disponibles por cada línea para prestar el servicio de transportación.

H pico: durante la misma visita a las instalaciones del STC se observó un patrón de variación respecto al número de unidades disponibles para su operación y servicio, entre lo constatado en las visitas y los datos proporcionados en la página web del STC y es que existe un número de trenes operando menor al dato informado en la página web. La posible atribución que se le da es que cierto número de trenes se encuentra en reserva para situaciones emergentes o se encuentran en espera de mantenimiento. Dicha variación consiste en una reducción al 84% de las unidades operando en hora pico, valor usado para la columna que se aborda.

H valle: aún con esta situación, el número de trenes disponible cambia según el horario de servicio, por lo que, el número de unidades que opera en horario valle (h valle) es equivalente al 53% del valor señalado en la columna “trenes disponibles”.

Nocturno: de la misma manera que se señala en la columna antes citada, el porcentaje de trenes en operación en horario de servicio representa el 32% del valor señalado en la columna “trenes disponibles”.

Frecuencia promedio: el grupo de columnas agrupadas en dicha clasificación consisten en el cálculo e integración de los valores de frecuencias para cada horario y línea de servicio del

STC, su valor se obtiene de la relación entre el tiempo que le toma a una unidad o tren dar una vuelta completa a la línea o ruta que recorre entre el número de unidades disponibles en la misma ruta. Dichos valores son, como se indica, promedios, ya que las frecuencias, por lo regular, no son uniformes.

H pico: dentro de las frecuencias promedio, la contenida en esta columna es la que se presenta en horario de máxima demanda y resulta de dividir los tiempos en la columna llamada “real (tiempo + 19%)” entre el número de unidades disponibles en dicho horario (horario de máxima demanda o pico).

H valle: resultado de dividir los tiempos en la columna llamada “real (tiempo + 19%)” entre el número de unidades disponibles en dicho horario (horario valle); denota el periodo promedio que transcurre para las llegadas de los trenes de metro, para cada línea.

Nocturno: resultado de dividir los tiempos en la columna llamada “real (tiempo + 19%)” entre el número de unidades disponibles en dicho horario (horario nocturno); indica el tiempo que a los trenes les toma arribar a las estaciones para prestar el servicio de transporte.

CONDICIONES DE OPERACIÓN NORMALES STC											
LINEA	tiempo pag	vuelta (pagina web)	real (tiempo + 19%)	rec. Línea	número de trenes				frecuencia promedio (minutos)		
					trenes disponibles	h pico	h valle	nocturno	h pico	h valle	nocturno
1	32:15:00	64:30:00	76:45:18	38:22:39	35	29	19	11	2:38:48	4:02:23	6:58:40
2	38:10:00	76:20:00	90:50:12	45:25:06	29	24	15	9	3:47:06	6:03:21	10:05:35
3	39:15:00	78:30:00	93:24:54	46:42:27	35	29	19	11	3:13:16	4:55:00	8:29:32
4	16:35	33:10:00	39:28:06	19:44:03	10	8	5	3	4:56:01	7:53:37	13:09:22
5	23:05	46:10:00	54:56:18	27:28:09	19	16	10	6	3:26:01	5:29:38	9:09:23
6	19:20	38:40:00	46:00:48	23:00:24	12	10	6	4	4:36:05	7:40:08	11:30:12
7	26:00:00	52:00:00	61:52:48	30:56:24	22	18	12	7	3:26:16	5:09:24	8:50:24
8	30:00:00	60:00:00	71:24:00	35:42:00	21	18	11	7	3:58:00	6:29:27	10:12:00
9	22:15	44:30:00	52:57:18	26:28:39	21	18	11	7	2:56:31	4:48:51	7:33:54
A	22:00	44:00:00	52:21:36	26:10:48	21	18	11	7	2:54:32	4:45:36	7:28:48
B	33:20:00	66:40:00	79:20:00	39:40:00	28	24	15	9	3:18:20	5:17:20	8:48:53
12	42:00:00	84:00:00	99:57:36	49:58:48	26	22	14	8	4:32:37	7:08:24	12:29:42

Tabla 3.2.1 (Metro de la Ciudad de México, 2013)

En algunas líneas del STC se modificaron trenes de 9 carros por trenes de 6 carros con el fin de incrementar la frecuencia del paso de los convoyes. (Sistema de Transporte Colectivo, 2012)

## Distribución de trenes

La red del STC tiene un total de 390 trenes asignados (321 neumáticos y 69 férreos), para proporcionar el servicio a los usuarios en horas punta se tiene un polígono de operación de 282 trenes, los 108 trenes restantes se encuentran distribuidos en mantenimiento sistemático, mantenimiento mayor, rehabilitación, proyectos especiales y como reserva.

Línea	1	2	3	4	5	6	7	8	9	12	A	B	Total
Trenes	50	41	49	13	26	16	31	30	29	30	39	36	390

*Tabla 3.2.2 Características generales del vagón*

CARRO	
Velocidad comercial:	36 km/h
Velocidad máxima:	80 km/h
Mantenimiento menor:	Entre 6,000 y 8,000 km
Mantenimiento mayor:	Remolques cada 400,000 km
Altura riel a techo:	3.60 m
Altu piso a techo:	2.40 m
Ancho exterior:	2.50 m
Largo motriz con cabina (M):	17.1 m
Largo motriz sin cabina (N):	16.2 m
Largo remolque (R):	16.2 m
Tipo de frenado:	Reostático (eléctrico) y/o neumático
Peso promedio de carro (M)	
Peso vacío:	28.9 toneladas
Peso a 4/4 de carga (70kg/PAS):	40.8 toneladas

## SEGURIDAD

El diseño del STC consiste en transportar personas a través de una línea de recorrido de una estación a otra sin permitir su descenso en el intermedio de las estaciones, lo cual permite concentrar el flujo de usuarios a fin de controlar y dirigir los sistemas y personal de seguridad al interior de las instalaciones del STC. Como complemento y reciente incorporación a los sistemas de seguridad, porcentaje importante de las unidades del metro cuenta con cámaras de video vigilancia en su interior.

En el primer trimestre de 2013 se registraron 194 denuncias por robo al interior del Metro (ver figura 3.2.5). Según datos del Sistema de Transporte Colectivo Metro, al año 2011, en las 175 estaciones hay más de tres mil cámaras, lo que ayudara a que durante 2009 decreciera en 38 por ciento los delitos por hurto, además se instalaron 645 pulsadores de emergencia en los andenes y pasillos. Según el Sexto Informe de Gobierno de la Jefatura, al año 2012 el STCM cuenta ya con cinco mil 304 cámaras de video vigilancia, monitoreadas por la Secretaría de Seguridad Pública (La Gazzetta DF, 2013).

El personal de seguridad disponible para ciertas líneas es de hasta 2 policías por estación. En algunas líneas del STC (1, 2, 5, 6) no se cuenta con red húmeda que permita auxiliar contra incendios provocados por contingencias.

El usuario, una vez fuera de las estaciones, se ve expuesto a cualquier tipo de eventualidad que pone en riesgo la seguridad tanto de su persona como de sus posesiones, debido a que la instalación de estaciones del STC vuelve a la zona un importante punto de afluencia de personas, lo que lleva a detonar la actividad comercial tanto formal como informal e incrementar el riesgo de inseguridad.

El STC presenta equipos de seguridad eléctricos que permiten las velocidades máximas que se puedan lograr para espaciamientos entre estaciones dadas. En condiciones de lluvia se debe conducir a máximo 45 km/h en líneas terrestres (a nivel de suelo) y elevadas.

La guía del tren es simple y la tracción es eléctrica, lo que reduce las vibraciones del motor en comparación con motores que funcionan con gasolina o diésel, cuenta con sistemas de seguridad que permiten velocidades de operación cómodas para el usuario, también por ser un sistema de transporte limpio y silencioso.

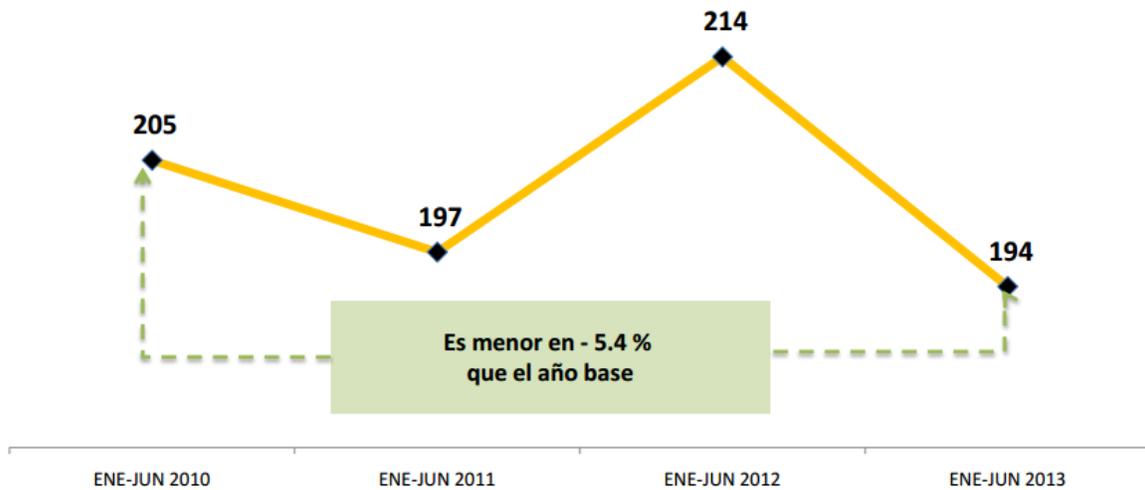


Figura 3.2.5 Robo a pasajeros al interior del Metro C/V y S/V (México, 2013)

### Vandalismo

El Metro de la Ciudad de México ha sufrido de constante vandalismo. Los daños más comunes van desde rayar con piedras los vidrios, hasta pintar el interior de los vagones con aerosoles.

El "metreo" se refiere a las actividades de conseguir pareja o relaciones sexuales gay dentro de los trenes o instalaciones del metro. Se ha implementado cerrar por la noche el acceso a los vagones del principio y final del convoy. El acoso sexual también es una constante para ambos sexos, que se da generalmente en las llamadas horas pico, aunque en particular el sector más afectado es el femenino. Los asaltos a usuarios son comunes en el sistema que se ha incrementado y también un problema social de la capital difícil de controlar, para lo cual se han colocado cámaras de video vigilancia para tratar de contener éste y los problemas anteriormente citados.

### Problemas técnicos

Variadas son las fallas que van desde la iluminación de las estaciones, torniquetes dañados, máquinas de recarga de tarjetas, pinchadura de neumáticos, sobrecalentamiento de motores con emisión de humo o fallas de frenado, hasta fallos eléctricos en las vías de alimentación, circulación de trenes con puertas abiertas y descarrilamientos, así como la presunción del fin de la vida útil de muchas estaciones construidas desde los años 60. (Metro de la Ciudad de México, 2013)

## CONFORT

La unidad de STC cuenta con ventanas laterales que permiten la ventilación y, a pesar de que se cuenta con ventiladores eléctricos, en ocasiones se encuentran sucios o inoperantes. El espacio interno de una unidad de metro, para horas de máxima demanda se observa insuficiente para un viaje cómodo. El panorama cotidiano que viven los usuarios que se trasladan en horas picos de días laborables, es que se deja sólo unos centímetros de espacio entre persona y persona, y el hecho de que las unidades permanezcan paradas por cierto período (debido sobre todo a la disminución de las frecuencias de operación por saturación, lluvias y fallas) ocasiona el aumento de tensión en pasajeros y viajes incómodos y prolongados.

Viajar en el Metro de la ciudad de México cada vez parece más incómodo debido a la saturación y el calor que ocasiona el exceso de gente y el mal funcionamiento de los sistemas de ventilación. Diariamente se presentan de 7 a 8 casos de desvanecimientos en adultos mayores y mujeres dentro de las instalaciones del STC debido a las altas temperaturas que se dan en los vagones.

Cada convoy se encuentra diseñado con capacidad para 1500 pasajeros, dicha capacidad permite un máximo del doble de pasajeros (3000).

La tabla que se presenta a continuación muestra los porcentajes de saturación observados para cada unidad que abandona la estación que, de manera indirecta, representan al confort del interior de unidades; los valores de no están acumulados, por lo que cada valor es independiente del anterior. Es importante mencionar que la observación se llevó a cabo durante un período de lluvia, lo que refleja altos porcentajes y bajo confort para el usuario.

	Saturación (%)
	200
	0
	150
	0
	120
	150
	100
	80
PROM	100
MAX	200
MIN	0
RANGO	200

STC INDIOS VERDES

Los porcentajes de la tabla 3.2.3 que en la visita se obtuvieron, muestran que hay períodos en que trenes del metro dejan la estación sin captar pasaje y las unidades que permiten abordar comienzan el recorrido de la línea con sobresaturación, lo cual aumenta el tiempo de estancia de pasajeros en las estaciones. La relación de trenes que ofrecen servicio en la estación y los que se retiran es de 1 a 1, es decir por cada tren que aborda pasajeros, otro se va sin pasajeros.

Tabla 3.2.3 Porcentajes de saturación observados en el STC

### Comercio informal

De acuerdo al anuncio emitido por la Asamblea de Representantes del Distrito Federal, el 6 de enero de 1993, las instalaciones del Sistema de Transporte Colectivo deben utilizarse exclusivamente para el transporte seguro y eficiente de pasajeros, prohibiendo el comercio informal en las instalaciones. Aún con esta prohibición es asediado por vendedores ambulantes, provocando un viaje incómodo para los usuarios. Sin embargo, las autoridades, tanto del Gobierno del DF como del STC, han permanecido incompetentes para frenar este tipo de prácticas. (Metro de la Ciudad de México, 2013).

### Capacidad de pasajeros por tren

Tren	Capacidad		
	Sentados	Parados	Total
6 vagones	240	780	1,020
9 vagones	360	1,170	1,530

## CONFIABILIDAD

La tabla 3.2.4 muestra para cada línea del STC el número de estaciones, el tiempo de recorrido, la longitud de cada línea, el número de trenes en cada línea y la demanda estimada diaria.

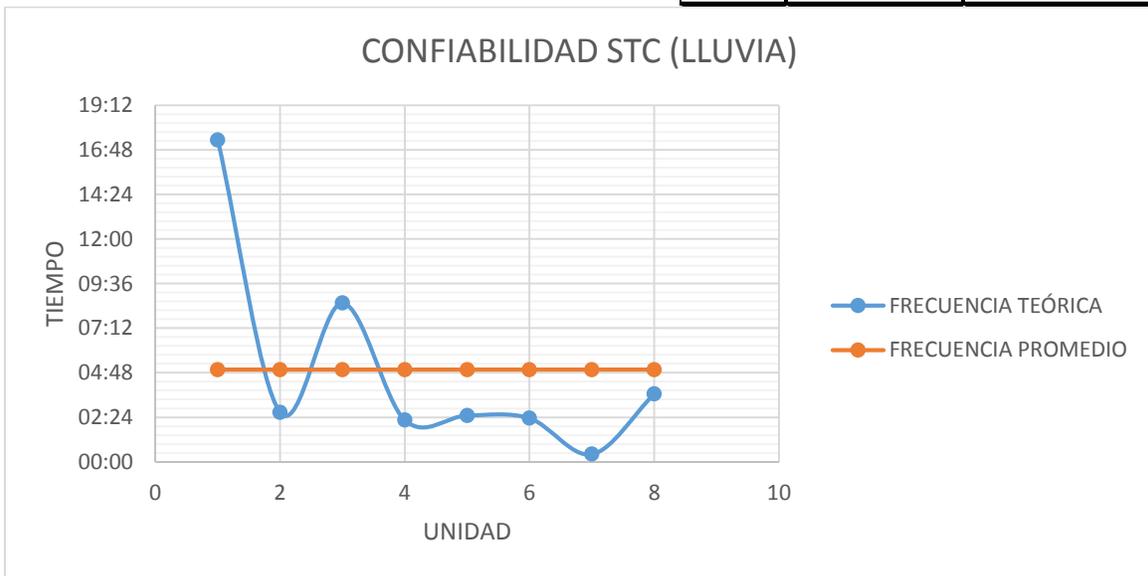
LÍNEA	No. De estaciones	Tiempo de recorrido (sin/demora)	Longitud (m)	Número de trenes	Demanda estimada diaria
LÍNEA 1 Observatorio-Pantitlán	20	32:15 min	18, 828	35	693,281
LÍNEA 2 Cuatro Caminos-Taxqueña	24	38:10 min	23, 431	29	809,070
LÍNEA 3 Indios Verdes-Universidad	21	39:15 minutos	23, 609	35	657,383
LÍNEA 4 Santa Anita-Martín Carrera	10	16:35 min	10, 747	10	75,823
LÍNEA 5 Politécnico-Pantitlán	13	23:05 min	15, 675	19	221,941
LÍNEA 6 El rosario-Martín Carrera	11	19:20 min	13, 947	12	126,673
Línea 7 El rosario-Barranca del Muerto	14	26:00 min	18, 784	22	256,514
LÍNEA 8 Garibaldi-Constitución de 1917	19	30:00 min	20, 078	21	361,544
LÍNEA 9 Pantitlán-Tacubaya	12	22:15 min	15, 375	21	331,333
LÍNEA "A" Pantitlán-La paz	10	22:00 min	17, 192	21	241,337
LÍNEA "B" Ciudad Azteca-Buenavista	21	33:20 min	23, 722	28	47,671
LÍNEA 12 Mixcoac-Tláhuac	20	42:00 min	26, 071	26	212,155
<b>TOTAL</b>	195	-	225, 900	279	4,034,725

Tabla 3.2.4 Características de operación del STC

La tabla 3.2.5 muestra las frecuencias útiles y teóricas de la terminal del STC Indios Verdes que, de manera indicativa, representan la confiabilidad del sistema; los valores de frecuencias no están acumulados, por lo que cada valor es independiente del anterior. Es importante mencionar que la observación se llevó a cabo durante un período de lluvia, lo que refleja frecuencias dispersas y baja confiabilidad para el usuario.

	Frecuencias útiles (minutos)	Frecuencia teórica (minutos)
	17:20	17:20
	-	02:40
	08:33	08:33
	-	02:15
	02:30	02:30
	02:41	02:21
	04:25	00:25
	05:52	03:40
<b>PROM</b>	<b>06:53</b>	<b>04:58</b>
<b>MAX</b>	<b>17:20</b>	<b>17:20</b>
<b>MIN</b>	<b>02:30</b>	<b>00:25</b>
<b>RANGO</b>	<b>14:50</b>	<b>16:55</b>

Tabla 3.2.5 Frecuencias útiles v teóricas del STC



La gráfica anterior muestra los valores de frecuencia para la estación Indios Verdes y para los cuales se señalaron dos trazos: la frecuencia teórica de las unidades y el valor de la frecuencia promedio de esas unidades, cada punto representa una unidad de STC y su relación al tiempo que le tomó abandonar la estación. Se puede observar que la dispersión de valores de frecuencia es alta, el rango de valores es de casi 17 minutos y por tanto, la certidumbre del usuario para usar el servicio se ve afectada.

Debido al desgaste inherente a las estructuras, cada vez se presentan más problemas de retrasos por fallas y filtraciones de agua. Para el caso de la estación Indios Verdes, en hora de máxima demanda el usuario tuvo que esperar hasta cuatro trenes para poder abordar debido

a la insuficiencia del servicio para transportar al número de usuarios que llegan. Ahora, tomando como ejemplo el dato de la tabla 3.2 referente al tiempo de traslado de terminal a terminal de la línea 3 (donde se encuentra la estación Indios Verdes), con un valor de espera de casi 15 minutos, el tiempo de traslado aumenta en más de 50 por ciento, de 39 minutos a 54 minutos (casi una hora de traslado).

La recolección de tarifas siempre se hace fuera de los trenes, además se cuenta con plataformas de acceso a los carros, lo cual permite ascenso y descensos simultáneos. Estas características hacen que los ascensos y descensos sean de 3 a 5 veces más rápidos que en el caso del tren ligero y de 10 a 20 veces más rápidos que en el caso de autobuses.

## **UTILIDAD**

En el caso del transporte administrado por el GDF, el caso del metro es ilustrativo. El Sistema de Transporte Colectivo metro constituye la infraestructura física, técnica y humana más importante con la que cuenta el Gobierno de la Ciudad de México para enfrentar la demanda de servicios de transporte, permitiendo un desahogo a la carga de las vialidades y aminorando considerablemente el impacto ambiental por pasajero transportado.

La disminución del índice general de captación del sistema indica rendimientos decrecientes, que en parte se explican porque sólo las líneas 1, 2 y 3 captan el 59% del total de usuarios. En situación contraria se encuentran las líneas 4 y 6 donde el trazo de las líneas no corresponde a los requerimientos de los usuarios.

A finales del año 2013 se incrementó la tarifa del STC de \$3.00 a \$5.00, el argumento consistió en la falta de mantenimiento de la flota vehicular y el subsidio de más de \$6.00 con que este sistema cuenta en su tarifa, se fijó una tarifa especial para las madres solteras, estudiantes y personas desempleadas, quienes seguirán pagando tres pesos, mediante la realización de un trámite.

Tabla 3.2.6 Estaciones de mayor afluencia promedio en día laborable en el año 2012

OCTUBRE - DICIEMBRE		
LÍNEAS	ESTACIÓN	AFLUENCIA
2	Cuatro Caminos	135,049
3	Indios Verdes	130,834
2	Tasqueña	110,418
A	Pantitlán	103,903
9	Pantitlán	94,703
5	Pantitlán	91,297

## CONCLUSIONES

Debido a la falta de mantenimiento del parque vehicular que presenta el sistema, así como a las deterioradas estructuras de ciertas instalaciones, la confiabilidad va decreciendo conforme transcurre el período útil del servicio; algunas líneas del STC llevan años trabajando con las mínimas condiciones de seguridad y mantenimiento, lo que repercute en los tiempos de traslado cada vez mayores.

Es mucha la incertidumbre a la que el usuario se somete al elegir el STC; en condiciones de lluvia, por sobresaturación, siniestros o incluso inoperancia, el servicio puede llegar a retrasarse desde unos cuantos minutos hasta perderse toda una jornada laboral.

Los trenes son operados por un conductor, lo que habla de una gran capacidad al mismo tiempo de lograr una buena productividad laboral. El STC no cuenta con ganancias, ya que el costo del boleto (\$3.00) no cubre los gastos de mantenimiento necesarios, provocando una merma en el rendimiento tanto de la maquinaria como de la infraestructura misma del sistema.

Debido a la permisividad por parte de las autoridades del D. F respecto a la situación de los llamados “vagoneros” que prevaleció durante años, se ve próximo (febrero de 2014) incurrir a gastos por 39 millones de pesos para retirarlos de las instalaciones del STC, dicho por el director del STC, cantidad que pudo haberse usado para muchas otras cuestiones que involucran el mejoramiento del servicio.

### 3.3 METROBÚS

Es un modo de transporte BRT (Bus Rapid Transit) que presta servicio en el Distrito Federal. Su planeación, control y administración está a cargo del organismo público descentralizado Metrobús. Tiene diversos componentes distintivos que juntos conforman un sistema integral.

Imagen 3.3.1 Metrobús de la cd. De México



Sus componentes principales son el carril confinado que permite el libre tránsito a los autobuses articulados y biarticulados, estaciones de plataforma elevada, permiten ingreso a nivel a los autobuses, servicio programado y controlado, autobuses de gran capacidad con muy bajas emisiones contaminantes, sistema de prepago automatizado por medio de tarjeta y sistema de control de autobuses central para su ubicación y programación. El Metrobús presenta ángulos de flexión horizontal de 40 a 45 grados y de 10 grados en el sentido vertical,

tal y como se muestra en la figura 3.3.2

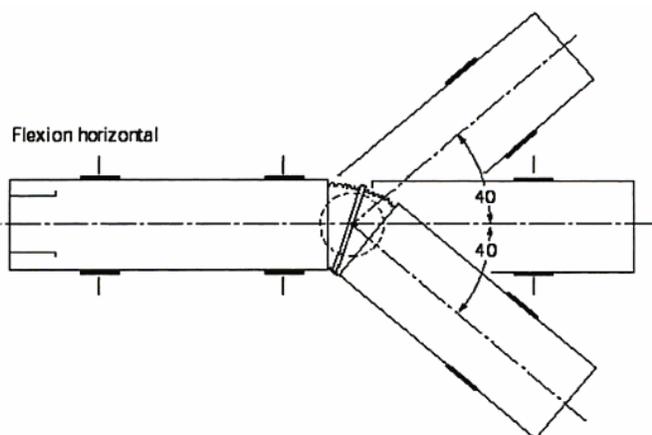


Figura 3.3.2 Flexibilidad de los autobuses articulados

## COBERTURA

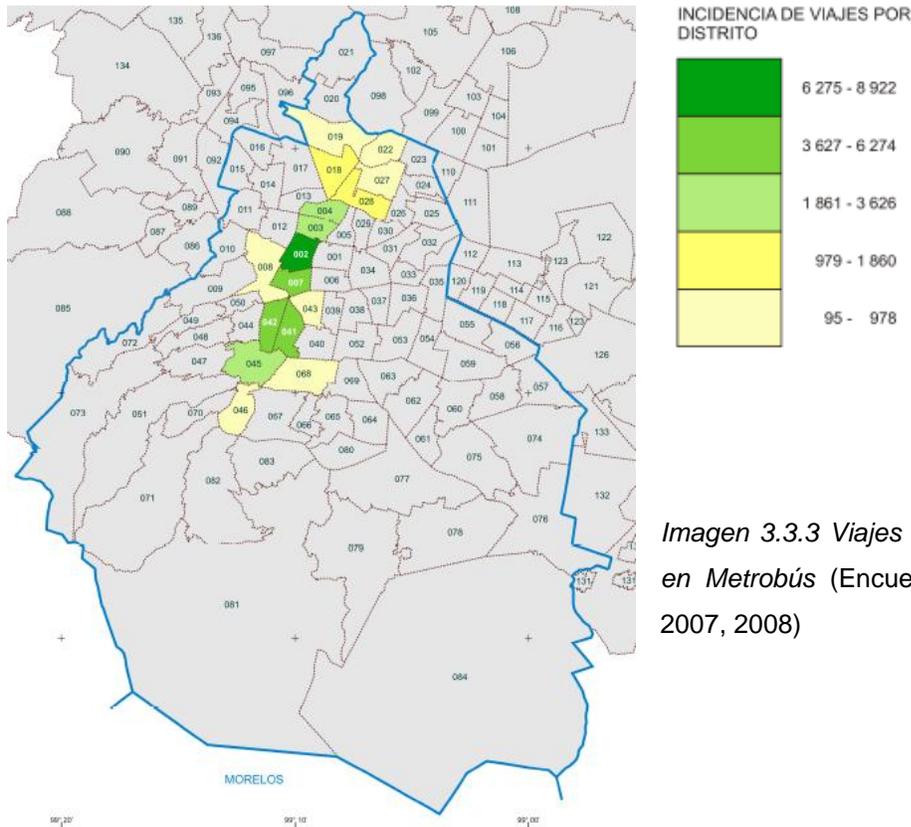


Imagen 3.3.3 Viajes de un solo tramo realizado en Metrobús (Encuesta Origen Destino (EOD) 2007, 2008)

Número de estaciones de Metrobús: 150

Longitud total de las cinco líneas: 105 km

- Extensión de suelo urbano (centro - norte) de la ciudad de México: 61, 082 ha = 620.82 km<sup>2</sup>

Para tener un área de cobertura relacionada con la extensión de la red de Metrobús, se proponen 530 m radiales que es la distancia promedio entre estaciones. Así, cada estación se relacionará a un área de cobertura circular con 1.06 km de diámetro, por lo que

$$\text{Área cubierta por estación en servicio} = \frac{\pi * d^2}{4} = \frac{\pi * 1.06^2}{4} = 0.8825 \text{ km}^2$$

$$\text{Por 150 estaciones } 0.8825 \text{ km}^2 * 150 = 132.38 \text{ km}^2$$

$$\text{Cobertura} = \frac{\text{área cubierta por el servicio}}{\text{área urbana}} = \frac{132.38 \text{ km}^2}{620.82 \text{ km}^2} = 0.213 = 21.3\%$$



## FRECUENCIA

Metrobús presenta un arribo de unidad promedio de 2 minutos en horario de máxima demanda. Circulan por las líneas de Metrobús 374 unidades de las cuales 27 son biarticulados, 293 articulados y 54 autobuses de 11 metros.

Durante la visita a la estación Indios Verdes de la línea 1 de Metrobús, se aforó el tiempo de las frecuencias de unidades de dos rutas en operación: *Indios Verdes - El Caminero (Tabla 3.3.1)* e *Indios Verdes - Glorieta de Insurgentes (Tabla 3.3.2)*, durante un período aproximado de media hora a partir de las 9:15 a.m. Los resultados se presentan a continuación.

CAMINERO-DR. GÁLVEZ	
	Frecuencias útiles (minutos)
	01:32
	01:15
	02:32
	01:52
	02:23
	03:29
PROM	02:10
MAX	03:29
MIN	01:15
RANGO	02:14

GLORIETA	
	Frecuencias útiles (minutos)
	01:20
	01:32
	02:30
PROM	01:47
MAX	02:30
MIN	01:20
RANGO	01:10

Tablas 3.3.1 y 3.3.2  
Frecuencias de rutas en Indios

Las frecuencias del servicio de Metrobús son uniformes y presentan menos variaciones respecto al servicio ofrecido en el STC. Los promedios de las frecuencias son de 2 minutos 10 segundos y de 1 minuto 47 segundos para las rutas indicadas, valores bajos y favorables para la operación.

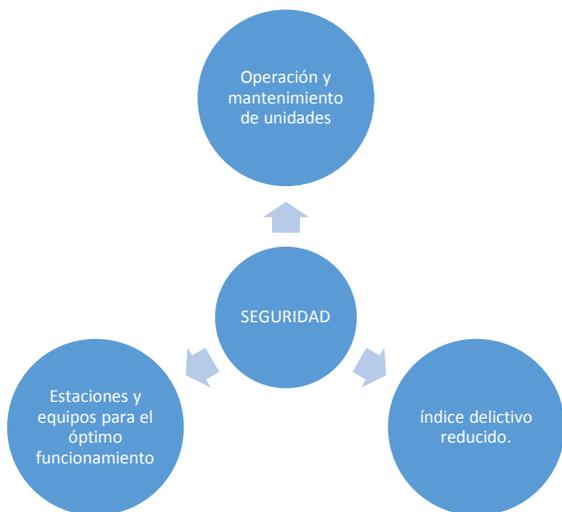
Usando la misma metodología de levantamiento de datos, se tomaron los períodos de paso de las unidades de Metrobús (Tabla 3.3.3) que circulan en la línea 3, estación Hidalgo, dirección Tenayuca-Etiopía. Como se observa en la tabla presentada a continuación, las frecuencias de servicio se encuentran dispersas y son relativamente bajas, cabe señalar que el horario en que se realizó el aforo fue a las 5:40 p.m. en día miércoles, es decir, minutos antes de comenzar el horario de máxima demanda vespertino. El valor promedio de las frecuencias fue de 2:54 minutos; el valor máximo fue de 4:26 minutos, el menor de 43 segundos.

METROBÚS	
LÍNEA 3, TENAYUCA - ETIOPÍA	
UNIDAD	FRECUENCIA ÚTIL (MINUTOS)
1	02:10
2	02:25
3	00:43
4	03:50
5	04:26
6	03:35
7	04:08
8	01:56
PROM	02:54
MAX	04:26
MIN	00:43
RANGO	00:43

Tabla 3.3.3 Frecuencias Metrobús Línea 3

## SEGURIDAD

Varios aspectos han permitido mantener un nivel de seguridad aceptable dentro y fuera de estaciones y unidades de Metrobús, entre ellos se encuentra el mantener al pasajero de la unidad aislada del medio externo por el cual transita la unidad, es decir, una vez que la unidad de Metrobús abordada, abandona la estación y se encuentra en movimiento, al usuario no se le permite abandonar la unidad para realizar paradas en cualquier punto de la ruta que no sea estación, existen paradas preestablecidas que permiten al sistema gestionar el flujo de pasajeros y concentrar los elementos de seguridad en dichas paradas, tales como personal de seguridad, cámaras y sistemas de emergencia.



El Sistema Metrobús cuenta también con cámaras de video vigilancia, además de vigilancia permanente en todas las estaciones y dispositivos de alerta. (La Gazzetta DF, 2013)

## CONFORT

El Metrobús presenta mayores dimensiones que el autobús regular. Formado por dos o tres carrocerías unidas por una o dos articulaciones respectivamente, permite tener un interior continuo a la vez de permitir que el autobús se *doble* durante los giros.

La longitud de estos vehículos varía entre los 16 y los 18 m, con un total de asientos de 66 y una capacidad total de 180 espacios (condiciones de diseño), también cuenta con 3 hasta 4 puertas (dependiendo si es articulado o biarticulado), de doble canal.

El confort del transporte público se ha visto mejorado a través de la red de Metrobús, entre ellos se encuentra el haber diseñado la capacidad de las unidades, estaciones y terminales tanto para horas base como de máxima demanda, así como facilitar y optimizar la accesibilidad

a las estaciones. Otro aspecto es el diseño de áreas verdes y espacios públicos para la mejora de la imagen urbana, la ubicación estratégica de las estaciones (de acuerdo a la concurrencia de la población) y, más importante, dónde era factible construir dichas estaciones (tomando en cuenta la instalación eléctrica y el abastecimiento de agua potable y alcantarillado).

El proceso constructivo general de la obra que consistió en el estudio de Mecánica de Suelos, realización de encuestas origen-destino, construcción y operación de estaciones y unidades, demolición de la carpeta asfáltica, preparación de terracería, tendido de concreto hidráulico y reubicación de rutas de microbús y camiones colectivos (o en su caso, anulación), trajo cambios importantes en la operación de las vialidades. El confinamiento de un carril provocó la disminución de las velocidades de operación del vehículo particular, ocasionando que los viajes fueran menos confortables, debido principalmente, a su prolongación.

Durante la visita a la estación Indios Verdes de la línea 1 de Metrobús, se aforaron los porcentajes de saturación que presentaron las unidades de dos rutas en operación: *Indios Verdes - Dr. Gálvez - El Caminero (Tabla 3.3.4)* e *Indios Verdes - Glorieta de Insurgentes (Tabla 3.3.5)*, durante un período aproximado de media hora a partir de las 9:15 a.m. Los resultados se presentan a continuación.

CAMINERO-DR. GÁLVEZ	
	Saturación (%)
	80
	60
	100
	180
	100
	80
PROM	100
MAX	180
MIN	60
RANGO	120

Glorieta de Insurgentes

Glorieta de Insurgentes	
	Saturación (%)
	200
	150
	180
PROM	176.6666667
MAX	200
MIN	150
RANGO	50

Tablas 3.3.4 y 3.3.5  
Porcentajes de saturación en rutas de Metrobús

El porcentaje de saturación de las unidades de Metrobús con pasaje es menor al

porcentaje de saturación en las unidades del STC, es decir, el índice de unidades que presentan sobresaturación en Metrobús

es menor al índice de unidades de STC que presentan dichas condiciones de saturación. A pesar de ello, las unidades presentan serias saturaciones con promedios del 100 y casi del 180 por ciento, lo que impide viajes cómodos para los usuarios.

Para la línea 3, estación Hidalgo, dirección Tenayuca-Etiopía, cuyo horario en que se realizó el aforo fue a las 5:40 p.m. en día miércoles, los porcentajes de saturación observados son bajos, presentando un promedio del 27.5% de saturación, la saturación observada no rebasó el 50% de la capacidad.

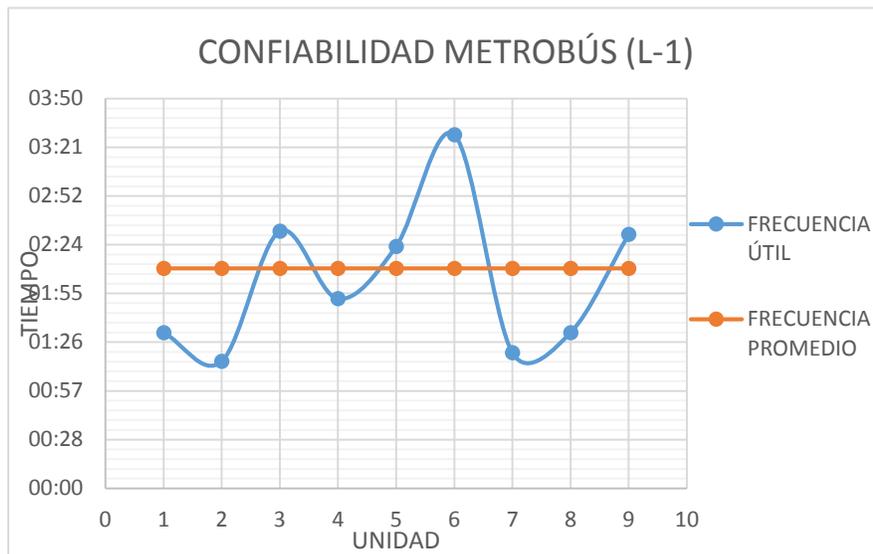
METROBÚS	
LÍNEA 3, TENAYUCA - ETIOPÍA	
UNIDAD	SATURACIÓN (%)
1	50
2	30
3	20
4	10
5	30
6	20
7	30
8	30
PROM	27.5
MAX	50
MIN	10
RANGO	40

De igual manera que en el STC y por motivos de saturación, el Metrobús conserva una cualidad de operación que consiste en no permitir el abordaje de personas en ciertas estaciones para ciertas unidades. Dichas unidades son llevadas directamente a estaciones sobresaturadas para que los usuarios dispongan de unidades vacías, liberando espacios de estaciones y satisfaciendo la demanda del sistema. Dada la observación de la terminal, se encontró un patrón entre las unidades que abordan pasajeros y las que no, dicha relación de es de 5 a 1, es decir, por cada cinco unidades de Metrobús que permiten el abordaje en la terminal, hay una unidad que parte al abordaje de las siguientes estaciones.

## CONFIABILIDAD

El servicio que ofrece Metrobús cuenta con una distribución de alta regularidad y surge como consecuencia de la constante capacitación de operadores de unidades y personal de estaciones, así como de la innovación tecnológica del sistema. Las frecuencias aforadas en la estación Indios Verdes reflejan uniformidad y, por lo tanto, se vuelve confiable para el usuario. Los usuarios son captados de una manera ordenada con una demora para el abordaje casi nula. En una visita técnica a las instalaciones de la terminal de Indios Verdes de la Línea 1 del Metrobús de la Ciudad de México, se observó que la frecuencia de unidades no permite largos períodos de espera del usuario, como un ejemplo, el máximo período que transcurrió para que

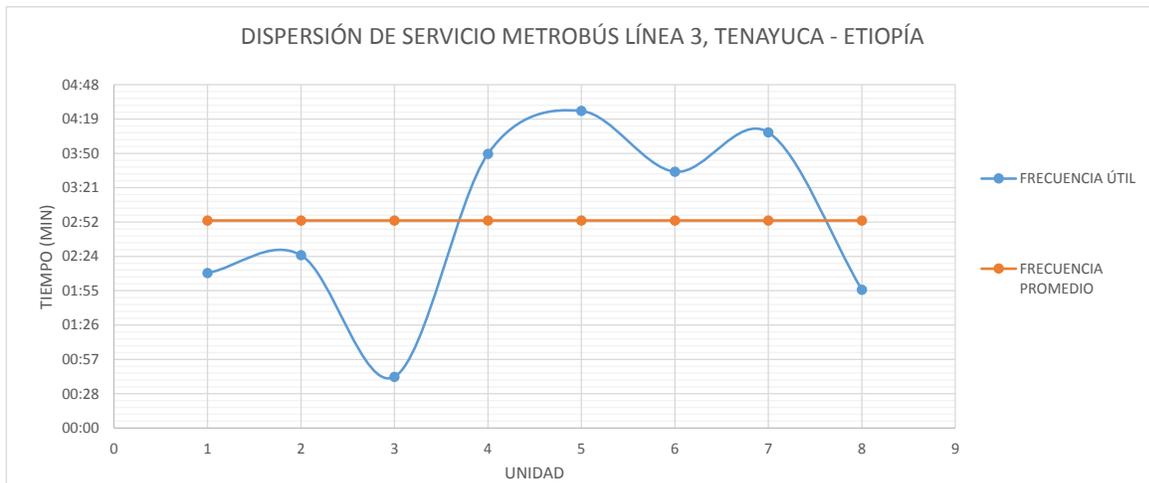
una unidad arribara a la terminal fue de alrededor de 3 minutos, en horario de máxima demanda.



Para el Metrobús se retomó el análisis que se realizó para el STC, se realizó un aforo frecuencias de unidades que arribaban a la terminal con la finalidad de graficar tanto esos valores como el valor de la frecuencia promedio, dichos resultados se encuentran en la gráfica anterior y, como se puede

observar, la variación de las frecuencias es menor comparada con el STC, lo cual habla de un servicio ofertado más uniforme y confiable.

Como se ha mencionado, el servicio varía de una línea a otra, dependiendo del horario en que se opere y la zona que se atienda; mientras que la visita a la línea 1 se realizó en la hora de máxima de manda matutina, la visita a la línea 3 se realizó en horario vespertino a unos minutos de comenzar el segundo pico de demanda cotidiano, dicha condición se ve reflejada en la frecuencia de paso en la estación Hidalgo de la línea 3, en la que se observa mayor dispersión en el paso de la unidades y períodos más alargados que en línea 1. A pesar de ello, el servicio en línea 3 de Metrobús puede considerarse confiable debido a un sistema inteligente de transporte que se explica más adelante, llamado Centro Informativo de Transporte Inteligente (CITI).



Un aspecto importante, referente a la certidumbre y al confort del usuario, es que próximo a abordar alguna unidad ya en condiciones de sobresaturación, en horario de máxima demanda y tomando en cuenta que se tienen solo 5 segundos para abordar, regularmente el usuario opta por no abordar y esperar a la siguiente unidad, ya que se tiene una idea clara de que la espera por la siguiente unidad será mínima, a diferencia del STC, donde el usuario, con unidades ya saturadas, prefiere abordar a la primera oportunidad, renunciando a cualquier oportunidad que se tenga de confort.

Para la línea 3 de Metrobús (que circula de Tenayuca a Etiopía), se ha implementado el “Centro Informativo de Transporte Inteligente” (CITI), un sistema inteligente de transporte que consiste en informar sobre la llegada de las 56 unidades que operan en 33 estaciones para mejorar la operación, controlar, regular la frecuencia del paso de autobuses que operan en dicha ruta, indicar la posición real de las unidades y que responde ante eventualidades que se presenten en calles de la ciudad a los más de 150 mil usuarios que diariamente se trasladan en esta vía. CITI consiste en 68 pantallas de 32 pulgadas instaladas en las 33 estaciones y dos pantallas de 18 pulgadas colocadas en cada una de las 56 unidades que brindan el servicio. Los usuarios que se encuentran en las estaciones conocen, mediante las pantallas, la información sobre la operación de la línea, como: fecha, hora, línea, estación, destino, ruta a la que corresponde el autobús que arribará y en cuánto tiempo llegará la próxima unidad.

## **UTILIDAD**

La utilidad social queda implícita en los beneficios, entre los cuales se tiene:

Disminución de los tiempos de recorrido, traslados con mayor confort y seguridad, mejora en la imagen urbana y calidad de vida, mayor eficiencia y control del transporte público, comunicar por vía rápida el estado de México y el resto de la ciudad de México, mejorar la movilidad no solo del 80% de los habitantes de la ciudad que usan transporte público, sino también, buscar revertir el uso del automóvil particular, desarrollo de un servicio de transporte sustentable, impulso al desarrollo de nuevas tecnologías y combustibles y aumenta la seguridad vial y se reducen los accidentes.

La tarifa de un viaje en el Sistema de Corredores de Metrobús es de \$6.00; los transbordos entre Línea 1, Línea 2, Línea 3, Línea 4 y Línea 5 son gratuitos siempre y cuando se realicen dentro de las primeras dos horas de haber ingresado al sistema. La tarifa de un viaje en el Sistema de Corredores Metrobús de Terminal San Lázaro a las Terminales 1 y 2 del Aeropuerto de la Ciudad de México es de \$30.

Durante 2013, en el sistema Metrobús se transportaron a 230 millones de pasajeros a través de las cinco líneas que conforman su red de corredores. La Línea 1, que corre de norte a sur sobre Insurgentes, trasladó a 125 millones de personas en 2013, lo que la ubica como el corredor de mayor uso. El resto de los corredores transportaron ese año menos de la mitad del total de pasajeros en L1; 48 millones en L2; 40 millones en L3; 14 millones en L4 y 3.2 millones en L5.

### **Beneficios:**

Para el usuario:

- Disminución de los tiempos de recorrido.
- Traslados con mayor confort y seguridad.
- Mejora en la imagen urbana y calidad de vida.
- Generó empleos en los municipios y disminuyó la migración.

Para el Gobierno:

- Mayor eficiencia y control del transporte público.
- Construcción de la obra en corto tiempo.
- Mínima inversión comparada con otras alternativas.
- Desarrollo de un servicio de transporte sustentable.
- Impulso al desarrollo de nuevas tecnologías y combustibles.
- Mejora la relación con los concesionarios y cumple el objetivo de proporcionar un transporte eficiente a la comunidad.
- Aumenta la seguridad vial y se reducen los accidentes.
- Incrementó el turismo por las facilidades de llegada

Para los actuales concesionarios:

- Cambio hacia un negocio más ordenado, competitivo y rentable.
- Eliminación de ineficiencias en el transporte actual.
- Hace más atractivo el retorno sobre la inversión de los participantes.
- Dota de certidumbre durante el periodo contractual.
- Seguridad en el empleo, mejores condiciones de trabajo y nivel de vida para los trabajadores.

### **Aciertos en la Planeación**

Algo novedoso en el Metrobús son las taquillas automatizadas. En el servicio no hay taquilleras o taquilleros, es decir, no hay personas dedicadas exclusivamente a vender boletos. En su lugar hay máquinas donde se pueden comprar tarjetas de acceso y abonarles dinero. Esta situación a largo plazo implica reducción de costos y tiempos de operación: Metrobús no tiene que pagar salarios, prestaciones sociales, vacaciones, incapacidades por enfermedades, accidentes o jubilaciones (exceptuando a operadores de unidades y cuerpos de seguridad).

## Problemas en la Planeación

Debido al crecimiento demográfico lo que lleva a una demanda exponencial creciente, el servicio se ha sostenido mediante la introducción de un 20% más de flota en los primeros 5 años de operación, lo que eventualmente llevará a un colapso del sistema si no se piensa en alternativas de transporte, el problema es que desde los primeros días que el servicio entró en operación ya sufría de una sobresaturación.

Inicialmente, la carpeta asfáltica de los carriles sufrió hundimientos y agrietamientos debido al mal diseño y planeación de frecuencia de cargas y peso de las unidades (Imagen 3.3.5).

Por insuficiencia de espacio (ancho de carriles de Metrobús), es muy común observar tallones a las bardas de los camellones de la avenida Insurgentes y aplastamiento a las líneas divisorias de carriles.



*Imagen 3.3.5 Sustitución de la carpeta asfáltica por concreto hidráulica en Av. Insurgentes*

Las carpetas de concreto hidráulico se instalaron con pendiente para evitar inundaciones en épocas de lluvia.

Originalmente las paredes de muchas estaciones eran metálicas y porosas lo que ocasionaba que al llover, la gente que esperaban abordar el Metrobús se mojara. Ante este error de diseño, las paredes de metal poroso se sustituyeron por vidrio templado.



*Imagen 3.3.6 Diseño tipo estaciones Metrobús*

## Población beneficiada

El beneficio se da a la población de estrato económico medio que no posee un transporte particular y necesita transportarse diariamente a sus actividades laborales. Además, el servicio del Metrobús (principalmente líneas 1 y 3) es aprovechado en mayor proporción por los habitantes del estado de México que desde las terminales abordan las unidades para dirigirse a sus labores en el Distrito Federal.

Con la implementación de las estaciones de Metrobús, y como sucedió con las estaciones del metro, se instalaron muchos puestos de comercio ambulante alrededor de dichas estaciones, lo cual representó un beneficio para estos grupos permitiéndoles tener una fuente de ingresos mediante el comercio informal.

### **Población afectada**

En la contraparte, la afectación fue para la población que ya contaba con un medio de transporte particular, esto es porque al otorgarle al Metrobús un carril exclusivo, entorpece la circulación

Otro grupo afectado fue el de operadores de transporte público que operaban en toda la avenida Insurgentes o parte de ella, tales como conductores de microbuses y camiones de SCT, ya que, una vez instalado el servicio de Metrobús, muchos trabajadores se quedaron sin fuente de ingresos, otros fueron reubicados y algunos permanecieron como operadores del servicio actual. Pero a final de cuentas, es una afectación a los grupos que laboraban en esta avenida. Por ejemplo desapareció la ruta San Ángel - Carrasco y San Ángel - Villa Coapa.

Por otra parte, se encuentran los residentes de zonas cercanas a las estaciones que más que afectación física, sufrieron afectación al confort y percepción de las zonas donde habitan (en su mayoría, personas de estrato económico medio). La Línea 1 de Metrobús, que corre de Indios Verdes a El Caminero, asciende a 48 estaciones en beneficio de 440,000 usuarios por día.

### **Capacidad (Tren de 8 coches, en hora pico)**

- 460 pasajeros sentados.
- 1,816 pasajeros de pie.
- 2,276 pasajeros totales.

	<i>Línea 1</i>	<i>Línea 2</i>	<i>Línea 3</i>	<i>Línea 4</i>	<i>Línea 5</i>	<i>Totales</i>
<i>Longitud (km)</i>	30	20	17	28	10	105
<i>Pasajeros beneficiados por día</i>	440,000	170,000	140,000	50,000	55,000	855,000

*Tabla 3.3.6 Cifras de la página web de Metrobús*

## **Beneficios ambientales:**

Por el uso de tecnologías menos contaminantes, el cambio de transporte modal de los usuarios, la reducción en los tiempos de viaje, la disminución del número de vehículos que circulan actualmente y la maximización en el uso de la flota de autobuses, cada año se dejarán de emitir a la atmósfera:

- 73,046 toneladas de bióxido de carbono
- 144 toneladas de HCT
- 1466 toneladas de monóxido de carbono
- 35 toneladas de óxidos de nitrógeno
- 4 toneladas de partículas suspendidas PM

## **CONCLUSIONES**

La reducción de los costos de operación por kilómetro y de horas-hombre le permite al Metrobús ser un modo de transporte eficiente. Asimismo, permite proveer altas capacidades y frecuencias, lo cual resulta en una menor saturación durante las horas de máxima demanda y traslados de mayor volumen de pasajeros, ganando un mejor aprovechamiento del espacio e incremento de la capacidad de línea.

El Metrobús es un transporte recientemente implementado en la ciudad de México (comenzó a operar en 2005), su operación presenta las dificultades del tránsito en vialidad mixta y la oferta se ha visto rebasada rápidamente a partir de su implementación, probablemente debido al hecho de que se haya generado una demanda adicional a la proyectada durante su planeación.

La estadística final de transportación de Metrobús en 2013 se traduce en un crecimiento de 4.52 por ciento respecto al número total de pasajeros transportados el año pasado.

En horas pico de demanda, el servicio se sobresatura lo que hace que la eficiencia de diseño que ofrece disminuya, esto se refleja en mayores tiempos de abordaje y transporte y menor seguridad para los usuarios (mayor probabilidad de asaltos, robos y accidentes o siniestros).

El crecimiento de la red de Metrobús continuará este año (2014) con la Línea 6 a través del Eje 5 Norte, que se conectará el Centro de Transferencia Modal de El Rosario con el Bosque de Aragón.

### 3.4 TREN LIGERO

El Tren ligero de la Ciudad de México forma parte de la red Servicio de Transportes Eléctricos del Distrito Federal que presta servicio sobre la calzada Tlalpan, atendiendo a las delegaciones Xochimilco, Tlalpan y Coyoacán, siendo éste un corredor importante en el sur de la Ciudad de México. Es administrado por el organismo público descentralizado Servicio de Transportes Eléctricos del Distrito Federal. (Dirección de Nuevas Tecnologías, 2006)



*Imagen 3.4.1 Tren Ligero de la Cd. de México*

### COBERTURA

El Tren Ligero cuenta con una línea de 13,04 kilómetros de doble vía. Su parque vehicular está formado por trenes ligeros articulados de piso alto de rodadura férrea. Posee un total de 18 estaciones de las cuales 16 son de paso y 2 terminales y el tendido de las vías es totalmente a nivel de suelo. Los trenes se componen únicamente de dos vagones.

Tabla 3.4.1 Servicio de transportes eléctricos: Principales indicadores, año 2007

TREN LIGERO		Unidad de medida	
Pasajeros Promedio en día laborable	miles de usuarios		65.09
Tarifa	pesos		2.00
Longitud de la Red en Servicio	Km.		201.4
Unidades en operación	Trenes		250
Kilómetros recorridos en el año	millones Km.		1.5
Kilómetros recorridos en día laborable	miles Km.		4,474.70
Total del personal en la institución	personas		2,919
Número de vueltas en el año	miles		60.4
Usuarios transportados con boleto pagado	usuario		19,673,300
TROLEBÚS			
Pasajeros Promedio en día laborable	miles de usuarios		207.49
Tarifa	pesos		2.00
Longitud de la Red en Servicio	Km.		467.61
Unidades en operación	Trolebús		283
Kilómetro recorridos en el año	millones Km.		22.8
Kilómetro recorridos en día laborable	miles Km.		66,695.30
Total del personal en la institución	personas		9,919
Número de vueltas en el año	miles		868.1
Usuarios transportados con boleto pagado	miles de usuarios		66,963

FUENTE: Informe de Gestión de la Secretaría de Transporte y Vialidad, 2007.

Los trenes poseen un pantógrafo en la parte superior para recibir la tensión de 600 Vcc suministrada por medio de una catenaria. Algunas de las características de los trenes ligeros articulados son:

- longitud: 29,560 m
- ancho: 2,650 m
- altura del piso: 1,020 m
- velocidad máxima de servicio 80 km/h
- capacidad máxima: 300 pasajeros
- peso vacío: 40 000 kg (Secretaría de Transportes y Vialidad, 2007)

- Extensión de suelo urbano (centro - norte) de la ciudad de México: 61, 082 ha = 620.82 km<sup>2</sup>

Para tener un área de cobertura relacionada con la extensión de la red de Metrobús, se proponen 770 m radiales que es la distancia promedio entre estaciones. Así, para cada estación (18) se relacionará a una circunferencia de 1.54 km de diámetro, por lo que

$$\text{Área cubierta por estación de servicio} = \frac{\pi * d^2}{4} = \frac{\pi * 1.54^2}{4} = 1.863 \text{ km}^2$$

Por 18 estaciones  $1.863 \text{ km}^2 * 18 = 33.53 \text{ km}^2$

$$\text{Cobertura} = \frac{\text{área cubierta por el servicio}}{\text{área urbana}} = \frac{33.53 \text{ km}^2}{620.82 \text{ km}^2} = 0.054 = 5.41\%$$

5.41% de la superficie urbana del Distrito Federal (centro - norte) cuenta con infraestructura de cobertura del Tren Ligero

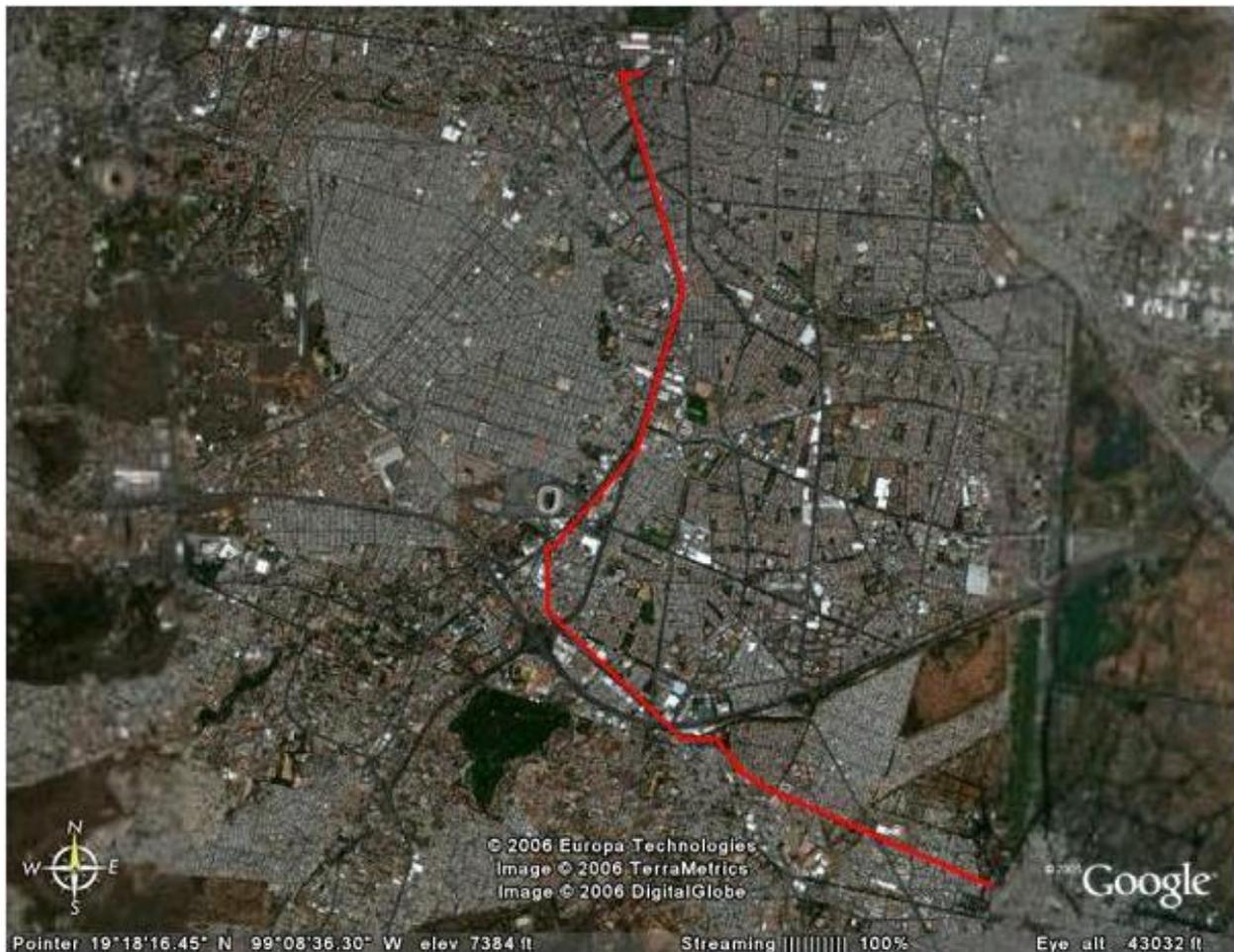


Imagen 3.4.2 Tendido de la línea de Tren Ligero en el trazo urbano

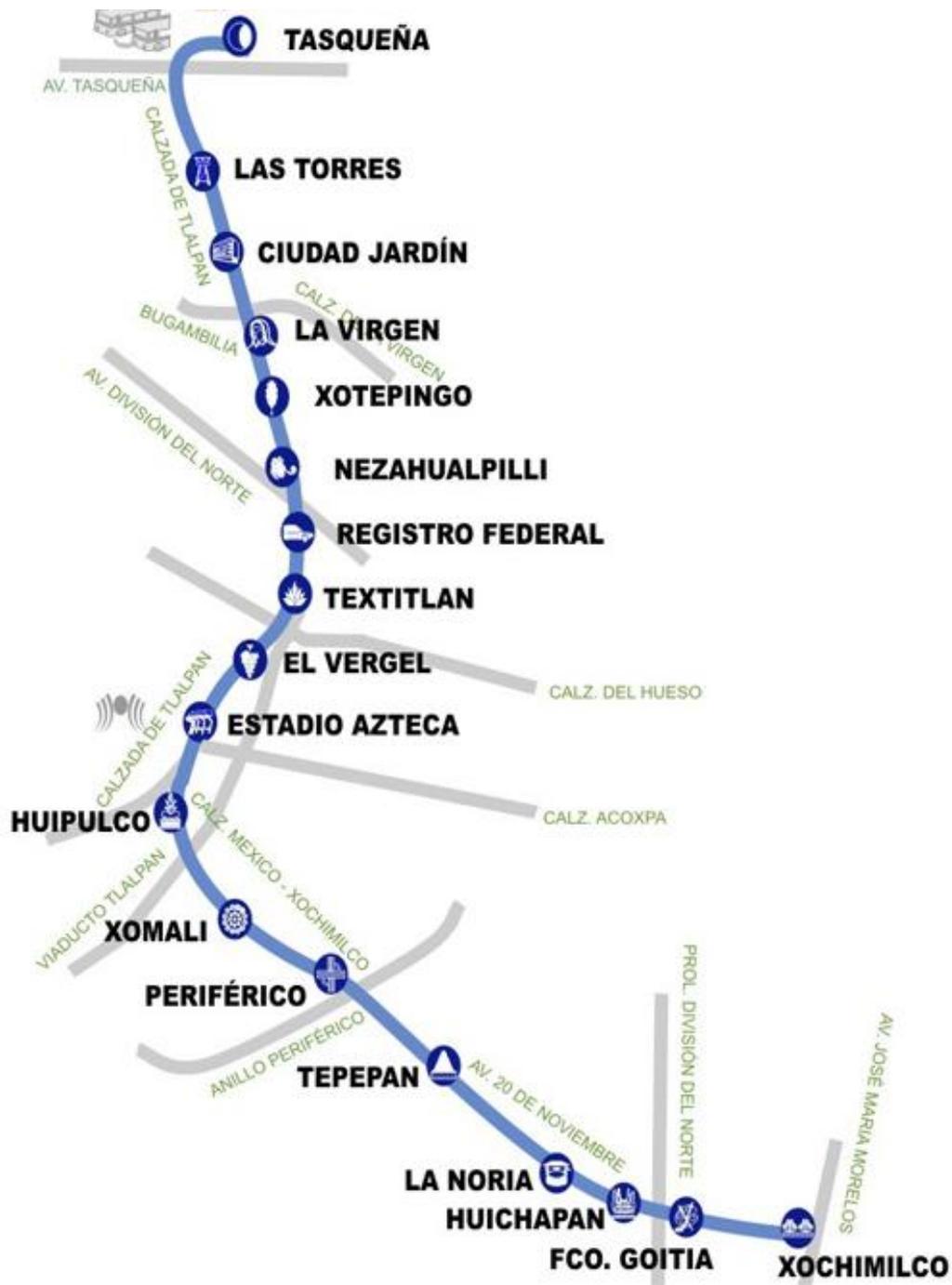


Imagen 3.4.3 Ruta de Tren Ligero de la Ciudad de México

## FRECUENCIA

El Tren Ligero cuenta con un derecho de vía separada físicamente tanto longitudinal como verticalmente de la vialidad mixta lo que evita cualquier interferencia de vehículos y peatones en su recorrido (exceptuando ciertos cruces). Con la operación de las unidades se podrían lograr frecuencias de hasta 90 vehículos por hora.

El autor realizó la visita a las instalaciones de la línea de Tren Ligero de la Ciudad de México en día hábil a las 9:30 horas, se elaboró un registro de las frecuencias de servicio de las unidades, dichos valores se presentan en la tabla.

TREN LIGERO	
UNIDAD	FRECUENCIA ÚTIL (MINUTOS)
1	07:10
2	02:04
3	03:04
4	15:58
5	04:26
6	01:56
7	18:14
8	02:07
9	02:54
PROM	06:25
MAX	18:14
MIN	01:56
RANGO	18:14

Durante la observación, se realizaron cuatro viajes de línea con la finalidad de obtener el tiempo de recorrido de terminal a terminal a bordo del tren, dicho aforo arrojó un valor promedio de 32 minutos.

A primera instancia, en la tabla 3.4.2 se observa que los trenes presentaban frecuencias dispersas. El promedio de las frecuencias de servicio fue de 6:35 minutos y un rango de valores de frecuencia de 18:14 minutos. Cabe destacar que, como todo transporte de la ciudad de México, la

Tabla 3.4.2 Frecuencia de paso Tren Ligero

operación del Tren Ligero se ve afectada por la condición de lluvia, aunque dicha condición no se hizo presente durante la visita, por lo que la baja uniformidad del servicio es atribuible a otras causas relacionadas a la logística del sistema.

## SEGURIDAD

El parque vehicular presenta avances tecnológicos como controles sofisticados de los motores para evitar derrapes de las ruedas metálicas, así como sistemas regenerativos de energía. Además, el tren ligero puede presentar, para seguridad del usuario, escalones para abordar a nivel de suelo, así como plataformas en el cual el piso de la unidad se encuentra el mismo nivel que el de la estación.

El material rodante cuenta con tres sistemas de frenado, los cuales son: el freno dinámico o de motor, los frenos de aire y los frenos magnéticos (barras de acero con bobina eléctrica o solenoide).

Existen cruces de calle como parte de la interacción del tren con el tránsito mixto por lo que el tren se ve obligado a ganar/ceder paso a laso vehículos con asistencia de un policía de tránsito que organiza el paso de cada uno.

Durante el último bienio han ocurrido cien accidentes por año en los que se han visto involucrados convoyes del Tren Ligero y del Metro, de acuerdo con estadísticas de la Secretaría de Seguridad Pública que, sin embargo, no precisan cuántos percances corresponden a cada tipo de transporte.

No obstante, tanto el Tren Ligero como el Metro ocupan el cuarto lugar de accidentes entre vehículos del transporte público ocurridos en el Distrito Federal, sólo superados por taxis, microbuses y camiones de carga. Incluso, las cifras de la dependencia indican que duplicaron los percances viales provocados por trolebuses y autobuses urbanos.

Sin embargo, tales cifras contrastan notablemente con el índice correspondiente al primer trimestre de este año (2013), toda vez que sólo hubo seis accidentes del Tren Ligero y Metro (dos por mes), mientras que hubo 48 incidentes de vialidad en los cuales se vieron involucrados trolebuses y microbuses.

De lo anterior se desprende que el índice de accidentes de unidades del Tren Ligero y del Metro se redujo 75 por ciento de 1999 a la fecha, porque entonces ocurrieron en promedio ocho accidentes por mes, mientras que en este año sólo ha habido dos por mes. Aunque nunca antes se produjo una colisión entre dos unidades, como recientemente ocurrió.

Entrevistado al respecto, Roberto Velázquez Olazábal, titular de la Dirección General de Tránsito de la SSP, señaló que los percances protagonizados por unidades del Tren Ligero se han dado contra automóviles que no respetan el derecho de paso, a pesar de que existe un policía auxiliar por cada estación que hace la labor de guardavía al alertar a peatones y vehículos del paso del tren.

Dijo que cruceros como La Noria, Huichapan y Tlalpan, entre otros, en donde es constante el flujo vehicular, han sido escenario de "alcances", que no choques, donde se ha visto involucrado el Tren Ligero, pero aseguró que a pesar del peso de este tipo de transporte, no ha habido heridos de gravedad ni daños cuantiosos (González S. , 2001).

## CONFORT

El diseño del tren ligero permite a 50 pasajeros sentados por convoy, los espacios son reducidos al interior de la unidad, la distancia de piso a techo en el interior no es suficiente para usuarios con estatura mayor a la promedio y no permite la correcta ventilación en horas de máxima demanda, por lo que el tren no está diseñado para la demanda a la que se somete diariamente, reflejando velocidades de operación y frecuencias menores y propiciando que se reduzca



Imagen 3.4.4 Interior de Tren Ligero

funcionalidad y confort. En la visita a las instalaciones del tren ligero se observó que se procura mantener tanto a las estaciones y exterior de los trenes aseados, como al interior de los trenes limpios y ventilados. La señalización en estaciones recientemente remodeladas es sencilla pero útil.

Desde finales del año 2012, toda la red del Tren Ligero entró en obras para la remodelación de la infraestructura de las estaciones. Las modificaciones consisten en la sustitución de malla ciclónica a los costados de los andenes por paneles de cristal, el recubrimiento del techo con resina térmica, colocación de lámparas LED, una nueva y mejorada señalización y tipografía, así como la instalación de nuevas bancas y módulos en andenes; a esto se le suma la ya modernización del área de torniquetes y la colocación de máquinas expendedoras de tarjetas en algunos puntos de ciertas estaciones de gran demanda. Desde hacía más de 12 años que no se daba mantenimiento ni remodelación a las instalaciones.

Este valor se puede incrementar hasta 140, de contar con un sistema de control elaborado. Esto permite considerar un volumen máximo de pasajeros del orden de 20,000 por hora-sentido.

El autor realizó la visita a las instalaciones de la línea de Tren Ligero de la Ciudad de México en día hábil a las 9:30 horas, se elaboró un registro de un valor estimado de saturación con el cual los trenes abandonaban la estación, dichos valores se presentan en la siguiente tabla.

TREN LIGERO	
UNIDAD	SATURACIÓN (%)
1	200
2	150
3	100
4	200 +
5	200 +
6	150
7	200 +
8	100
9	100
<b>PROM</b>	<b>133.3</b>
MAX	200
MIN	100
RANGO	100

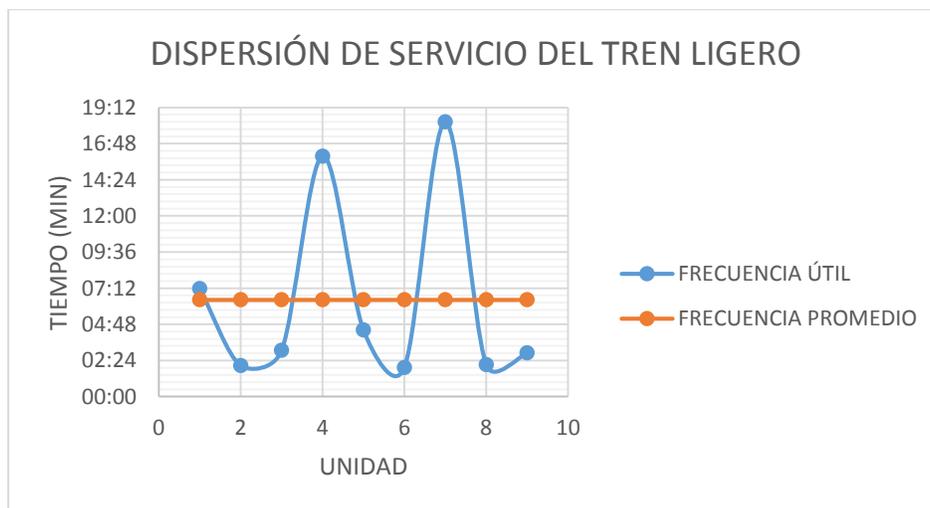
En la tabla 3.4.3 se observa que los trenes presentaban una importante sobresaturación. El promedio de saturación estimada se encuentra por encima de la capacidad de las unidades (133%) y un rango de valores de 100%, imposibilitando que el usuario cuente con espacios suficientes que le generen sensación de comodidad.

*Tabla 3.4.3 Porcentajes observadas de saturación en unidades del Tren Ligero*

## CONFIABILIDAD

El Tren Ligero presenta una gran capacidad de aceleración, así como de desaceleración. Sus velocidades máximas de operación se encuentran en el rango de los 70 a 80 km/h.

Su operación en tránsito mixto y a cielo abierto hace que su confiabilidad y velocidad de operación dependan de las condiciones meteorológicas y de tránsito.



Al graficar las frecuencias aforadas durante la visita a las instalaciones del Tren Ligero, se observa la variación de las mismas, reflejando baja uniformidad y baja confiabilidad; los períodos de paso son dispersos y la frecuencia baja.

## **UTILIDAD**

Sus características de rendimiento a costo lo sitúan entre el tranvía y el metro. Aun cuando la tecnología férrea es representativa de un sistema guiado, ésta permite la operación con tránsito mixto así como cruces a nivel, a la vez de presentar un bajo costo de mantenimiento y una gran durabilidad.

Desde el 2 de enero de 2010 el costo de un viaje tiene valor de 3 pesos mexicanos. Para cubrir el costo es necesario comprar una tarjeta recargable. La tarjeta recargable tiene un valor de 10 pesos mexicanos.

La línea del tren ligero, en el periodo 1995 – 2000, presentó una reducción en el total de usuarios transportados del 53% para todo el sistema (56% para las rutas de trolebuses y 40% para la línea del tren ligero). De 168 millones de pasajeros transportados en 1995, se pasa a 79. De 7 pasajeros por kilómetro recorrido en 1995, se pasó a 3 pasajeros en 1998.

## **CONCLUSIONES**

El sistema de Tren Ligero es el remanente del antiguo sistema de tranvías de la Ciudad de México, su operación es lenta y escasamente sincronizada, lo que hace que su utilidad sea cuestionable.

Durante el recorrido de la línea, llamó la atención un problema en la operación del tren, el paso del tren ligero en los cruces vehiculares no está sincronizado en los dos sentidos, propiciando que se tenga que cerrar mayor número de ocasiones el paso de vehículos o del mismo tren, incrementando la probabilidad de demoras tanto para particulares como para el mismo convoy, aumentando las emisiones contaminantes de los vehículos particulares y el riesgo de accidentes.

A opinión del autor, el recorrido del Tren Ligero no debería estar condicionado a los cruces de vehículos particulares, las frecuencias de los trenes deberían aumentarse y uniformizarse, al igual que las frecuencias de transporte de alimentación a las estaciones (ramales) del Tren Ligero.

### 3.5 TREN SUBURBANO

El sistema de transporte tren suburbano se inauguró el Primero de Junio de 2008. La empresa operadora es CAF (Construcciones y Auxiliar de Ferrocarriles) la cual tiene una concesión que en un principio era de 30 años y se extendió a 45 años



Imagen 3.5.1 Tren Suburbano

#### COBERTURA

Debido a la escasa infraestructura de la línea electrificada, se cuenta con una línea de tren suburbano en la ciudad, por tanto el recorrido es muy limitado afectando directamente a la cobertura y a la utilidad. La poca flexibilidad en la tecnología férrea propicia que su operación en tránsito mixto sea inferior a los medios que cuentan con rodada neumática. Se espera ampliar el Tren Suburbano de 25.6 km a 79 km: extender la línea de Cuautitlán hasta Huehuetoca, ramales de Tultitlan a Jaltocan y otro de la estación San Rafael a Tacuba, aprovechando el derecho de vía de los antiguos ferrocarriles de México. La extensión de suelo urbano (centro - norte) de la ciudad de México es de 61, 082 ha = 620.82 km<sup>2</sup>. Para tener un área de cobertura relacionada con el Tren Suburbano, sólo dos estaciones están dentro del Distrito Federal (Buenavista y Fortuna), así, la cobertura para las mismas depende de un diámetro con valor igual a la distancia media entre las estaciones, que es de 2.13 km. Para cada estación, se relacionará a una circunferencia de 4.27 km de diámetro, por lo que

$$\text{Área cubierta por el servicio} = \frac{\pi * d^2}{4} = \frac{\pi * 2.13^2}{4} = 3.56 \text{ km}^2$$

$$\text{Por 2 estaciones} \quad 3.56 \text{ km}^2 * 2 = 7.13 \text{ km}^2$$

$$\text{Cobertura} = \frac{\text{área cubierta por el servicio}}{\text{área urbana}} = \frac{7.13 \text{ km}^2}{620.82 \text{ km}^2} = 0.0115 = 1.15\%$$

1.15% de la superficie urbana del Distrito Federal (centro - norte) cuenta con infraestructura de cobertura del Tren Suburbano



Imagen 3.5.2 Red actual de Tren Suburbano en la ZMVM

## **FRECUENCIA**

De 6:00 am a 9:30 am (hora punta de la mañana) pasa un tren doble (dos trenes enganchados con cuatro carros cada uno) cada 6 minutos, de 9:30 am a 6 pm (hora valle) pasa un tren cada 15 minutos y de 6 pm a 9:30 pm (hora punta de la noche) pasa un tren doble cada 8 minutos.

El convoy cuenta con cuatro carros. En hora pico se enganchan dos convoyes para dar lugar a un tren con ocho carros.

### **Frecuencias de trenes**

- Cada 6 minutos pasa un tren en horario de máxima demanda (matutino).
- Cada 8 minutos pasa un tren en horas pre pico matutinas y en horas pico vespertinas.
- Cada 10 minutos pasa un tren en horarios intermedios.
- Cada 15 minutos los trenes pasan en horarios de poca afluencia.

## **SEGURIDAD**

El uso del conjunto rueda de acero y riel ha permitido un mecanismo básico y simple para el movimiento de los trenes. Esta combinación ha permitido tener cambios de dirección rápidos, simples y sin errores. Además su baja resistencia al rodamiento tiene como consecuencia inmediata un consumo muy bajo de energía por toneladas de peso.

El material rodante cuenta con tres sistemas de frenado, los cuales son: el freno dinámico o de motor, los frenos de aire y los frenos magnéticos (barras de acero con bobina eléctrica o solenoide).

Al contar con un coeficiente de adhesión bajo, las pendientes representan un problema, así como las distancias de frenado, las cuales en el caso de los vehículos de rodada automática, deben ser mucho mayores que en el caso de los vehículos con rodada neumática.

Como mantenimiento se mantiene el calzado de la vía, es decir mantener la misma separación, así como la corrección de trazo y de perfil en las vías para evitar desniveles o un descarrilamiento del tren pues, a diferencia del metro, no se cuenta con una barra guía.

El Tren Suburbano cuenta con varias cámaras de seguridad en todos los accesos y andenes de cada estación. Y cada vagón del tren también está equipado con cámaras de video. Además, hay personal de seguridad en cada andén.

La separación del derecho de vía es vital para el manejo de trenes o vehículos acoplados, así como para establecer automatización. La velocidad máxima que pueden desarrollar es de 130 km, la cual solo se alcanza en tramos rectos de la vía, ya que en una curva es peligroso mantener una velocidad así.

## CONFORT

La combinación de soporte y guía permite obtener comodidad en el recorrido ya que el viaje es realizado de una manera estable y suave. Por otra parte, en las curvas pronunciadas, el ruido que produce este tipo de material rodante es mayor.

El interior del tren es amplio y cómodo, inclusive en horas de máxima demanda, la distancia entre usuarios en el interior del tren permite que éste pueda desplazarse a fin de abandonar la unidad o permitir el abordaje (desplazamientos dentro del tren). Tanto estaciones como trenes se encuentran limpios y funcionales, los cristales, al no estar rayados ni pintados permiten



Imagen 3.5.3 Interior del Tren Suburbano

aprovechar la luz solar y, con el fin de no deslumbrar la vista, dichos cristales se encuentran polarizados, la ventilación e iluminación de lámparas es apropiada (Imagen 3.5.3).

Se pueden transportar hasta 56 pasajeros sentados y 120 parados en la condición de máxima ocupación. El sistema está previsto para una afluencia de 280 mil pasajeros en hora punta. Entre semana se transporta a aproximadamente 150 mil pasajeros, los sábados abordan 110 mil usuarios y los domingos se da servicio a aproximadamente 85 mil personas. El promedio de saturación que se presentan permite viajes cómodos, debido a la capacidad que se tiene.

El ambulante y la venta de cualquier tipo de productos en los accesos a las estaciones, andenes o al interior de los trenes, a diferencia del STC, no se permite.

### **Aspectos de Confort**

- Aire Acondicionado.
- Facilidades para personas discapacitadas.
- Información al viajero (acústica y visual).
- Amplia movilidad interior.
- Porta equipajes

### **CONFIABILIDAD**

Los períodos transcurridos para que el tren suburbano arribe a cualquier estación son uniformes, el servicio cumple con horarios y frecuencias estipuladas. La circulación se realiza a través de rieles cuyo recorrido cuenta con derecho de vía, no permitiendo que otros modos de transporte afecten la operación del tren.

La velocidad comercial estimada del Tren Suburbano (con paradas en estaciones) es de 65 km/hr, dicha velocidad permite desplazamientos rápidos y seguros, cumpliendo un tiempo de recorrido promedio de la ruta completa de 25 minutos, aunque el acceso a este modo de transporte es el problema en estaciones como Lechería, Cuautitlán y Tultitlán, ya que el usuario, al no estar en centro urbanos, debe sujetarse al paso de otros modos de transporte como combis o camiones, cuyo servicio es mayormente variable, por lo que el Tren Suburbano, en su integración con otros modos de transporte, es poco confiable, no así la operación propia del tren.

### **UTILIDAD**

#### **Beneficios**

- ◆ Reducción de viajes diarios en transporte de superficie, aliviando el tránsito urbano
- ◆ Reducción de emisiones contaminantes.

Al contar con propulsión eléctrica, los componentes mecánicos de tren suburbano son limpios, durables y de poco mantenimiento, logrando bajos niveles de ruido, así como una contaminación ambiental directa nula.

Aun cuando la tecnología férrea es representativa de un sistema guiado, ésta permite la operación con tránsito mixto así como cruces a nivel, a la vez de presentar un bajo costo de mantenimiento de infraestructura y una gran durabilidad.

Una de las principales desventajas de este sistema de transporte está referida a las grandes erogaciones que se tienen que realizar.

El frenado regenerativo es una opción muy importante en cuanto a ahorro de energía ya que por medio del sistema de frenado se puede generar energía eléctrica que puede ser regresada a la red y vendida a la compañía suministradora, lo cual representa aproximadamente el 13% de la energía consumida por el tren y, aunque aún no se tiene el permiso y el reconocimiento oficial por parte de la compañía suministradora de la energía regresada al sistema eléctrico, esta es una gran iniciativa en cuanto a ahorro de energía.

Al igual que el caso del tren ligero, el uso del conjunto rueda de acero y riel proporciona un mecanismo simple y eficiente de transporte y de la misma manera permite un consumo de energía 10 veces menor que la que se presenta con rueda neumáticas.

El tren suburbano beneficia a 320 mil pasajeros por día, que realizan casi 99 millones de viajes al año, además de disminuir el tránsito de vehículos de transporte público de mediana capacidad con nulas emisiones contaminantes.

## **CONCLUSIONES**

Aunque la cifra de cobertura del Tren Suburbano sea muy baja, no tiene relación con el número de usuarios que este sistema de transporte capta, es decir, el Tren Suburbano está diseñado para servir principalmente a los usuarios que habitan en el Estado de México y la cobertura en esa entidad aumenta de manera considerable.

Es usual que el usuario opte en su regreso por otros modos de transporte, que a pesar de tomarle más tiempo llegar a su destino, es preferido debido al dinero que se ahorra con rutas y modos alternos (Ej. SCT, Microbús).

No se han cumplido con las metas de pasajeros transportados contemplado al plan de negocios original, ya que no se tiene la afluencia que se esperaba y para la cual fue proyectada y diseñado el Tren Suburbano. Y es que a pesar de que el tren conecta a municipios de la

zona metropolitana con el DF, hay pocos transportes que comuniquen a las colonias aledañas a las estaciones.

### 3.6 MICROBÚS

Se encuentra dentro de la clasificación que recibe el transporte público concesionado llamada “Transporte Colectivo”; es un sistema de transporte público que presta el servicio en la Zona Metropolitana del valle de México, forma parte, junto con el RTP, Combis y Taxis, del Transporte Concesionado de la Ciudad de México, en el cual se realizan más del 60 % de los viajes capitalinos.



*Imagen 3.6.1 Microbús de la cd. De México*

Las rutas son concesiones por parte de SETRAVI a personas físicas que poseen una o varias unidades (“hombres-camión”), la operación y mantenimiento está a su cargo.

#### COBERTURA

Para este caso de transporte público que no cuenta con paradas previamente establecidas se utiliza el concepto de una banda de cobertura o cuneca continua.

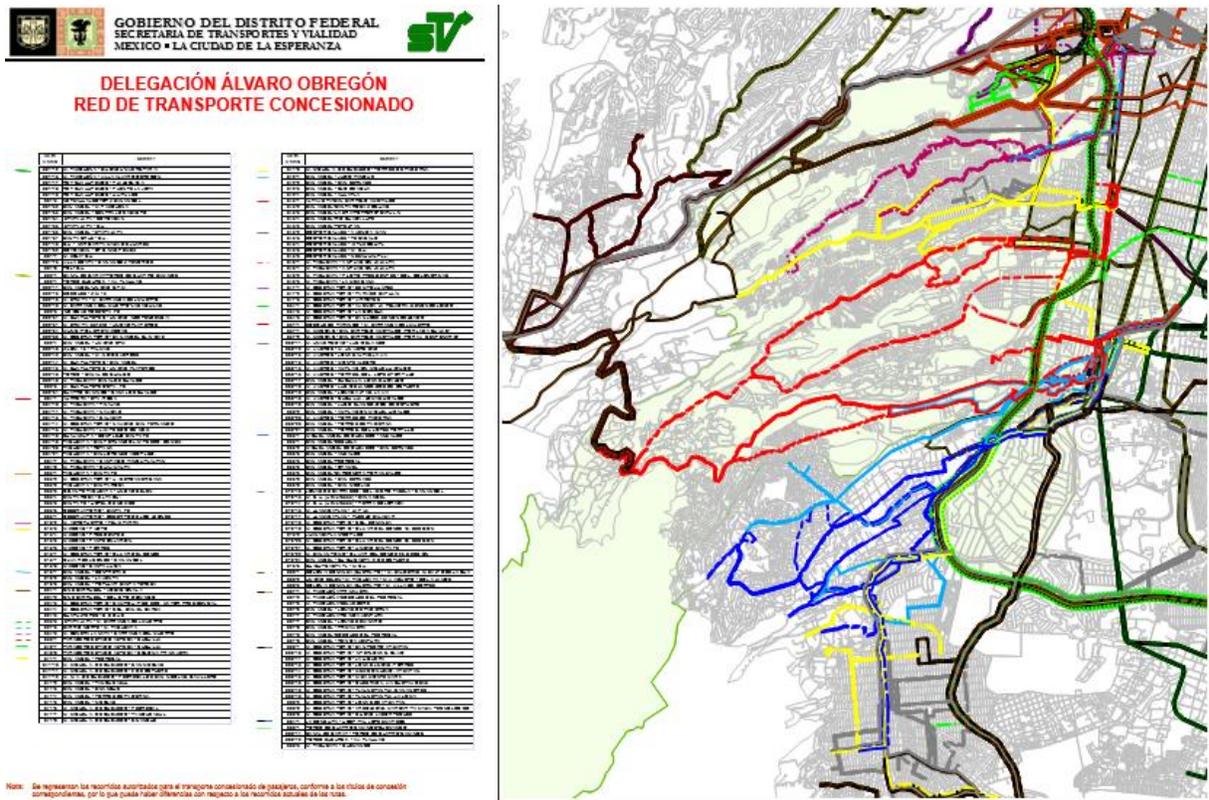
$$Cobertura = \frac{\text{área cubierta por el servicio}}{\text{área urbana}}$$

Los microbuses no funcionan como una red de transportes. Cada ruta se encuentra compuesta por un grupo de concesionarios individuales que no funcionan como una empresa. Esto provoca que cada ruta esté compuesta por empresas más pequeñas, constituidas por hombres-camión o personas dueñas de varios microbuses (actualmente existen más de 28 mil concesiones individuales).

No existe un mapa que integre todas las rutas del transporte concesionado Microbús, aunque en la página web ViaDF.com se presenta un listado bastante completo de las rutas concesionadas de Microbús, así como RTP, STC, Metrobús y STE que operan en el Distrito Federal junto con el trazo de la ruta individual sobre el mapa urbano. Dicha página web

funciona ingresando un origen y un destino y despliega opciones de combinación entre los modos de transporte público con la que en menor tiempo se alcanzaría el destino.

A través de la Secretaría de Transporte y Vialidad (SETRAVI) se obtuvieron mapas con las rutas en las que opera el Microbús en el Distrito Federal. Son un total de 16 mapas para representar las rutas en las 16 delegaciones, cada mapa incluye el número de Ruta-ramal y nombre de la ruta. Como ejemplo se presenta el mapa correspondiente a la delegación Álvaro Obregón.



*Imagen 3.6.2 Mapa parcial de las rutas de Microbús delegación Álvaro Obregón*

**Organizaciones y empresas del transporte concesionado.**

- Empresas concesionarias de autobuses: 10.
- Parque vehicular de las empresas concesionadas: mil 197 unidades.
- Rutas que cubren las empresas concesionadas: 97.
- **Extensión de las 9 rutas concesionadas: 3 mil kilómetros.**
- Pasajeros transportados por día en las rutas concesionadas: un millón 200 mil
- Placas para el servicio de ruta fija: 27 mil 928

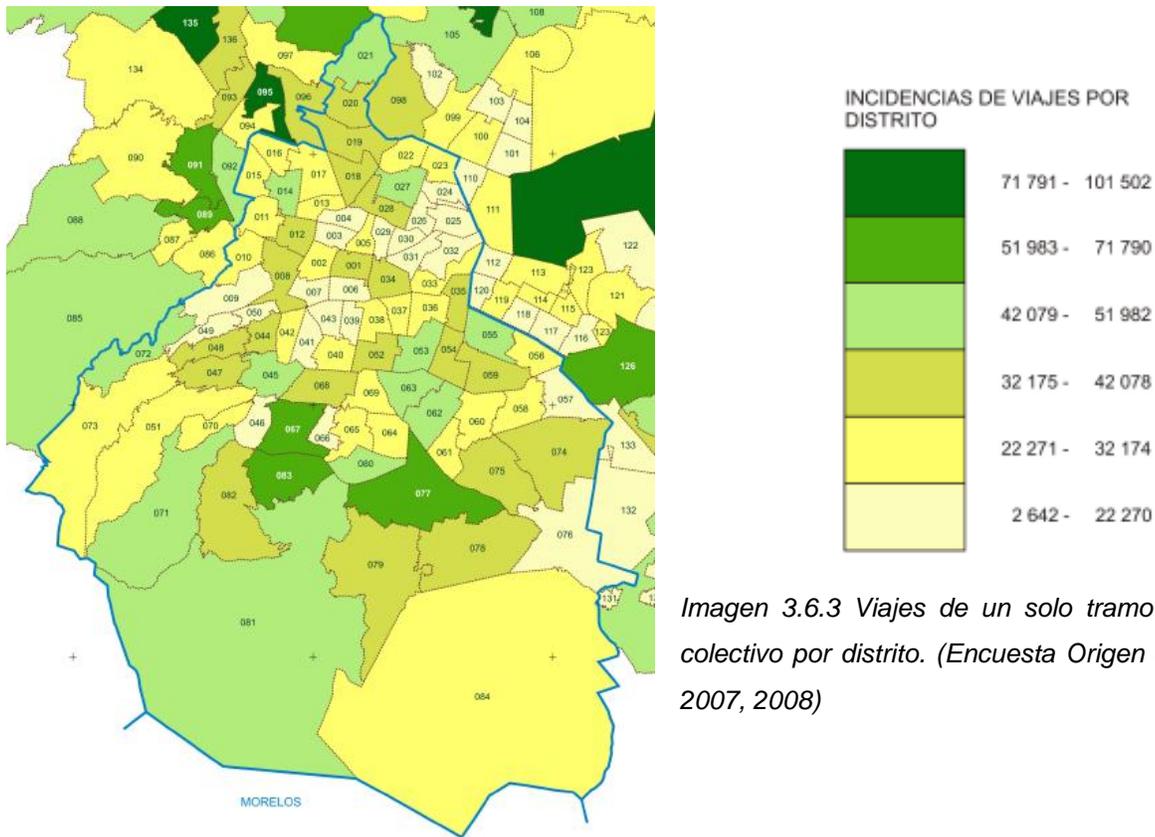


Imagen 3.6.3 Viajes de un solo tramo realizados en colectivo por distrito. (Encuesta Origen Destino (EOD) 2007, 2008)

## FRECUENCIA

Este vehículo es idóneo para servir como alimentador en zonas de baja densidad; en ciudades donde el mismo trazo urbano o topográfico dificulta el uso de vehículos de mayores dimensiones o bien en donde son requeridos servicios con intervalos cortos y los volúmenes

Tabla 3.6.1 Frecuencia de paso Microbús

son bajos o moderados. El motor que estos vehículos usan es normalmente gasolina y en algunos casos presentan convertidores a gas licuado de petróleo.

Para tener una noción del comportamiento de las frecuencias de servicio en el Microbús, se visitaron las instalaciones de la base con ruta *Deportivo 18 de Marzo – Pradera* (tabla 3.6.1), ubicada en la esquina de la lateral de Insurgentes Norte y la calle Montiel, Colonia Tepeyac Insurgentes y se visitó la ruta Hidalgo-Indios Verdes que pasa por avenida Misterios, ambas en el norte de la Ciudad, en la que se tuvo acceso al programa de servicio (referente a las frecuencias) que los Microbuses prestan.

En la base de la primera ruta los operadores respetan un período de espera máximo de entre 4 y 5 minutos (dependiendo de la hora) para, posteriormente, abandonar la base sin importar el pasaje que se haya captado.

La actividad en dicha base de Microbús comienza a las 6:00 a.m., la frecuencia de servicio a partir de esta hora hasta las 7:00 a.m. es de 5 minutos. A partir de las 7:00 a.m. hasta las 9:00 la frecuencia se ve aumentada, con lo que

FRECUENCIAS MICROBUS (RUTA DVO. 18 DE MARZO-PRADERA)		
UNIDAD	HORA DE SALIDA	FRECUENCIA (MINUTOS)
	06:00	0
1	06:05	5
2	06:10	5
3	06:15	5
4	06:20	5
5	06:25	5
6	06:30	5
7	06:35	5
8	06:40	5
9	06:45	5
10	06:50	5
11	06:55	5
12	07:00	5
13	07:04	4
14	07:08	4
15	07:12	4
16	07:16	4
17	07:20	4
18	07:24	4
19	07:28	4
20	07:32	4
21	07:36	4
22	07:40	4
23	07:44	4
24	07:48	4
25	07:52	4
26	07:56	4
27	08:00	4
28	08:04	4
29	08:08	4
30	08:12	4
31	08:16	4
32	08:20	4
33	08:24	4
34	08:28	4
35	08:32	4
36	08:36	4
37	08:40	4
38	08:44	4
39	08:48	4
40	08:52	4
41	08:56	4
42	09:00	4
43	09:05	5
44	09:10	5
45	09:15	5
46	09:20	5
47	09:25	5
48	09:30	5
49	09:35	5

las unidades abandonan cada 4 minutos la base, para después reestablecerse a 5 minutos. El motivo de esta variación en la frecuencia es la demanda que se tiene del servicio, de 7:00 a 9:00 a.m. es hora de máxima demanda, por lo que las unidades necesitan abandonar con mayor rapidez la base.

MICROBÚS	
DVO. 18 DE MARZO - CANTERA	
UNIDAD	FRECUENCIA ÚTIL (MINUTOS)
1	01:10
2	04:49
3	04:04
4	04:13
5	05:17
6	04:56
7	05:24
8	01:38
9	00:47
<b>PROM</b>	<b>03:35</b>
MAX	05:24
MIN	00:47
RANGO	04:37

Tablas 3.6.2 y 3.6.3 Frecuencia de paso Microbús

HIDALGO - INDIOS VERDES	
UNIDAD	FRECUENCIA ÚTIL (MINUTOS)
1	00:24
2	02:37
3	01:11
4	03:05
5	01:02
6	01:56
7	00:14
8	01:40
9	02:24
<b>PROM</b>	<b>01:37</b>
MAX	03:05
MIN	00:14
RANGO	02:51

En el paso de las unidades a través de su ruta se observa poca variación de la frecuencia, como se muestra en las tablas 3.6.2 y 3.6.3, el período de paso es bajo.

tablas 3.6.2 y 3.6.3, el período de

Las variaciones de frecuencia que se presentan ocasionalmente se debe a que por las rutas de Microbús circulan los llamados “Microbuses fantasma”, éstos no se presentan en la base para la espera del pasaje, sino que se incorporan directamente a la ruta. El promedio de paso de la ruta Dvo. 18 de Marzo-Cantera es de 3:35 minutos, mientras que en la ruta Hidalgo-Indos Verdes y debido a la zona de mayor afluencia en la que opera, el promedio es de 1:37 minutos.

## CONFIABILIDAD

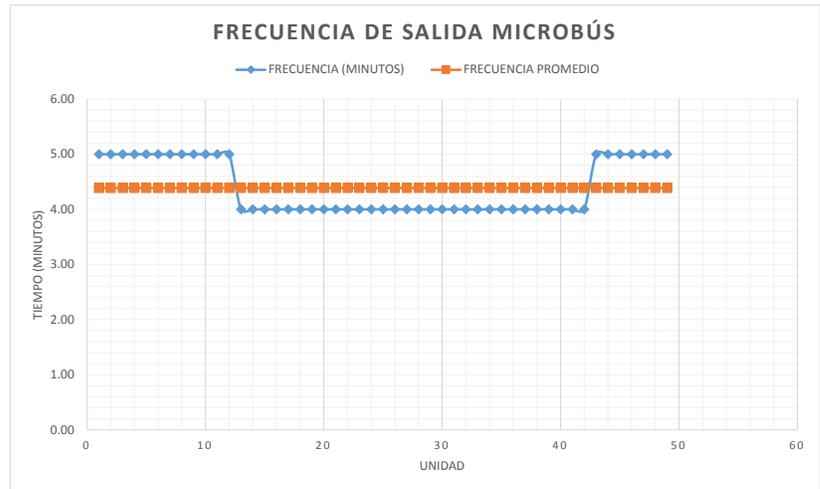
Los operadores ganan sus ingresos de acuerdo con la captación del número de pasajeros, por lo que la competencia por el pasaje es lo que determina su funcionalidad. La velocidad máxima permisible para estos vehículos en el Distrito Federal es de 40 a 60 km/h.

La salida de Microbuses de la base de Deportivo 18 de Marzo es constante y, aunque durante el trayecto de la ruta los períodos pueden distorsionarse, en la gran mayoría de la rutas el usuario no espera más de cinco minutos para abordar alguna unidad, debido principalmente, al parque vehicular tan alto de Microbuses que circula en las calles de la ciudad (más de 28 mil unidades).

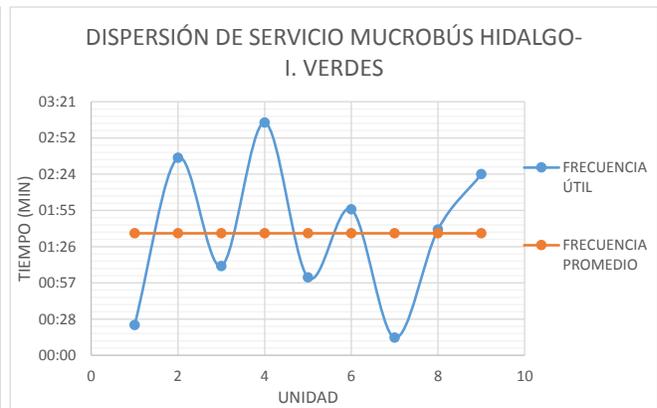
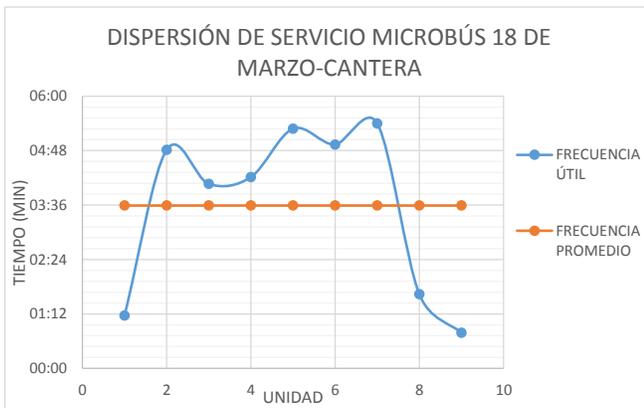
En la gráfica siguiente se muestran las frecuencias de salida durante la mañana de la base de Microbuses visitada, resaltan la uniformidad y constancia del servicio, dicha condición es bien

vista por el usuario, son otros los aspectos que hacen de la operación de los Microbuses poco confiable. En hora de máxima demanda las bases nunca se encuentran vacías, la espera de las unidades para captar pasaje es constante, inclusive en horario valle hay pocas unidades esperando.

En el caso de las rutas visitadas se puede observar en las gráficas de dispersión que el servicio presenta pocas variaciones de frecuencia y dichas frecuencias son altas, es



decir, el usuario usualmente espera poco tiempo para abordar la unidad. De nuevo se introduce el concepto de frecuencia útil que es el período para que un usuario aborde la unidad y comience a desplazarse, los valores se muestran en las gráficas así como la frecuencia útil promedio.



La contraparte se presenta en la operación de las unidades; su mezcla con el tránsito mixto provoca retrasos en su operación, además el cumplimiento de la vida útil de la totalidad de las unidades (algunas con cumplimiento de hasta tres veces su vida útil) resulta en fallas de las



unidades obstaculizando vialidades y retrasando a los usuarios que, en muchas ocasiones, deben optar por abordar otra unidad y la poca o nula integración de este modo de transporte a una ruta

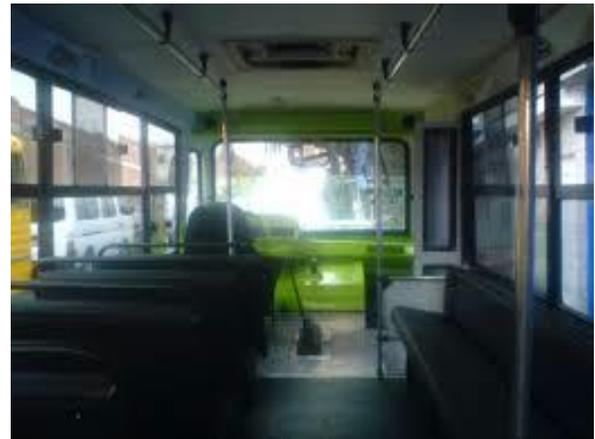
Imagen 3.6.4 Microbús operando, compartiendo vía con vehículos

integral, estudiada y planeada, son algunos de los factores que hacen del Microbús un modo de transporte intermitente en cuanto a su confiabilidad.

## CONFORT

El microbús es un vehículo de dimensiones medianas, comparado con el STC, Tren Ligero o el propio Tren Suburbano, cuenta con una longitud de entre 5 y 7 metros, con una capacidad de asientos de 12 a 20 pasajeros. La capacidad total del vehículo oscila entre los 20 y 35 pasajeros.

A pesar de que el espacio en el interior del Microbús ya es reducido para la demanda que normalmente se atiende, la unidad llega a ser manipulada y adaptada (por operadores y/o mismos dueños) para que pueda llevar a la mayor cantidad de usuarios posible. Como ejemplos se tienen la maximización del número de filas de butacas (minimizando el espacio entre asientos), la adaptación de una hilera continua de asientos en un lado del Microbús (Imagen 4.6.5) y la instalación de un asiento extra junto al tablero del conductor, pegada a las escaleras de abordaje y al parabrisas. Estas alteraciones al interior de las unidades reducen la comodidad del usuario y pueden llegar a ser peligrosas.



*Imagen 3.6.5 Adaptación del interior de un Microbús para ampliar el pasillo*

Una externalidad que aqueja tanto a usuarios como al resto de habitantes de la ciudad es la cantidad de ruido que el Microbús produce; en los Microbuses que circulan en la ciudad de México parece sumamente difícil (en el corto plazo) conseguir niveles de ruido bajos, si se considera que actualmente estos niveles sobrepasan los 85 dB en el interior de las unidades (Fideicomiso para el mejoramiento de las vías de comunicación del Distrito Federal, 2013).

En el paso de las unidades a través de su ruta se observa, como se muestra en las tablas que por el porcentaje de saturación, usualmente las unidades circulan a tope de pasajeros.

MICROBÚS		MICROBÚS	
DVO. 18 DE MARZO - CANTERA		HIDALGO - INDIOS VERDES	
UNIDAD	SATURACIÓN (%)	UNIDAD	SATURACIÓN (%)
1	100	1	50
2	120	2	150
3	100	3	100
4	150	4	200
5	200	5	200
6	150	6	150
7	200	7	80
8	100	8	100
9	100	9	150
PROM	135.6	PROM	131.1
MAX	200	MAX	200
MIN	100	MIN	50
RANGO	100	RANGO	150

Los promedios de saturación son, para las rutas Dvo. 18 de Marzo-Cantera e Hidalgo-Indios Verdes (tablas 3.6.4 y 3.6.5) son de 135.6% y 131.1%, respectivamente, lo que refleja que los espacios dentro de las unidades son reducidos e incómodos; los valores máximos para ambas rutas son del 200%, mientras que el rango es de 100 y 150 por ciento de las respectivas capacidades.

*Tabla 3.6.4 y 3.6.5 Porcentajes de saturación Microbús*

## SEGURIDAD

En los últimos dos años se duplicó el número de accidentes en que se vieron involucrados: de 172 en 2011 pasaron a 384 en 2012, según la Secretaría de Seguridad Pública del DF. En los CETRAM no hay un flujo estable y continuo de los microbuses para sus arribos y salidas en las rutas correspondientes y se vuelven grandes estacionamientos. Esta situación dificulta a los usuarios caminar a través de estas áreas y puede generar situaciones altamente riesgosas para ellos. Es necesario agregar los problemas de mantenimiento, falta de limpieza y la presencia de comercio ambulante a su interior, que dificultan a los usuarios transitar por estos lugares y generan una percepción de riesgo.

En el primer trimestre de 2013 se registraron 500 denuncias por robo al interior del microbús. El Transporte Concesionado, no cuenta con cámaras de video vigilancia ni de vigilancia permanente en todas las bases, ni dispositivos de alerta. (La Gazzetta DF, 2013)

Los asaltos en 2010 a bordo de microbuses sumaron dos mil 639 denuncias levantadas; en 2011, dos mil 59, y para 2012 se registraron mil 372. (Jiménez, 2013)

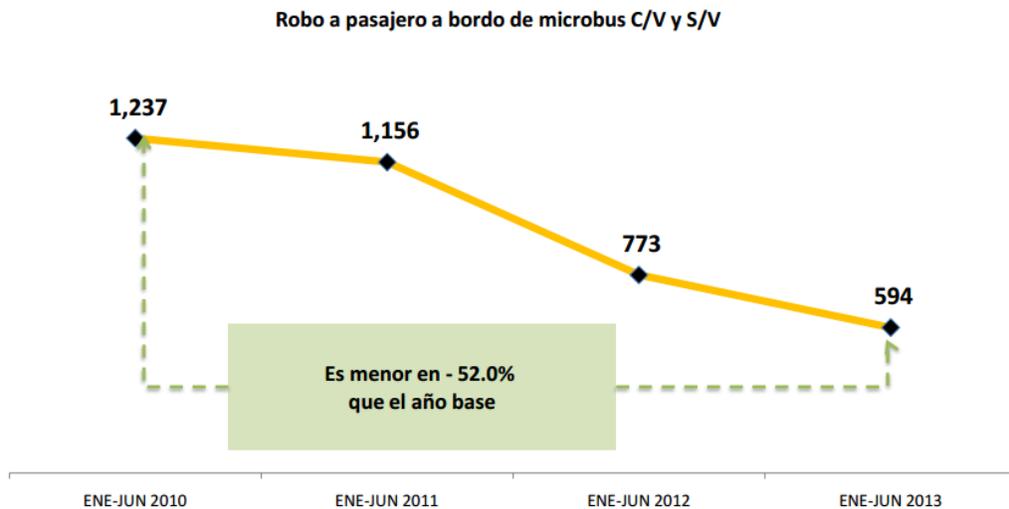


Imagen 3.6.6

(México, 2013) Robo a pasajeros a bordo de microbús

Índice de accidentes:

-En 2011 se reportaron 40 accidentes al día

-Entre 2011 y 2012, 26 usuarios murieron y 157 heridos.

-Las principales causas son exceso de velocidad, corrupción en rutas y 80 % de las unidades se encuentran en mal estado

-De noviembre 2011 a febrero 2012 se han sancionado a 16 de las 106 rutas que han participado en accidentes y operan en el Distrito Federal.

## UTILIDAD

La manera en que se organiza el Microbús se define al interior de cada ruta, pero esto excluye las ganancias, pues cada microbús las recolecta para beneficio de su dueño o chofer y son producto del pasaje recolectado.

Según estimaciones de especialistas del transporte, generan un mercado de más de 9 mil millones de pesos al año. De acuerdo con un estudio realizado por el Instituto Mexicano para la Competitividad (IMCO), pero el tiempo que pierden las personas que viajan en microbús casi cuadruplica la cifra: se pierden 33 mil millones de pesos al año en horas hombre.

En 2007 se registraron más de 20 mil microbuses y cubrió 9.6 millones de viajes diarios, lo que representó 60.1 por ciento de los desplazamientos que se realizaban en 104 rutas y 1,150 ramales en un recorrido de 8 mil kilómetros, aproximadamente. En la zona metropolitana posibilitan una gran proporción de los tramos de viajes (46.2 por ciento). Sin embargo, cuando se considera exclusivamente el transporte público, este servicio representa hasta el 65 por ciento de los viajes metropolitanos. En el 2010 se presentó un volumen de 16 millones 402 mil tramos de viaje en este tipo de transporte concesionado, lo que representó el 52.1 por ciento del total de viajes.

## **CONCLUSIONES**

El transporte colectivo concesionado –como vagonetas tipo combi, microbuses y en pequeña medida autobuses- representa uno de los servicios más importantes por su gran volumen de tramos de viaje realizados.

Los operadores de Microbús compiten al interior de la ruta y con otras rutas por el pasaje, lo que crea comportamientos distantes de un servicio de calidad: realizan paradas para ascenso y descenso de manera continua y aleatoria; tienden a viajar lentamente para captar el mayor pasaje posible; realizan “carreras” por el pasaje cuando otro microbús aparece; normalmente se tienen acuerdos en la bases sobre los tiempos de espera de las unidades (frecuencias) aunque se dan casos en que las unidades se mantienen en las bases hasta que el transporte se encuentra saturado para maximizar su beneficio sin importar cuantos microbuses se encuentren en fila; entre otros dejan de circular muchas unidades en horas o días con poco pasaje; duplican rutas de otros medios de transporte públicos, entre otros comportamientos. Estos comportamientos, probablemente son amplificadas por la baja tarifa de los microbuses, la cual es establecida por el gobierno y se mantiene estable a lo largo del tiempo, lo que impide que se ajuste con la variación de los costos de mantenimiento de las unidades.

Los llamados Centros de Transferencia Multimodal (CETRAM), en los cuales abordan una importante cantidad de usuarios, no facilitan el transbordo entre modos de transporte, pues existe un gran desorden en su interior, generando costos indirectos a los usuarios (externalidades) como pérdida de tiempo, estrés, tráfico, etc.

Hay dos causas para diferentes problemas que resultan en una movilidad pública de baja calidad: los incentivos generados por las concesiones individuales otorgadas a los microbuses

y los altos costos asociados que obstaculizan una multimodalidad eficiente. Desde un punto de vista institucional, la falta de mecanismos de coordinación entre diferentes instancias de gobierno contribuye a la baja calidad de los servicios. Por lo que los microbuses no constituyen una red fiable, eficiente y de calidad de transporte público. En el caso del resto de los modos de transporte públicos, constituyen una red más estable, predefinida de nodos y rutas, y algunos de ellos con sistemas de prepago, con excepción del trolebús y el sistema RTP.

### 3.7 TROLEBÚS

Los trolebuses son medios de transporte público urbano que normalmente operan en la vialidad urbana compartiendo su derecho de vía con otros vehículos (tránsito mixto). En algunos casos, estos medios han empezado a operar en carriles reservados o exclusivos en muchas ciudades y en México su separación ha sido notoria. Está conectado en varias estaciones con el STC y, al igual que el Tren Ligero, pertenece al Servicio de Transportes Eléctricos del Distrito Federal.



*Imagen 3.7.1 Trolebús de la Ciudad de México.*

#### COBERTURA

La red de trolebuses está integrada por 17 líneas con una longitud de operación de 422.14 km, incluye los Corredores Cero Emisiones "Eje Central", Eje 2 - 2A Sur y el nuevo Corredor Cero Emisiones Bus - Bici "Eje 7 - 7A Sur", inaugurado el 1 de noviembre de 2012.

El Distrito Federal tiene una extensión territorial de 1, 495 kilómetros cuadrados (Km<sup>2</sup>). La extensión de suelo urbano (centro - norte) de la ciudad de México es el 49% de la extensión total de Distrito Federal: 61, 082 ha = 620.82 km<sup>2</sup> (Secretaría de Transportes y Vialidad, 2007).

Para tener un área de cobertura asociada a la extensión de la red de Trolebús en la Ciudad de México, se propuso un área relacionada directamente a la mitad de la longitud total de la red de Trolebús que opera en el Distrito Federal (la mitad para tomar en cuenta sólo la extensión de línea del sistema), la cual será la siguiente:

$$422.14 \text{ km de longitud de operación} / 2 = 211.07 \text{ km, por lo tanto:}$$

$(211.07 \text{ km} + 1 \text{ km}) * 1 \text{ km} = 212.07 \text{ km}^2 \text{ de cobertura}$ . La adición de un kilómetro se debe a que la proposición de un área de cobertura para una ruta se relacionará a un cuadrante con área de  $1 \text{ km}^2$

Así, por cada kilómetro de vía, existe una cobertura equivalente a  $1 \text{ km}^2$  de superficie.

$$\text{Cobertura} = \frac{\text{Área de cobertura del servicio}}{\text{Superficie urbana del Distrito Federal}} = \frac{423.14 \text{ km}^2}{620.82 \text{ km}^2} = 0.342 \text{ km}^{-1}$$

34.2% de la superficie urbana del Distrito Federal (centro - norte) cuenta con infraestructura de cobertura del Trolebús

Las especificaciones de las rutas operantes en el Distrito Federal que se presentan a continuación, indican el origen y el destino de la ruta, así como su longitud.

- LINEA CP CIRCUITO POLITÉCNICO  
Origen: Unidad Profesional Adolfo López Mateos del IPN (Zacatenco)  
Destino: Unidad Profesional Adolfo López Mateos del IPN (Zacatenco)  
Longitud de operación (km): 11.0
- LINEA M CIRCUITO VILLA DE CORTÉS  
Origen: Metro Villa de Cortés                      Destino: Metro Villa de Cortés  
Longitud de operación (km): 10.10
- LINEA S CORREDOR CERO EMISIONES EJE 2-2A SUR  
Origen: Metro Velódromo                      Destino: Metro Chapultepec.  
Longitud de operación (km): 18.00
- LINEA A CORREDOR CERO EMISIONES EJE CENTRAL  
Origen: Terminal Central de Autobuses del Norte.  
Destino: Terminal Central de Autobuses del Sur.  
Longitud de operación (km): 36.60
- LINEA Q EJE 5 ORIENTE  
Origen: Metro Pantitlán                      Destino: Metro Iztapalapa  
Longitud de operación (km): 18.55
- LINEA D EJE 7 - 7 A SUR Fuera de Servicio Temporalmente, construcción Línea 12 STC-Metro

Origen: San Andrés Tetepilco. Destino: Metro Mixcoac.

Longitud de operación (km): 12.30

- LINEA E EJE 8 SUR

Origen: Metro Pantitlán Destino: Deportivo Santa Cruz Meyehualco

Longitud de operación (km): 29.00

- LINEA G METRO BOULEVARD PUERTO AÉREO - METRO EL ROSARIO

Origen: Metro Blvd. Puerto Aéreo Destino: Metro el Rosario

Longitud de operación (km): 44.90

- LINEA T1 M CONSTITUCIÓN DE 1917 - UACM Fuera de Servicio Temporalmente.

Origen: Metro Constitución de 1917

Destino: Universidad Autónoma de la CD. de México (UACM)

Longitud de operación (km): 14.75

- LINEA LL SAN FELIPE DE JESÚS - METRO HIDALGO.

Origen: Colonia San Felipe de Jesús. Destino: Metro Hidalgo.

Longitud de operación (km): 26.14

- LINEA K1 UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE LA CIUDAD DE MÉXICO - CIUDAD UNIVERSITARIA

Origen: San Francisco Eje 3 Oriente. (Servicio Provisional Temporalmente)

Destino: Ciudad Universitaria

Longitud de operación (km): 17.80



## FRECUENCIA

La frecuencia en el servicio del Trolebús varía según la vialidad que se recorra y a la aproximación a las zonas de mayor afluencia en donde se opera, como ejemplo se tienen zonas de actividad comercial, centros laborales y estudiantiles; de esta manera, el intervalo de servicio del Trolebús en vialidades cercanas a dichas zonas es menor al intervalo brindado en zonas con menor actividad en los rubros anteriormente planteados.

La flota vehicular programada en la red es de 344 Trolebuses (al año 2013), los cuales operan a un intervalo de paso promedio de 5 minutos, lo que permite transportar diariamente un volumen superior a los 250 mil usuarios.

Tabla 3.7.1 Frecuencia de paso Corredor Cero Emisiones

### CORREDOR CERO EMISIONES (EJE CENTRAL)

UNIDAD	FRECUENCIA ÚTIL (MINUTOS)
1	00:46
2	03:01
3	00:45
4	00:39
5	01:41
6	02:01
7	01:26
8	02:35
9	02:27
10	05:27
11	01:56
12	01:14
13	01:44
PROM	01:58
MAX	05:27
MIN	00:39
RANGO	04:48

En la visita a la ruta Corredor Cero

Emisiones del Trolebús, se aforaron los períodos de paso de las unidades (Tabla 3.7.1), reflejando frecuencias altas y uniformes. El promedio de paso fue de 2 minutos, el punto de observación de las frecuencias fue en esquina de Eje Central y Madero, donde las unidades realizaban base esperando abordaje y permitir la dispersión de convoyes, llegaron a acumularse cinco unidades en espera de pasaje y unidades adelantadas se alejaron, bloqueando totalmente un carril en la avenida y acarreando complicaciones para el tránsito local (a pesar de no ser

hora de máxima demanda).

## SEGURIDAD

El Trolebús opera sobre vialidades mixtas y/o confinadas, la capacidad de sus unidades y velocidad de operación son algunos atributos que presentan similitud con la operación de la RTP, por lo que los siniestros pueden darse por circunstancias de la misma naturaleza, entre los cuales están principalmente, accidentes que involucran a vehículos particulares y peatones, robos y asaltos en los recorridos y bases, retrasos por condición de lluvia o tráfico, etc.

Las bases y paradas del Trolebús se ven permanentemente expuestas y sujetas a que los usuarios que esperan la unidad sean víctimas de accidentes y/o asaltos, y es que la gran

mayoría de las paradas no cuentan con elementos de seguridad como cámaras, personal de seguridad, aceras amplias y estructuras protectoras (vallas peatonales, topes de contención o balizas peatonales).

Existen puntos y tramos de conflicto vial en los que se realiza base provisional y tiempo deliberado sobre vialidades primarias e invasión de ambulante, obligando a los operadores a realizar ascenso y descenso de pasajeros en doble carril, poniendo en peligro la integridad física de usuarios, peatones y terceros.

Como se ha mencionado, la falta de confinamiento en carriles de contraflujo es un problema de seguridad, así como la falla sistemática en el sistema de frenos, luz exterior e interior y puertas centrales, disminuyendo la capacidad de frenado de las unidades y la visibilidad de los operadores, incrementando riesgo de accidentes.

Por lo que, como sistema integral de transporte público, el Trolebús carece de una planificación y operación que cubra las necesidades de seguridad del usuario de la Ciudad de México.

## **CONFORT**

El vehículo presenta de cuatro a seis ejes con una longitud total de 14 a 21 metros. Las capacidades promedio que presentan son de 85 pasajeros, de los cuales de un 20 a un 40% van sentados.

El interior de la unidad ofrece espacios acorde a las proporciones del usuario promedio, es decir, las plazas de las butacas, el ancho y alto de los pasillos, las dimensiones de las ventanas y entradas como salidas permiten desplazarse e instalarse (dejando fuera la condición de sobresaturación) al usuario de una manera cómoda; sin embargo, en horario de máxima demanda y para ciertas rutas, el desplazamiento en el interior se torna complicado, tardado y afecta la comodidad del usuario.

Un aspecto que suma puntos al confort del usuario en Trolebús es que debido a que la fuerza motriz depende de la energía eléctrica, el motor es silencioso en su recorrido y las vibraciones se reducen considerablemente en comparación con motor de diésel o gasolina, permitiendo que la comodidad del usuario durante el viaje se vea beneficiada.

El aspecto que resta confort al usuario consiste en que un porcentaje de la flota vehicular de Trolebús es antigua y ha cumplido con su de vida útil pero permanece en operación y las instalaciones se ven desgastadas, oxidadas e incluso inexistentes.

TROLEBÚS	
CORREDOR CERO EMISIONES (EJE CENTRAL)	
UNIDAD	SATURACIÓN (%)
1	80
2	90
3	40
4	30
5	20
6	10
7	10
8	110
9	100
10	130
11	100
12	90
13	80
PROM	68.5
MAX	130
MIN	10
RANGO	120

En la visita a la ruta Corredor Cero Emisiones del Trolebús, se aforaron los porcentajes de saturación estimados al paso de las unidades (Tabla 3.7.2), reflejando porcentajes adecuados para que se diera la condición de comodidad en los viajes. El horario de aforo fue próximo al de máxima demanda vespertino y se reflejó en los porcentajes de saturación donde se visualiza ascensión conforme se acercaba la hora de máxima demandada, como se muestra en la tabla. El promedio de los porcentajes fue de 68.5%, mientras que el valor máximo presentado fue del 130% de la capacidad y rango con valor del 120%.

Tabla 3.7.2 Porcentajes de saturación Corredor Cero Emisiones

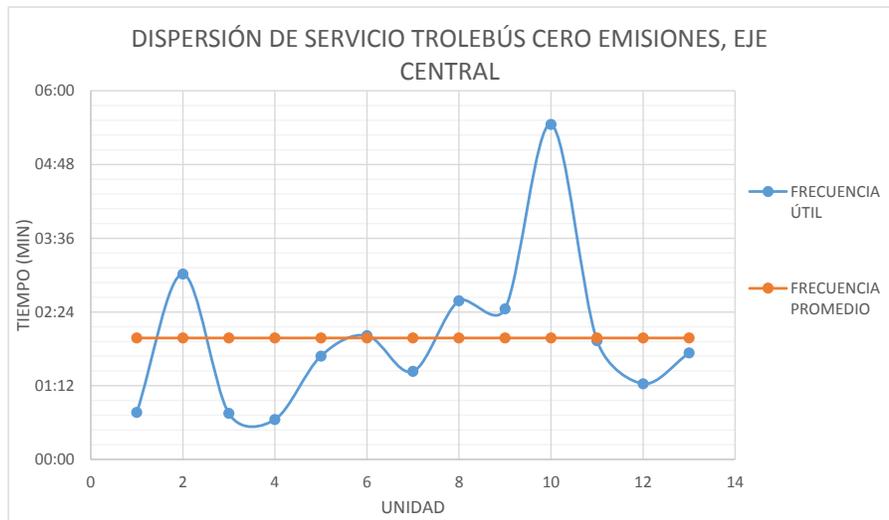
## CONFIABILIDAD

El Trolebús opera en derechos de vía predominantemente separados, a la vez de presentar la posibilidad de ramificarse y por consiguiente, mejorar el uso del ramo troncal.

Debido a la gran diversidad de equipos y partes que integran a la generación de trolebuses, las tareas de mantenimiento se hacen más complejas por el gran número de refacciones que se manejan para cada tipo de trolebús, ya que el 100% de la flota vehicular requiere en gran parte de refacciones de importación; sin embargo, por los años de fabricación y obsolescencia de las mismas se requiere una fabricación especial, lo que implica alto costo y dificultad en su adquisición.

En el sistema se dan constantes interrupciones en la alimentación de energía eléctrica, ocasionando retrasos en el servicio e inclusive la suspensión temporal del mismo, dejando al usuario sin opciones para transportarse; entra de manera importante el concepto de Frecuencia útil para evaluar la confiabilidad de este modo, en horario de máxima demanda y

para vialidades de mayor concurrencia (Eje Central, Central de Abastos-Mixcoac, ente otras), las unidades son insuficientes para atender de manera adecuada la demanda que se presenta, sometiendo al usuario a largas esperas y recorridos incómodos por la sobredemanda a bordo.



Graficando la tabla de frecuencias y el valor de la frecuencia promedio en el Trolebús Cero Emisiones, se observa en la gráfica de la dispersión del servicio, ciertas unidades se rezagaban o se adelantaban, por ello se dan los picos en los valores de frecuencia, a

pesar de ello, más del 70% de las unidades no presentó una variación mayor a un minuto de la frecuencia promedio, por lo que se ve reflejado el cuidado que se tiene en cuanto a la uniformidad y rapidez en el servicio.

## UTILIDAD

Los trolebuses tienen la capacidad para operar en casi cualquier vialidad. Esto permite que las rutas puedan ser asignadas a cualquier calle y la operación no se limite sobre ciertos derechos de vía, además de cambiar temporalmente las rutas o, en su caso, modificar parcialmente sus derroteros.

Este medio de transporte está ideado para rutas de transporte con volúmenes de pasajeros bajos a moderados.

A comparación de otros sistemas de transporte como el metro, el trolebús necesita una infraestructura mínima. Sin embargo, la baja inversión hace que se tenga poca permanencia y por ende, una influencia limitada en el uso de suelo y en la configuración de la forma urbana.

Actualmente se calcula que el trolebús le da servicio diario a 196 mil pasajeros y el tren ligero a 90 mil. Recientemente se impulsó la estrategia del “Corredor Cero Emisiones” en el Eje Central Lázaro Cárdenas, una de las vialidades más importantes de la ciudad, donde sólo circulan 120 trolebuses. Con esta alternativa se dispone de 36.6 kilómetros adicionales de

transporte público eléctrico. En el futuro se tienen contemplados otros corredores Cero Emisiones en los principales ejes viales de la ciudad.

A la cifra de pasajeros transportados durante el ejercicio de 2009, es importante considerar la cantidad de usuarios con discapacidad y adultos mayores afiliados al INAPAM que son beneficiados con los diversos programas del Gobierno del Distrito Federal con servicio gratuito y que, en el periodo que se reporta, ascendió a 11'839,511 personas. En total se transportaron 59'986,121 pasajeros con tarifa directa y cortesías.

*Imagen 3.7.3 Flota vehicular operante (corredor Cero Emisiones mostrada al inicio del capítulo)*

Trolebús		Cantidad	Fecha de Fabricación	Tecnología del Sistema de Tracción
Serie	Marca			
 3200	NEW FLYER	4	1975	REOSTATICO Antes: G.E. Actual: KIEPE (Importación)
 4200	TOSHIBA	35	1981	CHOPPER-GTC y GTO TIRISTORES TIPO PASTILLA (Importación)
 4300 Y 4400	TOSHIBA	115	1984	CHOPPER-GTC y GTO TIRISTORES TIPO PASTILLA (Importación)
 4700	MITSUBISHI	27	(4 primeros) 1984 (restantes) 1988	CHOPPER-GTO TIRISTORES TIPO PAQUETE (Importación)
 7000	KIEPE	13	1990	REOSTATICO KIEPE (Importación)
 9700 Y 9800	MITSUBISHI	189	1997 Y 1998	INVERSOR VVVF-C.A con IGTB

## CONCLUSIONES

Los trolebuses han tenido una importancia histórica enorme para el transporte del Distrito Federal (DF) y representan una enorme oportunidad desaprovechada, ya que se les ha descuidado, a pesar de usar energías limpias como fuerza motriz. Los trolebuses son el sistema de transporte más antiguo de la ciudad y uno de los más influyentes. No obstante, este se ha ido desmantelando en los últimos años, bajo el argumento de ser una “carga financiera por la baja afluencia y los altos costos de mantenimiento de unidades antiguas y por ser sustituido por transporte público masivo (STC y Metrobús)”.

Específicamente, en la administración de Marcelo Ebrard (2006 -2012) se argumentó que eran costosos y obsoletos, por lo que se reducirían las rutas a sólo 10, cediéndose a los transportistas particulares (microbuses). Posteriormente, desaparecerían dos extras al ser sustituidas por líneas de Metrobús y STC. (Medina, 2013)

Si bien se puede apelar a lo oneroso de su funcionamiento, eliminar las rutas no atiende a las causas del problema. Con la próxima implementación de tarjetas inteligentes de prepago en los trolebuses se puede integrar en un sistema más grande es decir, que por el precio de un viaje uno pueda transbordar de una ruta a otra de trolebús. Así, al transformarse en una red integrada atraería nuevos viajes que incrementarían los ingresos del trolebús.

### **3.8 RED DE TRANSPORTE DE PASAJEROS (RTP)**

La red de Transporte de pasajeros (RTP) es un sistema de transporte público y un organismo público descentralizado de la Administración Pública del Distrito Federal, con personalidad jurídica y patrimonio propio, sectorizado a la Secretaría de Transportes y Vialidad que opera en las calles de la Ciudad de México.



*Imagen 3.8.1 RTP de la ciudad de México*

La red de transporte público de pasajeros en autobuses para las zonas periféricas de la ciudad, con la finalidad de atender preferentemente a las clases populares, así como de articular su conexión con otros sistemas de transporte.

#### **COBERTURA**

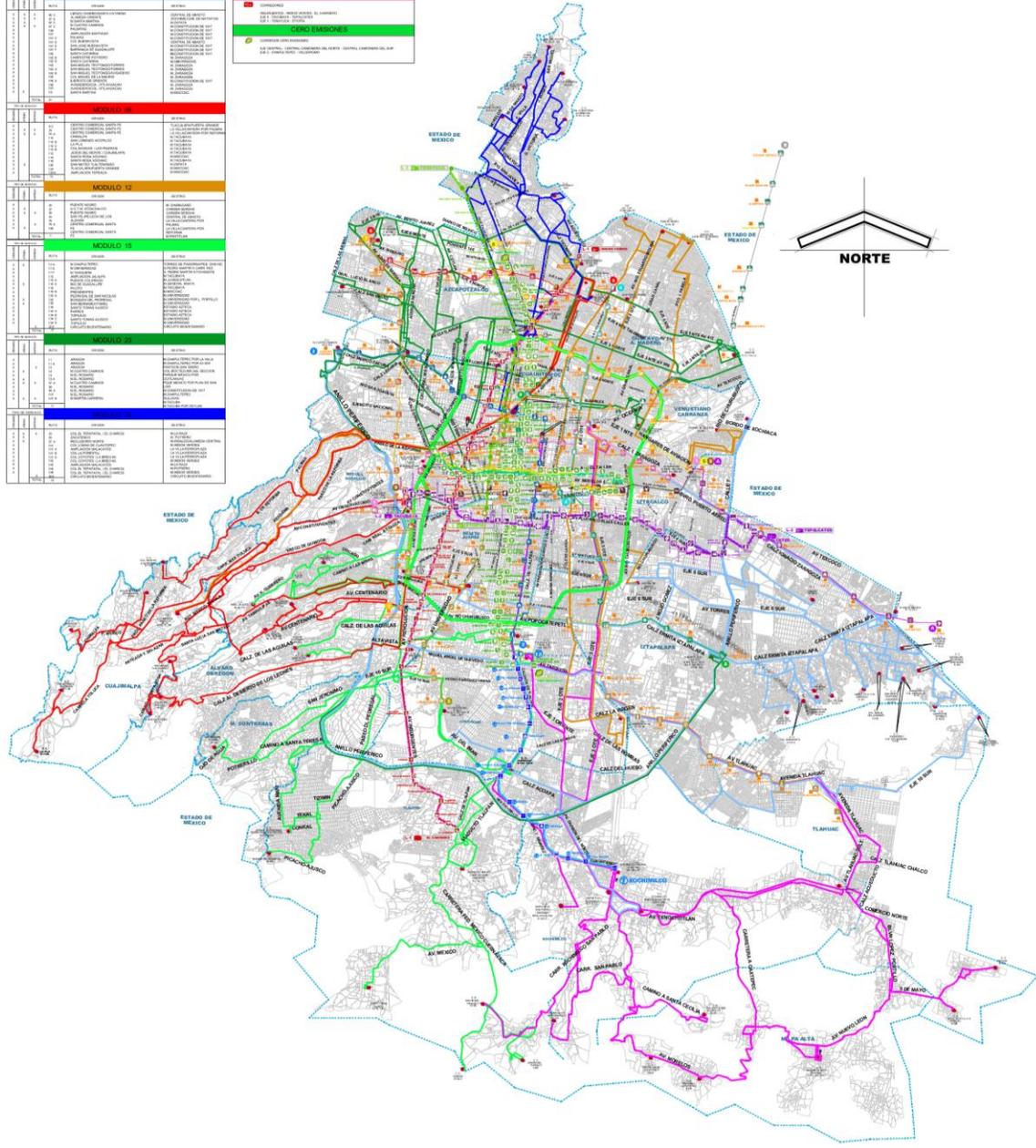
Unidades en operación por día: 1,140, las rutas operadas por la RTP son 100, la longitud de las rutas cubiertas por la RTP es de 3 mil 185 Kilómetros, el horario diario de servicio: 04:00 a 23:00 horas y el promedio de pasajeros transportados en día hábil es de 750 mil.(Programa Integral de Transporte y Vialidad, 2001-2006)



# RED DE RUTAS

MODULO 01	MODULO 02
01.01	02.01
01.02	02.02
01.03	02.03
01.04	02.04
01.05	02.05
01.06	02.06
01.07	02.07
01.08	02.08
01.09	02.09
01.10	02.10
01.11	02.11
01.12	02.12
01.13	02.13
01.14	02.14
01.15	02.15
01.16	02.16
01.17	02.17
01.18	02.18
01.19	02.19
01.20	02.20
01.21	02.21
01.22	02.22
01.23	02.23
01.24	02.24
01.25	02.25
01.26	02.26
01.27	02.27
01.28	02.28
01.29	02.29
01.30	02.30
01.31	02.31
01.32	02.32
01.33	02.33
01.34	02.34
01.35	02.35
01.36	02.36
01.37	02.37
01.38	02.38
01.39	02.39
01.40	02.40
01.41	02.41
01.42	02.42
01.43	02.43
01.44	02.44
01.45	02.45
01.46	02.46
01.47	02.47
01.48	02.48
01.49	02.49
01.50	02.50
01.51	02.51
01.52	02.52
01.53	02.53
01.54	02.54
01.55	02.55
01.56	02.56
01.57	02.57
01.58	02.58
01.59	02.59
01.60	02.60
01.61	02.61
01.62	02.62
01.63	02.63
01.64	02.64
01.65	02.65
01.66	02.66
01.67	02.67
01.68	02.68
01.69	02.69
01.70	02.70
01.71	02.71
01.72	02.72
01.73	02.73
01.74	02.74
01.75	02.75
01.76	02.76
01.77	02.77
01.78	02.78
01.79	02.79
01.80	02.80
01.81	02.81
01.82	02.82
01.83	02.83
01.84	02.84
01.85	02.85
01.86	02.86
01.87	02.87
01.88	02.88
01.89	02.89
01.90	02.90
01.91	02.91
01.92	02.92
01.93	02.93
01.94	02.94
01.95	02.95
01.96	02.96
01.97	02.97
01.98	02.98
01.99	02.99
01.100	02.100

OTROS MEDIOS DE TRANSPORTE METRO	
03	04
05	06
07	08
09	10
11	12
13	14
15	16
17	18
19	20
21	22
23	24
25	26
27	28
29	30
31	32
33	34
35	36
37	38
39	40
41	42
43	44
45	46
47	48
49	50
51	52
53	54
55	56
57	58
59	60
61	62
63	64
65	66
67	68
69	70
71	72
73	74
75	76
77	78
79	80
81	82
83	84
85	86
87	88
89	90
91	92
93	94
95	96
97	98
99	100



red de transporte de pasajeros

RED DE TRANSPORTE DE PASAJEROS DEL DISTRITO FEDERAL. PLANO DE LA RED DE RUTAS/2011

Imagen 3.8.3 Rutas de la RTP en la ciudad de México

## FRECUENCIA

En la página de SETRAVI se informa que la Red de Transporte de Pasajeros presenta un arribo de unidad promedio de 2 minutos en horario de máxima demanda.

Se realizó la visita a la Avenida Reforma con ruta Chapultepec – Indios Verdes, en donde nuevamente se hizo el levantamiento de frecuencias de paso de unidades, revelando frecuencias bajas (Tabla 3.8.1). El valor promedio de dichos valores fue de menos de un minuto y el tiempo que más demoró la unidad fue de casi cuatro minutos. Se comenta que la hora del levantamiento fue a las 17:30 horas en día hábil, próximo a presentarse la hora de máxima demanda.

RED DE TRANSPORTE DE PASAJEROS (RTP)	
AVENIDA REFORMA, CHAPULTEPEC - INDIOS VERDES	
UNIDAD	FRECUENCIA ÚTIL (MINUTOS)
1	03:45
2	00:16
3	01:14
4	00:20
5	01:10
6	00:15
7	00:35
8	01:25
9	00:23
10	01:05
11	00:17
12	01:33
13	01:00
14	00:20
15	00:26
PROM	00:56
MAX	03:45
MIN	00:15
RANGO	03:30

Tabla 3.8.1 Frecuencias de paso RTP

## SEGURIDAD

Como principio, los vehículos deben contar con señalización que los haga identificables como un servicio de transporte público, pero además, el usuario debe poder identificar la ruta a la que pertenece. Para que el autobús pueda frenarse en la parada suavemente, es necesario que los usuarios realicen la señal correspondiente a unos 50 m de distancia, lo que exige que la indicación de la ruta o ramal tenga una dimensión de 20 cm. Esta indicación será normalmente el número de la ruta correspondiente, así como el origen y destino de la misma, en caracteres pequeños. Debe mencionarse que es necesario que se respeten las velocidades de operación de las vías y así evitar tanto accidentes como pasar de largo las paradas sin detenerse y no captar a los usuarios.

Para asegurar la buena visibilidad, conviene que la indicación de la ruta, vaya colocada en el frente de la unidad, en la parte superior, a un costado de la unidad y en la parte posterior de la unidad.

Las instalaciones de iluminación no son menos importantes para la seguridad del sistema de transporte RTP, el objetivo principal es mantener un nivel de seguridad durante la noche,

permitiendo que los pasajeros se muevan en el interior y en escaleras de acceso (en caso de existir) con la misma facilidad que durante el día. Para ello, es necesario conseguir un nivel medio de iluminación a una altura de un metro sobre el piso, colocando fuentes de luz complementarias en escaleras, puertas y zona de control de boletos, tal como se muestra en la figura 2.3 (Molinero Molinero & Sánchez Arellano, 1997)

Asimismo, se debe cuidar la uniformidad de la iluminación dentro de las unidades, ya que las zonas que resulten peor iluminadas parecerán poco seguras a los usuarios.

La Red de Transporte de Pasajeros (RTP) carece de la tecnología de cámaras de video vigilancia y de vigilancia permanente en todas las paradas, así como dispositivos de alerta. (La Gazzetta DF, 2013)

La consulta de información por parte de los usuarios hacia los operadores puede ser causa de distracciones para los mismos. Por consiguiente, es deseable contar con otras formas de información inexistentes en la actualidad.

## CONFORT

El autobús es un vehículo de una sola carrocería, soportado por dos ejes. La capacidad máxima de asientos varía de 35 a 50, pudiendo tener una capacidad total de 50 a 110 espacios.

Al ser el volumen del autobús por espacio disponible del orden de  $0.7 \text{ m}^3$ , se puede suponer un volumen ocupado por pasajero de  $1 \text{ m}^3$ , por lo que para conseguir una

ventilación del orden de  $20 \text{ m}^3$  por hora, será necesario renovar 20 veces cada hora el contenido total de aire en el vehículo (autobús).



*Imagen 3.8.4 Base de Red de Transporte de Pasajeros.*

RED DE TRANSPORTE DE PASAJEROS (RTP)	
AVENIDA REFORMA, CHAPULTEPEC - INDIOS VERDES	
UNIDAD	SATURACIÓN (%)
1	90
2	90
3	40
4	50
5	40
6	20
7	50
8	30
9	60
10	40
11	10
12	20
13	20
14	10
15	10
<b>PROM</b>	<b>38.7</b>
MAX	90
MIN	10
RANGO	80

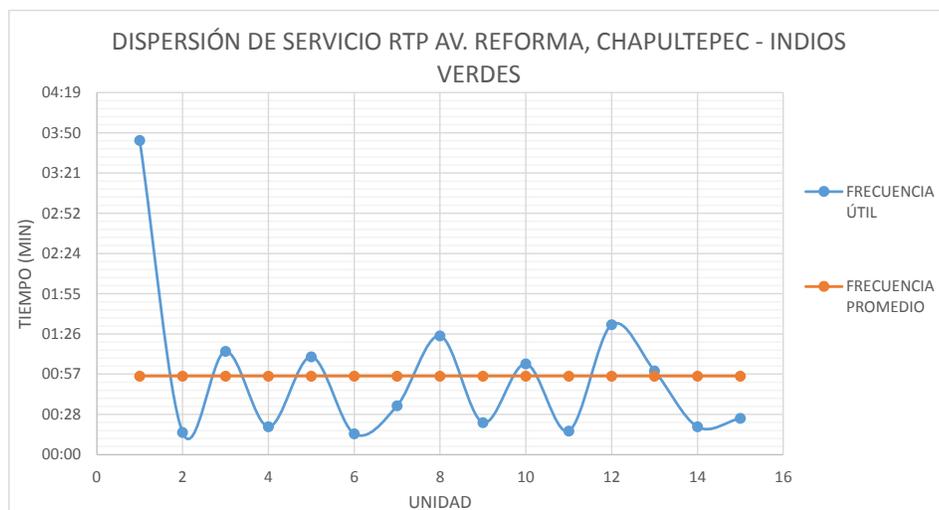
Se realizó la visita a la Avenida Reforma con ruta Chapultepec – Indios Verdes, en donde nuevamente se hizo el levantamiento de porcentajes de saturación (Tabla 3.8.2), revelando valores bajos. El promedio del porcentaje de saturación fue de menos del 40%, mostrando una ocupación máxima del 90%. Se comenta que la hora del levantamiento fue a las 17:30 horas en día hábil, próximo a presentarse la hora de máxima demanda.

Hablando del ruido que las unidades generan, pareciera difícil que en los autobuses actuales con que se cuenta en México se pudieran conseguir niveles de ruido bajos en el corto plazo, si se considera que actualmente sobrepasan los 85 dB en el interior de las unidades.

Tabla 3.8.2 Porcentajes de saturación estimada en unidades de RTP

## CONFIABILIDAD

Al graficar la tabla de frecuencias de paso se observa la escasa dispersión del servicio regular al valor de la frecuencia promedio, es decir, el servicio que, de manera indicativa, RTP presta en la Av. Reforma es un servicio uniforme con cortos períodos de espera.



Para ilustrar esa poca dispersión, casi el 95% de las unidades presentaron un arribo con dispersión menor a un minuto, partiendo del valor promedio, es decir durante el levantamiento, el usuario esperó como mínimo segundos y

como máximo menos de dos minutos, reflejando una clara uniformidad, por lo que el servicio indicado se califica como confiable.

## **UTILIDAD**

El Gobierno del Distrito Federal, mediante la Red de Transporte de Pasajeros (RTP), brinda el servicio a 500 mil pasajeros en día laborable con una red en operación de 3,185 kilómetros de longitud, en las 16 delegaciones del D.F. y particularmente atiende a 135 zonas de escasos recursos. La Red de Transporte Público, creada en el año 2000, cuenta con un parque vehicular aproximado de 1 mil 268 unidades. Igualmente la RTP participa en la línea del Metrobús Insurgentes con una flota de 25 autobuses articulados. La mayor parte de rutas de la RTP se vinculan a estaciones del Metro, corredores de importante demanda y la totalidad de los viajes son subsidiados a favor de los usuarios, quedando completamente exentos del pago de tarifa los adultos mayores, las personas con discapacidad, y niños menores de 5 años. Con ello se presta un servicio como herramienta crucial para la regulación del servicio de transporte colectivo en el Distrito Federal.

En promedio, al día operan 1 mil 140 unidades; de éstas, 831 su adquisición fue en abril del 2002, el resto de las unidades presentan una antigüedad promedio de 17 años. La creación de esta empresa tiene el objetivo de ampliar el número de autobuses de mediana capacidad que alimentan al metro en particular de las zonas de menores recursos económicos y que además permiten ordenar el transporte público de pasajeros.

La RTP concentra un 3% del total de viajes, transporta a 650 mil usuarios diariamente; opera 98 rutas regulares, principalmente de zonas de difícil acceso y bajos recursos económicos.

## **CONCLUSIONES**

Es cada vez más vista la sustitución del Microbús en sus rutas por las unidades de RTP, debidas principalmente a las suspensiones o penalizaciones por la operación poco cuidadosa de los choferes de Microbús; otro motivo es la implementación por parte del GDF del uso de flota vehicular moderna a una mayor cobertura.

La penetración que el sistema alcanza en la ciudad de México le permite a RTP ser un transporte de gran importancia, no solo como transporte alimentador sino como parte de la columna del transporte público. El levantamiento de frecuencias indica que el problema no se encuentra ni en la confiabilidad ni en la cobertura; ciertos aspectos de la comodidad son

mejorables para las horas pico pero las principales problemáticas se encuentran en los otros atributos.

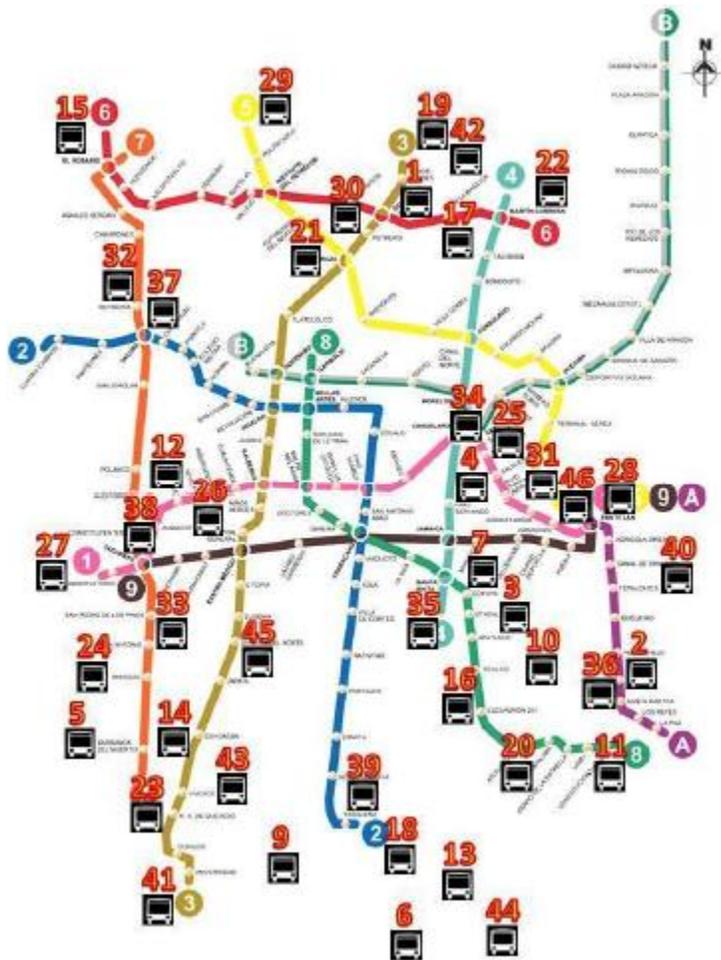
La Red de Transporte de Pasajeros brinda un servicio que es cuestionado por la falta de mantenimiento de un importante porcentaje de su flota, como se verá más adelante en el subcapítulo “*Utilidad de los modos de transporte*”, al menos el 60% de los vehículos de la RTP circulan con un problema mecánico, provocando un riesgo al usuario inherente a su uso. Otro aspecto que condiciona la utilidad de la RTP es la inseguridad en la ciudad, el usuario es vulnerable a cualquier tipo de siniestro o situación que ponga en peligro su vida y posesiones.

### 3.9 CENTROS DE TRANSFERENCIA MODAL (CETRAM)

Para lograr conectividad entre varios modos de transporte existen los centros de transferencia modal (CETRAM), concebidos originalmente para agilizar el trasbordo a los usuarios de diferentes modos de transporte, de manera segura y rápida, sin interferir en la continuidad del flujo vehicular de la vialidad aledaña a las estaciones terminales del Metro. Sin embargo, los CETRAM se han constituido en puntos saturados, donde se concentra una aguda problemática vial, urbana, social y económica.

Existen en el Distrito Federal 45 Centros de Transferencia Modal los cuales ocupan una superficie de 791 mil 172 metros cuadrados. (Secretaría de Transportes y Vialidad, 2007)

De éstos los de mayor afluencia son: Indios Verdes, Pantitlán, Taxqueña, Chapultepec, los cuales captan el 33 por



ciento de la demanda. En 39 de los 45 CETRAM se tiene conexión con el STC-METRO y/o el tren ligero.

CETRAM	superficie	CETRAM	Superficie
1.-18 de Marzo	6,150.00	26.-Oaxaca	2,000.00
2.-Acatlla	13,980.00	27.-Observatorio	19,151.75
3.-Apollaco	1,715.00	28.-Paritllán	88,078.00
4.-Balbuena	sin datos	29.-Politécnico	15,625.00
5.-Barranca del Muerto	2,124.00	30.-Pótrero	7,700.00
6.-Canal de Chalco	7,200.00	31.-Puerto Aéreo	14,064.36
7.-Coyaya	6,881.00	32.-Refinería	6,300.00
8.-Canal de Garay	12,001.50	33.-San Antonio	3,500.00
9.-Canal Nacional	6,960.00	34.-San Lázaro	17,000.00
10.-Central de Abasto	29,820.00	35.-Santa Anita	8,300.00
11.-Constitución de 1917	45,500.00	36.-Santa Martha	28,410.00
12.-Chapultepec	14,116.50	37.-Tacuba	13,060.00
13.-Deportivo Xochimilco	sin datos	38.-Tacubaya	5,550.00
14.-Dr. Galvez	4,493.00	39.-Taqueña	26,900.00
15.-El Rosario	69,500.00	40.-Topicalates	12,984.00
16.-Escuadrón 201	2,936.37	41.-Universidad	64,326.95
17.-Ferroplaza	4,300.00	42.-Villa Cantera	5,825.00
18.-Huitpulco	16,055.00	43.-Viveros	360.00
19.-Indios Verdes	108,062.00	44.-Xochimilco Gaitía	3,960.00
20.-Iztapalapa	5,036.90	45.-Zapata	13,361.50
21.-La Raza	40,988.00	46.-Zaragoza	19,235.00
22.-Martín Carrera	19,100.00		
23.-Miguel Ángel de Q.	320.00		
24.-Miscoac	7,843.23		
25.-Moctezuma	sin datos		

Atienden aproximadamente a 4.5 millones de usuarios al día, de los cuales casi 2 millones provienen de 126 municipios del Estado de México. Actualmente se encuentran saturados, ya que en su diseño no se proyectó el incremento de la demanda de transporte público, por lo que se presenta insuficiencia de espacios para usuarios y prestadores del servicio. El desorden de los servicios de transporte público que tienen acceso a los CETRAM causa congestión dentro y fuera de las instalaciones en las horas pico, incrementando la contaminación y los accidentes. En horas donde no se registra saturación, la problemática no sólo se origina por los excesivos tiempos de

permanencia de las unidades dentro de los CETRAM, sino también por la invasión de las calles de la periferia por unidades en espera durante largos periodos, que utilizan espacios de la vía pública como lanzaderas, estacionamiento y reparación de las unidades, lo que afecta a los usuarios y a los ciudadanos.

Entre los principales problemas de los CETRAM están el deterioro, la insalubridad e inseguridad, dificulta sensiblemente la operación, control y seguridad de las unidades de transporte, además del predominio de ambulante que obstaculiza las funciones de intercambio de los modos de transporte público y pasajeros.



Centro de Transferencia Modal Indios Verdes.

### 3.9.1 CETRAM CUATRO CAMINOS

Es uno de los más importantes de la ZMVM, ya que atiende a más de 500 mil usuarios al día. Los congestionamientos producidos por la impericia de los conductores de transporte público, la invasión de banquetas, la falta de accesibilidad, entre otros factores, hacen que dicho lugar no garantice la seguridad de los usuarios y mucho menos brinde un servicio de calidad.



*Centro de Transferencia Modal Cuatro Caminos.*

A lo largo de este CETRAM se pueden observar puestos ambulantes que limitan el paso al peatón y ponen en riesgo su seguridad. Si se camina por los espacios de este CETRAM, se podrán observar coches abandonados, puestos de comida que ocupan toda la banqueta, máquinas de juegos sobre pasos peatonales, ausencia de guarniciones para transeúntes y una ineficiente operación, en general, del transporte público. “Existen más de mil 500 puestos semifijos que invaden los accesos a la estación Cuatro Caminos del Sistema de Transporte Colectivo, pese a que el ambulante está prohibido por el reglamento publicado en la *Gaceta del Gobierno del Estado de México* el 13 de septiembre de 1996.” (González, 2009)

Los andenes del CETRAM Cuatro Caminos no operan de forma adecuada, la gente tiene que cruzar en medio de los camiones para poder abordar los autobuses, arriesgando su seguridad.

El obsoleto diseño de la distribución espacial de los andenes ocasiona que las largas filas de pasajeros que pretenden abordar los camiones se extiendan debajo de las aceras y que los vehículos, a pesar de estar listos para su desplazamiento, tengan que esperar por el tránsito o por el abordaje de otras unidades. Esto trae como consecuencia que los vehículos gasten más combustible y que los usuarios demoren en su trayecto.

Las instalaciones no cuentan con una señalización adecuada referente a la ubicación de las salidas de los derroteros, trayectos, tiempos de traslado o llegadas.

Debido a la intensa actividad comercial que se da en el CETRAM Cuatro Caminos (peluquerías, fondas, panaderías, misceláneas con refrigeradores, puestos de revistas, de ropa y zapaterías, locales de videojuego, etc.) el consumo de energía eléctrica es alto y bajo es el porcentaje que se factura, es decir, existe una gran fuga de energía eléctrica la cual es tomada por el comercio informal que opera en este centro.



*Imágenes del comercio informal en el CETRAM*



“En 1998, durante la gubernatura del ahora senador César Camacho Quiroz, se autorizó la instalación de 100 locales semifijos en las inmediaciones del paradero, pero el comercio se multiplicó y ni un puesto tiene permiso, porque está prohibido” (González, 2009)

### **3.9.2 CETRAM CHAPULTEPEC**

Otro caso de ocupación de espacio descontrolado por ambulantes (aunque en menor medida) es la que sufre la CETRAM Chapultepec, en la que convergen Metro, Microbús y RTP. A pesar de contar con comercio informal los puestos no obstruyen la vía, el ancho de las aceras y pasillos permiten el cómodo desplazamiento a pie del peatón.

El paso de Microbús presenta mayor frecuencia que las unidades de RTP, a pesar de no contar con infraestructura para aparcar de manera provisional, hileras de unidades se detienen sobre la avenida contigua, privando de un carril a la circulación del resto de vehículos. No hay áreas de descanso para ningún tipo de vehículo, los muiscrobuses y camiones se estacionan en zonas cercanas ya sea para aparcar, calentar motor, etc. y resulta en una presencia degradable para la población en general.

Durante el recorrido nocturno se observó que el alumbrado público es insuficiente para alumbrar la vía pública y para el comercio que se desarrolla, siendo inseguro para el usuario.

En términos generales el CETRAM Chapultepec se encuentra descuidado, la basura contribuye al poco atractivo visual, además de tapar coladeras. La zona propicia una baja calidad de transporte y el desagrado del usuario, es de esperarse que el mismo opte por abstenerse al uso de éste.



*CETRAM Chapultepec.*

### **3.9.3 CETRAM BUENAVISTA**

En él se asignaron tanto los microbuses como las bases de taxis que actualmente se encuentran en Mosqueta y Puente de Alvarado.

Además de los asentamientos, la cantidad de vehículos y camiones que se aglutinan en la zona generan un importante riesgo para los transeúntes que "torean" dichas unidades en su intento por cruzar la calle. Los conflictos se concentran en el Eje 1 Norte Mosqueta, donde el Gobierno del Distrito Federal restringió la circulación en dos carriles, y los habilitó como paradero de las unidades de la RTP. En dicho sitio los camiones son abordados por los pasajeros que arriban del estado de México a través del Tren Suburbano.

El lapso comprendido entre las 7:00 y las 10:00 horas es el de mayor afluencia de pasajeros, por lo que los autobuses parten en promedio cada tres minutos con dirección a los destinos preestablecidos. “El problema ocurre a la salida de estas unidades ya que policías preventivos y empleados de RTP detienen la circulación en el Eje 1 Norte, para que el autobús pueda dar una vuelta en carriles centrales e ingresar a la calle de Jesús García y continuar con dirección al sur de la ciudad. Sin embargo, son varios los automovilistas que desesperados por el asentamiento en este tramo intentan ganar el cruce, por lo que los uniformados prácticamente tienen que pararse frente a ellos para detenerlos.” (El Universal, 2008)

Además los taxistas de la base que fueron retirados del exterior de la salida sur de la estación del Metro, se estacionan ahora en ambas laterales de Jesús García, lo que complica aún más la circulación en esta. El riesgo es constante para los pasajeros que optan por algún otro medio de transporte como el Metrobús, ya que tienen que evadir a los automóviles tanto en Insurgentes como en el Eje 1 Norte, pues la vuelta es continua en ambas arterias.

### 3.10 UTILIDAD DE LOS MODOS DE TRANSPORTE

Mencionado en el diseño del levantamiento, para el atributo de la utilidad se presenta de manera complementaria una tabla con el desglose de los aspectos a tomar en cuenta para la evaluación de los modos de transporte que operan en la Ciudad de México, el cual servirá como parámetro para una propuesta de metodología de interpretación de resultados, introduciendo conceptos de estrategias que más adelante el autor realizará.

TRANSPORTE	COSTO/BENEFICIO SOCIAL
<b>Sistema de Transporte Colectivo (STC – METRO)</b>	Sirve a la gran mayoría de la población del Distrito Federal, es el servicio de transporte preferido del usuario, no solo por económico y sencillo de utilizar, sino porque estratégicamente, cubre las zonas más concurridas de la ciudad. El Metro hoy en día, es el pilar del sistema de transporte público de la ciudad, con un movimiento promedio en día laborable de más de 5 millones de pasajeros.

La operación de los trenes es bien vista por la población, pocos son los percances directamente atribuibles a la conducción de los operadores, por lo tanto, la seguridad y confiabilidad operativa son menos cuestionadas que en otros modos de transporte.

Las condiciones de operación empeoran de manera notoria cuando se presentan lluvias, sobre todo para trayectorias no techadas o no suburbanas, incrementando tiempos de traslado, posibilidad de accidentes y costos de operación.

En horario de máxima demanda, los trenes llegan a ocuparse hasta un doscientos por ciento de su capacidad de diseño (1,500 personas por convoy), causa de baja confiabilidad en el servicio, debido a la incertidumbre a la que el usuario se somete y, ante el apuro de llegar a su destino, se prefiere abordar el tren, renunciando al confort.

Un gran beneficio del STC es la fuerza motriz que usa para su operación, la energía eléctrica libera de emisiones contaminantes al ambiente, haciendo sustentable al sistema.

El servicio que brinda el STC de la ciudad de México es de los más eficientes del mundo, ya que a pesar del mantenimiento preventivo insuficiente de las estructuras y correctivo de cierto porcentaje de trenes, cumple diariamente el propósito de transportar a millones de usuarios, cobrando una de las tarifas más bajas del mundo.

El principal beneficio social del STC es que permite un gran ahorro de horas-hombre al usuario y es libre de emisiones contaminantes, es decir, si no se contara con dicho sistema, para los recorridos que el usuario tiene que realizar diariamente, a éste le tomaría mayor tiempo realizar los viajes y a mayor costo.

A opinión del autor, el principal costo social se da en los retrasos (cada vez mayores y más prolongados) ocasionados por la sobresaturación y por la falta de mantenimiento a trenes y al desgaste de las estructuras propias de las instalaciones.

<b>METROBÚS</b>	<p>La utilidad del Metrobús queda definida por la velocidad de operación de las unidades y la tecnología con que sus motores cuentan, las frecuencias del sistema son altas y permiten un alto ahorro de horas-hombre. Sin embargo, debido a la capacidad de las unidades, en horario de máxima demanda, la frecuencia útil se ve afectada de tal manera que el usuario debe esperar el paso de varias unidades antes de poder abordar y una vez dentro de las unidades, por la sobresaturación, los pasajeros no se desplazan de manera cómoda. Es insuficiente la frecuencia y la capacidad de las unidades para satisfacer la demanda, es posible que el Metrobús haya generado nueva demanda por lo que el servicio se ve insuficiente en horas de máxima demanda, por lo tanto el sistema se vio en la necesidad de evolucionar respecto a su inauguración en dos aspectos, principalmente:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>-La planeación del Metrobús obedece a atender a la mayor cantidad de usuarios posible pero, por la misma naturaleza cíclica de la ruta (situación para todo sistema de transporte en la Ciudad de México), es inevitable que en el proceso de movilidad, el servicio se vea excedido en ocasiones y se pierdan recursos y tiempos para atender los puntos de mayor demanda, por lo que un acierto en la planeación de Metrobús es contar con diversas rutas (más cortas para una misma línea) que permitan a una unidad regresar de manera más rápida a terminales o sitios de mayor afluencia, cubriendo la demanda de una trayectoria y evitando que la gente se concentre y con ello, saturación (Ej. Ruta Indios Verdes - Buenavista, Indios Verdes - Glorieta de Insurgentes).</li><li>-Se han modificado las unidades de Metrobús aumentando su capacidad (unidad biarticulada), asemejando su diseño al de trenes.</li></ul> <p>Esto lleva a la conclusión de que la demanda del Metrobús pide un diseño de tren y no autobús en cuanto a la capacidad de línea del sistema.</p> <p>Metrobús es un proyecto en pleno desarrollo en la Ciudad de México, actualmente se inauguró una quinta ruta y se tienen proyectadas 10 líneas en total para los próximos 5 años. (Hernández, 2011)</p>
-----------------	--

Los operadores de Metrobús son capacitados y evaluados con mucha regularidad y el manejo de las unidades es confiable. A pesar de contar con carril confinado, el sistema no queda exento de intrusiones, ya sean ilegales o debida a la necesidad por parte de departamentos de seguridad o emergencias a alcanzar cierta ubicación, además, debido a los cruces, bloqueos por marcha y diseño de algunas terminales, aumenta el riesgo de percances, (Ej. estación Dr. Gálvez, línea 1) afectando tanto la seguridad como la confiabilidad del sistema.

Los autobuses articulados del Metrobús funcionan con motores de tecnologías limpias “Euro 3” que reducen las emisiones tóxicas, las unidades más nuevas cuentan con tecnología Euro IV (que requieren diésel de ultra bajo azufre, UBA) a lo que resulta en un gran beneficio para el ambiente y en especial para el valle de México, reduciendo hasta un 60 % la emisión de gases invernadero.

En el Metrobús se separan a hombres de mujeres por cuestiones de seguridad y confort, aspecto de la planeación considerada acertada a raíz de la experiencia que se ha tenido referente a percances relacionados a la violencia de género en el STC.

Desde el punto de vista histórico (una vez que inicia el servicio de carril exclusivo, los autobuses o microbuses dejan de circular por esa vía para integrarse como ruta alimentadora), los traslados son más seguros, rápidos, cómodos y limpios. Además, la imagen urbana se ha visto beneficiada, así como la eficiencia y control del transporte en los corredores donde se opera.

La inversión fue mínima en comparación con otras alternativas (trenes o transporte subterráneo), con los beneficios y perjuicios que esta decisión trajo consigo.

Otro aspecto importante es la reducción en la cantidad de emisiones contaminantes (aproximadamente 80 mil toneladas de CO<sub>2</sub>) debido a la tecnología de sus motores. Como ejemplo, un porcentaje de las unidades de la Línea 1 del Metrobús cuentan con tecnología denominada Euro 3 y Euro IV la cual utiliza diésel de ultra bajo azufre (UBA), lo que permite reducir en 67 mil

387 toneladas la emisión de dióxido de carbono y en un 60 % los contaminantes a la atmósfera en la Cd. de México. (Torres, 2008)

El Metrobús trajo una transferencia entre beneficio y costo; al retirar otros sistemas de transporte como combis, RTP y Microbuses de las vialidades, el problema de emisiones contaminantes por parte de dichos sistemas se eliminó, pero al darle exclusividad de un carril entero al Metrobús, carril la velocidad del resto de vehículos particulares disminuyó y las emisiones contaminantes incrementaron, así la sustentabilidad que justificaba al proyecto se descuidó desde un punto de vista holístico.

A opinión del autor, el principal beneficio que trajo el Metrobús es el ahorro de horas-hombre, ya que el Metrobús circula con gran rapidez, redujo considerablemente las emisiones contaminantes, mejoró la seguridad vial y permite que los desplazamientos se realicen en período cortos.

El principal costo social es que, debido al carril confinado del Metrobús, se redujeron los carriles para la circulación de automóviles particulares, lo que repercute en una velocidad de operación menor para éstos y un inevitable aumento en las emisiones de CO<sub>2</sub>, lo cual incumple uno de los objetivos iniciales del proyecto Metrobús al retirar camiones y microbuses que emitían gran cantidad de gases contaminantes y entorpeciendo la circulación del resto de los vehículos.

**RED DE  
TRANSPORTE  
DE  
PASAJEROS  
(RTP)**

Al igual que el microbús, el RTP ha tenido diversos problemas referentes a su operación debido principalmente a la falta de mantenimiento de sus unidades. El trabajador cuenta con un salario fijo, a diferencia de la estructura laboral del Microbús, por lo que no se tienen los incentivos que propicien la competencia por el pasaje, a pesar de ello la seguridad se ve afectada por las condiciones inadecuadas de las unidades, al menos el 60 por ciento de la flota ofrece servicio todos los días con un problema mecánico, en sistema de frenos, estructural o eléctrico que ponen en riesgo la seguridad del usuario.

La Red de Transporte de Pasajeros cuenta con un parque vehicular aproximado de mil trescientas unidades de los cuales tan solo circulan 60 por

ciento, el resto se encuentra en los patios de los módulos operativos por falta de refacciones. (Ciudad Capital, 2011)

El sistema trabaja en carriles compartidos con otros vehículos entorpeciendo la circulación y, en contrasentido con sistemas que cuentan con infraestructura exclusiva, la seguridad del usuario se ve afectada.

Diariamente atiende a millones de usuarios, su propósito es alimentar vías troncales y, a la vez, cubrir distancias mayores que el microbús, por ello el usuario es menos propenso al transbordo, ya que la penetración del sistema es vasta.

Las unidades de la ruta Atenea han sido renovadas y cuentan con GPS, aunque según un artículo de “Ciudad Capital” dichos dispositivos no funcionan y debido al gasto realizado se descuidó la operación del resto de la flota. Ante algún siniestro se puede reaccionar de forma inmediata mediante un botón de alerta, el cual tiene contacto directo con la frecuencia de radio de autoridades, como son: Protección Civil, Policía y Ambulancias.

La Red de Transporte de Pasajeros (RTP) mantiene un servicio articulador y radial a lo largo de los 3 mil 279 kilómetros de longitud que componen la red de rutas, transportando 607 mil pasajeros en promedio los días hábiles y 208 mil los días inhábiles. (González Reynoso & Vidrio Carrasco, 2011)

El principal beneficio social es la cobertura que el servicio ofrece en el Distrito Federal, la población cuenta con rutas cercanas de RTP en toda la ciudad, es decir, la penetración que el sistema tiene es grande y permite conectar zonas con poca infraestructura de transporte cuya población requiere transportarse.

El principal costo social es que, debido a la falta de mantenimiento de más de la mitad de las unidades y al final de la vida útil de un porcentaje de las mismas, la operación pone en riesgo la seguridad de usuarios y operadores, lo que hace cuestionar el beneficio que RTP trae a la población.

**TREN  
SUBURBANO**

El tren suburbano es un sistema de gran utilidad principalmente para habitantes del estado de México, los destinos para casi la totalidad de los usuarios son las

estaciones Cuautitlán y Buenavista en el horario de máxima demanda, pero al ser Buenavista un CETRAM, el tren suburbano no tendrá mayor utilidad sino después de su extensión con otros cinco proyectos:

Estos proyectos consideran las rutas actualmente en estudios de factibilidad:

- Toluca (Estado de México)-Observatorio (Distrito Federal)
- La Paz-Texcoco, en el Estado de México
- San Jerónimo-Polanco, en el Distrito Federal
- Indios Verdes (Distrito Federal)-Ecatepec (Estado de México)
- San Lázaro (Distrito Federal)-Estadio Cuauhtémoc (Puebla)

En su trayecto, la cobertura del tren va disminuyendo conforme se aleja de la ciudad y orilla al usuario a tener que transbordar de modo de transporte para alcanzar su destino tanto en la ida como en el regreso y, aunque la infraestructura de las terminales requirió de alta inversión, se acertó en aprovechar la infraestructura ya instalada del ferrocarril de carga.

Debido a la escasa oferta de transporte que alimenta las estaciones del tren suburbano, miles de usuarios se ven obligados a caminar hasta 10 minutos para acceder al medio de transporte. “Los autobuses procedentes de Zumpango salen cada 10 minutos en hora pico y cada 15 el resto del día, por lo que muchos usuarios abordan unidades que los dejan cerca de la estación Cuautitlán.” (Barrera, 2012). Un ejemplo de se observa en los paraderos de las estaciones Tultitlán y San Rafael, estas estaciones son “fantasma” lo que indica el fracaso del proyecto original de las rutas alimentadoras a este modo de transporte.

El costo de pasaje no cuenta con apoyo subsidiario, por lo que es alto, pero el sistema ofrece confort, seguridad, rapidez y alta confiabilidad para el usuario.

El gran beneficio que el sistema ha proporcionado es la rapidez con que el tren se desplaza desde la zona conurbada noroeste del Valle de México a zonas céntricas de la ciudad, permitiendo ahorro de horas hombre a la población.

	<p>El principal costo social del sistema es que no cuenta con una conectividad importante intermodal en sus estaciones y orillan al usuario a depender de ramales inseguros y el ahorro de tiempo que el usuario logra en el tren se pierde con la prolongada espera de rutas alimentadoras poco confiables.</p>
<b>TREN LIGERO</b>	<p>El área de cobertura del Trolebús es insuficiente, solo se cuenta con una línea para la cual casi la totalidad de los usuarios se transportan de terminal a terminal, es decir la existencia de este sistema y la discontinuidad de la línea 2 del STC no está justificada.</p> <p>El tren ligero es la incorporación a la red de transporte del antiguo sistema de tranvías que operaban en la ciudad de México a mitad de siglo XX, por lo que en sí es obsoleto.</p> <p>Desde el punto de vista operativo, los desplazamientos son lentos, la frecuencia es baja y los trenes se encuentran al límite de su capacidad, debido a la demanda ascendente de los usuarios.</p> <p>La conexión intermodal en sus estaciones intermedias, fuera de las terminales (Taxqueña y Xochimilco) y la estación Estadio Azteca es casi nula, por lo que la afluencia también lo es.</p> <p>Su principal beneficio es la nula emisión de gases invernadero, la fuerza motriz del sistema es la energía eléctrica y forma parte de los sistemas de transporte limpios.</p> <p>El mayor costo social del sistema es que, debido a la traza antigua de las vías y la poca planeación de su interacción con cruces, la operación es accidentada y se han presentado accidentes fatales en los que se han visto involucrados vehículos particulares.</p>
<b>TROLEBÚS</b>	<p>Es probablemente el sistema de transporte que más fallas presenta en su operación, sobre todo cuando se presentan lluvias en el Distrito Federal, sumado a lo anterior, hay cuatro mil postes de trolebús inutilizados, la infraestructura se ha deteriorado y es escasa, por lo que es cada vez menos</p>

	<p>usado debido a su escasa utilidad y, si bien es económico, es lento y poco confiable.</p> <p>Mucha utilidad del Trolebús se le atribuye a su servicio preferente a personas con discapacidad y de la tercera edad con estrato económico bajo afiliados al INAPAM, los cuales, a través de diversos programas del Gobierno del Distrito Federal tienen acceso al servicio gratuito y que, durante 2009, que es el período dentro del cual se implementó el corredor Cero Emisiones, ascendió a 11'839,511 de personas.</p> <p>La demanda de este servicio ha tenido una disminución del 18.98% durante 2009, considerando únicamente la afluencia con pago directo, sin embargo con la implementación del Corredor Cero Emisiones, a partir del mes de agosto, se observó una recuperación importante en este modo de transporte.</p> <p>El principal beneficio del sistema es su nula emisión de gases contaminantes, verdadera alternativa modernizadora por sus características técnicas y su limpieza operacional y de impacto ambiental.</p> <p>El principal costo social consiste en que, debido al escaso parque vehicular en óptimas condiciones de operación, el sistema es lento y poco usado, además de que las rutas seleccionadas para operar son competidas por Microbuses y RTP, cuyos desplazamientos son notablemente más rápidos.</p>
<b>MICROBÚS</b>	<p>El desmantelamiento paulatino de la empresa Ruta 100, dio a su vez origen nuevamente al otorgamiento de concesiones privadas de líneas y rutas de microbuses y vagonetas que se han expandido al grado de que hoy en día el transporte concesionado es el modo principal de movilidad en la ciudad concentrando más de tres cuartas partes de los traslados de pasajeros.</p> <p>Caracterizado por la tendencia de los conductores a sobrecargar las unidades, rutas con escasa o nula planeación, velocidades comerciales desfasadas del resto de los vehículos, incomodidad para el usuario, los microbuses no funcionan como una red de transportes porque cada ruta es independiente de la otra.</p>

Debido al riesgo que implica usar el sistema y en gran medida, por la desacreditación a cargo de los medios de comunicación, el Microbús es mal visto por la sociedad pero no se ha podido prescindir de su uso, debido a que el sistema juega un papel trascendental en la alimentación de troncales.

Las unidades de Microbús tienen una edad promedio que oscila los 30 años de servicio, las emisiones de CO<sub>2</sub> son altas, convirtiendo al microbús en una opción cada vez más desaprobada ante problemas ambientales.

Las adaptaciones al interior del Microbús no son óptimas para la comodidad en el transporte de pasajeros, los espacios son reducidos en asientos y pasillos.

El microbús ha entrado en una etapa de extinción, no solo porque no es sustentable sino por el hecho de que se necesita garantizar un mayor control, eficiencia y seguridad en el transporte público ante demandas crecientes en la ciudad de México.

En 1987 se otorgaron 7,000 concesiones y en 1989 las concesiones a microbuses se incrementaron para cubrir las rutas que R-100 dejó de atender. Este fue el inicio de la situación actual, pues se pasó de un sistema de transporte público planeado y ordenado, a uno privado, fragmentado en distintas rutas y ramales, de baja capacidad, sin planeación y sin responsables institucionales.

El mayor beneficio del sistema consiste en su gran cobertura en la Ciudad de México, logra tal penetración en la ciudad y zona conurbada debido a la manera tan sencilla de abrir una ruta de servicio. Las rutas se concesionan por parte de SETRAVI a personas físicas que ponen a disposición una o varias unidades. Uno de los factores que permitió la apertura a este modo de transporte se debió a la falta de capacidad del gobierno para proporcionar un servicio a la ciudad a través del *ultra liberalismo*. (Documental “Microbuseros hasta siempre, Youtube”).

Su utilidad es cuestionable, el principal costo social se debe a dos factores principalmente:

- El último microbús se fabricó en 1992 y la vida útil de las unidades precisa los siete años, todas las unidades han rebasado esa vida útil y la gran mayoría continúan operando con tres y hasta cinco veces esa vida útil lo que habla de unidades totalmente obsoletas e inseguras.
- Los operadores de las unidades no cuentan con capacitación certificada ni con supervisión directa por parte de autoridades que obliguen a dichos operadores a cumplir con un reglamento de tránsito, dicho factor humano (desacato de reglamentos) es el principal responsable de tal índice de percances por lo que, al abordar cualquier unidad de Microbús, el usuario se ve expuesto al riesgo de incidentes. (SETRAVI, 2011)

Fuente: (González Reynoso & Vidrio Carrasco, 2011)

De acuerdo al anterior desglose de argumentos referente a la utilidad de los modos de transporte, el autor ha propuesto una serie de escalas preliminares de evaluación en las que califica los seis atributos analizados de cada sistema de transporte ofertado en la Ciudad de México. La escala de evaluación numérica consiste en asignar, en escala continua del 1 al 4 (siendo 1 lo menos deseable y 4 lo más deseable) la evaluación correspondiente al modo y atributo que se aborde. Es importante resaltar que la evaluación en las escalas propuesta por el autor es el reflejo del desenvolvimiento observado de los atributos mencionados para los modos de transporte estudiados y, por tanto, la evaluación es subjetiva.

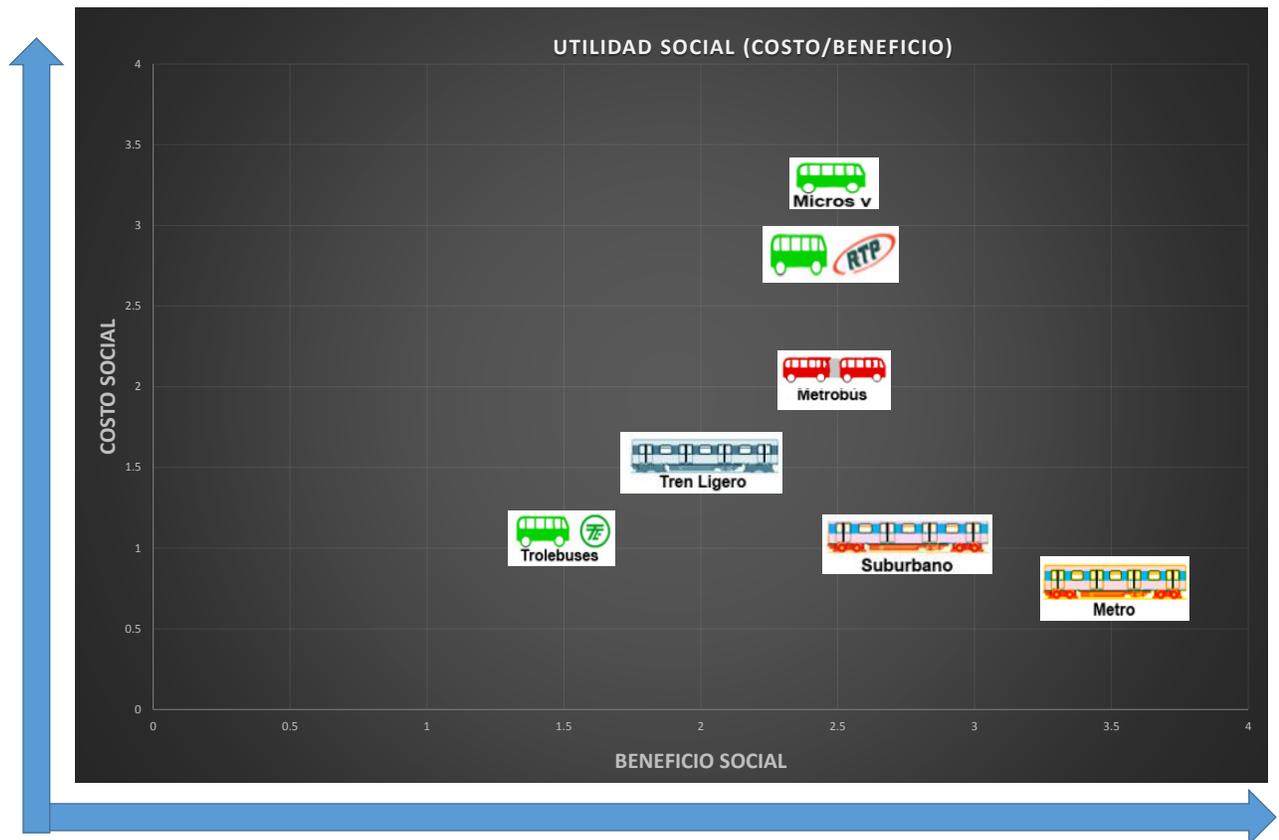
ATRIBUTO SISTEMA	COBERTURA	FRECUENCIA	CONFIABILIDAD	CONFORT	SEGURIDAD	UTILIDAD	PROMEDIO
STC (METRO)	3	3	2	2	3	4	2.8
METROBÚS	2	3	2	2	3	3	2.5
TREN SUBURBANO	1	2	4	4	3	2	2.7
TREN LIGERO	1	1	2	3	3	1	1.8
RTP	4	3	2	2	2	2	2.5
MICROBÚS	4	3	2	1	1	1	2.0
TROLEBÚS	2	2	2	2	2	2	2.0

### ESCALA DE EVALUACIÓN

4	3	2	1
BIEN	ACEPTABLE	CUESTIONABLE	MAL

Al final de las evaluaciones se procedió a obtener un valor promedio, resultando el STC Metro como el sistema con mejor desempeño, seguido del Tren Suburbano; el sistema de transporte peor evaluado fue el Tren Ligero, seguido del Miceobús y el Trolebús. Debido a que en el subcapítulo *Utilidad de los modos de transporte* se toma como base para el desglose al análisis del costo-beneficio sociales, se ha construido un diagrama que ubica a cada sistema de transporte en una escala cartesiana. Con lo que dichas evaluaciones fungen como coordenadas que permitirán ubicar en un ejemplo de escala gráfica a cada modo de transporte, visualizando su utilidad.

MODO	BENEFICIO	COSTO
MICRO	2.5	3.25
RTP	2.5	2.75
TROLE	1.5	1
METROBUS	2.5	2
STC	3.5	0.75
LIGERO	2	1.5
SUBURB	2.75	1



El modo de transporte que mayor beneficio y menor costo social trae es el STC, presenta una tecnología limpia y eficiente, por lo que es considerado como el de mayor utilidad. El Trolebús es el modo de transporte considerado por el autor como el de menor beneficio social; mientras que Microbús, junto con RTP son los de utilidad más cuestionada, presentando el mayor costo

social por su situación de inseguridad y operación y confort deficientes. Metrobús se encuentra en un término medio de utilidad, debido a la transferencia de su beneficio y costo que trajo mencionado en la tabla de *Utilidad de los modos de transporte*. El Tren Suburbano, al ser colocado en la tabla tanto con beneficio como con costos sociales relativamente bajos, tiene muchos proyectos en fila a desarrollarse que beneficiarán a la población no solo de la ciudad, sino a toda la zona del Bajío. La situación del Tren Ligero es particular debido a su bajo costo social, es decir, tiene muchos aspectos mejorables, tales como aumento del parque vehicular, frecuencias, etc.

## **4 PERCEPCIÓN DE LA PROBLEMÁTICA DEL SISTEMA POR EL USUARIO**

Con el fin de sensibilizarse a la opinión del usuario referente a la operación de los sistemas de transporte público ofertados en la Ciudad de México, se recurrió a la aplicación de una encuesta que califique los diferentes atributos, cuyas evaluaciones pudieron generar una referencia para contrastar la información generada por el autor a partir de los levantamientos realizados.

### **4.1 DISEÑO Y LEVANTAMIENTO DE LOS DATOS**

Tanto cobertura, frecuencia, confort, confiabilidad, seguridad como utilidad se desempeñan en función de las necesidades del usuario, y ya que no en todos los casos se satisfacen los mínimos requerimientos y ante la demanda creciente de los servicios de transporte masivo, fue necesario establecer los parámetros de una metodología para evaluar el grado de satisfacción que estos atributos le generan al usuario.

La encuesta permite recopilar información de manera masiva sobre opiniones o actitudes de quienes se encuentran involucrados con un sistema; dicha técnica debe presentar lenguaje sencillo, ser específico, corto, imparcial (en lo posible) y seguro de la precisión de las preguntas (que el encuestado no entienda otra cosa a la que se le pregunta).

Por su vigencia y para fines de estudio y diagnóstico, la información es estática, ya que asumiremos que la opinión del usuario respecto a la experiencia referida al transporte público no cambia durante la operación ni el momento que se toma. Por la forma de generarla, la información es directa, ya que la encuesta se genera con el fin específico de ejemplificar e interpretar resultados como apoyo para proponer una metodología de diagnóstico.

A través de la encuesta se hará una liga de datos, correlacionando la ida que tiene el usuario sobre si lo que paga por el servicio lo considera justo o no, dependiendo de los beneficios que se le otorgan.

#### **4.1.1 ENCUESTA PERCEPCIÓN DEL USUARIO DE TRANSPORTE PÚBLICO DE LA CIUDAD DE MÉXICO**

Objetivo: Conocer la percepción que tiene el usuario respecto a los diferentes sistemas de transporte que ofrece la Cd. De México referente a los temas de cobertura, frecuencia, confort, confiabilidad, seguridad y utilidad.

Identificación de la variable

Variable: evaluación de los sistemas de transporte público de la Ciudad de México.

Tipo de variable: opinión y actitud

Diseño del cuestionario

El diseño comenzó con la propuesta del uso de dos modalidades de encuesta, las cuales sirvieron para evaluar ventajas y limitaciones en ambas metodologías de levantamiento: una encuesta a través de una página web y una encuesta directa en la calle. El cuestionario de frente hizo uso de una hoja modelo, la cual contiene preguntas que servirán para que el usuario evalúe los atributos de los sistemas de transporte de la ciudad de México, dicha encuesta será cerrada y al final se incluirá una pregunta abierta complementaria y opcional, mientras que el cuestionario en línea contendrá 2 preguntas abiertas, como se mostrará en su vista previa. El motivo del cambio en el diseño se debe a que a través de internet la interactividad del encuestado con la organización es mayor, se evita el condicionante del entrevistador, y a pesar de ser en forma más extenso (el fondo se mantiene intacto), la rapidez de recogida de datos y análisis de los datos es mayor. Otro aspecto importante para justificar la encuesta en línea es la ausencia de intermediarios entre el cuestionario y el entrevistado. Esto permite mayor objetividad y menores costos en el relevamiento. El acceso a la encuesta en línea pudo realizarse a través de plataformas de redes sociales como Facebook y correo electrónico.

La longitud de ambas encuestas es de 2 a 3 minutos. Se recurrió a preguntas de elegibilidad en ambas encuestas:

-La número 1: referente al uso frecuente del transporte público, se cuestionó al encuestado sobre su experiencia en el transporte público, de no ser así lo contestado pudiera no ser confiable.

-La número 4 de la encuesta personalizada y 7 de la encuesta en línea: se preguntó al encuestado si usa el servicio en Hora de Máxima Demanda, ya que de no ser así el encuestado pudiera no tener una noción de la problemática cuando al sistema se le exige plena operación y saturación.

#### Correlación de datos

Se cuestionó si el usuario considera justo lo que paga de tarifa en el transporte por lo que recibe del servicio, dicha pregunta está directamente vinculada con el atributo de utilidad, ya que las opciones de respuesta son: “sí, pagaría más y pagaría menos” y se da una valoración costo-beneficio del transporte.

Se pidió al encuestado jerarquizar cinco aspectos relacionados al servicio, a continuación se presenta la correlación de los datos con los atributos de interés:

- |   |                               |
|---|-------------------------------|
| - Esperar poco tiempo para abordar el servicio                      | - Frecuencia                  |
| - Tener la certeza del tiempo que le tomará el viaje                | - Confiabilidad (certidumbre) |
| - La percepción de comodidad en el servicio                         | - Confort                     |
| - La percepción de seguridad en el servicio                         | - Seguridad                   |
| - Caminar poco para tener acceso a cualquier servicio de transporte | - Cobertura                   |

#### 4.1.2 PLANEACIÓN DE LA ENCUESTA

El levantamiento se realizó en la vía pública, las personas que cuentan con vehículo particular no serán encuestadas. En las zonas más adelante propuestas, la encuesta se aplicará de manera aleatoria.

Como prueba piloto se comenzó a entrevistar a diez personas, si los encuestados interpretaban diferente alguna(s) pregunta(s) del sentido que se les quiso dar, éstas serían corregidas.

El equipo encargado de realizar los levantamientos de datos e información y su procesamiento (en el que el autor se encuentra incluido) conoce con claridad los objetivos del estudio, las variables a analizar, las técnicas de obtención de datos y su procesamiento. Esto fue de utilidad para que pudieran resolverse situaciones no previstas en el diseño. Nótese que se habla tanto de levantamiento de datos como de su procesamiento, porque en ambas actividades participaron las mismas personas, con la finalidad de garantizar mayor calidad de datos.

### 4.1.3 APLICACIÓN DE LA ENCUESTA

- No se requirieron permisos para la aplicación, la encuesta se realizó en zonas públicas
- Serán dos los encuestadores: Guillermo Augusto Cárdenas García y Héctor Acero Mendoza
- A pesar de ser la zona de principales encuestados potenciales, los CETRAM (Centros de Transferencia Modal) no fueron zona de aplicación porque el usuario le da prioridad al apuro que tiene para llegar a su destino antes de responder una encuesta, es decir el usuario evitaría ser encuestado.
- La encuesta, dividida en dos etapas contempla las siguientes especificaciones: la primera fue a través de una página web diseñada como herramienta para aplicación de encuestas: “e-encuesta.com”, la cual se abrió desde el 19-jul de 2013 hasta completar el número de cien encuestados o con período límite de tres semanas, la segunda etapa se realizó de manera directa a personas de 18 años y/o más en las zonas mencionadas y se ejecutó con el formato de la imagen 5.1.5 hasta alcanzar el número de 100 encuestados.
- La encuesta “frente a frente” se aplicó del 18 de julio de 2013 al 10 de agosto de 2013 en la zona de comida rápida de plazas comerciales y calles cercanas a los CETRAM Buenavista, Indios Verdes, Chapultepec y Taxqueña (no dentro de éstas), en escuelas y centros de recreación o deportivos.

### 4.1.4 ALCANCES DE LA ENCUESTA

Ya que no se contó con los recursos ni el personal suficiente, la encuesta no tuvo significancia estadística, pues el objeto no era obtener una percepción válida, sino diseñar una herramienta de diagnóstico, y con la conjunción de las dos etapas, el número total de encuestados fue de **200**.

Para calcular el tamaño de la muestra necesaria para representatividad estadística suele utilizarse la siguiente fórmula.

Donde:

n = el tamaño de la muestra.

$$n = \frac{N \sigma^2 Z^2}{(N - 1) e^2 + \sigma^2 Z^2}$$

N = tamaño de la población (15 millones).

$\sigma$  = Desviación estándar de la población que, generalmente cuando no se tiene su valor, suele utilizarse un valor constante de 0,5.

Z = Valor obtenido mediante niveles de confianza. Es un valor constante que, si no se tiene su valor, se lo toma en relación al 95% de confianza equivale a 1,96 (como más usual).

e = Límite aceptable de error muestral que, generalmente cuando no se tiene su valor, suele utilizarse un valor que varía entre el 1% (0,01) y 9% (0,09), valor que queda a criterio del encuestador.

$$n = \frac{15,000,000 * 0.5^2 * 1.96^2}{(15,000,000 - 1) * 0.01^2 + 0.5^2 * 1.96^2} = 10,000$$

Se hubiera necesitado entrevistar a diez mil usuarios para que la encuesta tuviera significancia estadística y fuera representativa de la población, con lo que se podría llegar un diagnóstico confiable. Las imágenes que se muestran en la siguiente hoja son la muestra de la primera parte del proceso de encuestas: la encuesta en línea (imagen 4.1.4). La encuesta frente a frente se realizó usando el formato de la imagen 4.1.5

Opinión del usuario sobre el transporte público de la Cd. de México

Por favor, dedique unos minutos a completar esta encuesta.  
Las información que nos proporcione servirá para realizar un diagnóstico del servicio.

1. ¿ES USTED USUARIO FRECUENTE DEL TRANSPORTE PÚBLICO DE LA CD. DE MÉXICO?(\*)

Seleccione

2. EN CASO DE QUE SU RESPUESTA HAYA SIDO AFIRMATIVA POR FAVOR, INDIQUE CUÁL(ES) SISTEMA(S) DE TRANSPORTE USA.

METRO (STC)  
 METROBÚS  
 TREN LIGERO  
 TREN SUBURBANO  
 RTP  
 MICROBÚS  
 TROLEBÚS  
 Otro (por favor, especifique)

3. POR FAVOR, INDIQUE CUÁLES SON LOS TRES PRINCIPALES MOTIVOS POR LOS QUE USA ESTOS SISTEMAS.

## Satisfacción

Ahora nos gustaría saber su opinión sobre diversos aspectos del viaje y el servicio prestado

4. VALORE DEL 1 AL 3 LOS SIGUIENTES ASPECTOS RELACIONADOS CON EL SERVICIO PRESTADO, SIENDO 1 "MAL", 2 "CUESTIONABLE" Y 3 "BIEN".

	1	2	3
FRECUENCIA	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
RAPIDEZ	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
PUNTUALIDAD	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
SEGURIDAD DURANTE EL VIAJE	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
CONFORT DEL SISTEMA	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
LIMPIEZA GENERAL	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
COBERTURA DEL SERVICIO	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

5. En términos generales y con respecto a su experiencia ¿cuál fue su grado de satisfacción?

- Satisfecho
- Indiferente
- Insatisfecho

6. ¿CREE USTED QUE ES JUSTO LO QUE PAGA POR LO QUE RECIBE DEL SERVICIO?

Seleccione

7. ¿USTED USA EL SERVICIO EN HORA PICO?

- SÍ
- NO

8. EN SU OPINIÓN Y PARA LOS SISTEMAS QUE USA, ¿CUÁL SERÍA EL ASPECTO O ELEMENTO QUE NECESITA SER MODIFICADO CON MAYOR URGENCIA? ORDENE DEL 1 AL 7  
7 - MÁS URGENTE

1 - MENOS URGENTE (\*)

CAPACIDAD DE UNIDADES INSUFICIENTE	<input type="text"/>
OPERADORES MAL CAPACITADOS	<input type="text"/>
INSEGURIDAD EN ESTACIONES Y/O TERMINALES	<input type="text"/>
ESCASO MANTENIMIENTO AL SERVICIO	<input type="text"/>
QUE SERVICIO NO SEA CONSTANTE	<input type="text"/>
DEMASIADAS PERSONAS USAN SERVICIO	<input type="text"/>
VENDEDORES AMBULANTES	<input type="text"/>

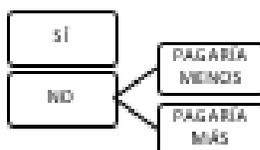
*Imagen 4.1.4 Encuesta aplicada a través de la página web e-encuesta.com*

- 1) ¿ES USUARIO DEL TRANSPORTE PÚBLICO? \_\_\_\_\_ EN UNA ESCALA DEL 1 AL 4, DONDE 1 ES "MUY MALO" Y 4 ES "MUY BUENO", EVALÚE LOS SISTEMAS QUE USTED USA REGULARMENTE.

TREN SUBURBANO	
METRO	
METROBUS	
TREN LIGERO	

TROLEBUS	
RTP	
MICROBUS	
OTRO	

- 2) ¿CREE USTED QUE ES JUSTO LO QUE PAGA POR LO QUE RECIBE EN EL SERVICIO?



- 3) ¿PARA USTED QUE ES MÁS IMPORTANTE AL USAR EL TRANSPORTE PÚBLICO?  
(ORDENE DEL 1 AL 5)  
5 – MÁS IMPORTANTE  
1 – MENOS IMPORTANTE

	ESPERAR POCO TIEMPO PARA ABORDAR EL SERVICIO
	TENER LA CERTEZA DEL TIEMPO QUE LE TOMARÁ EL VIAJE (CERTIDUMBRE)
	LA COMODIDAD EN EL SERVICIO
	LA SEGURIDAD EN EL SERVICIO
	CAMINAR POCO PARA TENER ACCESO A CUALQUIER SERVICIO DE TRANSPORTE

- 4) ¿USTED USA EL SERVICIO EN HORA PICO?

SI	NO
----	----

- 5) ¿DESDE SU PUNTO DE VISTA CUALES SON LOS TRES PRINCIPALES PROBLEMAS QUE VE EN EL SERVICIO QUE UTILIZA?

Capacidad de unidades Insuficiente	Operadores mal capacitados	Inseguridad estaciones y/o paraderos	Escaso mantenimiento al servicio	Que el servicio no es constante	Demasiadas personas usan el servicio	Vendedores ambulantes
------------------------------------	----------------------------	--------------------------------------	----------------------------------	---------------------------------	--------------------------------------	-----------------------

SI ALGÚN PROBLEMA NO ESTÁ INCLUIDO, FAVOR DE MENCIONARLO (OPCIONAL):

---



---

## **4.2 EJEMPLOS DEL ANÁLISIS Y PRESENTACIÓN DE RESULTADOS DE LA PERCEPCIÓN DEL USUARIO**

Las gráficas expuestas a continuación representan ejemplos indicativos de exposición y agrupación de resultados útiles para el análisis de información, y que por los mismos alcances mencionados en el previo diseño de la encuesta no representan un diagnóstico real de la problemática.

La forma en que los resultados son presentados son promedios y porcentajes, generados a partir de contabilizar y agrupar la totalidad de respuestas en semejanzas conceptuales y de evaluación.

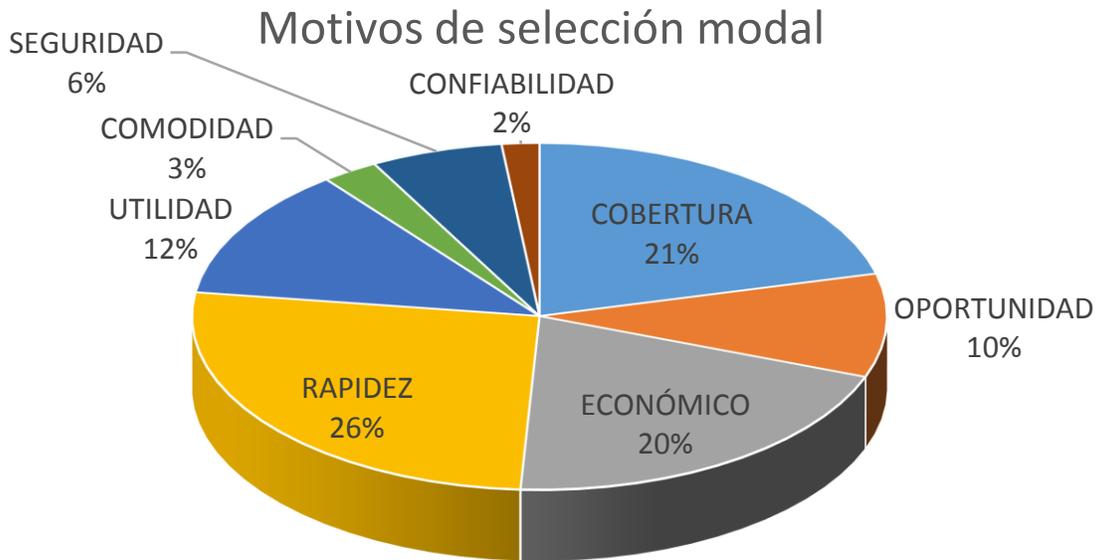
### **4.2.1 MOTIVOS DE SELECCIÓN MODAL**

Como el subcapítulo lo indica, se desea saber los principales motivos de uso, con el conjunto de respuestas se generaron y agruparon las razones más votadas y con el modelo de agrupación presentado las preferencias se visualizan de manera sencilla y rápida.

Pregunta: Por favor indique los tres principales motivos de uso del sistema.

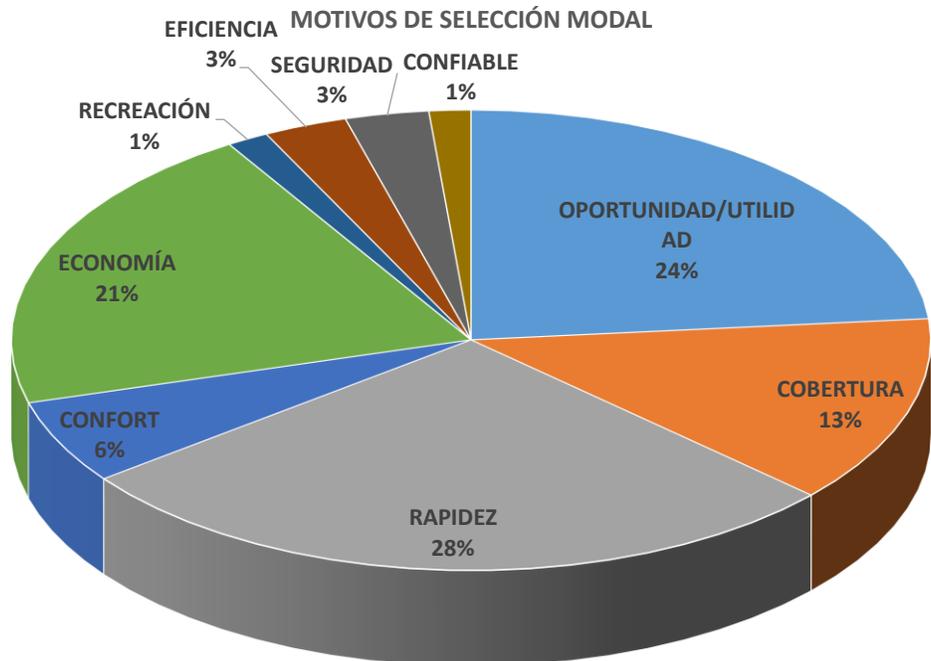
#### **Sistema de Transporte Colectivo**

Los gráficos circulares representan proporciones o porcentajes en el que las diversas tonalidades facilitan la distinción de los mismos y cuyo universo de respuestas se encuentran contenidas en el gráfico. Como ejemplo se tiene que entre los principales motivos de uso del STC, se encuentra con un 26% de preferencia a la rapidez, directamente relacionada con la frecuencia del sistema, seguida con un 21% de preferencia hacia la cobertura que ofrece el servicio y la economía con un 20%. La confiabilidad no es uno de los principales motivos de uso, el cual cuenta con solo 2% de preferencia.



### Metrobús

En este ejemplo se generaron mayores opciones de respuesta, lo que hace más específicos y diversos los motivos de uso expuestos. Entre los principales motivos de uso del Metrobús está la rapidez del desplazamiento con votación del 28%

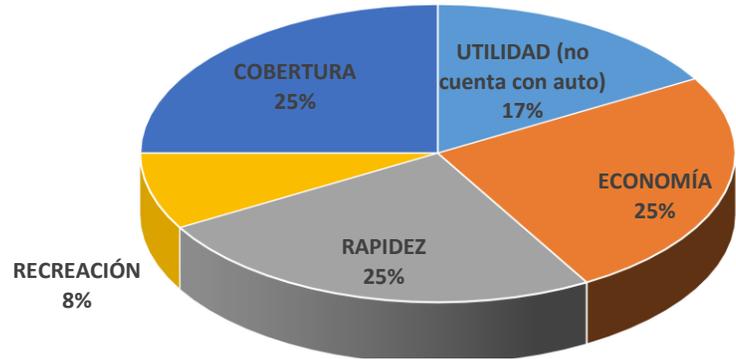


(relacionada directamente con la frecuencia del sistema) y la economía con 21%. Los motivos menos votados fueron la recreación y la confiabilidad, ambos con 1%.

## Tren Ligero

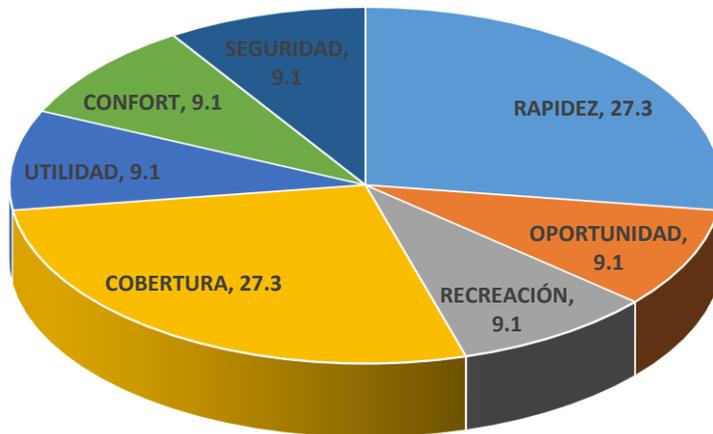
Para esta representación, los tres principales motivos tienen el mismo porcentaje de preferencia con un 25% los cuales son la rapidez, la economía y la cobertura. El menos votado es la recreación con un 8%.

## MOTIVOS DE SELECCIÓN MODAL



## Tren Suburbano

### MOTIVOS DE SELECCIÓN MODAL

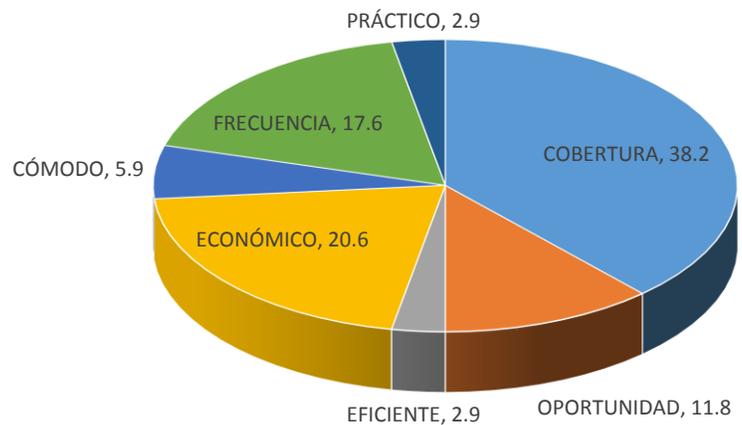


En el ejemplo del Tren Suburbano, los principales motivos de uso son la rapidez y la cobertura, ambas con 27.3% de la votación. Mientras que la oportunidad, la recreación, la utilidad, el confort y la seguridad son los elementos menos votados, todos con 9.1%.

## Microbús

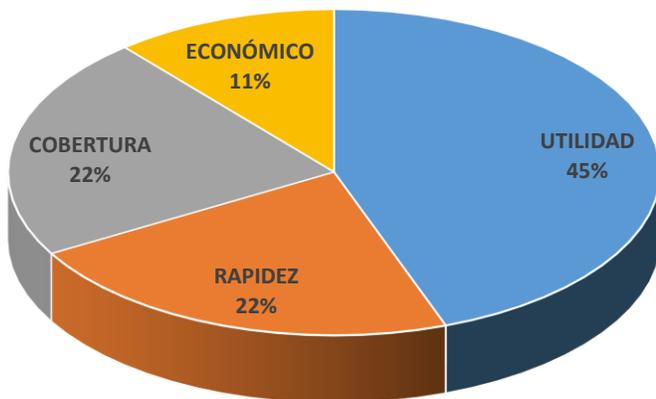
*Ejemplo del Microbús.* Los principales motivos de uso son la cobertura, con 38.2% seguido de la economía con 20.6%. El motivo menos votado es la eficiencia y la practicidad, ambas con 2.9%

## MOTIVOS DE SELECCIÓN MODAL



## Trolebús

### MOTIVOS DE SELECCIÓN MODAL



*Ejemplo del Trolebús.* El principal motivo de uso, de acuerdo al usuario, es su utilidad con un 45% de la votación, seguida de la rapidez y la cobertura, ambas con 22%.

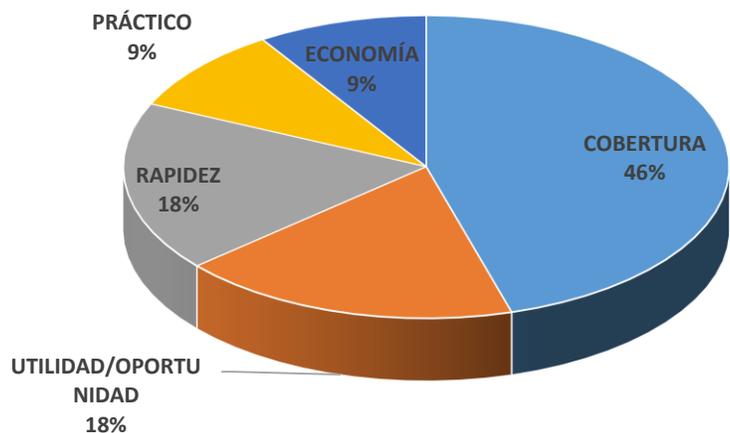
El motivo menos votado es la economía con 11%

## Red de Transporte de Pasajeros

*Ejemplo para la RTP.* Los principales motivos de uso de la RTP es la cobertura con 46% de la votación, seguida de la utilidad/oportunidad con 18%.

El motivo de uso menos votado es la economía con 9%

### MOTIVOS DE SELECCIÓN MODAL



### 4.2.2 GRADO DE SATISFACCIÓN

La exposición para este rubro se hizo a través de gráficas de barras horizontales, en el que se expresan comparaciones entre porcentajes de preferencia, con una barra que representa cada valor separado, para este caso se acotó la respuesta a tres opciones, en el que la pregunta es la siguiente: En términos generales y respecto a su experiencia, ¿cuál ha sido su grado de satisfacción?

- 1) Insatisfecho                      2) Indiferente                      3) Satisfecho

## Sistema de Transporte Colectivo

Ejemplo. El grado de satisfacción del usuario es cuestionable, el 55.3% de las personas están satisfechas con el servicio que se prestó, al 25.5% le es indiferente y el 19.1% se encuentra insatisfecho. Esto habla de la utilidad que el sistema posee en su operación.



## Metrobús



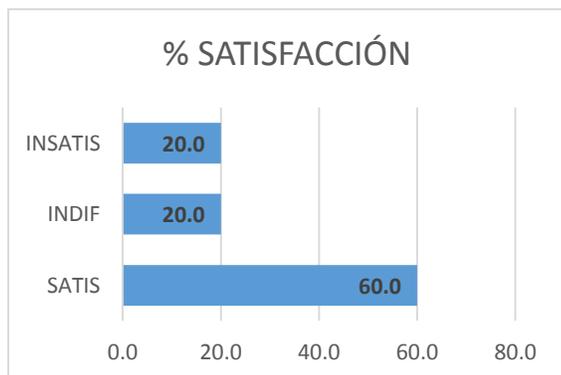
En el ejemplo se observa que el 56.3% del usuario está satisfecho con el servicio, el grado de insatisfacción e indiferencia están igualados con 21.9%

## Tren Ligero

El ejemplo muestra que el grado de satisfacción del usuario es positivo, el 66.7% de las personas están satisfechas con el servicio que se prestó, mientras que el 33.3% le es indiferente y ningún encuestado se encuentra insatisfecho.



## Tren Suburbano



Como ejemplo se tiene que el servicio es mayormente satisfactorio para el usuario, el 60% de los usuarios se encuentran satisfechos, el 40% restante está distribuido en porcentajes iguales entre la insatisfacción y la indiferencia.

## Microbús

Otro ejemplo es el grado de satisfacción del Microbús, que es del 47.6%, la indiferencia con este servicio es del 28.6% y la insatisfacción oscila el 24% de la votación.



## Trolebús



El grado de satisfacción del Trolebús le es, principalmente, indiferente al usuario con votación del 50%, el servicio es satisfactorio con 33.3% e insatisfactorio con 16.7%

## Red de Transporte de Pasajeros

El servicio es satisfactorio para el 57% de los usuarios, el 28.6% de los usuarios son indiferentes ante la situación y el 14.3% están insatisfechos con el servicio.



### 4.2.3 UTILIDAD TARIFARIA

Al igual que el grado de satisfacción, la utilidad tarifaria hablará de porcentajes de referencia a través de gráficos de barras verticales, con una barra que representa cada valor separado, cuyas opciones se describen en la pregunta: ¿Cree usted que es justo lo que paga por lo que recibe del servicio?

- a) Sí                      b) Pagaría más                      c) Pagaría menos

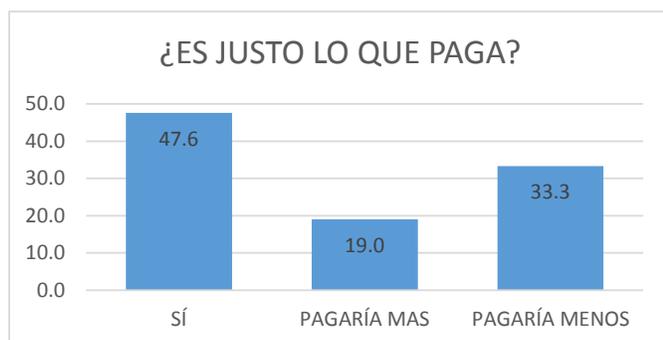
## Sistema de Transporte Colectivo

En el ejemplo del STC, el 58.4% de las personas opinaron que es justo lo que se paga de tarifa por el uso del servicio, el 27.3% acertaron que pagarían más, mientras que el 14.3% pagarías menos.

En la encuesta del STC, más del 80% de las personas que usan el servicio en hora de máxima demanda (HMD) votaron que es justo lo que pagan de tarifa por el servicio que reciben.



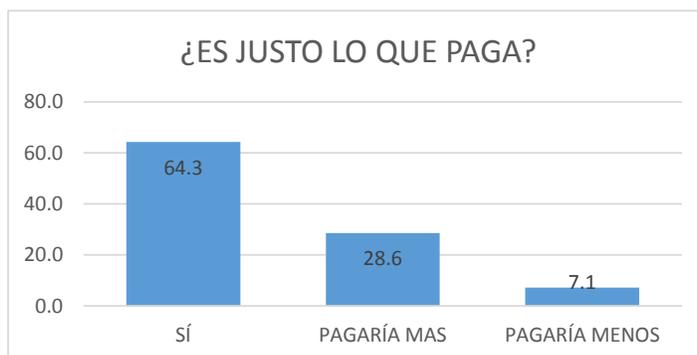
## Metrobús



El ejemplo muestra que el 47.6% de las personas encuestadas creen que es justo lo que pagan de tarifa, mientras que el 33.3% pagaría menos y el 19% pagaría más. Dicha estadística es más desfavorable para la utilidad del Metrobús que en el STC.

## Tren Ligero

Para este ejemplo, el 64.3% de las personas opinaron que es justo lo que se paga de tarifa por el uso del servicio, el 28.6% acertó en que pagarían más, mientras que el 7.1% pagaría menos.



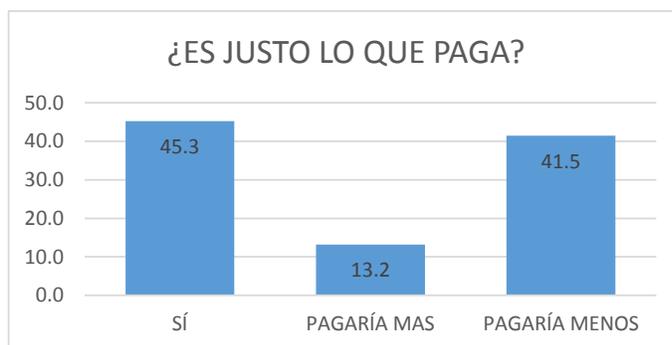
## Tren Suburbano



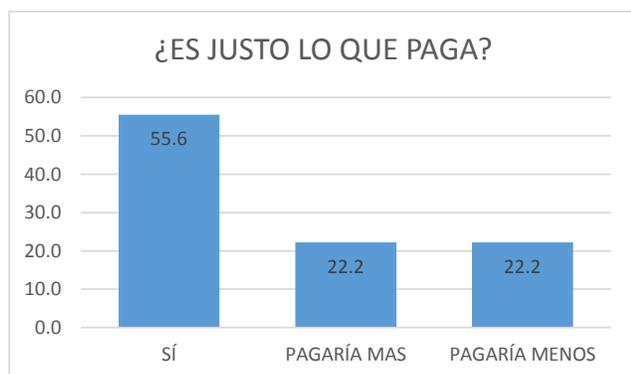
El ejemplo muestra que la mitad de los usuarios consideran injusto lo que pagan por el servicio que se recibe y pagarían menos, el 44% considera justo lo que se paga de tarifa, mientras que el 6.3% de los usuarios pagarían más.

## Microbús

En cuanto a la utilidad de la tarifa de este ejemplo, el 45.3% de los usuarios encuestados consideran justo lo que pagan, sólo el 13.2% pagarían más y el 41.5% pagaría menos por el servicio.



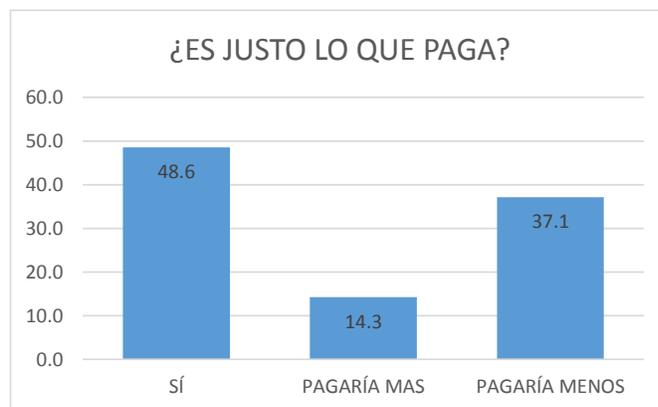
## Trolebús



En el ejemplo, el 55.6% de los usuarios consideran justo lo que pagan de tarifa, mientras que el 22.2% de los usuarios pagarían menos y el restante 22% pagarían más.

## Red de Transporte de Pasajeros

El ejemplo muestra que la percepción del usuario respecto a la tarifa, el 49% considera justo lo que paga por lo que se recibe de servicio, el 37% pagarían menos de tarifa y sólo el 14.3% pagarías más.



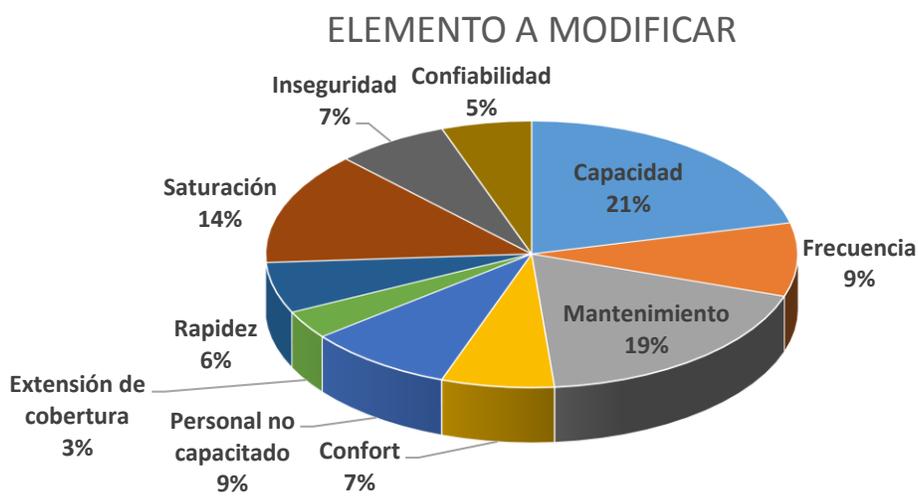
### 4.2.4 PRINCIPALES ELEMENTOS A MODIFICAR

Para esta votación se recurrió a los gráficos circulares y la pregunta planteada es la siguiente: Desde su punto de vista ¿cuáles son los tres principales problemas que observa en el servicio que utiliza? Si alguno no está incluido favor de mencionarlo.

Capacidad de unidades Insuficiente	Operadores mal capacitados	Inseguridad estaciones y/o paraderos	Escaso mantenimiento al servicio	Que el servicio no es constante	Demasiadas personas usan el servicio	Vendedores ambulantes
------------------------------------	----------------------------	--------------------------------------	----------------------------------	---------------------------------	--------------------------------------	-----------------------

## Sistema de Transporte Colectivo

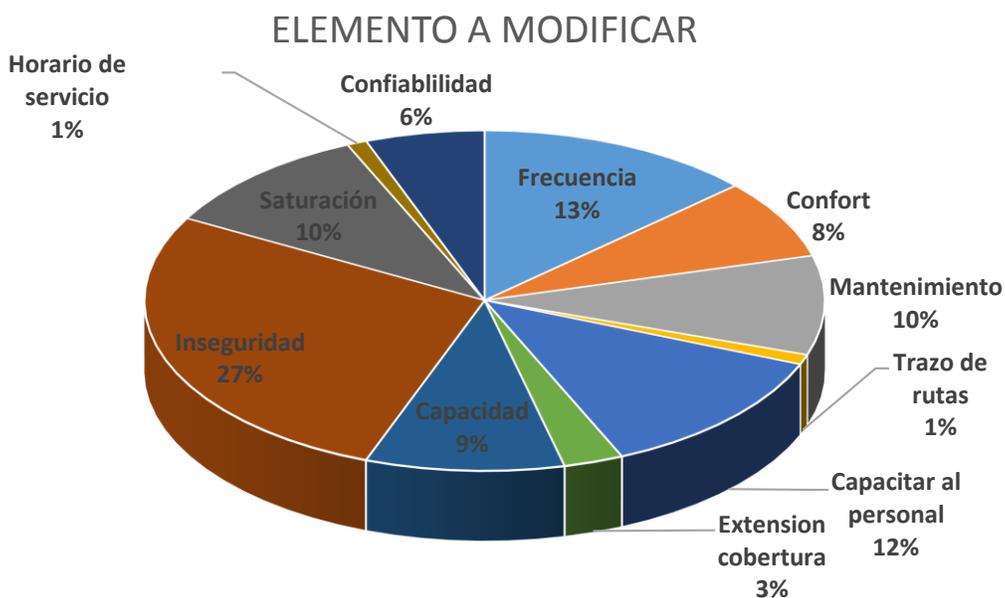
En el ejemplo, el usuario cree que los principales elementos a modificar, visto como los principales problemas del STC, son la capacidad y falta de mantenimiento, los cuales



integran el 40% de la votación. El elemento con menos votación es la extensión de la cobertura cuyo porcentaje es del 3%, por lo que es uno de los atributos que presenta menor problemática.

## Metrobús

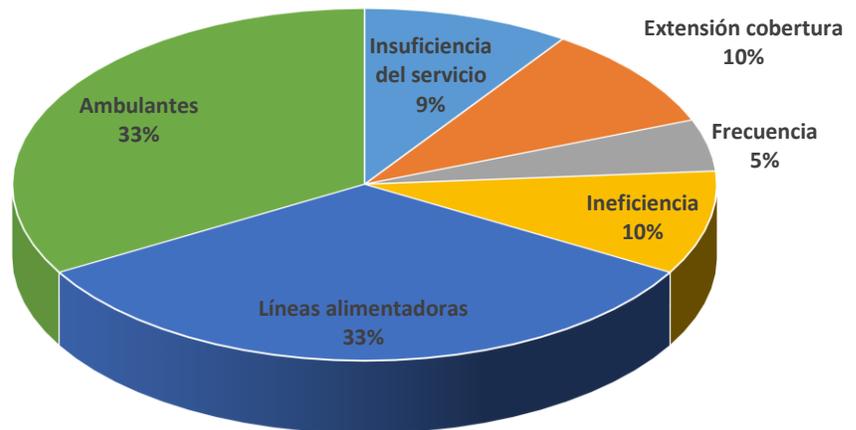
En el ejemplo, el elemento a modificar más votado es la inseguridad, referida a vendedores ambulantes e índice delictivo en las afueras de las estaciones con un 29%, seguida de la frecuencia con 13%. El elemento menos votado es el horario de servicio y trazo de mejores rutas (relacionado con la cobertura), ambas con 1%.



## Tren Suburbano

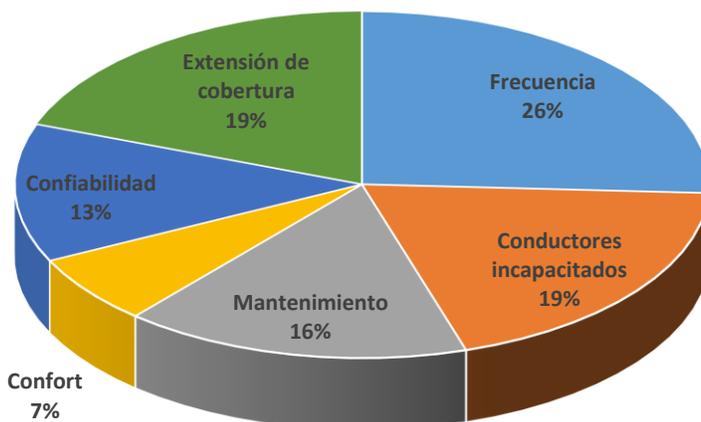
Para este ejemplo, los aspectos más votados (considerados por el usuario como peor tratados) son el comercio informal o ambulante y la escasez de rutas alimentadoras, ambas con 33%. El elemento menos votado es la frecuencia con 5%

### ELEMENTO A MODIFICAR



## Tren Ligero

### ELEMENTO A MODIFICAR

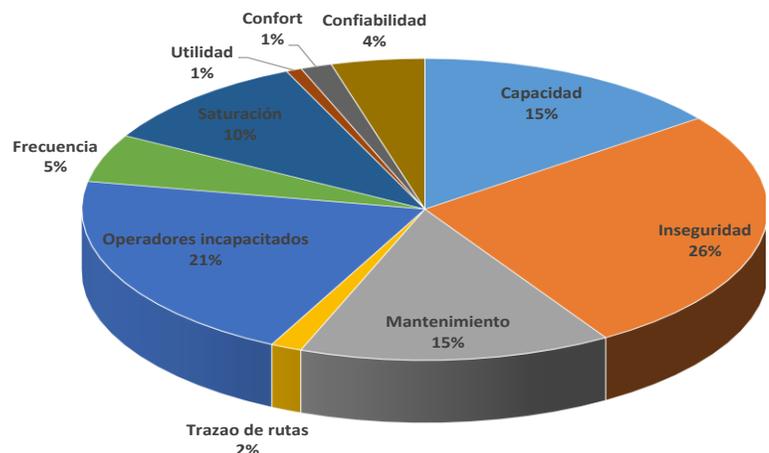


En el ejemplo, el usuario cree que los principales elementos a modificar, visto como los principales problemas del Tren Ligero son la frecuencia con 26%, conductores incapacitados y la extensión de la cobertura (ambos con 19%). Los tres integran el 64% de la votación. El elemento mejor cubierto por el sistema es el confort cuyo porcentaje fue del 7%.

## Microbús

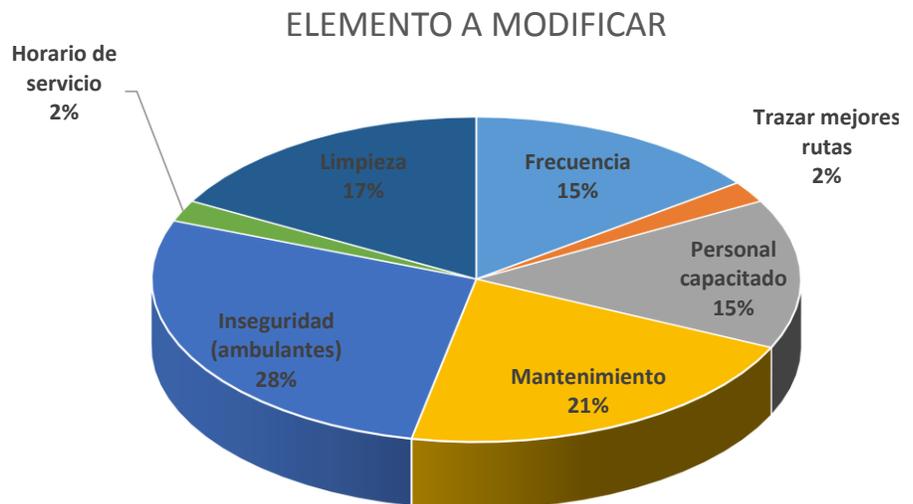
El ejemplo muestra que el principal elemento a modificar del Microbús, votado por los encuestados es la inseguridad con 26% seguida de operadores incapacitados con 21%. El elemento menos votado es el confort y la utilidad, ambos con 1%

### ELEMENTO A MODIFICAR

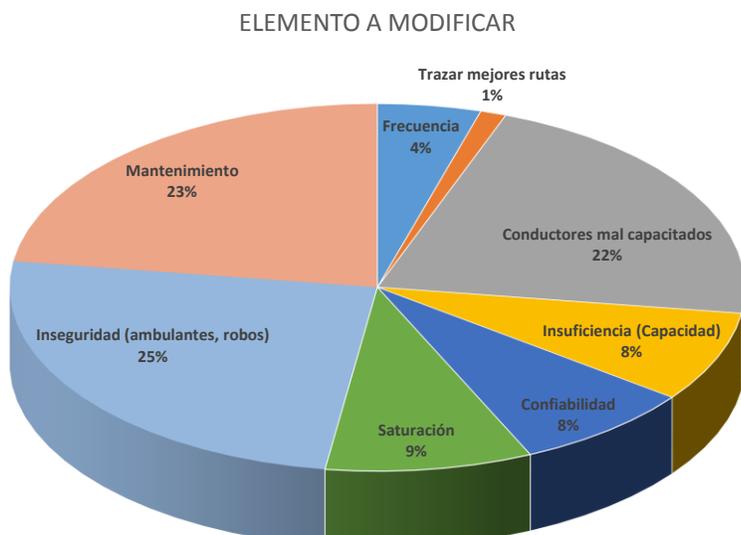


## Trolebús

Para este ejemplo, un 28% de los usuarios consideran que la inseguridad (ambulantes incluidos) es el principal problema a tratar, seguido del mantenimiento y la limpieza (ambas juntas el 38%). Los elementos menos votados son el horario de servicio y el trazo de mejores rutas, ambas con 2%



## Red de Transporte de Pasajeros



En este ejemplo, el principal elemento a modificar es la inseguridad (ambulante y robos) con una votación del 25%, seguida del mantenimiento con 23% y conductores incapacitados con el 22%. El elemento que representó la menor votación es el trazo de mejores rutas con 1%.

### 4.2.5 ATRIBUTOS PRIORITARIOS PARA EL USUARIO

La prioridad que el usuario le da a ciertos atributos permite, en caso de que se presenten problemáticas en los modos de transporte, establecer una jerarquía de medidas a implementar para solucionar o mejorar aspectos relativos al servicio y atacar los puntos que el usuario considera los más débiles y afectan de manera más severa a la operación, es decir, la pregunta de la prioridad permite establecer una línea de trabajo y para el STC, en escala de 1 al 5 (siendo 1 el atributo de menor prioridad y 5 el de mayor) los resultados se presentan a

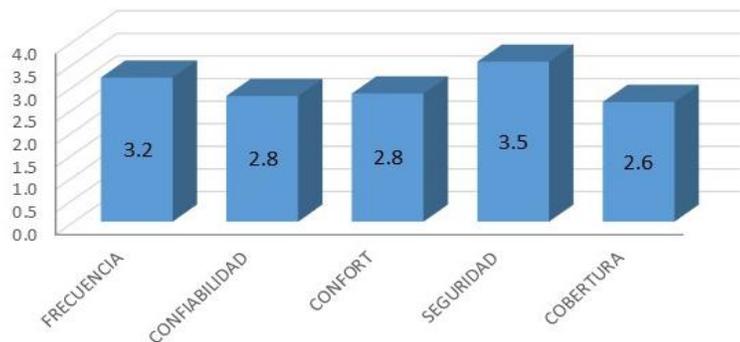
continuación. Para la presentación y agrupación se recurrió a gráficos de barras; la pregunta fue la siguiente: ¿Para usted qué es más importante al usar el servicio de transporte público? (ordene del 1 al 5 Siendo 5 más importante y 1 menos importante)

	ESPERAR POCO TIEMPO PARA ABORDAR EL SERVICIO
	TENER LA CERTEZA DEL TIEMPO QUE LE TOMARA EL VIAJE (CERTIDUMBRE)
	LA COMODIDAD EN EL SERVICIO
	LA SEGURIDAD EN EL SERVICIO
	CAMINAR POCO PARA TENER ACCESO A CUALQUIER SERVICIO DE TRANSPORTE

### Sistema de Transporte Colectivo

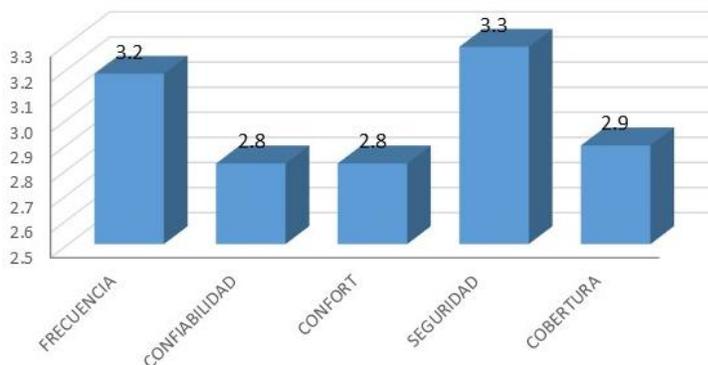
La calificación que se le haya dado a cada atributo no se repite, por lo que siempre existirá una jerarquía en la evaluación. En el ejemplo del STC, el usuario le da mayor prioridad a la seguridad con una calificación de 3.5, lo sigue la frecuencia con 3.2 y como última opción se le da a la cobertura con 2.6. Esto podría significar que al usuario no le importa tener que caminar distancias relativamente grandes para usar el sistema y sí le interesa que dentro de las estaciones y durante el trayecto esté seguro.

### PRIORIDAD DEL USUARIO



### Metrobús

### PRIORIDAD DEL USUARIO



La prioridad del usuario en este ejemplo está en la seguridad con 3.3, seguida de la frecuencia con 3.2 y al final la confiabilidad y confort con 2.8

## Tren Ligero

En el ejemplo se observa que la gente le da la mayor prioridad a la frecuencia con una calificación de 3.6, después a la confiabilidad y a la seguridad con 3.0 cada una y como última opción se coloca el confort con 2.8. Esto significa que el usuario no considera relevante el confort, mientras llegue a tiempo a su destino.



## Tren Suburbano

El ejemplo muestra que la prioridad para el usuario con calificación de 4.0 es la frecuencia, seguida de la seguridad con 3.0. La confiabilidad es el atributo menos votado con 2.5



## Microbús

### PRIORIDAD DEL USUARIO



En este ejemplo, la seguridad con calificación de 3.5 y la frecuencia con 3.1 son prioritarios para el usuario al usar el Microbús. El atributo menos prioritario para el usuario es la cobertura con 2.7

## Trolebús

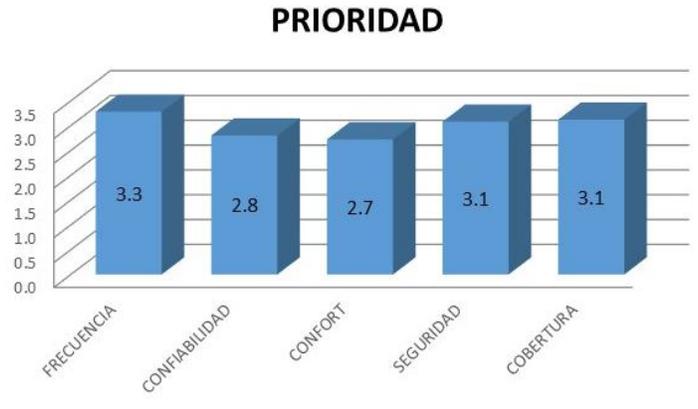
En el ejemplo, el usuario le da la mayor prioridad a la cobertura del Trolebús con calificación de 3.3, luego a la frecuencia con 3.2 y a lo que se le da



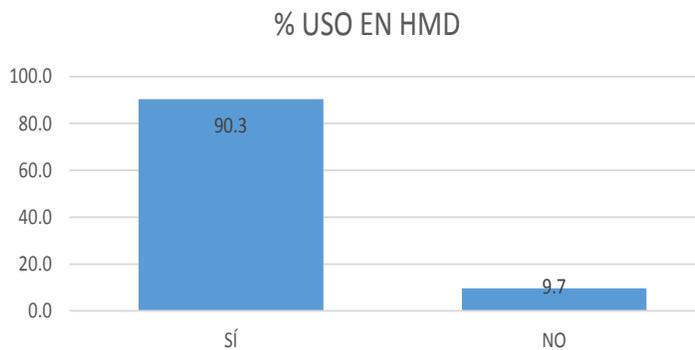
menos prioridad es a la confiabilidad y a la seguridad, ambas con 2.

### Red de Transporte de Pasajeros

En el ejemplo de la RTP el usuario votó por la frecuencia como prioridad con calificación de 3.3, seguido de cobertura y seguridad, ambos con 3.1 en escala 1 a 5.



### 4.2.6 USO EN HORA DE MÁXIMA DEMANDA



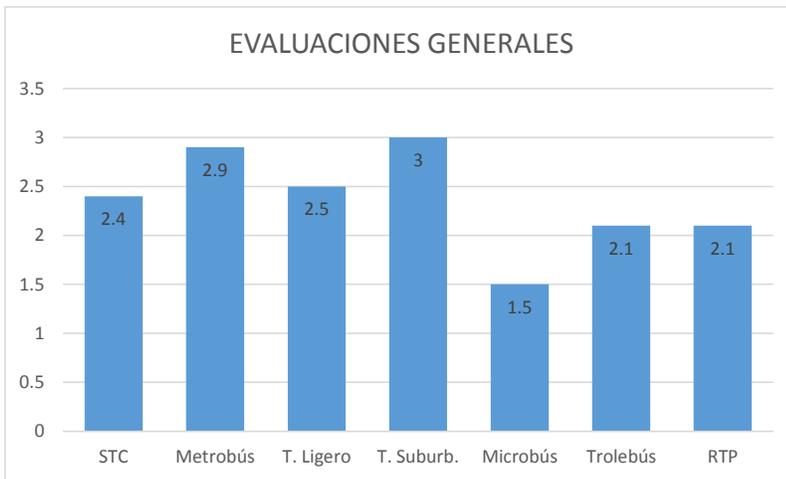
De igual manera, en esta votación se recurrió a gráficos de barras verticales, cuya pregunta fue planteada de la siguiente manera: ¿Usted usa el servicio en hora pico? a) Sí b) No

### 4.2.7 EVALUACIONES GENERALES

Las evaluaciones generales de los modos de transporte fueron escaladas del 1 al 4, siendo 1 lo menos deseable y 4 lo más deseable, los resultados se agruparon y se obtuvo un promedio expresado en un gráfico de barras. La pregunta es la siguiente: En una escala del 1 al 4 donde 1 es “muy malo” y 4 es “muy bueno”, evalúe los sistemas que usted usa regularmente.

TREN SUBURBANO	
METRO	
METROBUS	
TREN LIGERO	

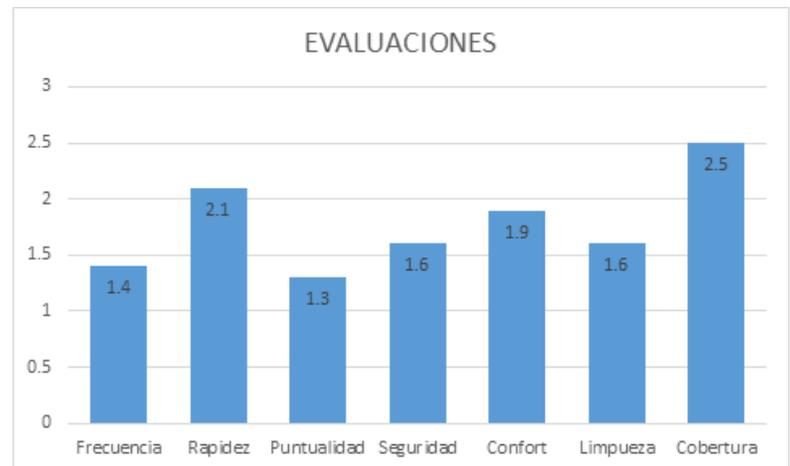
TROLEBUS	
RTP	
MICROBUS	
OTRO	



Con lo que en el ejemplo, el sistema mejor evaluado fue el Tren Suburbano con calificación de 3, seguido del Metrobús con calificación de 2.9, mientras que el sistema peor evaluado fue el Microbús con calificación de 1.5

Pregunta: Valore del 1 al 3 los siguientes aspectos relacionados con el servicio prestado, siendo 1 “mal”, 2 “cuestionable” y 3 “bien”.

En el ejemplo, el aspecto mejor evaluado por parte de usuario fue la cobertura con calificación de 2.5, le sigue la rapidez con 2.1, mientras que el aspecto peor evaluado fue la puntualidad con 1.3, seguida de la limpieza y la seguridad, ambas con 1.6



#### 4.2.8 INTEGRACIÓN

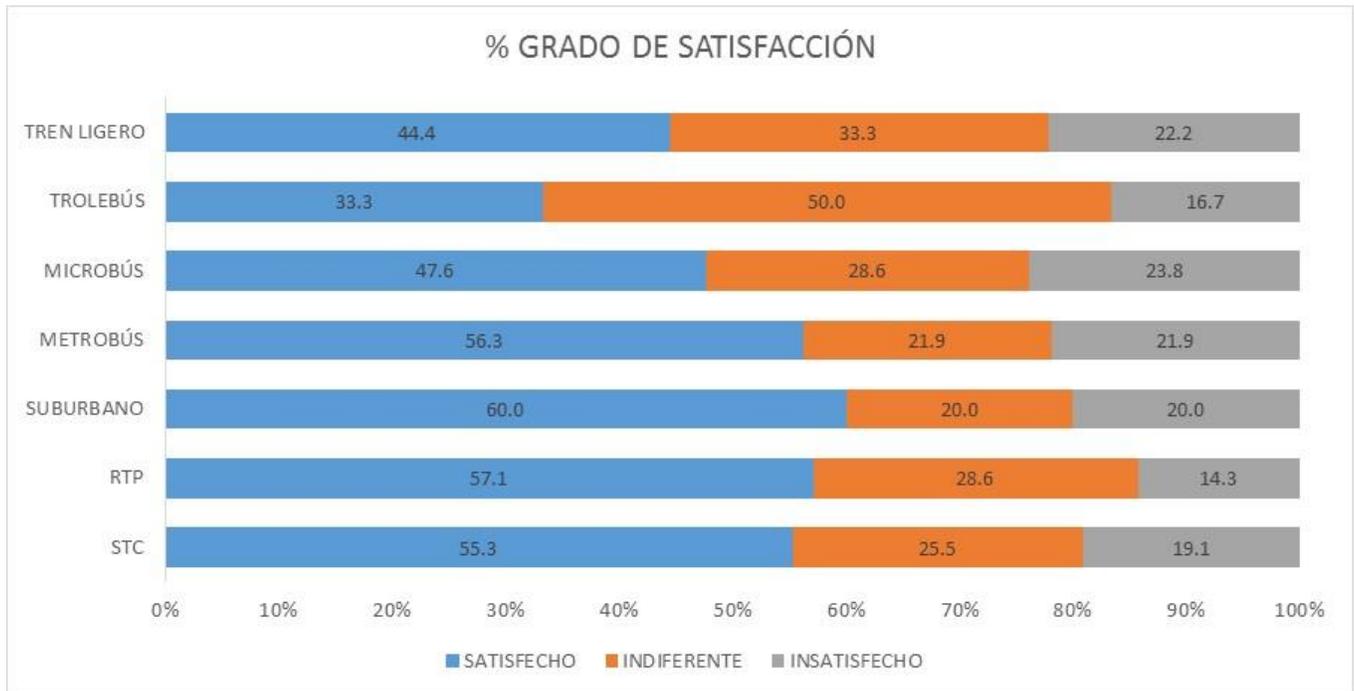
El método de integración de los gráficos de los diversos cuestionamientos consistió básicamente en agrupar las sumatorias del universo de respuestas que las encuestas arrojaron, según el tema que se abordara para cada modo de transporte, es decir, al hablar de integración, se procuró que en cada ejemplo de exposición de resultados se englobara a todos los modos de transporte, para cada atributo abordado en las interrogantes de las encuestas.

Los ejemplos presentados si bien no permiten un desglose de la situación específica de cada modo de transporte, auxilian en la elaboración de diagnósticos reales.

Pregunta: Por favor indique los tres principales motivos de uso del sistema.



A continuación se muestra un ejemplo con el grado de satisfacción del usuario por modo de transporte.

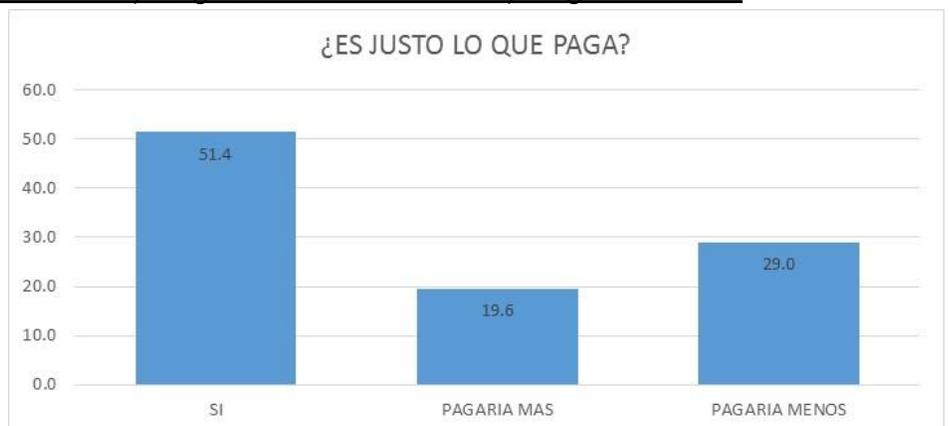


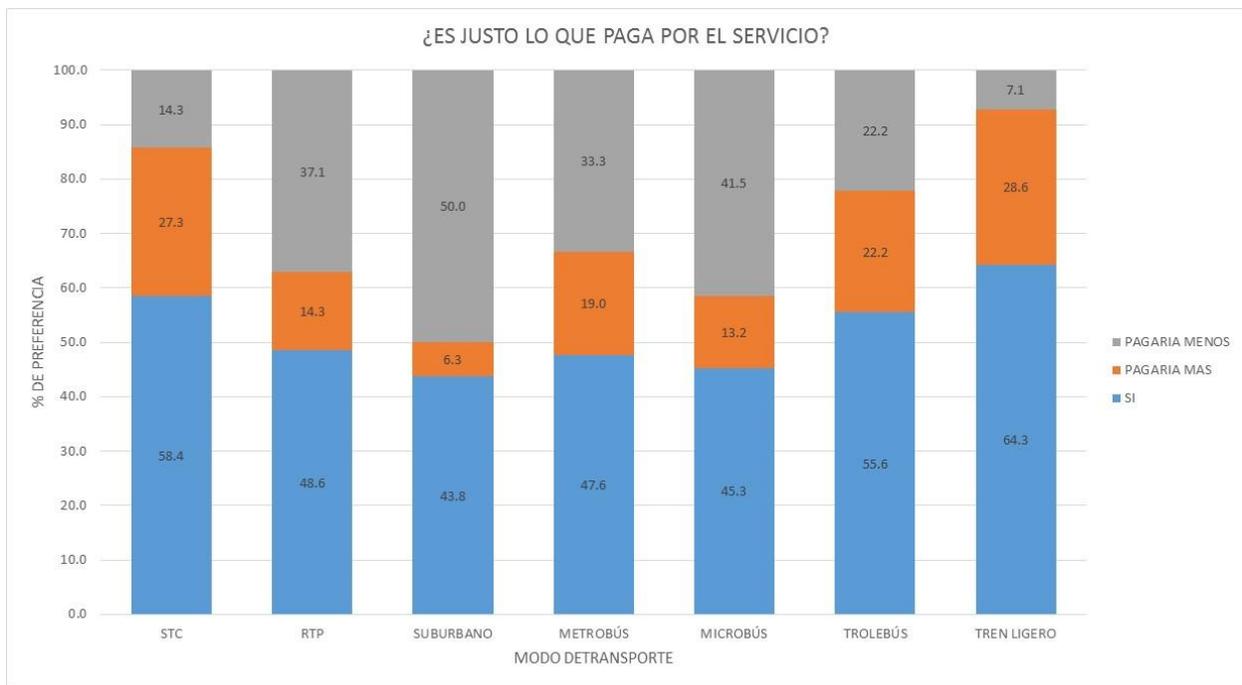
El sistema de transporte que brinda mayor satisfacción a sus usuarios es el Tren Suburbano con 60%, seguida de la RTP con 57.1%. El Trolebús es el modo que más intrascendencia inspiró al usuario del servicio con la mitad de las votaciones. El Microbús es el transporte que mayor insatisfacción genera a sus usuarios con 23.8% de la votación.

Pregunta: ¿Cree usted que es justo lo que paga por lo que recibe del servicio?

a) Sí                      b) Pagaría más                      c) Pagaría menos

En este ejemplo, el 51.4% de los usuarios de transporte encuestados consideran justa la tarifa que pagan, el 29% pagaría menos y sólo el 19.6% pagaría más en el sistema de transporte que usa.





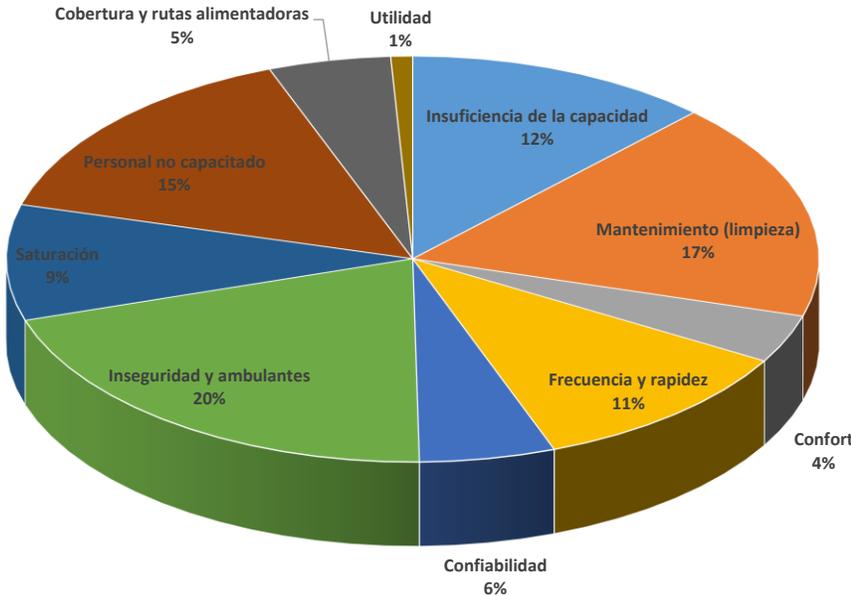
El ejemplo del diagrama anterior muestra los porcentajes de votación respecto a la utilidad de pagar más, menos o lo mismo de tarifa por modo de transporte. Este método de agrupación permite visualizar y analizar la información de manera rápida y confiable. Como ejemplo del análisis, el STC es el modo para el cuál la mayor cantidad de usuarios encuestados consideran justo el pago de la tarifa actual (\$3.00 al 2013) con 58.4% de las votaciones, mientras que el Tren Suburbano es el modo para el cuál la menor cantidad de usuarios encuestados consideran justa la tarifa con el 43.8% de las votaciones. En el ejemplo, el Tren Suburbano presenta el mayor porcentaje de usuarios encuestados que no consideran justo el precio de la tarifa y pagarían menos por su uso (50%), seguido del Microbús (41.5%) y después la RTP(37.1%).

Además dicha agrupación permite obtener conclusiones rápidas y confiables, como ejemplo se tiene que el Tren Ligero, seguido del STC son los modos para los cuáles la mayor cantidad de usuarios pagaría una mayor cantidad de dinero en la tarifa por su uso, es decir el usuario le da un valor muy grande a la utilidad del STC y del Tren Ligero por lo que estaría dispuesto a pagar más por su uso.

Hablando de la integración del elemento a modificar la pregunta se planteó de la siguiente manera: Desde su punto de vista ¿cuáles son los tres principales problemas que observa en el servicio que utiliza? Si alguno no está incluido favor de mencionarlo.

Capacidad de unidades insuficiente	Operadores mal capacitados	Inseguridad estaciones y/o paraderos	Escaso mantenimiento al servicio	Que el servicio no es constante	Demasiadas personas usan el servicio	Vendedores ambulantes
------------------------------------	----------------------------	--------------------------------------	----------------------------------	---------------------------------	--------------------------------------	-----------------------

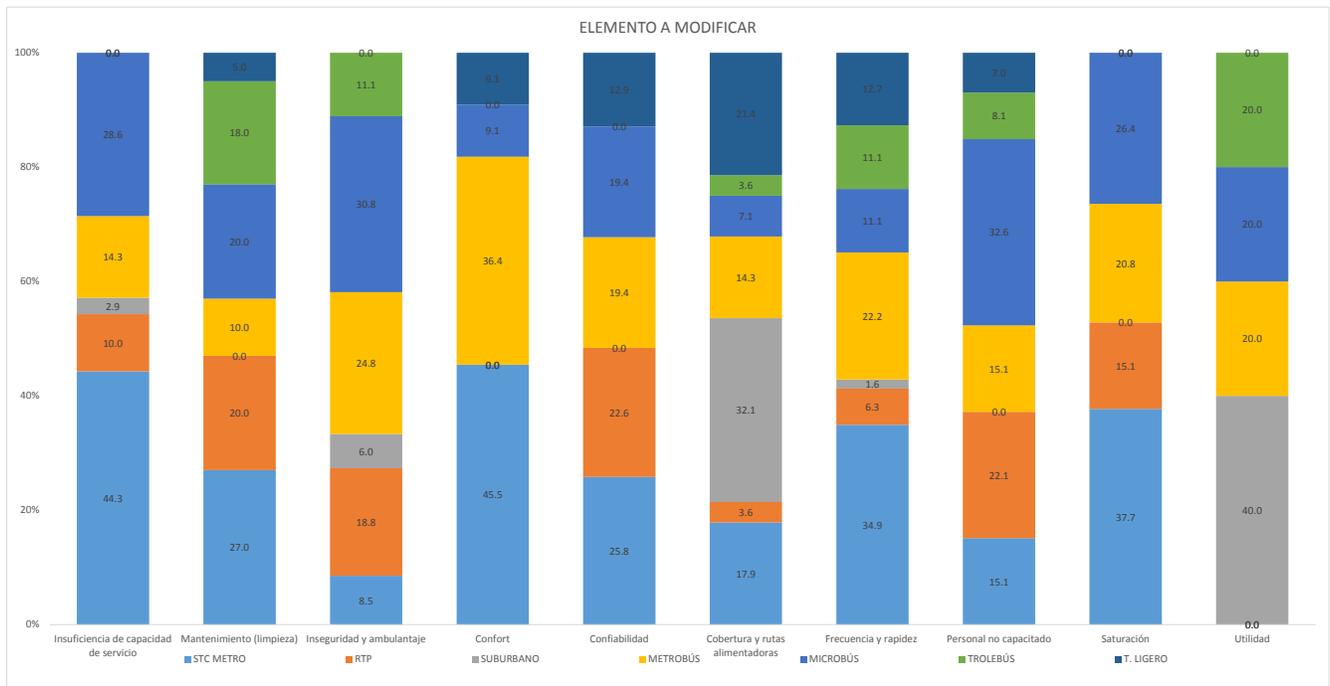
ELEMENTO A MODIFICAR



Esta forma de exposición permite visualizar para los modos de transporte y a través de porcentajes, qué tanto es necesario modificar ciertos aspectos de su operación, con lo que se observa que el principal elemento a modificar en el sistema de transporte público de pasajeros es la inseguridad con un 20% de la votación, seguida del mantenimiento con 17% y personal no capacitado con 15%.

El siguiente diagrama muestra los porcentajes de los elementos a modificar por modo de transporte.

El siguiente diagrama muestra los porcentajes de los elementos a modificar por modo de transporte.

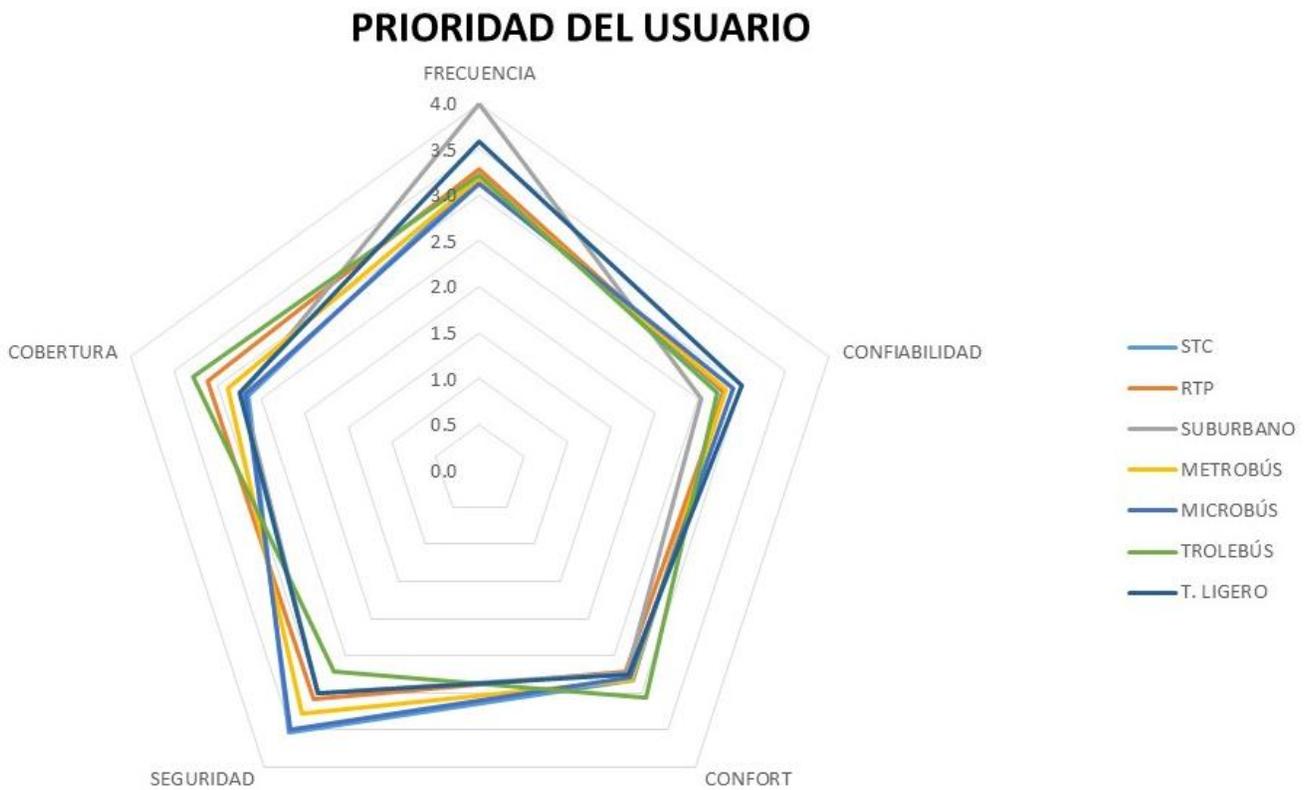


De acuerdo al ejemplo de la prioridad en el transporte, en escala del 1 al 5,

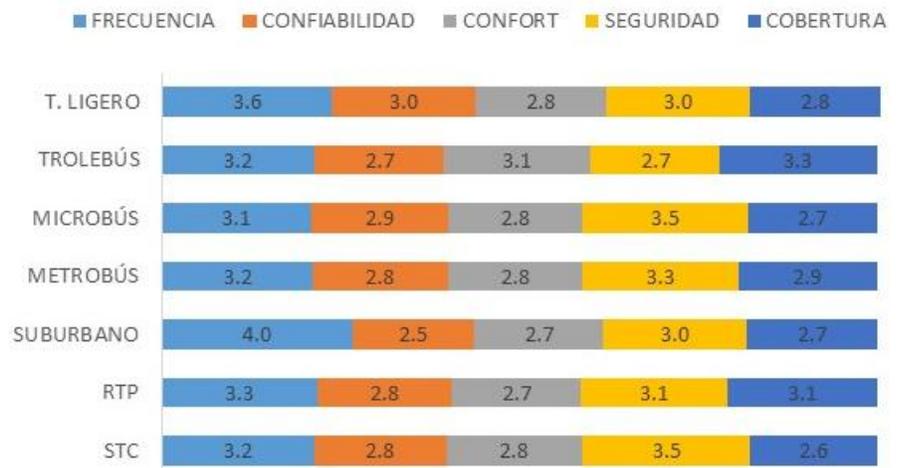
la frecuencia en el transporte público es el tema al cual el usuario le da la mayor importancia con 3.4, seguida de la seguridad en el transporte público con evaluación de 3.2



Otra manera de visualizar la prioridad del usuario es a través del siguiente diagrama:



Se ejemplifica para cada modo de transporte se muestra la prioridad de los atributos estudiados en el trabajo, cuya máxima calificación para cada atributo es 5.



### 4.3 OBSERVACIONES DEL AUTOR SOBRE LA PERCEPCIÓN DEL USUARIO

Las gráficas circulares y de barras son las herramientas que el autor propone para la presentación de resultados porque a través de ellas se pueden establecer patrones de comportamiento entre la operación de los modos de transporte, visualizando ejemplos de agrupación de datos e información, a los que a través de la encuesta, se pudo tener acceso, y debido a las implicaciones de la misma respecto a sus alcances, dichos ejemplos son indicativos y no representan un diagnóstico real de los modos de transporte.

El método de análisis por atributo permitió describir la percepción del usuario respecto a la operación de los modos de transporte para posteriormente, ahondar en la evaluación y comparación con lo aportado por el autor.

Hablando del STC, el usuario expuso que la rapidez es uno de los motivos principales de uso, dicho atributo resulta ser el segundo más importante para el usuario, después de la seguridad, pues si bien la rapidez en el desplazamiento y en las llegadas de las unidades es un aspecto de gran seguimiento en la operación, se han descuidado otras variables involucradas en su correcta ejecución, tales como mantenimiento y renovación del parque vehicular; aun así el usuario le da importancia al ahorro de horas/hombre que el sistema le proporciona. La cobertura es un punto positivo en común, autor y usuario perciben que la penetración lograda es suficiente y, en contraste, la confiabilidad es deficiente al entender que no se tiene certeza de que el servicio permanecerá uniforme. Todo lo anterior se ve reflejado en la satisfacción del

usuario, cuyo porcentaje de aceptación representa sólo a la mitad de los encuestados y cuya votación es compartida por el autor.

Respecto a la tarifa y con su reciente incremento de dos pesos, el usuario ha protestado con el argumento de la baja calidad en el transporte, en la encuesta más de la mitad de los usuarios opinaron que es justo lo que pagan y, a pesar de que se sabe que un porcentaje del costo del boleto se encuentra subsidiado, entran otros balances como el de la canasta básica y el salario mínimo, apuntando a que es inapropiado tanto en tiempo como en forma cualquier alteración a la tarifa, sobre todo si no se percibe una mejora en el servicio, por el contrario (con el cierre parcial de la Línea 12) y los constantes y cada vez más prolongados retrasos. Por la evaluación general de 2.4 en escala de 4, se sabe que el STC ofrece servicios en muchos aspectos deficientes, pero que el usuario no se puede permitir prescindir de ellos.

El Metrobús es un sistema que opera con gran rapidez y cada vez menos margen de error, el usuario reconoce estas características como motivos principales de uso, por otro lado se sabe que el sistema no es confiable por razones como la saturación y el tráfico local que se genera en cruceros. Por ello, casi la mitad de los encuestados expresaron estar insatisfechos con el servicio que presta el Metrobús.

Respecto a la tarifa la opinión del usuario es dividida, casi la mitad de los usuarios opinaron que es justo lo que se paga de tarifa, mientras que más del treinta por ciento opinaron que la tarifa es excesiva.

Al hablar de la Ciudad de México, el usuario siempre se ve expuesto a la inseguridad tanto al interior como al exterior de las instalaciones de los modos de transporte, en el Metrobús la inseguridad fue el elemento prioritario a modificar, puesto que el índice de robos y asaltos es alto, es decir, la seguridad es a lo que más importancia le da al usuario en el uso del Metrobús.

De igual manera, la frecuencia útil en el sistema es cuestionada, presentando fluctuaciones en la hora de máxima demanda, lo cual es resentido por el usuario; no así en sus rutas, cuyo trazo se ve favorecido en la opinión del mismo. El concepto de operación que Metrobús introdujo, el cual altera el flujo vehicular de los no usuarios del sistema es el tema que el autor cuestiona y naturalmente no le concierne al usuario.

La única línea del Tren Ligero no permite que su penetración sea alta, en la encuesta realizada el usuario considera que la cobertura del sistema es uno de los principales motivos de su uso, pero el argumento sería que ni STC, ni Metrobús, ni Suburbano, ni ningún otro modo de transporte de alta capacidad con atributos medianamente adecuados (desde el punto de vista de la capacidad) alcanzan las zonas a las que la línea del Tren Ligero logra penetrar, por ello la preferencia del usuario se da por la pobre diversidad de oferta de transporte, llevándolo a apreciar un sistema que si bien es económico y cuya tarifa el usuario considera justa, también es lento, de baja capacidad para las exigencias de la ciudad y poco confiable. Ningún encuestado expresó insatisfacción. Casi el 70 por ciento de los encuestados se encuentran satisfechos con el Tren Ligero, a lo que el usuario está consciente de que la calidad del servicio es baja pero la tarifa corresponde a lo recibido.

Entre los principales elementos a modificar se denota la baja frecuencia y la extensión de la cobertura como los atributos más votados. A manera de ver el autor, el usuario entra en conformismo con los servicios que se le ofrecen, mientras las tarifas no aumenten, perciba seguridad y cuente con cierta certidumbre de los tiempos de traslado, no expresará mayor inconformidad ni exigirá mejor calidad del transporte de lo que se le ofrece, esto se corrobora con la preferencia del usuario, en cuya votación se pone como última opción al confort y en primeras opciones a la frecuencia y a la seguridad.

El Tren Suburbano es el modo de transporte de la ciudad de México que con mayor rapidez se desplaza a través de su línea, cualidad reconocida y apreciada por el usuario al señalar dicho atributo como principal motivo de uso; el diseño del Tren Suburbano lo hace ideal para realizar viajes interurbanos y permite un gran ahorro de horas hombre interconectando la zona conurbada norponiente de la ciudad con sus zonas céntricas, el usuario que habita en zona conurbada y diariamente realiza recorridos interurbanos necesita este tipo de interconexión y a pesar de contar con una sola línea, el usuario señala a la cobertura como otro de los motivos principales de uso, cabe resaltar que no siempre la percepción del usuario es correcta o es alejada de la realidad y presenta inconsistencias, ya que más adelante se señala a la cobertura como principal elemento a modificar.

En hora de máxima demanda, el servicio puede llegar a presentar serias saturaciones, a pesar de ello y debido a que el Tren Suburbano está diseñado para altas demandas, el usuario puede contar con viajes ciertamente cómodos y cortos, a lo que el mismo usuario percibe dicho

aspecto y lo señala. Más adelante, se habla de la satisfacción del servicio por parte del usuario, el sesenta por ciento de la votación es positiva y es poca tanto la indiferencia como la insatisfacción, a pesar de lo que más adelante se expresa como aspectos a mejorar.

De nuevo con el tema de la tarifa, ahora en el Suburbano, la mitad de la votación expresó estar conforme con su costo y la otra mitad inconforme; se tienen argumentos que sustentan ambas posiciones; por un lado, a pesar de contar con un transporte de alta rapidez y capacidad, en viajes de ida y vuelta, la tarifa representa un importante porcentaje del salario mínimo establecido, a lo que en horarios de menor afluencia y menor apuro, el usuario opta por vías alternas de transporte, cuyos traslados representan menor ahorro de tiempo pero tarifa considerablemente más baja, a lo que se prioriza este último aspecto; por otro lado el mantenimiento del parque vehicular e infraestructura es costoso y, ya que no es un servicio que el estado ofrezca (por motivos que no se abordarán), se hace necesario el establecimiento de una tarifa alta que mantenga en correcta operación al sistema.

En párrafos anteriores se habló de los aspectos que perjudicaban al usuario que, si bien no se encuentran ligados de manera directa a la operación del Tren Suburbano, restan valor a todos los atributos del sistema, entre los que más conciernen y afectan al usuario se encuentra la inseguridad y la escasez de rutas alimentadoras; durante la visita a las estaciones se corroboró dicho punto de aquejo, a lo que se concuerda en la urgencia por resolver estas problemáticas. Por otro lado, como se muestra en las gráficas de elementos a modificar del Tren Suburbano, la frecuencia es el elemento menos votado, lo cual habla de la regularidad del paso de trenes y su confiabilidad.

Abordando el tema del Microbús, su principal motivo de uso es sin duda la penetración que logra a través de las calles de la ciudad, esta cualidad es única en este modo transporte y bien reconocida tanto por el autor como por el usuario, además de una tarifa asequible y altas frecuencias de paso. A pesar de que la operación es accidentada y en muchos casos irresponsable, el grado de satisfacción no perjudica de manera tan escandalosa al Microbús, poco menos de la mitad de la votación expresa satisfacción en su servicio e igual porcentaje de votación la insatisfacción e indiferencia, ambos rondando el veinticinco por ciento de la preferencia. Por las características de su operación, la satisfacción se vería más afectada, a pesar de esto el usuario le da valor al servicio que se le ofrece, priorizando factores como la

cobertura o la economía por encima de los percances que se puedan tener, lo cual para el autor es cuestionable.

El usuario siempre velará por su economía y así lo refleja en la encuesta tarifaria del Microbús, al votar en proporciones casi iguales y predominantes el hecho de considerar justa la tarifa y de pagar menos, dejando casi descartada la posibilidad de preferir pagar más. Es decir, el usuario es permisivo en el descuido de atributos como la frecuencia, la confiabilidad, la comodidad, incluso la utilidad, puede ser por costumbre o por conformismo, pero hay aspectos a los que se tiene menor flexibilidad, como su economía y su seguridad, lo cual se corrobora en la votación del principal elemento a modificar, en el que a pesar de no contar con interiores siquiera diseñados para el transporte de pasajeros, el confort pasa a último término para el usuario, mientras que inseguridad y malos operadores de las unidades son temas prioritarios.

El atributo mejor desempeñado por el Microbús que es la cobertura, es también el menos prioritario para el usuario, ya que al nunca haber representado problemática, no es tema de preocupación, mientras que la inseguridad ha generado de manera constante y cada vez más escandalosa problemas que afectan gravemente el usuario y en la calificación general baja que se le da al Microbús se exhiben las deficiencias en el servicio.

La percepción por parte del usuario hacia el Trolebús es en la que más puntos de discordancia se presentan respecto a la opinión del autor; el usuario expresa que los motivos principales de uso son su utilidad y rapidez, aunque para el autor y sostenido en el trabajo documental, el beneficio del Trolebús para la sociedad es parcial, pues su velocidad de desplazamiento es lenta y su afluencia es, en comparación con otros modos, baja.

Al usuario le es predominantemente indiferente el servicio que el Trolebús brinda y un cuarto de la votación se muestra satisfecho, es decir, en este aspecto no se ataca al sistema y lo mismo se muestra respecto a la tarifa, en la que la mayoría de los usuarios consideran o justo el costo del pasaje o que pagarían más. En donde se nota el descontento del usuario es en el elemento a modificar, en el que se ataca principalmente a la inseguridad, a la frecuencia, y al escaso mantenimiento de las unidades, se especifica la falta de limpieza tanto en unidades como en paradas.

Al igual que el Microbús, el principal motivo de uso de la RTP es la penetración que alcanza en la ciudad, pero la diferencia con la misma comparativa es que no se considera a la economía como parte de esta clasificación.

El grado de satisfacción del usuario es positivo para la RTP, casi el sesenta por ciento de los usuarios calificaron satisfactoria su experiencia, lo que se explica por su alta cobertura y frecuencias de paso, mientras que solo el quince por ciento de la votación declaró como insatisfactorio el servicio.

El tema de la tarifa presenta opiniones divididas, se presenta ligera predominancia en la votación los que consideran justo lo que se paga por encima de los que pagarían menos, es decir, aparte de confirmar que la economía no es un punto atractivo para el usuario, es posible advertir que existe descontento (como en otros modos de transporte) por parte del mismo, reflejando utilidad económica baja.

En lo que se refiere a los elementos a modificar, la inseguridad, los ambulantes instalados cerca de paradas y terminales y la falta de mantenimiento y capacitación para los operadores fueron los elementos más votados, puntos que concuerdan con el análisis realizado por el autor tras las visitas a las instalaciones y rutas de la RTP.

Finalmente, el usuario prioriza a la frecuencia y a la seguridad en el uso del servicio y, aunque la calificación general asignada es baja, la utilidad de la RTP, si bien es cuestionable, presenta muchos factores mejorables necesarios para la movilidad de los usuarios.

Hablando de la integración de los modos de transporte, los principales motivos de uso que resultaron: cobertura, rapidez y economía, reflejan lo que se ofrece en los modos de transporte, y que a la vez es atractivo para el usuario; muestran que la confiabilidad, al ser poco votada, es un atributo que se descuida constantemente, a lo que el usuario no cuenta con certidumbre en sus viajes diarios y a pesar de que la efectividad en la rapidez de los modos de transporte se encuentra sujeta a muchos factores que más que nada la merman, el usuario percibe un gran beneficio referido al ahorro de horas hombre, de acuerdo a sus largos desplazamientos.

Las características predominantes de los modos de transporte que mayor satisfacción genera al usuario son la alta capacidad de línea, la rapidez en su desplazamiento y la exclusividad del derecho de vía. Al abordar el tema del grado de satisfacción, existen herramientas para sugerir

que la indiferencia, el conformismo e inconciencia por parte del usuario se hace presente en la evaluación que el usuario da al transporte, ya que se desentiende de la crítica y exigencia de la calidad del transporte, lo que se puede atribuir a que debido a la escasa o nula experiencia de un modo de transporte de calidad y que cumpla de manera satisfactoria con todos sus atributos, no cuenta con herramientas para comparar y contrastar lo que se le ofrece, ya que más de la mitad de la votación expresa satisfacción con lo ofrecido.

El usuario presenta una escala de severidad respecto a la alteración de ciertos atributos, la respuesta (ya sea de conformidad o inconformidad) por parte del usuario ante la alteración de los estados de los atributos es diferente, es decir que existe una escala de flexibilidad o tolerancia por parte del usuario ante el cambio de una situación actual, como ejemplo se tiene el aumento de la tarifa del STC, en el que las reacciones fueron casi inmediatas, pero si se hablaba de un decremento en el parque vehicular de la RTP debido a la falta de mantenimiento y con lo que esto implicaba (reducción de frecuencias de paso, mayor saturación, etc.) la respuesta del usuario no fue tan enérgica y la postura presentó mayor flexibilidad.

En promedio, el costo de un pasaje es de once pesos con once centavos (\$11.11), dicho valor se obtuvo como promedio entre los valores mínimo y máximo de los pasajes que se piden en el sistema tarifario de los diversos modos de transporte, los cuales dependen de las distancias recorridas, adquisición o no de tarjetas de prepago y tarifas de los corredores ejecutivos. Se calculó que a marzo del año 2014, la tarifa promedio mínima es de \$8.36 y la máxima es de \$13.86, con lo que se representa entre el doce punto cuarentaidós por ciento (12.42 %) y el veinte punto seis por ciento (20.6 %) del salario mínimo, respectivamente, el cual se encuentra a la misma fecha en sesenta y siete punto veintinueve pesos (\$67.29), es por ello que el factor económico, inmerso en la utilidad del transporte, es tan inflexible y, a la vez determinante para la percepción del usuario y realización de un diagnóstico en el transporte público de la ciudad de México.

Surge un dato muy interesante referente al STC en el que, junto con el Tren Ligero, es el modo de transporte que mayor aceptación tendría por parte del usuario ante el aumento de la tarifa (con las mejoras que dicha transición tendría que implicar), lo que lleva a suponer al autor que ciertos movimientos de protesta que se generaron debido al reciente aumento efectivo a la tarifa fueron organizados y llevados a cabo por grupos con objetivos específicos y horizontales a los expresados, a lo que se descartaría el hecho de que la población general haya estado

completamente en contra de dicho aumento. A diferencia de lo que ocurrió con el Tren Suburbano, en el que desde su inauguración la tarifa ha sido alta, (en comparación con lo que se venía manejando y a lo que el usuario estaba acostumbrado) lo que generó reacciones populares de descontento; a la fecha el usuario de dicho modo de transporte considera alta la tarifa y pagaría menos.

El análisis de opinión de prioridad del usuario apunta a que las votaciones, ligadas al elemento a modificar, apuntan a que la frecuencia y la inseguridad son los factores que más preocupan al usar el transporte público. Hablando de la inseguridad, y a pesar de que la información reflejada en la encuesta es meramente indicativa, se observa lo estrecho de la información respecto a la realidad que se percibe, demostrado a través de otros estudios estadísticos como el generado por la ENVIPE, en el que el asalto en el transporte público es el principal tipo de delito que se comete.

#### **4.4 CONCLUSIONES DEL MÉTODO PROPUESTO DE ENCUESTA**

Existen herramientas para incrementar el número potencial de encuestados, como ejemplo se tiene el acceso a bases de datos de escuelas, organizaciones o usuarios de plataformas sociales de internet, aunque el acceso a dicha información implica un costo y su uso es para fines de propaganda.

Referente a la encuesta en línea aplicada, al haber recurrido a contactos de correo electrónico y redes sociales del autor, los resultados del método fueron sesgados debido a que su aplicación (de la encuesta en línea) se restringió a personas con acceso a los mencionados sitios web, omitiendo el enfoque a los usuarios de los modos de transporte. Por lo que el método propuesto de obtención de información y análisis a través del uso de internet para la aplicación de encuestas tiene las siguientes limitaciones:

- No todas las personas que deseamos encuestar cuentan con acceso a estos medios: se tiene incertidumbre respecto al número de usuarios de transporte público que tienen acceso a redes sociales, incluso al mismo internet
- El control de la selección de los informantes se dificulta, es decir es difícil evitar repetidas contestaciones de una encuesta por parte de una misma persona, así como lo es

asegurarse de que la persona elegida forma parte de los encuestados que se desea contactar.

A manera de conclusión respecto a la encuesta en línea, se sugiere que este método de obtención de información sea descartado para la elaboración de un diagnóstico real.

Por otro lado, el diseño del cuestionario probó ser eficiente, ya que se obtuvo información de carácter cualitativo oportuna, útil, y relevante para la propuesta de un método de “*match*” que más adelante se aborda, además del acceso a la información que se tuvo respecto a la actitud de los encuestados, así como a sus opiniones.

La longitud del cuestionario probó ser adecuada para aplicarse en sitios en donde el entrevistado disponía de poco tiempo para contestar la encuesta; la gente le da un gran valor a su tiempo y las encuestas no deben abusar de este insumo ajeno.

El diseño propuesto para presentar los resultados ayudó a mostrar las tendencias de la postura del usuario, así como a tener una mejor perspectiva y entendimiento respecto a la información en las encuestas, por lo que el método es eficiente en la generación de información.

A manera de sugerencia y como complemento al proceso de concordancia (“*match*”) abordado más adelante, es conveniente el uso de preguntas de control que eliminen las inconsistencias en las respuestas de los encuestados, ya que en el análisis de información se observaron ejemplos que apuntan la existencia de contradicciones, dificultando el proceso de correspondencia.

Es conveniente la introducción de preguntas que indiquen los motivos por los cuales el usuario de cierto(s) modo(s) de transporte no utiliza otros modos para su transportación, es decir que aparte de la pregunta referente a los *motivos de uso* se agregue su espejo negativo, específicamente hablando de los *motivos de no uso* por lo que el usuario prescinde de estos sistemas, todo lo anterior con la finalidad de amplificar el diagnóstico para la elaboración de estrategias de atracción.

## 4.5 PROPUESTA DE METODOLOGÍA DE COMPARACIÓN ENTRE APOORTE DEL AUTOR Y LA PERCEPCIÓN DEL USUARIO

Tras el análisis de la encuesta se observan ciertas discrepancias entre el autor y el usuario sobre las evaluaciones realizadas a los sistemas de transporte público, es necesaria la inclusión de ejemplos de comparativa como parte de las recomendaciones para tener un diagnóstico real, así como lograr un complemento entre tipos de información para evaluar el desempeño de los sistemas. No es suficiente aplicar solo encuestas, ya que como se ha mencionado, no cuentan con significancia estadística, mientras que tampoco se pudo recurrir solo a herramientas estadísticas u observaciones y análisis de los sistemas de transporte por parte del autor debido a ciertas limitantes que incluyen falta de experiencia, recursos y estandarización del método aplicado, por lo que el autor propuso una herramienta que permitió ejemplificar y ubicar casos de no correspondencia rápidamente. Es importante señalar que la dinámica de comparativa de las inclinaciones de evaluación no contempla la opción de error o acierto, sino compaginar y contrastar datos duros (producto del trabajo de investigación) con las opiniones referentes a la operación de los modos de transporte (encuestas).

El proceso de correspondencia entre la información generada por el autor y la obtenida a través de la encuesta se logró a través de la compaginación entre el análisis cuantitativo de los modos de transporte (realizado en el capítulo 3) y la descripción cualitativa que arrojó la encuesta referente a los mismos (capítulo 4), de manera que de no darse la condición del contraste respecto a los tipos de información (cualitativo-cuantitativo), no se puede aplicar el nivel de concordancia "*matching*", tal es el caso en el atributo de la utilidad y del confort, ya que los análisis de ambas posturas son cualitativos. Así, con la obtención de datos duros se generaron escalas de evaluación que permitieron comparar con opiniones del usuario para analizar los motivos por los cuáles existe o no correspondencia de información.

Hablando de la cobertura, gracias al cálculo aproximado de los porcentajes de penetración que los modos de transporte logran a través del trazo de sus rutas, se generó una escala de evaluación, en donde mientras mayor cobertura se tuviera, con mejor evaluación se contaba por parte del autor y se estableció la comparativa con la percepción del usuario al observar el porcentaje de votaciones que el atributo ocupó en los temas de los principales motivos de uso

y de los principales elementos a modificar, así como la calificación que el usuario le dio al atributo en la encuesta.

Abordando el tema de la frecuencia, al haberse tomado y rotulado los períodos de paso de unidades de las rutas especificadas de todos los modos de transporte, se obtuvo una referencia indicativa de las mismas y se observó si dichas frecuencias son suficiente para satisfacer la demanda que se exigía, con lo que se evaluó la capacidad de los sistemas y se comparó de nuevo con los porcentajes de votación de las encuestas respecto a los motivos de uso, elementos a modificar, prioridades y evaluación parcial y general de frecuencias.

Hablando de la confiabilidad, se recurrió al uso de gráficas de dispersión, en la que se graficaron los valores de frecuencia, después, obteniendo el promedio de dichos valores y graficándolo en la misma área, se observaba qué tan dispersos se encontraban las frecuencias útiles de paso de este valor (para cada modo de transporte), con lo que el autor ya contaba con parámetros de evaluación previas que posteriormente le permitieron comparar con las evaluaciones que el usuario daba en los temas de motivos de uso, elementos a modificar, prioridades y evaluación general del atributo para los sistemas de transporte.

Respecto a la seguridad se recurrió a la consulta de información estadística y periodística tanto de índice de asaltos como de accidentes, cuya comparación y concordancia con la opinión del usuario se logró a través de los temas de los principales elementos a modificar, las evaluaciones parciales y generales y prioridades.

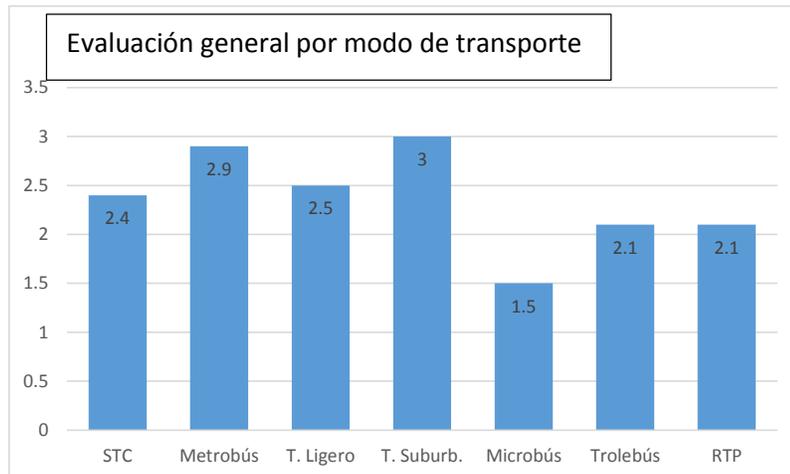
La información generada en el confort, en la que el autor recurrió a la descripción de las condiciones físicas referentes a la comodidad del usuario en el transporte, tales como el interior de las unidades, limpieza de estaciones, terminales y de los mismos espacios públicos, así como la existencia de dispositivos mecánicos de descanso, al contar con los porcentajes de saturación que fungen como datos duros, la concordancia de información se logró comparando con evaluaciones de las encuestas respecto a los temas de los principales elementos a modificar, las evaluaciones parciales y generales, elementos a modificar y prioridades donde se mencionase al confort.

Por último, la información de la utilidad (la cual se mencionó, tomó un enfoque costo-beneficio sociales) no permitió obtener su nivel de concordancia respecto a la opinión de la encuesta,

ya que no se cuenta con información cuantitativa que permitiera el establecimiento de escalas de evaluación y por lo que el proceso de correspondencia no se realizó.

*Ejemplo de cobertura.* Para la RTP, la cobertura entra en el principal motivo de uso del usuario y, obtenido desde el capítulo 4.8, el 256.7% de la superficie urbana del Distrito Federal (centro - norte) cuenta con infraestructura de cobertura del Trolebús. Lo cual quiere decir que la cobertura de la RTP se extiende más allá de la considerada superficie urbana del D.F., pero existe concordancia en la información generada por el autor y la obtenida a partir de las encuestas.

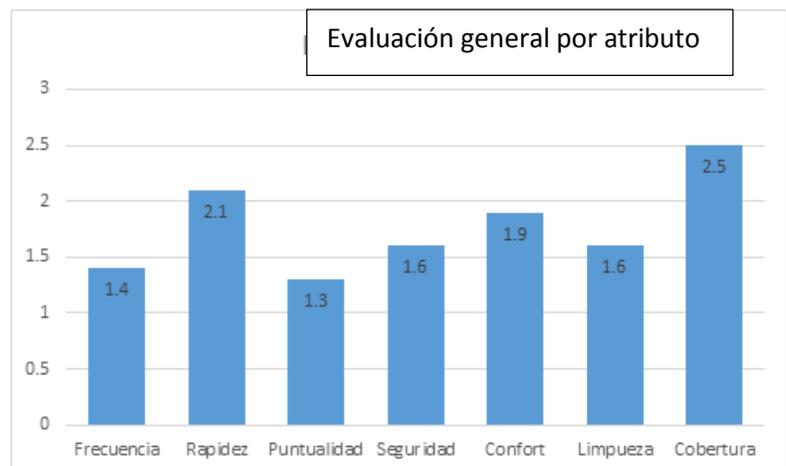
Los ejemplos de evaluaciones preliminares del autor realizadas en el capítulo 4.10 muestran la consumación de su aporte; mientras que las gráficas mostradas en las evaluaciones generales (capítulo 4.2.7) permiten establecer la comparativa con la opinión del usuario.



Con esta tabla y gráficas de datos es sencillo comparar las evaluaciones y resaltar puntos de concordancia y discordancia, útiles en la ubicación de problemáticas. Dicho procedimiento es el auxiliar del método de comparación.

Lo que se usó para la presentación de resultados es un ejemplo presentado en tabla que compare las evaluaciones y posturas referentes a los atributos de los modos de transporte estudiados.

A continuación se presenta la tabla en donde se ejemplifica en qué



atributos de los modos de transporte público se tuvo correspondencia de información (palomas) y en cuáles se presentaron discordancias (taches). Como se mencionó, es

necesaria la intrusión de datos duros para obtener el nivel de concordancia y en el atributo de utilidad no se cuenta con dicho requisito, por lo que en este caso no se puede aplicar la metodología y queda fuera del análisis.

SISTEMA	STC	METROBÚS	TREN LIGERO	TREN SUBURB.	TROLEBÚS	MICROBÚS	RTP
ATRIBUTO							
COBERTURA							
FRECUENCIA							
CONFIABILIDAD							
SEGURIDAD							
CONFORT							

Es importante el hecho de haber logrado la mayor concordancia de información posible entre la opinión del usuario y la del autor. Al haberse presentado casos de discrepancia surge la interrogante de los motivos por los cuales se dieron dichas brechas de información. Las causas por las que pudieron darse dichas discordancias de información retornan a los motivos de esta propuesta “match”: las encuestas no cuentan con significancia estadística, solo son ejemplos indicativos, las limitantes en la investigación del autor, o bien el usuario percibe algo diferente a la realidad.

Para posteriores trabajos con mayores alcances respecto al apego a las condiciones reales de operación de los modos de transporte, es importante mencionar el papel que la agenda oculta juega en las respuestas de encuestas y es que las intenciones o proyectos no revelados condicionan las respuestas del encuestado, pudiendo presentar respuestas racionales y desapego a los parámetros de la realidad.

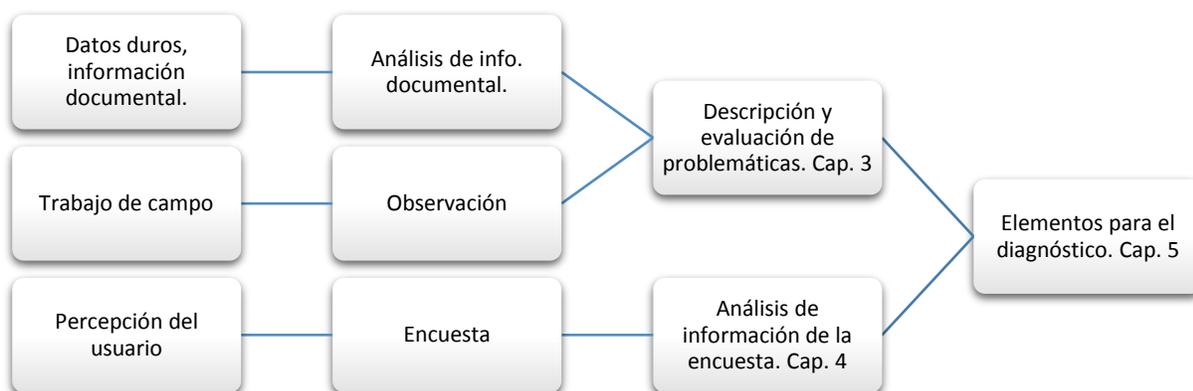
## 5 BASES PARA ELABORAR UN DIAGNÓSTICO DEL TRANSPORTE URBANO DE PASAJEROS DE LA CIUDAD DE MÉXICO

El transporte público en la Ciudad de México, para fines de evaluación y diagnóstico en el presente trabajo, se asume como un sistema físico estático (no cambia en el tiempo), artificial (creado por el hombre) y simple o duro (hecho con materiales tangibles y cuantificables). En este capítulo se detallan recomendaciones, procedimientos, factores claves y seguimiento en la elaboración de una base de información útil para diagnosticar los modos de transporte.

### 5.1 METODOLOGÍA DE DIAGNÓSTICO

El proceso para diagnosticar las condiciones del transporte público debió partir de la definición de un objetivo conciso y alcanzable, pues de éste se desprendió el diseño del levantamiento de información, partiendo de esta base se realizó el levantamiento de información integrado de datos duros y descriptivos, tales como índices estadísticos, medición y observación de campo y encuestas. Posteriormente se llevó a cabo la agrupación, presentación e interpretación de los resultados en donde se incluyen las herramientas usadas por el autor basado en las ventajas mencionadas y finalmente se concluyó respecto a la metodología sugerida, persiguiendo una continuidad al trabajo, así como aspectos mejorables y con mayor apego a la realidad.

El diagrama de flujo del capítulo 1 muestra el procedimiento propuesto y desarrollado para la elaboración de los elementos para el diagnóstico, en él se especifican tanto los puntos de partida para la elaboración de los capítulos iniciales como la integración de su contenido para conformar los capítulos finales.



Lo que en el diagrama se expone como “datos duros, información estadística y documental” tiene carácter de datos numéricos y su análisis, que junto con la etapa del “trabajo de campo”, la cual incluye visitas, observación y obtención de información cualitativa, conformaron la descripción de problemáticas (primera parte del diagnóstico integral), al ser éste el otorgado por parte del autor y como resultado de la experiencia adquirida del trabajo previo.

Como también se señala en el diagrama, la percepción del usuario conforma, desde su comienzo, la segunda parte del ejemplo de diagnóstico integral, dicha etapa lleva incluida la encuesta de percepción, de la cual se obtuvo toda la información que conforma el capítulo.

Finalmente, la compaginación de los capítulos 3 y 4 resultaron en la construcción del capítulo final que integra los elementos para la obtención de un diagnóstico, como la síntesis metodológica, factores clave en el trabajo, debilidades de los sistemas y seguimiento del estudio.

## **5.2 PRINCIPALES ASPECTOS A CONSIDERAR PARA EL DIAGNÓSTICO**

En lo referente al método de diagnóstico, existen factores clave que en el transcurso de las etapas del trabajo requirieron cierto cuidado para su planeación y ejecución. Para su ejemplificación se desarrolló una tabla que señalara y describiera dichos factores, haciendo énfasis en los puntos que requirieron mayor análisis.

Para comenzar, los principales aspectos partieron de cuatro puntos que integran el diseño de la investigación: observación de campo, herramientas estadísticas, encuestas y correspondencia de información; desmenuzando la integración, de manera tal que se fuera abordando de lo general a lo particular (como se muestra en la tabla), cada factor clave cuenta con el desarrollo de los puntos con los que se tuvo mayor cuidado al momento de su planeación y/o ejecución.

Incluyendo una breve descripción de los “*key factors*”, los aspectos principales para el diseño de la observación de campo fueron aquellas relacionadas con frecuencias, confort y confiabilidad, en las que se necesitó levantamiento en sitio para su descripción y captura de datos. El siguiente factor es en el que se recurrió a herramientas estadísticas, en él se desglosa la cobertura y seguridad, junto con sus respectivas descripciones y puntos en los que cuidar su manejo. Le sigue el factor encuestas que aborda lo relacionado con los aspectos importantes de diseño, la ejecución de la misma y la presentación de información. Finalmente

se aborda el método de correspondencia de información, en el que su aspecto más importante dentro del diseño y análisis, es tener presente que en todo el proceso se habla de ejemplos indicativos y lo que se busca no es en sí el diagnóstico, sino la propuesta de una metodología de diagnóstico, a la vez de ser esta primicia el objetivo del trabajo presentado. La tabla se muestra a continuación.

## ASPECTOS MÁS IMPORTANTES PARA EL DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

FACTOR CLAVE	DESCRIPCIÓN	ASPECTOS
<b>1. Observación de campo</b>	Levantamiento “in-situ” de datos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lugares útiles para observación.</li> <li>• Qué es lo que se quiso medir.</li> <li>• Para qué se utilizó la información y con qué se comparó.</li> </ul>
1.1 Frecuencias	Períodos de arribo de unidades de transporte.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Intervalo de medición de tiempo inició y terminó con el cierre de puertas de las unidades, después del abordaje.</li> <li>• Inclusión del estimado porcentaje de saturación de unidades.</li> <li>• Anotación de frecuencias útiles (valores mostrados en minutos).</li> </ul>
1.2 Confort	Descripción física de aspectos de comodidad para el usuario	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Observación y descripción de condiciones físicas de unidades, resaltando aspectos desfavorables.</li> <li>• Comparación de dimensiones internas de la unidad con proporciones físicas del usuario promedio como un criterio.</li> <li>• Presencia de dispositivos de bienestar en las instalaciones de transporte.</li> </ul>
1.3 Confiabilidad	Grado de dispersión de las condiciones de servicio	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Observación y evaluación de uniformidad en el servicio.</li> <li>• ¿Qué tan dispersas fueron las frecuencias y los porcentajes estimados de saturación?</li> <li>• Gráficas “Unidad vs Tiempo”.</li> </ul>
<b>2. Herramientas estadísticas</b>	Investigación de información estadística.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Información estadística oportuna, relevante y confiable.</li> </ul>
2.1 Cobertura	Porcentaje de penetración del transporte en la ciudad y/o km. de rutas.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Solo se considera la zona urbana (49% del territorio del D.F.) para fijar los porcentajes de penetración respecto a las rutas.</li> <li>• Conteo de estaciones y sumatoria de kilómetros de rutas.</li> <li>• Cuidado con el manejo de la presentación de los km. de rutas en las fuentes (Ej. En la página de Metrobús se expresa el número de kilómetros de ruta construidos pero el dato se debe dividir por dos para obtener el área de cobertura de la ruta, respetando el criterio de la fuente “Molinero y Sánchez”)</li> </ul>

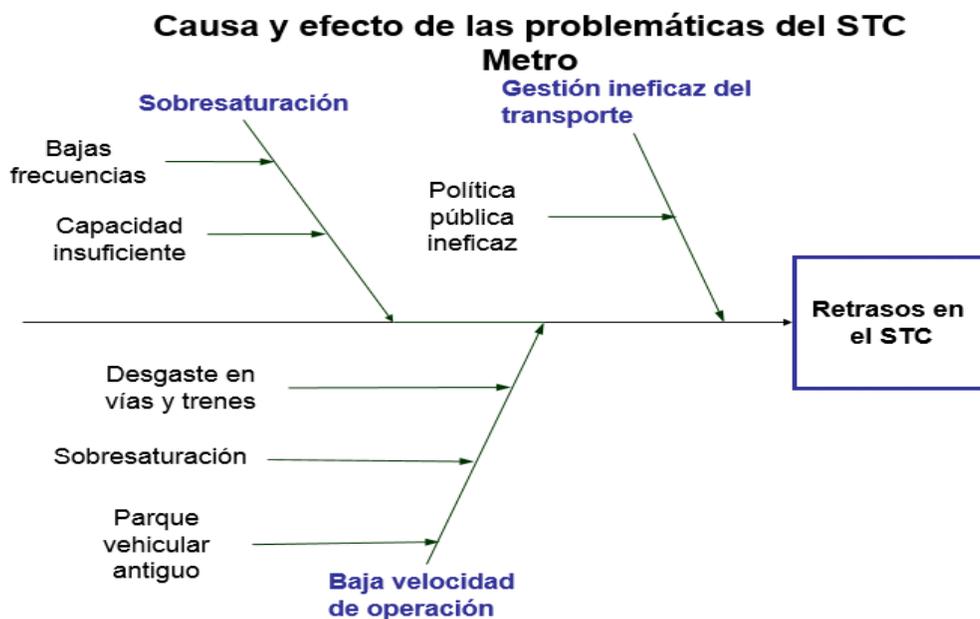
2.2 Seguridad	Informes periodísticos y estadísticos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Filtro de información solo a percances referentes a los modos de transporte.</li> <li>• Consulta de páginas web certificadas y profesionales en el tema.</li> <li>• Comparación de los índices entre los modos de transporte.</li> </ul>
<b>3. Encuestas</b>	Entrevista cerrada a usuarios del transporte	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Apego a un diseño pensado, según los objetivos que se persiguen.</li> </ul>
3.1 Diseño	Formato del cuestionario.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Uso de preguntas de elegibilidad.</li> <li>• Claridad en los cuestionamientos (evita malinterpretación tanto del sentido de las preguntas por parte del encuestado, como de los resultados por parte del autor).</li> <li>• Corta longitud del cuestionario.</li> <li>• Aplicación fuera de zonas de apuro o alta densidad de movimiento.</li> <li>• Uso de lenguaje sencillo.</li> </ul>
3.2 Levantamiento	Aplicación en campo de la encuesta.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Explicación de objetivos del trabajo al encuestado.</li> <li>• Equipo necesario para imprevistos como lápices u hojas extra.</li> <li>• Resolución de dudas.</li> </ul>
3.3 Presentación e interpretación	Vaciado de resultados a manera de reporte e informe.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Manejo uniforme del tipo de gráficos para una misma pregunta.</li> <li>• Indicación de la pregunta abordada, seguida de los resultados por modo transporte presentadas en gráficos.</li> <li>• Comparación en un mismo gráfico entre diversos sistemas.</li> <li>• Observaciones por gráfico y conclusiones metodológicas.</li> </ul>
<b>4. Correspondencia de información</b>	Propuesta metodológica de congruencia de información	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ¿Para qué modos de transporte y en qué atributos se presenta o no correspondencia de información?</li> </ul>
4.1 Requisitos y diseño	Criterio de correspondencia.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sólo entre información cuantitativa y cualitativa.</li> <li>• Proceso no se aplica a los atributos de confort ni utilidad.</li> <li>• Uso de evaluaciones preliminares.</li> </ul>
4.2 Análisis	Proceso metodológico	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Naturaleza metodológica del trabajo.</li> <li>• No perder de vista los alcances de la investigación.</li> <li>• Comparación entre información de la misma índole.</li> </ul>

### 5.3 EJEMPLOS DE PROPUESTA DE DIAGNÓSTICO PRELIMINAR

El tópico aborda la interpretación de los ejemplos de resultados, aporte del proceso de correspondencia de información, cuya finalidad es ubicar ejemplos de debilidades y fortalezas de los modos de transporte, refiriéndose al desempeño de sus atributos.

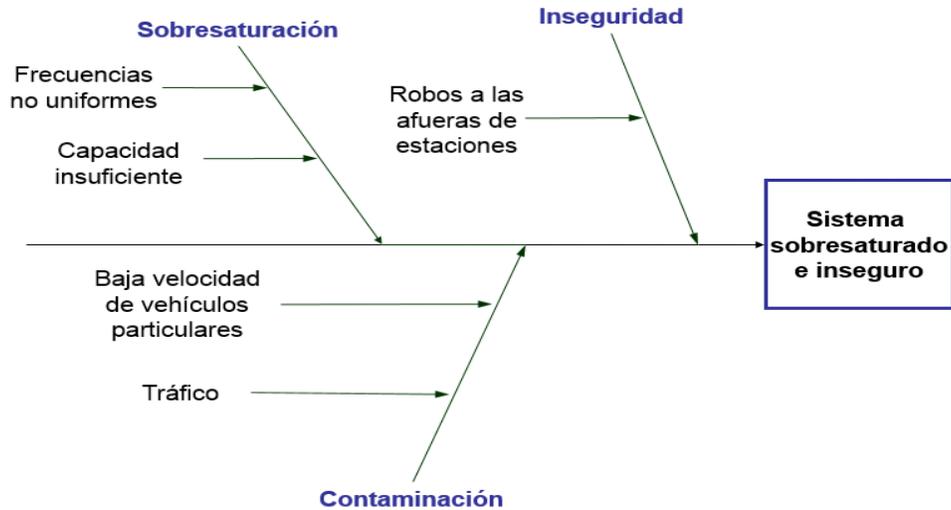
Los diagramas causa-efecto (Ishikawa) es la herramienta que se propone para agrupar la información de manera dinámica, referente a los motivos del mal funcionamiento de un sistema compaginados por el método de concordancia. A cada modo de transporte le corresponde un diagrama de espina, en los que se ejemplificó la descripción de las causas de problemáticas que se presentan en cada sistema y que, en su integración derivan en un principal conflicto.

El ejemplo de las causas identificadas en el STC, el cual aborda sobresaturación, gestión ineficaz del transporte y baja velocidad de operación, integran lo que se ha sugerido como la principal debilidad: retrasos constantes y prolongados en el sistema.



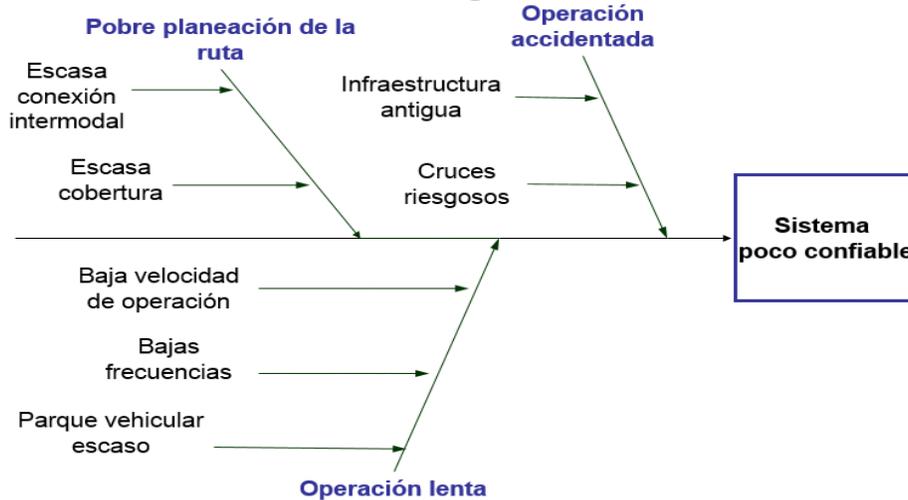
El ejemplo del Metrobús desde el comienzo de su puesta en operación, presentó las problemáticas expuestas en el diagrama causa efecto que son saturación, robos en las afueras de las instalaciones y contaminación de vehículos particulares.

## Causa y efecto de las problemáticas del Metrobús



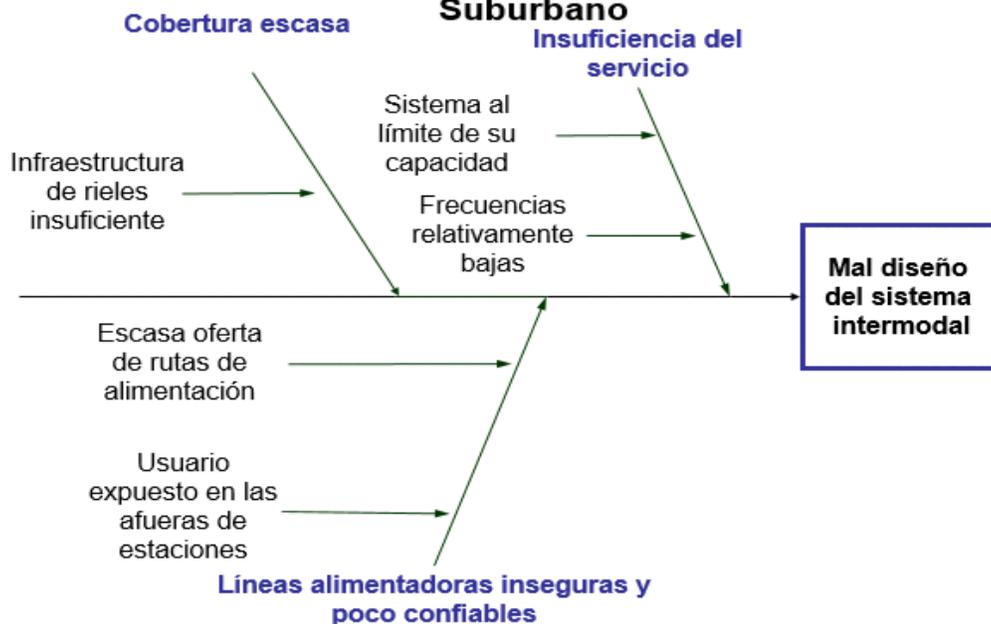
El ejemplo del Tren Ligero presenta como problemáticas la operación accidentada y lenta y poca planeación de la ruta, con lo que se tiene un sistema poco confiable, ocasionando que el servicio sea poco atractivo.

## Causa y efecto de las problemáticas del Tren Ligero



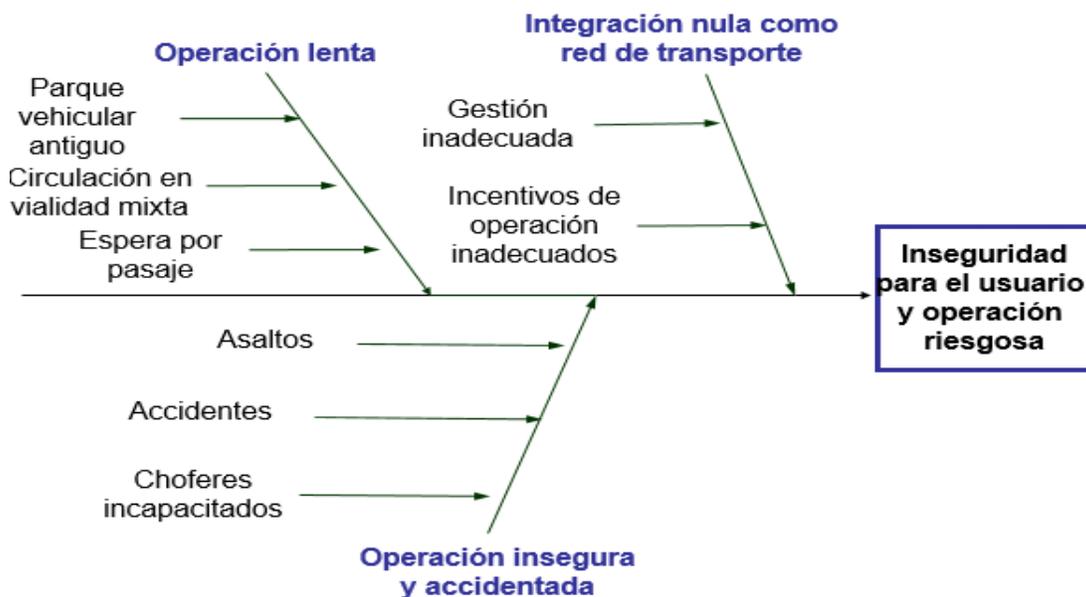
El ejemplo del Tren Suburbano presenta beneficios para el usuario, pero su desintegración con el transporte alimentador lo aísla y el constante incremento en la demanda resta utilidad al servicio, con lo que su debilidad es la poca planeación integral de transporte.

## Causa y efecto de las problemáticas del Tren Suburbano



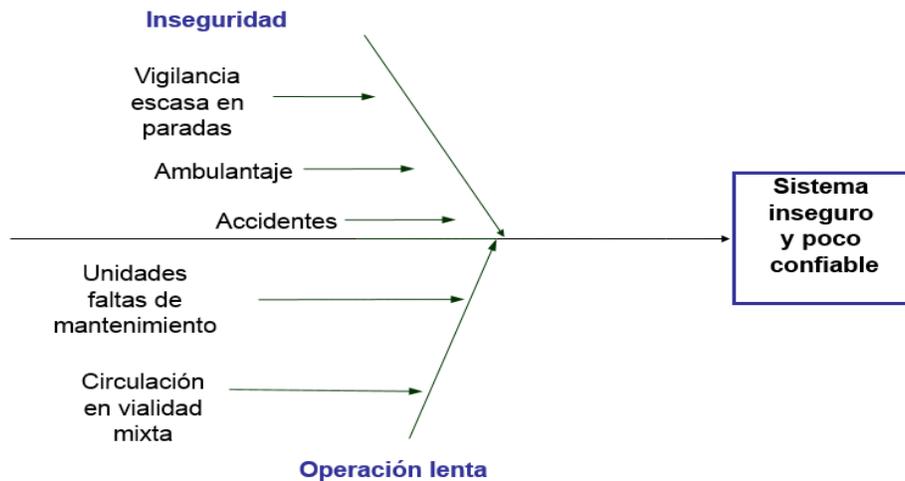
El ejemplo del Microbús muestra que la inseguridad dentro y fuera de las unidades y su poca o nula integración a una red de transporte confiable lo convierten en un sistema de utilidad cuestionable.

## Causa y efecto de las problemáticas del Microbús



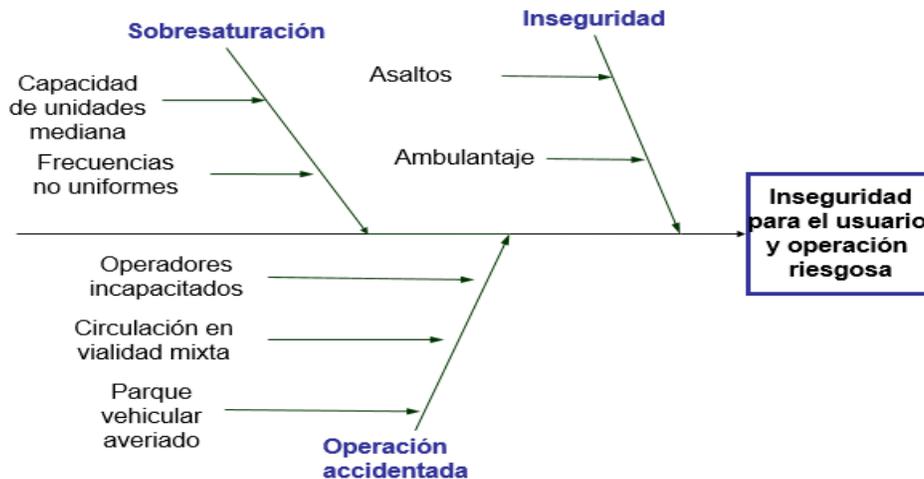
Como se expone, el ejemplo del Trolebús muestra desprotección tanto en seguridad como en mantenimiento, lo que repercute en una lenta operación y baja confiabilidad.

## Causa y efecto de las problemáticas del Trolebús



En el ejemplo de la RTP se presentan problemáticas similares al Microbús: inseguridad, operación accidentada y sobrecapacidad, por ello es diagnosticado como un sistema inseguro e insuficiente para atender la demanda.

## Causa y efecto de las problemáticas de la RTP



Tomando como base los ejemplos de las problemáticas de los modos de transporte en los diagramas causa efecto, se elaboró una síntesis descriptiva de las debilidades de los modos de transporte, mostrada en la tabla a continuación.

Tabla 5.3 Ejemplos de debilidades de los modos de transporte

<b>Modo de Transporte</b>	<b>Debilidad del sistema</b>
<b>Sistema de Transporte Colectivo (STC)</b>	Retrasos por sobresaturación y falta de mantenimiento
<b>Metrobús</b>	Sobresaturación
<b>Tren Ligero</b>	Operación accidentada y poco confiable
<b>Tren Suburbano</b>	Pobre planeación integral del sistema
<b>Microbús</b>	Inseguridad y operación accidentada
<b>Trolebús</b>	Operación no confiable
<b>Red de Transporte de Pasajeros (RTP)</b>	Inseguridad y operación accidentada

El diagrama que se presenta a continuación es un ejemplo de la lectura que el diagnóstico arroja. Se colocó a cada modo de transporte dentro de una escala gráfica cuyos ejes representan: en el eje horizontal, el incremento de severidad de las debilidades que se presentan como ejemplo en los sistemas y en el eje vertical la dificultad para resolver dichas debilidades.

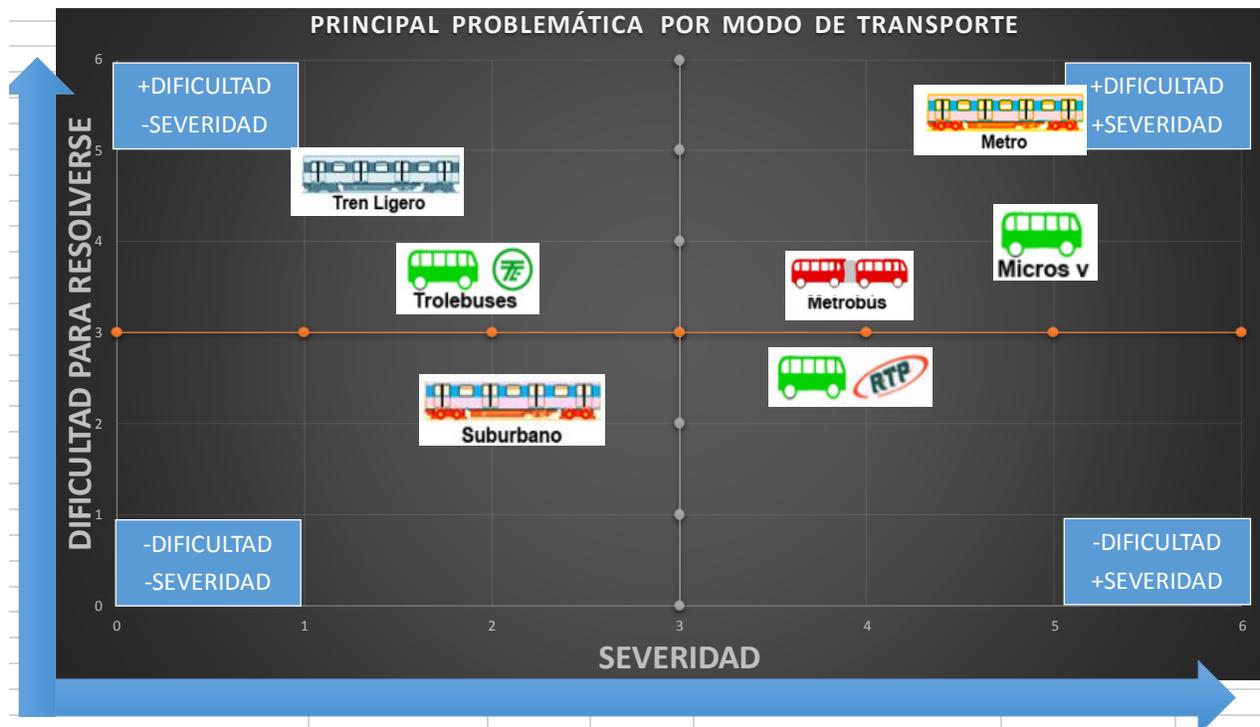


Imagen 5.3 Ejemplo del diseño del método de interpretación de resultados

Una vez elaborado el ejemplo de diagnóstico, se requiere elaborar estrategias de mejora o atracción para corregir las debilidades de los modos de transporte, o estrategias de refuerzo para mantener un funcionamiento, si no óptimo, que cumpla con las demandas de transporte de manera adecuada.



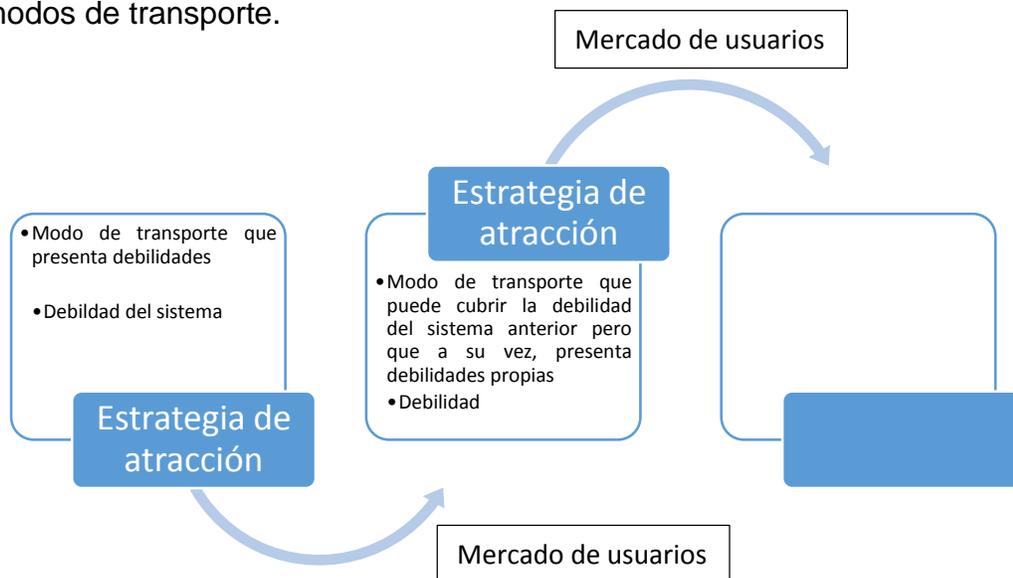
Estrategia: Conjunto de acciones planificadas sistemáticamente en el tiempo que se llevan a cabo para lograr un determinado fin o misión.

De refuerzo: permiten mantener un buen desempeño de los atributos mejor calificados y no perder demanda de usuarios; así como en su caso, tampoco incrementarla, ya que ante dicha situación el desempeño del sistema empeoraría.

De atracción: permiten mejorar el desempeño de los sistemas en sus atributos peor diagnosticados, con la finalidad de atraer usuarios.

El mercado de los sistemas de transporte presenta dentro de su operación, como se ha mencionado, debilidades y fortalezas, las últimas conllevan a opiniones favorables por parte del usuario, mientras que las debilidades generan inconformidad. Para el sistema que genera satisfacción, parte de sus objetivos es no perder mercado e implementar estrategias *de refuerzo*, en ellas se busca reafirmar las fortalezas tomando las medidas que sean consideradas apropiadas. Ahora, hablando de las debilidades que un sistema llegue a presentar, se puede optar entre dos rumbos: recurrir a estrategias llamadas *de atracción* que involucre implementar soluciones con la finalidad de eliminar la debilidad del sistema, o tomar la fortaleza de otro sistema como apoyo para cubrir la debilidad en la operación.

De acuerdo al tipo de herramientas presentadas como propuesta para la agrupación e interpretación de los resultados y en la que la propuesta de diagnóstico se apoya, el ejemplo de lo anterior puede expresarse a través de diagramas de interconexión que relacionen las debilidades de ciertos sistemas con las fortalezas de otros, creando interrelación entre los modos de transporte.

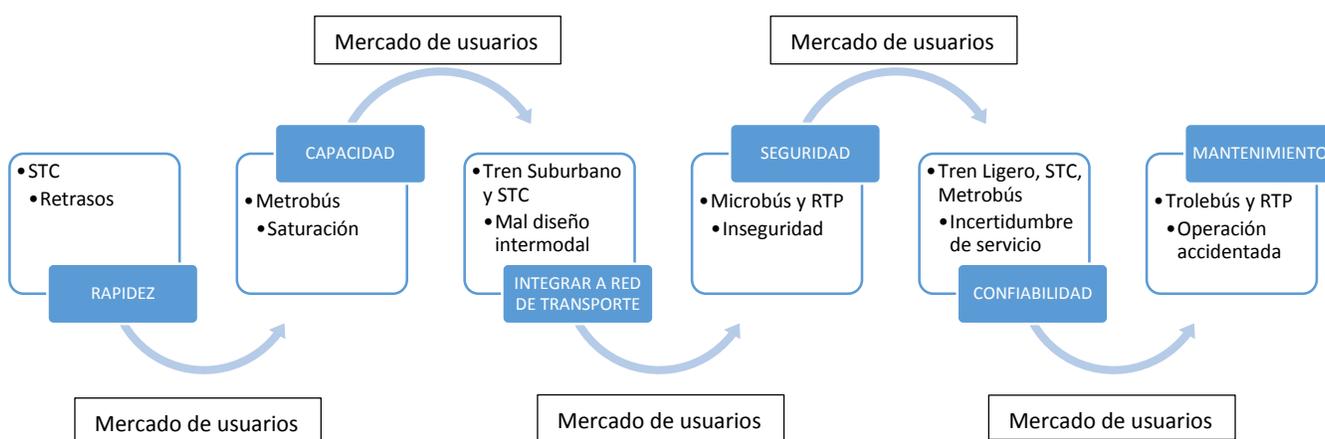


El ejemplo de la descripción del diagrama comienza con una debilidad resaltable en el STC, el cual son los retrasos, dicha problemática se resuelve con el incremento en la rapidez de su operación con lo que puede optar por resolverse o dejar a otro modo cubrir este aspecto en el que se desempeña mejor, como ejemplo se ofrece al Metrobús, por ser caracterizado por la rapidez en su operación, pero que a su vez presenta saturación como debilidad, a lo que se pasa a de nuevo elegir entre implementar estrategias de corrección (o atracción) que incrementen la capacidad o permitir que otro modo de transporte más eficiente en el tema asuma la tarea, por tanto y de nuevo como ejemplo se recurre al Tren Suburbano o al mismo

STC cuya capacidad de línea es alta pero que de igual manera presentan dificultades como el mal diseño intermodal, la integración a una red de transporte puede ser el objetivo de una estrategia de atracción o la fortaleza de sistemas que aprovechen su condición, tal como el STC y el Metrobús lo hace con el Microbús y la RTP, que simultáneamente presentan la dificultad de la inseguridad, con lo que la toma de decisiones puede encaminar esfuerzos a corregir o aprovechar al Tren Ligero, al STC o al Metrobús, que son sistemas vistos como seguros pero poco confiables, siendo este atributo, motivo para que el Trolebús o de nuevo la RTP aprovechen su fuerte y atraigan demanda. Es decir, esta descripción que puede entenderse como cíclica es un ejemplo de las modalidades de estrategia sugeridas, cuyo proceso se ilustra a continuación.

Como se observa en el diagrama, el flujo que se ve atraído por otros modos de transporte (representando al mercado de usuarios) presenta la posibilidad de que a aquellos modos de transporte que cumplen de mejor manera con el desempeño de sus atributos se vean sobresaturados, por lo que es necesario aplicar el ejercicio a todos los sistemas por igual con la finalidad de estabilizar el flujo de usuarios y optimizar su uso.

Por ello sería útil incluir un “espejo negativo” en los cuestionamientos de la encuesta, ya que al tener acceso a los motivos por los cuales el usuario no escoge cierto modo para transportarse, posibilita el contar con mayores herramientas para el diseño de estrategias de atracción.



## 5.4 RECOMENDACIONES PARA UNA METODOLOGÍA DE SOLUCIÓN INTEGRAL

Las problemáticas de los modos de transporte presentan cambios con el tiempo, ya sea por el aumento constante de demanda o por el desgaste de infraestructura, por ello es necesario el uso de herramientas (como las propuestas en el trabajo) que diagnostiquen periódicamente la operación de los modos de transporte.

Un aspecto que se propone respecto al diseño y ejecución de la investigación (levantamiento de encuestas, observación y medición) es que dichos métodos sean diseñados linealmente, es decir, los levantamientos que se realizaron muestran las condiciones de operación de los modos de transporte para ese momento únicamente, así que es necesario que el levantamiento propuesto se realice en momentos diferentes para observar la evolución del desempeño de los modos de transporte y, con la finalidad de implementar medidas para que éstos mejoren, se requieren de evaluaciones periódicas como las propuestas en el presente trabajo.

Desde una perspectiva más ilustrativa, los ejemplos presentados como parte de un diagnóstico son herramientas que representan una *fotografía* de la situación actual del sistema, y con la finalidad de observar la evolución del desempeño de los sistemas, el análisis debe ser lineal (a cierto momento  $t_1$  le corresponde una condición del sistema  $x_1$  y para otro momento  $t_2$  la condición puede cambiar  $x_2$ ).



La justificación se da porque al principio de la puesta en operación de ciertos modos de transporte los sistemas funcionan de manera correcta, de acuerdo a la demanda existente, pero por el incremento de la misma en el tiempo dejan de ser eficientes (Ej. STC), la razón es que estos sistemas presentan dificultad para crecer o desarrollarse conforme a la misma demanda y eventualmente presentan saturación. Existen otros sistemas que funcionan eficientemente en ciertos períodos, pero en otros no, es decir, presentan intermitencia y baja confiabilidad, ya sea por saturación o por fallas, lo que provoca que en ocasiones se vea sobrado y otras saturado. Finalmente, se tienen los sistemas que desde el comienzo de su

operación no han funcionado eficientemente o que los períodos que opera de manera correcta son cada vez más cortos y menores (como ejemplo se tiene el Metrobús del corredor Insurgentes).

Para que el operación de los sistemas se lleve o se mantenga en una banda de funcionamiento aceptable (en la que los parámetros de desempeño sean buenos), se requiere el uso de estrategias como las ya mencionadas que puedan alcanzar un eficiente funcionamiento, así como, en su caso, mejorar aspectos deficientes de la operación, y para la implementación de dichas estrategias es necesario el aporte del diagnóstico, cuya generación periódica funge como indicadores de desempeño y que, implementando diseños de evaluación sofisticados, se pueda llegar a un monitoreo con tableros y en tiempo real del rendimiento de los modos de transporte que operan en la ciudad de México.

## **6 CONCLUSIONES**

El proceso de diseño, ejecución y conclusiones de los elementos para el diagnóstico del transporte público de la ciudad de México, así como sus resultados indicativos finales, posibilitaron identificar un grupo de experiencias metodológicas que se resumen de la siguiente manera:

- A manera de propuesta, respecto al diseño lineal de la investigación, el período puede ser de cada seis meses o un año, dependiendo las fluctuaciones en el comportamiento, resultado de la retroalimentación para próximos trabajos.
- Los órganos o empresas encargadas de administrar y/o gestionar sistemas de transporte están en la posibilidad de elevar su eficiencia y desempeño, y para ello pueden adoptar como punto de partida los resultados derivados de la aplicación de un diagnóstico.
- Como se estableció en el objetivo, la finalidad del trabajo es el aporte de herramientas o elementos que permitan usarse como apoyo para un método de evaluación y diagnóstico de la operación y el desempeño de los modos de transporte de la ciudad de México.
- Los ejemplos de interpretación de resultados presentados en el trabajo son parte del conjunto de herramientas útiles en la realización de diagnósticos y su eficacia y

eficiencia responde a la que mejores oportunidades de búsqueda y comparación de información ofrezca.

## BIBLIOGRAFÍA

- Barrera, J. M. (20 de diciembre | de 2012). *El Universal*. Obtenido de Los paraderos fantasma del Tren Suburbano: [http://www.eluniversaledomex.mx/cuautitlan\\_izcalli/nota34608.html](http://www.eluniversaledomex.mx/cuautitlan_izcalli/nota34608.html)
- Ciudad Capital*. (28 de marzo de 2011). Obtenido de Red de transporte de pasajeros (RTP) amenaza sobre ruedas: <http://www.ciudadcapital.com.mx/archives/13278>
- Dirección de Nuevas Tecnologías. (2006). En *Ley de la Institución Descentralizada de Servicio Público Servicio de Transportes Eléctricos del Distrito Federal*. México, D.F.
- El Universal*. "Empeora vialidad fuera de la estación Buenavista": 03 de junio de 2008. <http://www.eluniversal.com.mx/notas/511782.html>
- INEGI. *Encuesta Origen Destino (EOD) 2007*. Distrito Federal. (2008)
- Ferrocarril Suburbano de la Zona Metropolitana del Valle de México*. Distrito Federal. (2012).
- Fideicomiso para el mejoramiento de las vías de comunicación del Distrito Federal*. (2013). Obtenido de <http://www.fimevic.df.gob.mx/problemas/1diagnostico.htm>
- García, L. P. (04 de junio de 2012). *El León y la Política*. Obtenido de Camiones RTP en mal estado podrían ocasionar accidentes: [http://elleonypolitica.com.mx/index.php?option=com\\_content&view=article&id=1277:camiones-rtp-en-mal-estado-podrian-ocasionar-accidentes&catid=44:ciudad&Itemid=27](http://elleonypolitica.com.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=1277:camiones-rtp-en-mal-estado-podrian-ocasionar-accidentes&catid=44:ciudad&Itemid=27)
- Gómez Flores, L. (16 de Septiembre de 2008). Modernizarán el tren ligero con cuatro nuevos convoyes; hoy lanzan licitación. *La Jornada*.
- González Reynoso, M., & Vidrio Carrasco, A. (2011). *Evaluación del diseño e instrumentación de la política de público colectivo de pasajeros en el Distrito Federal*. Distrito Federal: Consejo de Evaluación del Desarrollo Social del Distrito Federal.
- Gonzalez, S. (23 de Mayo de 2001). *La Jornada*. Obtenido de Metro y Tren Ligero, cuarto lugar en accidentes: <http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:3Sy7JJQTdCQJ:www.jornada.unam.mx/2001/05/23/034n2cap.html+&cd=1&hl=es&ct=clnk&gl=mx>
- González, S. C. (20 de enero de 2009). *La Jornada*. Obtenido de Invade el comercio informal la terminal Cuatro Caminos: <http://www.jornada.unam.mx/2009/01/20/index.php?section=estados&article=028n1est>
- Hernández, M. (2011). *Proyectos urbanos*. México, Distrito Federal.

- Hernández, S. (11 de julio de 2013). *El Universal*. Obtenido de "Micros", los peor evaluados: <http://www.eluniversal.com.mx/ciudad-metropoli/2013/impreso/-8220micros-8221-los-peor-evaluados-117735.html>
- INEGI. (2010). Obtenido de <http://www3.inegi.org.mx/Sistemas/temasV2/Default.aspx?s=est&c=17484>
- Jiménez, G. (5 de Febrero de 2013). *Excelsior*. Obtenido de Vigilarán el transporte 350 policías de la SSP-DF: <http://www.excelsior.com.mx/2013/02/05/comunidad/882710>
- La Crónica*. (03 de junio de 2008). Obtenido de Agravan problemas viales camiones de RTP en estación Buenavista: <http://www.cronica.com.mx/notas/2008/365358.html>
- La Gazzetta DF*. (18 de Julio de 2013). Obtenido de Transporte público y concesionado carece de sistema de videovigilancia y dispositivos de alerta para prevenir delitos: <http://lagazzettadf.com/2013/07/18/transporte-publico-y-concesionado-carece-de-sistema-de-videovigilancia-y-dispositivos-de-alerta-para-prevenir-delitos/>
- Medina, S. (29 de Noviembre de 2013). *Blog de la Redacción*. Obtenido de El Rescate del Trilebús: <http://redaccion.nexos.com.mx/?p=5906&cpage=1#ftn4>
- Metro de la Ciudad de México*. (2013 de Junio de 2013). Obtenido de Wikipedia: [http://es.wikipedia.org/wiki/Metro\\_de\\_la\\_Ciudad\\_de\\_M%C3%A9xico#Problemas\\_t.C3.A9cnicos](http://es.wikipedia.org/wiki/Metro_de_la_Ciudad_de_M%C3%A9xico#Problemas_t.C3.A9cnicos)
- México, C. C. (2013). *Reporte de índice delictivo de la Ciudad de México*. México, Distrito Federal.
- Molinero Molinero, A. R., & Sánchez Arellano, I. (1997). *Transporte Público. Planeación, diseño, operación y administración*. México, D.F.: Fundación ICA, A.C.
- Moller, R. (s.f.). *Transporte urbano y desarrollo sostenible en América Latina: el ejemplo de Santiago de Cali, Colombia*.
- Mora, K. (20 de Marzo de 2012). Buenavista se convierte en central de transporte. *El Universal*.
- Pazos, F. (30 de Enero de 2014). *Excelsior*. Obtenido de Nuevo corredor La Valenciana-Tacubaya: planea transporte para 65 mil usuarios: <http://www.excelsior.com.mx/comunidad/2014/01/30/941102>
- INEGI. *PRESENTA INEGI RESULTADOS DE LA ENVIPE 2012*. Aguascalientes, Ags. (2012).
- ITDP México. Presentación Metrobús 2013-2018, (2013)*.
- SETRAVI. *Programa Integral de Transporte y Vialidad*. Obtenido de <http://www.setravi.df.gob.mx/wb/stv/estadisticas> (2001-2006).
- Gaceta oficial del Distrito Federal. Programa integral de transporte y vialidad 2007-2012*. México, Distrito Federal.
- SETRAVI. *Resumen EOD 2007*. Distrito Federal y ZMVM. (2008)

Rocha, R. (28 de Septiembre de 2012). *Robo a transporte público delito más frecuente: INEGI*. - See more at: <http://www.radioformula.com.mx/notas.asp?Idn=273451#sthash.FIC3vyFl.dpuf>. Obtenido de Grupo Fórmula: <http://www.radioformula.com.mx/notas.asp?Idn=273451>

*Secretaría de Transportes y Vialidad*. (2007). Obtenido de Servicio de Transportes Eléctricos del Distrito Federal: [http://www.ste.df.gob.mx/servicios/ficha\\_tl.html](http://www.ste.df.gob.mx/servicios/ficha_tl.html)

*Sistema de Transporte Colectivo*. (10 de Abril de 2012). Obtenido de Datos de operación: <http://www.metro.df.gob.mx/operacion/index.html>

*STC-Metro, SETRAVI, RTP, Metrobús, Mexibús, Transportes Eléctricos del D.F. y Ferrocarriles Suburbanos*.

Torres, P. (25 de febrero de 2008). *ESTO*. Obtenido de Reducirá Metrobús emisiones contaminantes: Martha Delgado: <http://www.oem.com.mx/esto/notas/n607294.htm>