



BUAP

BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA

Facultad de Ingeniería

Secretaría de Investigación y Estudios de Posgrado

**DESARROLLO DE UN DISEÑO CONCEPTUAL
DE LOS SISTEMAS DE CONTROL DE COBRO
Y GESTIÓN DE FLOTA EN CIUDADES MEDIAS
MEXICANAS**

TESIS

Que para obtener el grado de
**MAESTRO EN INGENIERÍA
DE TRÁNSITO Y TRANSPORTE**

Presenta:

ING. FABIO ARNOLDO SANDOVAL RESÉNDEZ

Director de tesis:

DR. ÓSCAR SÁNCHEZ FLORES

Puebla, Pue.

Junio 2016



BUAP

OFICIO SIEP No. 0789/ 2016

C. FABIO ARNOLDO SANDOVAL RESÉNDEZ

Maestría en Ingeniería, Opción terminal Tránsito y Transporte
Presente.

El suscrito M.I. Fernando Daniel Lazcano Hernández, Director de la Facultad de Ingeniería, de acuerdo a su solicitud de aprobación de Tema de Tesis, le autoriza desarrollar el tema intitulado: **“DESARROLLO DE UN DISEÑO CONCEPTUAL DE LOS SISTEMAS DE CONTROL DE COBRO Y GESTIÓN DE FLOTA EN CIUDADES MEDIAS MEXICANAS”**, para obtener el grado de Maestro en Ingeniería con opción terminal Tránsito y Transporte. Asignándose como Director de Tesis al Dr. Oscar Luis Sánchez Flores.

Sin otro particular, reciba un cordial saludo.

ATENTAMENTE

“Pensar bien, para vivir mejor”

Puebla, Puebla a 26 de Mayo de 2016

M.I. FERNANDO DANIEL LAZCANO HERNÁNDEZ

Director de la Facultad de Ingeniería

C.c.p. Dr. Oscar Luis Sánchez Flores. Director Tema tesis.

C.c.p. Archivo

ABH/JCI/dsm.

60
AÑOS DE
AUTONOMÍA
UNIVERSITARIA

Facultad
de Ingeniería

Blvd. Valsequillo y Av. San Claudio
s/n, edif. ING 4, Col. San Manuel,
Ciudad Universitaria,
Puebla, Pue. C.P. 72570
01 (222) 229 55 00 Ext. 7610

ASUNTO: AUTORIZACIÓN DE IMPRESIÓN

M.I. FERNANDO DANIEL LAZCANO HERNÁNDEZ

DIRECTOR DE LA FACULTAD INGENIERIA

P R E S E N T E

El que suscribe conforme al oficio No 0789/2016, asesor del tema de tesis denominado:

“DESARROLLO DE UN DISEÑO CONCEPTUAL DE LOS SISTEMAS DE CONTROL DE COBRO Y GESTIÓN DE FLOTA EN LAS CIUDADES MEDIAS MEXICANAS” del alumno de la maestría en Ingeniería opción Tránsito y Transporte de la Facultad de Ingeniería **FABIO ARNOLDO SANDOVAL RESÉNDEZ**

me permito informarle que **después de haber revisado cuidadosamente** el contenido temático, la metodología, la redacción y la ortografía de la tesis correspondiente, no tengo inconveniente en autorizar la impresión de la misma.

Se hace de su conocimiento para los efectos legales a que haya lugar.

ATENTAMENTE

H. Puebla de Zaragoza, 16 de junio de 2016.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Oscar Luis Sanchez Flores', is written over a faint, circular stamp or watermark.

DR. OSCAR LUIS SANCHEZ FLORES

ASESOR DE TESIS

Ccp. Interesado

Expediente

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	i
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	iii
JUSTIFICACIÓN	iv
OBJETIVOS	iv
Objetivo General	iv
Objetivos Específicos.....	v
LIMITACIONES	v
HIPÓTESIS.....	v
METODOLOGÍA	vi
ESTRUCTURA DEL DOCUMENTO	vi
CAPÍTULO 1. MARCO TEÓRICO.....	1
1.1. Sistemas Inteligentes de Transporte (ITS)	1
1.2. Los sistemas inteligentes de transporte y sus efectos en la movilidad urbana e interurbana	2
1.3. Los ITS y los Transportes Públicos	3
1.4. El problema de la movilidad de las personas en las ciudades mexicanas	6
CAPÍTULO 2. DISEÑO CONCEPTUAL DE LAS TECNOLOGÍAS	10
2.1. Componentes de diseño.....	10
2.2. Visión estratégica.....	11
2.3. Arquitectura del Sistema	14
2.4. Componentes tecnológicos por su nivel de operación	15
2.5. Nivel 0 – Soporte tecnológico.....	15
2.5.1. Avances tecnológicos en medios de pago de transporte público	17
2.5.2. Tarjeta inteligente sin contacto (TISC)	19
2.5.3. Comparativo de tarjetas MIFARE Vs Calypso	20
2.5.4. Mapping	22
2.5.5. Seguridad de las tarjetas inteligentes sin contacto	23
2.5.6. NFC	25
2.5.7. Código QR	26
2.5.8. Tarjeta dual.....	28
2.6. Nivel 1 – Operación del sistema	29
2.6.1. Tecnología a bordo.....	30

2.6.1.1.	Computadora embarcada.....	31
2.6.1.2.	Consola del operador.....	33
2.6.1.3.	Validador de TISC y QR.....	34
2.6.1.4.	Boletera (servicio interurbano).....	36
2.6.1.5.	Contador de pasajeros	38
2.6.1.6.	Sistema de GPS/AVL.....	40
2.6.1.7.	Sensor de apertura y cierre de puertas.....	40
2.6.1.8.	Conexión con CAN/BUS	41
2.6.1.9.	Conexión odómetro	41
2.6.1.10.	Paneles o displays de información al usuario.....	42
2.6.1.11.	Botón de pánico.....	43
2.6.1.12.	CCTV (cámaras y DVR).....	43
2.6.2.	Tecnología de venta y recarga de tarjetas	44
2.6.2.1.	Equipos de emisión de tarjetas	45
2.6.2.2.	Punto de Venta Manual – PVM	47
2.6.2.3.	Máquina de venta y recarga automática – MVRA	49
2.6.3.	Tecnología en paraderos, estaciones y CETRAM.....	50
2.6.3.1.	Paradero	51
2.6.3.2.	CETRAM	52
2.6.3.3.	Torniquetes de entrada/salida.....	53
2.6.3.4.	Puerta de cortesía (silla de ruedas).....	56
2.6.3.5.	Panel de información.....	58
2.6.3.6.	Máquina de venta y recarga automática	59
2.6.3.7.	CCTV	59
2.6.3.8.	Botón de pánico.....	59
2.6.3.9.	Iluminación	60
2.6.3.10.	Enlace dedicado	61
2.6.3.11.	Acceso a internet	61
2.6.3.12.	Concentrador de estación	61
2.7.	Nivel 2 – Control de operación	63
2.7.1.	Tecnología en bases de encierro y/o despacho.....	63
2.7.2.	Controles de operación.....	64
2.8.	Nivel 3 – Supervisión.....	65

2.8.1.	Sistema central de procesamiento	65
2.8.2.	Centro de control.....	67
2.8.3.	Call Center	69
2.9.	Nivel 4 – Regulación.....	71
2.9.1.	Sistema central de procesamiento	71
2.9.2.	Centro de control y gestión global	72
2.9.3.	Back office	72
2.10.	Flujo de datos	77
2.10.1.	(a) Personalización, inicialización y recarga de tarjetas.....	78
2.10.2.	(b) Recargas en establecimientos y cadenas de conveniencia.....	80
2.10.3.	(c) Pagos a bordo del autobús	81
2.10.4.	(d) Información de gestión de flota	82
2.10.5.	(e) Pagos en torniquetes y puertas de cortesía.....	83
2.10.6.	(f) Recarga en paraderos y CETRAM.....	84
CAPÍTULO 3. DISEÑO CONCEPTUAL DE LA OPERACIÓN		85
3.1.	Componentes de diseño.....	85
3.2.	Ente regulador	86
3.3.	Empresas de transporte	86
3.4.	Infraestructura	87
3.5.	Fideicomisos	88
3.5.1.	Fideicomitentes	89
3.5.2.	Fiduciario	91
3.5.3.	Fideicomisarios	93
3.5.4.	Comité técnico del Fideicomiso.....	94
3.5.5.	Fines del fideicomiso	94
3.6.	Operador del sistema de prepago	95
3.7.	Comité técnico de operación y control.....	96
3.8.	Centro de control.....	97
3.9.	Modelo de operación.....	100
3.10.	Modelo de operación del sistema de prepago	101
3.10.1.	Regulador	102
3.10.2.	Transportistas	103
3.10.3.	Fideicomiso sistema de cobro	104

3.10.4.	Operador del recaudo	106
3.11.	Modelo de operación del sistema de gestión de flota.....	107
3.11.1.	Regulador	108
3.11.2.	Transportistas	110
3.11.3.	Comité técnico de operación y control.....	111
3.11.4.	Centro de control.....	112
3.11.5.	Modelos de remuneración	113
COMENTARIOS FINALES Y CONCLUSIONES		116
REFERENCIAS		118

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Comparación AVL vs SAE	8
Figura 2 Componentes de diseño	11
Figura 3 Sistemas inteligentes de transporte que pueden integrarse a corto, mediano y largo plazo.....	12
Figura 4 Arquitectura general del sistema	14
Figura 5 Componentes ITS por nivel de operación.	16
Figura 6 Estándares de tarjetas inteligentes.	19
Figura 7 Proyectos implementados en México con tecnología Calypso y Mifare.	21
Figura 8 Ejemplo de la estructura interna de una tarjeta Mifare.	22
Figura 9 Tarjeta de múltiples aplicaciones.	24
Figura 10 Ejemplo de una tarjeta dual.	28
Figura 11 Equipos a bordo de autobús.....	30
Figura 12 Contadores de pasajeros.	38
Figura 13 Ilustración de un sistema AVL.	40
Figura 14 Paradero tipo.....	51
Figura 15 Imagen conceptual de un CETRAM.	52
Figura 16 Pictogramas especiales.	55
Figura 17 Back office.	72
Figura 18 Flujo de datos.	78
Figura 19 Estructura general del fideicomiso.	88
Figura 20 Modelo de operación.	100
Figura 21 Modelo de operación del sistema de prepago.	101
Figura 22 Modelo de operación del sistema de gestión de flota.....	108

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1 Computadora embarcada.....	31
Fotografía 2 Consola del operador.....	33
Fotografía 3 Validador de TISC.	34
Fotografía 4 Boletera con lector TISC.....	36
Fotografía 5 Ejemplo de Display a bordo con información de paradas.....	42
Fotografía 6 Ejemplo de cámaras CCTV a bordo.....	43
Fotografía 7 Equipo de personalización de tarjetas.	46
Fotografía 8 Equipos de venta manual.	47
Fotografía 9 Máquina de venta y recarga automática.....	49
Fotografía 10 Torniquetes de entrada y salida en estación.....	54
Fotografía 11 Puerta de cortesía.	57
Fotografía 12 Panel de información en paradero.....	59
Fotografía 13 Concentrador de estación (PC de uso rudo).....	62
Fotografía 14 Equipo de consulta.	63
Fotografía 15 Call Center.	69

DESARROLLO DE UN DISEÑO CONCEPTUAL DE LOS SISTEMAS DE CONTROL DE COBRO Y GESTIÓN DE FLOTA EN CIUDADES MEDIAS MEXICANAS

INTRODUCCIÓN

En los poco más de 15 años de experiencia trabajando en el sector del transporte público urbano, y especialmente en el área de los sistemas de control de cobro y gestión de flota, se ha podido observar que no existe un método preciso para seleccionar tecnologías de apoyo para la operación de los sistemas de transporte.

Hoy en día las innovaciones tecnológicas para el transporte o también conocido en el medio como Sistemas Inteligentes de Transporte (ITS por sus siglas en inglés), surgen como alternativa sostenible al problema generado por la creciente demanda de movilidad, especialmente en el ámbito urbano e interurbano. De esta manera, frente a las estrategias tradicionales -que pasan por un incremento de infraestructuras vial y vehículos que pudieran conducir a niveles de insostenibilidad económica, espacial y medioambiental- los ITS suponen una apuesta por la movilidad sostenible. Esto es, una apuesta por incrementar la movilidad sobre la base de mejorar la eficacia y eficiencia del transporte y proveer seguridad a los usuarios.

Uno de los principales problemas en la implementación de nuevos sistemas de transporte, ha sido la mala elección de las tecnologías. Ello se ha debido principalmente a la dificultad para definir los requerimientos técnicos y funcionales de la tecnología a adquirir, aunado a la inexperiencia en la selección del proveedor y/o fabricante en donde todos dicen tener la solución y cumplir con los requerimientos solicitados.

Otro factor observado ha sido el no contar con un diseño operacional adecuado, es decir, una mala definición de los mecanismos de gestión y control de las operaciones, lo que ocasiona la explotación inadecuada de las tecnologías y el no lograr los objetivos esperados ante la adquisición de las mismas.

DESARROLLO DE UN DISEÑO CONCEPTUAL DE LOS SISTEMAS DE CONTROL DE COBRO Y GESTIÓN DE FLOTA EN CIUDADES MEDIAS MEXICANAS

En solución a lo anterior, se propone un mecanismo para reducir los riesgos de una mala elección de las tecnologías, el cual parte de contar con un diseño conceptual robusto de los sistemas de control de cobro y gestión de flota, así como de las acciones que son imprescindibles de considerar en los procesos de selección, considerando principalmente las necesidades del transporte público urbano y suburbano de pasajeros en ciudades medias mexicanas.

DESARROLLO DE UN DISEÑO CONCEPTUAL DE LOS SISTEMAS DE CONTROL DE COBRO Y GESTIÓN DE FLOTA EN CIUDADES MEDIAS MEXICANAS

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Hoy en día los sistemas de transporte público urbano de ruta fija tienen muchos problemas en común que les impiden prestar un servicio de calidad y que cubra las expectativas de los usuarios. Los problemas en la movilidad y falta de infraestructura de avenidas y calles que son generadores de molestias cotidianas y masivas, son un síntoma de un malestar más profundo: el modo desordenado en que crecen las ciudades, con graves riesgos para la sustentabilidad.

Actualmente existen varias soluciones que se han implementado para solucionar los problemas de transporte público, mismas que van desde la reorganización de los sistemas de transporte, fomentar la formación de verdaderas empresas transportistas, reestructuración de rutas, implementación de sistemas BRT (Bus Rapid Transit, por sus siglas en inglés) y sistemas integrados de transporte, priorizar el transporte sobre el tráfico vehicular entre otras, todas estas soluciones requieren del apoyo y uso de tecnologías inteligentes de transporte (ITS) y en concreto los más comúnmente utilizados en el transporte urbano son los sistemas de control de cobro, a través del uso de modos electrónicos de pago y los sistemas de gestión de flota, que permiten tener un mayor control de la operación y establecer acciones que permitan mayor regularidad y calidad en el servicio.

La elección de los sistemas inteligentes de transporte se ha vuelto un factor crítico en la modernización de transporte, ya que la mala definición y elección de ella, ha sido causa del fracaso de los proyectos y molestia principal de los usuarios.

Por esta razón es importante contar con una conceptualización correcta de los sistemas de control de cobro y gestión de flota, que permitan definir los requerimientos tecnológicos que se requieren en los proyectos de transporte público urbano en ciudades medias

DESARROLLO DE UN DISEÑO CONCEPTUAL DE LOS SISTEMAS DE CONTROL DE COBRO Y GESTIÓN DE FLOTA EN CIUDADES MEDIAS MEXICANAS

mexicanas, la cual se establece mediante el diseño conceptual de estos sistemas con base a las necesidades reales de los proyectos de transporte.

JUSTIFICACIÓN

La elección correcta de una tecnología para el control de cobro y gestión de flota, se han vuelto una amenaza en la implementación de los proyectos de transporte público, ello principalmente a la cantidad de empresas que fabrican tecnologías similares. El principal problema es que comercialmente todas las empresas que fabrican tecnología dicen cumplir con las necesidades funcionales que son solicitadas, pero una vez adquirida y puesta en funcionamiento resulta que su funcionalidad es insuficiente y es necesario modificar los objetivos del proyecto con base a los alcances de la tecnología adquirida.

En solución a lo anterior, en principio lo que se busca es que sea la tecnología la que se adecue con los requerimientos de los proyectos y no al contrario. Para ello se propone el desarrollo de un Diseño Conceptual sobre los aspectos técnicos y operativos que son necesarios contemplar para la elección de la tecnología.

OBJETIVOS

Objetivo General

Elaborar el diseño conceptual de un sistema de cobro y recaudo, así como de gestión de flota, bajo una perspectiva de integración que permita a su vez orientar futuros procesos de mejora de la regularidad del servicio y control de los ingresos en sistemas de transporte público urbanos integrados.

DESARROLLO DE UN DISEÑO CONCEPTUAL DE LOS SISTEMAS DE CONTROL DE COBRO Y GESTIÓN DE FLOTA EN CIUDADES MEDIAS MEXICANAS

Objetivos Específicos

- Identificar cuáles son los factores que han llevado a tomar malas decisiones en la adquisición de tecnologías de control de cobro y recaudo, así como de gestión de flota.
- Desarrollar un diseño conceptual de las tecnologías de control de control de cobro y recaudo, así como de gestión de flota.
- Desarrollar un diseño conceptual de la operación de los sistemas de control de cobro y recaudo, así como de gestión de flota.
- Reducir el riesgo de fracaso al elegir las tecnologías de apoyo adecuadas.

LIMITACIONES

El diseño conceptual propuesto abarcará solo los aspectos técnicos y de operación de las tecnologías de control de control de cobro y recaudo, así como de gestión de flota, en función de los requerimientos generales de sistemas de transporte urbano integrados en ciudades medias mexicanas.

HIPÓTESIS

Los sistemas de transporte público urbano convencionales de las ciudades medias presentan deficiencias en la regularidad del servicio y en su calidad debido a la competencia por el pasaje entre los concesionarios. Una alternativa para atender esta problemática es la introducción de tecnología a través del control de la operación de los autobuses y los sistemas de cobro y recaudo. En algunas ciudades donde se ha implementado esta alternativa se han tenido consecuencias poco deseables. Se asume que estos problemas se derivan de la ausencia de un diseño conceptual robusto de ambos componentes además de un proceso de implementación desarticulado de los objetivos de la introducción de la tecnología.

DESARROLLO DE UN DISEÑO CONCEPTUAL DE LOS SISTEMAS DE CONTROL DE COBRO Y GESTIÓN DE FLOTA EN CIUDADES MEDIAS MEXICANAS

METODOLOGÍA

La metodología que se aplicará en la presente tesis consta principalmente en lo siguiente:

1. Se establecerá un marco teórico en donde se defina qué son los sistemas inteligentes de transporte, sus efectos en la movilidad urbana e interurbana, así como su papel en el transporte público.
2. Se analizará la problemática de la movilidad en ciudades mexicanas, enfatizando los factores que han llevado a tomar malas decisiones en la adquisición de tecnología.
3. Generar un diseño conceptual de los componentes tecnológicos para el control de cobro y recaudo, así como de gestión de flota, considerando aspectos técnicos y de operación, que permitan identificar todos los elementos que son necesarios contemplar en la elección de dicha tecnología.
4. Se identificarán acciones clave para la elección, implementación y operación adecuada de las tecnologías de control de cobro y recaudo, así como de gestión de flota.

ESTRUCTURA DEL DOCUMENTO

A continuación, se hace una breve descripción de la estructura general de este documento:

CAPÍTULO 1. MARCO TEÓRICO

En este capítulo se genera un marco teórico general sobre los conceptos de Sistemas Inteligentes de Transporte (ITS) y todos sus componentes, haciendo especial hincapié a las tecnologías de control de cobro y recaudo, así como de gestión de flota. Se establecen

DESARROLLO DE UN DISEÑO CONCEPTUAL DE LOS SISTEMAS DE CONTROL DE COBRO Y GESTIÓN DE FLOTA EN CIUDADES MEDIAS MEXICANAS

cuáles son los efectos que tienen estos componentes tecnológicos sobre la movilidad urbana e interurbana, así como cuál es su uso en los sistemas de transporte público. Finalmente se presenta un análisis de la problemática de la movilidad de las personas en las ciudades mexicanas y los efectos de una mala decisión para elegir las tecnologías de apoyo.

CAPÍTULO 2. DISEÑO CONCEPTUAL DE LAS TECNOLOGÍAS

Aquí se propone el diseño conceptual de las tecnologías de control de cobro y recaudo, así como de gestión de flota requerida en sistemas de transporte urbano integrados en ciudades medias mexicanas. Primero que nada, se hace una breve descripción de los componentes de diseño que fueron considerados, para después definir conceptualmente todos y cada uno de los componentes tecnológicos que son convenientes en este tipo de proyectos, a través de lo cual se pretende que exista un entendimiento global de dichas tecnologías.

CAPÍTULO 3. DISEÑO CONCEPTUAL DE LA OPERACIÓN

El diseño conceptual propuesto no solo abarca el conocer los requerimientos de las tecnologías de control de cobro y recaudo, así como de gestión de flota, además de lo anterior es necesario conocer conceptualmente cómo se deben de operar dichas tecnologías. Para ello en este capítulo se describen los aspectos de operación que son necesarios considerar tanto para la operación adecuada de la misma tecnología, como para la definición y elección de la misma.

COMENTARIOS FINALES Y CONCLUSIONES

En esta parte del documento se realizan los comentarios finales, así como las acciones que se identifican como necesarias a realizar para elegir correctamente las tecnologías de

DESARROLLO DE UN DISEÑO CONCEPTUAL DE LOS SISTEMAS DE CONTROL DE COBRO Y GESTIÓN DE FLOTA EN CIUDADES MEDIAS MEXICANAS

control de cobro y recaudo, así como de gestión de flota, emitiendo las conclusiones finales y recomendaciones.

DESARROLLO DE UN DISEÑO CONCEPTUAL DE LOS SISTEMAS DE CONTROL DE COBRO Y GESTIÓN DE FLOTA EN CIUDADES MEDIAS MEXICANAS

CAPÍTULO 1. MARCO TEÓRICO

Como resultado de la investigación documental sobre Sistemas Inteligentes de Transporte (ITS) y todos sus componentes, a continuación, se establece un marco teórico que hace especial hincapié en las tecnologías de control de cobro y recaudo, así como de gestión de flota. Así mismo se describen los efectos que tienen los ITS sobre la movilidad urbana e interurbana, así como el uso adecuado en los sistemas de transporte públicos. Finalmente se presenta un análisis de la problemática de la movilidad de las personas en las ciudades mexicanas y los efectos de una mala decisión para elegir las tecnologías de apoyo.

1.1. Sistemas Inteligentes de Transporte (ITS)

La “Tecnología” es el conjunto de conocimientos técnicos, científicamente ordenados, que permiten diseñar, crear bienes, servicios que facilitan la adaptación al medio ambiente y satisfacer tanto las necesidades esenciales como los deseos de la humanidad. La tecnología aporta grandes beneficios a la humanidad, su papel principal es crear mejores herramientas útiles para simplificar el ahorro de tiempo y esfuerzo de trabajo, la tecnología juega un papel principal en nuestro entorno social ya que gracias a ella podemos comunicarnos de forma inmediata gracias a la telefonía celular.¹

Las innovaciones tecnológicas para el transporte o también conocido en el medio como Sistemas Inteligentes de Transporte (ITS por sus siglas en inglés), surgen como alternativa sostenible al problema generado por la creciente demanda de movilidad, especialmente en el ámbito urbano e interurbano. De esta manera, frente a las estrategias tradicionales -que pasan por un incremento de infraestructuras vial y vehículos que pudieran conducir a niveles de insostenibilidad económica, espacial y medioambiental- los ITS suponen una

¹ (Wikipedia, Wikipedia la enciclopedia libre, s.f.)

DESARROLLO DE UN DISEÑO CONCEPTUAL DE LOS SISTEMAS DE CONTROL DE COBRO Y GESTIÓN DE FLOTA EN CIUDADES MEDIAS MEXICANAS

apuesta por la movilidad sostenible. Esto es, una apuesta por incrementar la movilidad sobre la base de mejorar la eficacia y eficiencia del transporte y proveer seguridad a los usuarios.²

Con ese triple objetivo, eficacia, eficiencia y seguridad, emergen los ITS como una combinación de información, comunicaciones y tecnologías del transporte en vehículos e infraestructuras. Una combinación que, en los últimos años, adquiere una enorme trascendencia puesto que las tecnologías de la comunicación permiten ya emitir información móvil en cualquier lugar y en tiempo real.

1.2. Los sistemas inteligentes de transporte y sus efectos en la movilidad urbana e interurbana

El tráfico urbano es hoy complicado en la mayoría de las áreas metropolitanas de los países desarrollados en las que la congestión se ha convertido en un problema cotidiano de difícil solución, un problema que produce efectos indeseados en la movilidad de los conductores y peatones. El incumplimiento de los horarios en los transportes públicos, el incremento del tiempo de los viajes en transporte público y privado, la polución del aire y niveles sonoros intolerables que llegan a afectar seriamente la salud son algunos de esos efectos. Todo ello redundando en una merma evidente del bienestar de la población, pero, además, tiene su correlato en importantes pérdidas económicas.

Una de las respuestas más eficientes al problema de la congestión radica en el uso intensivo de sistemas informáticos y de las telecomunicaciones aplicadas a la gestión del tráfico. En efecto, los denominados Sistemas Inteligentes de Transporte (ITS) están siendo un eficiente apoyo para el ciudadano y para las instituciones públicas en el intento de

² (Seguí Pons & Martínez Reynés, 2004)

DESARROLLO DE UN DISEÑO CONCEPTUAL DE LOS SISTEMAS DE CONTROL DE COBRO Y GESTIÓN DE FLOTA EN CIUDADES MEDIAS MEXICANAS

paliar los problemas de congestión de los transportes urbanos e interurbanos, no solamente ayudando a mejorar su movilidad sino haciéndola más sostenible.

Los vehículos limpios, pero también una mejor gestión del tráfico contribuye a disminuir las emisiones que inciden en la polución ambiental a escala local, regional y mundial. Investigaciones realizadas hasta el momento en las ciudades europeas sugieren que para el año 2017 los ITS habrán contribuido a disminuir en un 50% las emisiones en el entorno urbano Garret, 1998.

Los ITS van a contribuir asimismo a reducir la contaminación acústica en el medio urbano y a reducir el consumo de recursos renovables y la generación de residuos.

1.3. Los ITS y los Transportes Públicos

Los SIT ofrecen nuevos instrumentos para la ordenación y gestión del transporte público. De esta manera, pueden incidir positivamente en el sector induciendo incrementos de la demanda y determinando la elección modal de la ruta. Son complementarios, sin embargo, a otras medidas, también importantes, como:

- la disuasión del uso del transporte privado, el incremento de la atracción de formas de transporte ambientalmente más correctas y sostenibles y
- el uso de instrumentos telemáticos que a medio y largo plazo pueden incluso sustituir viajes.

Los servicios de ITS aplicados al transporte público, muchos de ellos en plataforma SIG, son según el ITS Applications in Public Transport: Improving the Service to the Transport System User (2000):

- Sistemas de localización automática del vehículo, con posición en tiempo real

DESARROLLO DE UN DISEÑO CONCEPTUAL DE LOS SISTEMAS DE CONTROL DE COBRO Y GESTIÓN DE FLOTA EN CIUDADES MEDIAS MEXICANAS

- Prioridad del autobús en viales.
- Intercambios e Intermodalidad
- Información a bordo en tiempo real
- Planificación de viajes
- Respuesta al transporte a la demanda, como forma intermedia de transporte público/privado
- Sistema electrónico de prepago
- Los Sistemas de Ayuda a la Explotación (SAE)

Los SAE constituyen un conjunto de elementos de hardware y software que utilizan las técnicas más avanzadas en los campos de la Telecomunicación y la Informática (Rubio, 1993). Son, pues, sistemas de control integral que aplicado a la red de autobuses de transporte público proporcionan los medios necesarios para conocer, regular y gestionar en tiempo real el funcionamiento y los recursos disponibles. Se facilita de esta manera la información necesaria para que los responsables y usuarios de la red puedan tomar sus decisiones a fin de optimizar y mejorar el servicio, tanto a un corto o medio plazo como a un plazo más largo, propio de los procesos de planificación.³

Los objetivos de un SAE son los siguientes:

- Incremento de la calidad del servicio mediante una importante mejora de la regularidad y de una mayor adaptación entre las condiciones de la demanda y las posibilidades de la oferta.
- Reducción de los costes de explotación sobre la base de una mejor adecuación de la flota en términos de tamaño y optimización de los servicios.
- Disminución del consumo energético.
- Incremento de la eficiencia en la gestión del tráfico.

³ (Seguí Pons & Martínez Reynés, 2004)

DESARROLLO DE UN DISEÑO CONCEPTUAL DE LOS SISTEMAS DE CONTROL DE COBRO Y GESTIÓN DE FLOTA EN CIUDADES MEDIAS MEXICANAS

- Incrementar la fiabilidad en la toma de decisiones y proveer de mayor flexibilidad y transparencia al sistema.
- Mejorar el control técnico de la flota.
- Disminuir el número de accidentes y proveer de mayor seguridad a los usuarios y conductores.
- Disminuir los impactos negativos sobre el medio ambiente.

El funcionamiento del sistema se basa en cuatro procesos: localización, comunicación, regulación e información. La localización es la función básica de un SAE, pero se suele confundir mucho estos sistemas avanzados con los sistemas de localización vehiculares (AVL, por sus siglas en inglés), siendo esto uno de los principales problemas al querer elegir una tecnología.

El procesamiento se realiza a través de un ordenador a bordo que transmite información al ordenador central (Centro de Control) desde donde se procede a los ajustes en la explotación del sistema si éstos fueran necesarios. Por ejemplo, podría evitarse que se agruparan vehículos o que éstos se espaciaran demasiado, con los problemas en la demanda de viajeros que ello genera al ir semi-vacíos o al producirse aglomeraciones innecesarias. Esta mejora del servicio redundaría en un mayor atractivo del transporte público, coadyuvando así en las estrategias de disuasión del uso del automóvil.

La implantación de los SAE se halla muy generalizada en toda Europa. En España, prácticamente todas las ciudades grandes y medianas (más de 100.000 habitantes) cuentan con este sistema en sus transportes públicos. Muchas de ellas han instalado el SAE ETRA (Valladolid, Gijón, Sevilla, Valencia, Alcalá de Henares, Vigo, Zaragoza, Madrid, Badalona, Palma, Burgos, Vizcaya) que controla ya más de 3000 autobuses y que desde 1999 cuenta con GPS en todos ellos (ETRA 2000)). Otras ciudades como Bilbao, Valladolid, Murcia y las Palmas disponen de otros sistemas SAE. En Barcelona se

DESARROLLO DE UN DISEÑO CONCEPTUAL DE LOS SISTEMAS DE CONTROL DE COBRO Y GESTIÓN DE FLOTA EN CIUDADES MEDIAS MEXICANAS

instaurado un SAE de segunda generación, el sistema SPV (Sistema de Peaje y Venta de títulos).

La aplicación de los SAE, sin embargo, no se restringe a las redes de autobús, sino que también se extiende a todo tipo de transporte público como los metros, trenes ligeros o tranvías que en muchos casos disponen también de ellos.

1.4. El problema de la movilidad de las personas en las ciudades mexicanas

En el año 2000, 65,7 millones vivían en 364 ciudades que conformaban el sistema urbano nacional (SUN) y el grado de urbanización “alcanzo 67.3%, significando que prácticamente siete de cada 10 mexicanos son urbanos, esto es, el país se acerca a los niveles observados en los siete países más urbanizados del planeta” (Garza, 2003: 92). Mientras que en 1907 en México contaba con 13 metrópolis que concentraban el 64.1% de la población urbana nacional, para el año 2000, de los 65.7 millones de urbanitas, el 83% vivían en 56 zonas metropolitanas. Como consecuencia, se ha transformado el proceso de urbanización de preeminente a policéntrico y de metropolitano a megapolitano -regiones urbanas-, sin modificar en su esencia la estructuración desigual del espacio.⁴

Con estas magnitudes y en el mundo globalizado, donde la comunicación –física y virtual- entre las personas se ha convertido en crucial para el avance social y el desarrollo individual y comunitario, la eficiencia, comodidad, seguridad y bajo costo de la movilidad física por medio de los transportes representa un asunto estratégico, especialmente en las ciudades. Hoy, movilizarse diariamente es un asunto prioritario para la producción y productividad, para la seguridad física y emocional de las personas y para el desarrollo de casi todas las funciones humanas.

⁴ (Iracheta Cenecorta, Alfonso X.; El Colegio Mexiquense, AC; Red Mexicana de Ciudades hacia la Sustentabilidad, 2006)

DESARROLLO DE UN DISEÑO CONCEPTUAL DE LOS SISTEMAS DE CONTROL DE COBRO Y GESTIÓN DE FLOTA EN CIUDADES MEDIAS MEXICANAS

Por ello las actividades de población y su ubicación en las grandes ciudades y zonas metropolitanas generan la necesidad de una permanente y creciente movilidad que no reconoce límites administrativos y que es responsabilidad de las autoridades facilitar, por medio de la ordenación de los usos del suelo, la creación de infraestructuras y la organización de los desplazamientos que se realizan en transporte público y en automóviles.

La separación física entre las distintas funciones urbanas, la necesidad creciente de comunicarse por parte de los ciudadanos y la falta de una disciplina para ordenar y desarrollar las redes viales y las del transporte público ha tenido consecuencia, por una parte, una tendencia a la reducción en la capacidad de movilización de las personas, y por la otra, a disminuir su acceso a los servicios e infraestructura que la ciudad brinda, afectando la eficiencia en sus actividades y en las inversiones públicas y privadas.

Resulta claro que las grandes ciudades de México se encuentran cada día más desordenadas; en ellas crece la irregularidad, informalidad e ilegalidad de los asentamientos humanos y de las actividades productivas (del orden de seis de cada 10 empleos creados en el país son informales). También en los transportes públicos empieza a reconocerse que la irregularidad es un fenómeno creciente. Si a esta fenomenología se agrega la insuficiencia de políticas urbanas y de transporte en la mayoría de ellas, la situación es claramente compleja y grave.

El tema, entonces, para la política pública y para las organizaciones de la sociedad especialmente para los empresarios responsables de producir la ciudad (desarrolladores, inversionistas, transportistas)- es definir un proyecto urbano incluyente, que genere las condiciones de accesibilidad de personas y bienes a sus lugares de destino, como objetivo prioritario.











Una alternativa inicial y viable para lograr estos objetivos, es la implementación de sistemas inteligentes de transporte que ayuden a mejorar el servicio de transporte público,

DESARROLLO DE UN DISEÑO CONCEPTUAL DE LOS SISTEMAS DE CONTROL DE COBRO Y GESTIÓN DE FLOTA EN CIUDADES MEDIAS MEXICANAS

sin embargo, se ha podido observar en diversos proyectos en el país que no ha sido tarea fácil la selección del proveedor de la tecnología.

Algunos de los factores que han llevado a tomar malas decisiones en la adquisición de la tecnología son:

- Desconocimiento de los alcances de la tecnología
- Falta de claridad en el planteamiento del problema a resolver
- Proveedores dicen tener la solución por vender sus productos
- Se cree que es fácil desarrollar tecnologías propias
- Se subestima la necesidad de consultar a un experto
- La diferencia de precio que hay versus un sistema de calidad y completo

	AVL (Actual)	SAE
 Hardware y Software	Limitado	Potente
 Alarmas y Avisos	Limitado <small>(solo alarmas puntuales)</small>	Alta <small>(múltiples alarmas en tiempo real)</small>
 Control de la Operación		 <small>(múltiples alarmas en tiempo real)</small>
 Supervisión del servicio	Baja	Alta
 Análisis de la información	Baja	Alta
 Regulación del servicio		

*Figura 1 Comparación AVL vs SAE
Fuente: Elaboración propia*

Un ejemplo muy palpable de errores que se han cometido al elegir una tecnología, es al adquirir un sistema de gestión de flota. El problema ha sido la creencia de que con cualquier sistema AVL (Automatic Vehicle Location), se puede gestionar la flota en tiempo real, cuando la realidad es que son herramientas muy limitadas para ello. Un

DESARROLLO DE UN DISEÑO CONCEPTUAL DE LOS SISTEMAS DE CONTROL DE COBRO Y GESTIÓN DE FLOTA EN CIUDADES MEDIAS MEXICANAS

sistema AVL si puede mostrar en un mapa y en tiempo real la ubicación de un autobús, sin embargo, no es posible tomar decisiones en tiempo real, es decir que son solo herramientas de análisis que arrojan muy poca información. Los sistemas de gestión de flota más sofisticados como los Sistemas de Ayuda a la Explotación (SAE), son sistemas que conjuntan una serie de componentes tecnológicos (entre ellos un AVL) y software que en su conjunto representan una herramienta muy poderosa para controlar la operación de buses y de apoyo para los usuarios, transportista y la autoridad. En la figura 1 se puede observar las diferencias entre un AVL y un SAE.

DESARROLLO DE UN DISEÑO CONCEPTUAL DE LOS SISTEMAS DE CONTROL DE COBRO Y GESTIÓN DE FLOTA EN CIUDADES MEDIAS MEXICANAS

CAPÍTULO 2. DISEÑO CONCEPTUAL DE LAS TECNOLOGÍAS

En este capítulo se describen conceptualmente cada uno de los elementos que integran las tecnologías de control de cobro y recaudo, así como de gestión de flota, todos ellos considerando cuatro componentes de diseño: visión estratégica, arquitectura del sistema, niveles de operación y flujo de datos.

Primero que nada, se describe la importante poder definir los requerimientos de ITS de los sistemas de transporte público urbanos integrados, es importante detectar cual es la visión del proyecto a corto, mediano y largo plazo. Esto servirá esencialmente para que las tecnologías se definan contemplando no solo las necesidades actuales, sino que también esté preparada para escalar en función de las necesidades futuras, y al final se requiera una menor inversión y se aprovechen las infraestructuras existentes. Se define una arquitectura del sistema flexible y escalable, para que posteriormente se puedan clasificar y definir conceptualmente cada uno de los componentes tecnológicos que forman parte de los sistemas de control de cobro y recaudo, así como de gestión de flota. Finalmente se describe cómo es el flujo de los datos a través de todo el sistema, esto con la finalidad de comprender mejor la funcionalidad de esta tecnología y que facilite la definición de los requerimientos de la misma.

2.1. Componentes de diseño

Para el desarrollo del diseño conceptual del sistema de prepago, sistema de gestión de flota y requerimientos para el control de tráfico, se han contemplado 4 (cuatro) componentes de diseño:

DESARROLLO DE UN DISEÑO CONCEPTUAL DE LOS SISTEMAS DE CONTROL DE COBRO Y GESTIÓN DE FLOTA EN CIUDADES MEDIAS MEXICANAS



Figura 2 Componentes de diseño
Fuente: Elaboración propia

1. **Visión estratégica.-** En este componente se describe los sistemas inteligentes de transporte que pueden ser implementados a mediano y largo plazo con una visión general de todo el proyecto.
2. **Arquitectura del sistema.-** Se muestra los componentes del sistema de prepago y sistema de gestión de flota, así como la relación que existe entre cada uno de dichos componentes.
3. **Niveles de operación.-** Clasificación y conceptualización de cada componente tecnológico del sistema de prepago y sistema de gestión de flota, visto desde el punto de vista del papel de la operación de los ITS.
4. **Flujo de datos.-** Se definen los flujos que tienen los datos de cada uno de los equipos, hasta que estos son procesados por el sistema central de procesamiento.

2.2. Visión estratégica

En un Plan Estatal de Desarrollo se establecen diferentes objetivos estratégicos y líneas de acción con una visión a mediano y largo plazo. Entre los objetivos estratégicos se encuentra impulsar el desarrollo urbano sustentable, debiendo garantizar la conectividad de las zonas habitacionales con centros de trabajo, equipamiento y servicios, privilegiando el transporte público, la movilidad no motorizada y la presencia de ciclovías.

DESARROLLO DE UN DISEÑO CONCEPTUAL DE LOS SISTEMAS DE CONTROL DE COBRO Y GESTIÓN DE FLOTA EN CIUDADES MEDIAS MEXICANAS

Generar este tipo de proyectos representa una de las acciones más importantes para lograr los objetivos estratégicos que se pueden plantear para mejorar la movilidad de las personas en el interior de una ciudad, existiendo otras acciones que deberán ser contempladas en un mediano y largo plazo como promover la movilidad no motorizada, extender la presencia de ciclovías, así como priorizar los modos de transporte más sustentables sobre el tráfico de vehículos privados.

Para lograr lo anterior, es necesario apoyarse de sistemas inteligentes de transporte (ITS) con una gestión global (ver figura 3) e integrada de tecnologías de transporte, gestión de flota, seguridad, etc., introduciendo conceptos de gestión de ciudades (y regiones) inteligentes.



Figura 3 Sistemas inteligentes de transporte que pueden integrarse a corto, mediano y largo plazo
Fuente: Elaboración propia

DESARROLLO DE UN DISEÑO CONCEPTUAL DE LOS SISTEMAS DE CONTROL DE COBRO Y GESTIÓN DE FLOTA EN CIUDADES MEDIAS MEXICANAS

Los sistemas inteligentes de transporte (ITS, por sus siglas en inglés), son un conjunto de soluciones tecnológicas de las telecomunicaciones y la informática (conocida como telemática) diseñadas para mejorar la operación y seguridad del transporte terrestre, tanto para carreteras urbanas y rurales, como para ferrocarriles. Este conjunto de soluciones telemáticas también puede utilizarse en otros modos de transporte, pero su principal desarrollo ha sido orientado al transporte terrestre.

A continuación, se muestran algunos de los componentes ITS que podrán integrarse a mediano y largo plazo con una visión estratégica:

1. **Gestión de eventos.-** tecnologías que permiten generar información para controlar eventos que generalmente ocurren en la vía pública, ello con la finalidad de tomar decisiones con respecto al tráfico y las alternativas viales.
2. **Control de Tráfico.-** representa los sistemas de apoyo para la gestión y control del tráfico, reduciendo las congestiones vehiculares a través de la centralización de semáforos, paneles informativos, control de velocidad, reducción de accidente, prioridad al transporte público, seguridad, entre otros aspectos.
3. **Transporte Público.-** tecnologías para controlar el servicio de transporte público urbano, suburbano e interurbano a través de componentes de sistema de ayuda a la explotación (SAE), pago con tarjeta inteligente, gestión de flota en tiempo real, control del modo de conducir, etc., permitiendo mejorar el nivel de servicio con respecto a su puntualidad, paradas, tiempo de recorrido, etc.
4. **Medio ambiente.-** componentes tecnológicos que promueven el cuidado del medio ambiente como lo son incentivar la movilidad no motorizada como la bici, sistemas de control de clima, gestión de estacionamientos, etc., para generar información ambiental que apoye en la toma de decisiones.

Todos estos ITS pueden implementarse y gestionarse de forma individual, sin embargo, se puede maximizar sus beneficios a través de una gestión global e incluyendo otras

DESARROLLO DE UN DISEÑO CONCEPTUAL DE LOS SISTEMAS DE CONTROL DE COBRO Y GESTIÓN DE FLOTA EN CIUDADES MEDIAS MEXICANAS

tecnologías (como seguridad, conectividad con C4, CCTV, etc.) que permiten hacer un cruce de información para generar una mejor y más acertada toma de decisiones.

2.3. Arquitectura del Sistema

Para diseñar la arquitectura de un sistema de prepago y sistema de gestión de flota, se tienen que contemplar diversos factores con base a las características de cada proyecto, entre ellos se encuentran:

- La autonomía que tendrán todos los actores que podrán integrarse (estado, municipios, transportistas, usuarios, etc.).
- Las condiciones y requerimientos de los diferentes modos de transporte.
- Las tecnologías utilizadas en los diferentes sistemas de transporte.
- Las necesidades de mejorar la movilidad urbana en el estado.
- Los requerimientos de integración e interoperabilidad.



Figura 4 Arquitectura general del sistema
Fuente: GMV

DESARROLLO DE UN DISEÑO CONCEPTUAL DE LOS SISTEMAS DE CONTROL DE COBRO Y GESTIÓN DE FLOTA EN CIUDADES MEDIAS MEXICANAS

Para poder atender todo lo anterior, se plantea una arquitectura del sistema (Fig. 4) flexible y abierta, que permita integrar gradualmente a todos los actores y componentes que se sumarán a corto, mediano y largo plazo al proyecto. A continuación, se hace una breve descripción de cada uno de los componentes generales del sistema de prepago y del sistema de gestión de flota.

Un sistema de gestión global no solo debe de atender las necesidades de movilidad y transporte, debe de ser concebida como una herramienta de Ciudad Inteligente, correspondiendo al gobierno estatal y/o municipal (según corresponda) promover estos conceptos en sus municipios y territorio, debiendo considerar las necesidades de medio ambiente, transportes, energía, educación, salud, residuos, seguridad, economía, etc.

2.4. Componentes tecnológicos por su nivel de operación

Para la mejor comprensión y conceptualización de los requerimientos de ITS del sistema de prepago y del sistema de gestión de flota, se han clasificado todos los componentes del sistema según su nivel de operación que le corresponda, de acuerdo a lo que se muestra en el diagrama de niveles de operación (Figura 5 Componentes ITS por nivel de operación)

A continuación, se definirán cada uno de los componentes del sistema con base a su nivel de operación.

2.5. Nivel 0 – Soporte tecnológico

El soporte tecnológico está dado a través de las tecnologías utilizadas como medios de pago, como lo pueden ser boletos magnéticos, tarjetas inteligentes, código QR, etc. Lo

DESARROLLO DE UN DISEÑO CONCEPTUAL DE LOS SISTEMAS DE CONTROL DE COBRO Y GESTIÓN DE FLOTA EN CIUDADES MEDIAS MEXICANAS

anterior es lo que define cual es la tecnología que debe soportar el medio de pago que se seleccione.

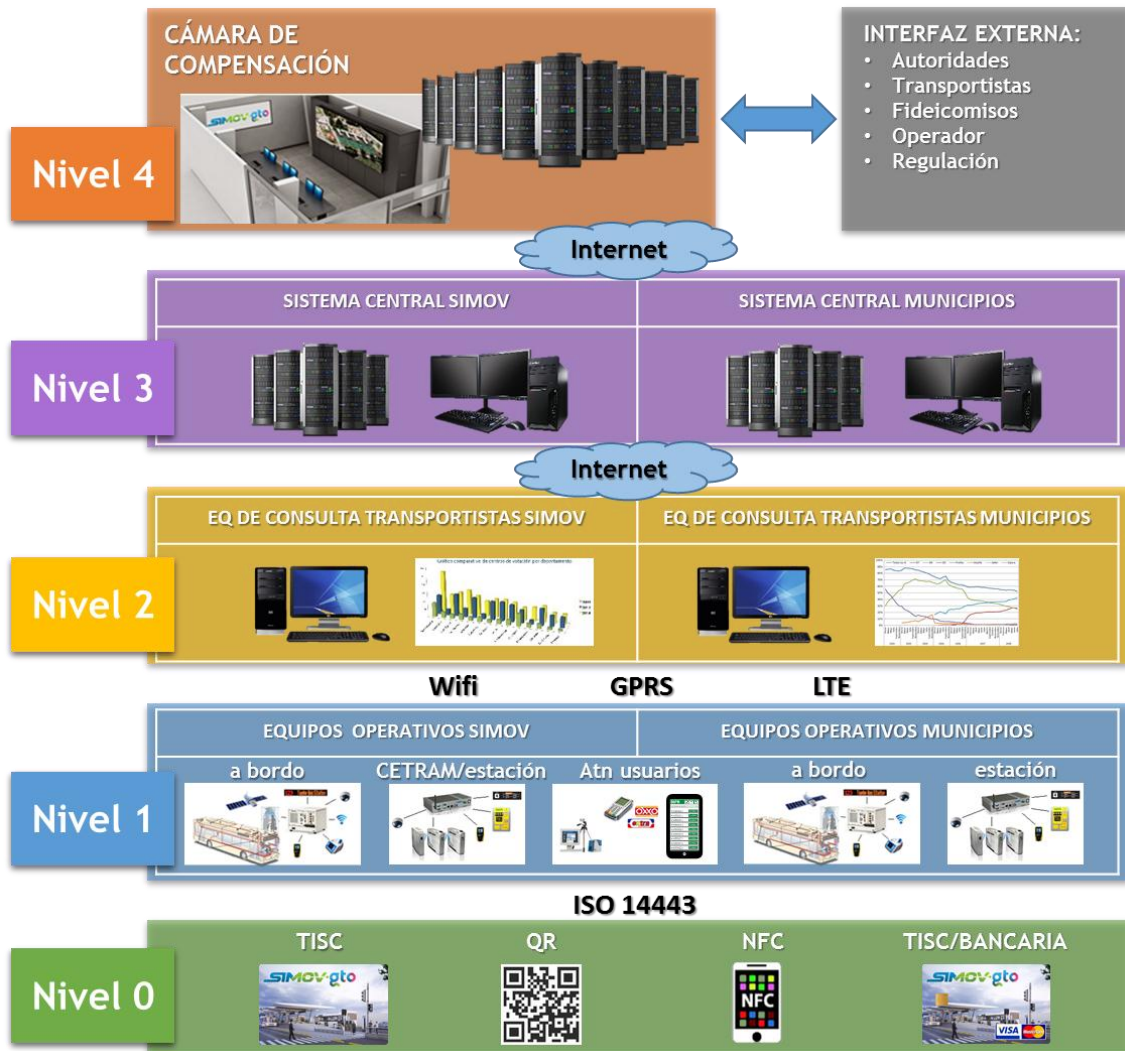


Figura 5 Componentes ITS por nivel de operación.
Fuente: Elaboración propia

Elegir un medio de pago no es una tarea fácil, pues en función de lo que se elija dependen muchos factores como: nivel de seguridad, capacidad transaccional, costos, beneficios, entre otros. Para poder elegir el mejor medio de pago para un proyecto, se debe considerar la siguiente información.

DESARROLLO DE UN DISEÑO CONCEPTUAL DE LOS SISTEMAS DE CONTROL DE COBRO Y GESTIÓN DE FLOTA EN CIUDADES MEDIAS MEXICANAS

2.5.1. Avances tecnológicos en medios de pago de transporte público

El método de recolección y verificación de pagos tienen impactos significativos en los tiempos de flujo de pasajeros y la impresión general de los usuarios sobre el sistema de transporte público. Más importante aún, los pasajes pagados antes de usar el servicio de transporte reducen las demoras ocasionadas por el pago a bordo, mejorando con ello los tiempos de recorrido.

Existen varias tecnologías y mecanismos para facilitar el prepago de los pasajes en el transporte público, como pueden ser:

- Sistemas basados en monedas o tokens
- Tecnología de banda magnética
- Códigos de barras y QR
- Tecnología de tarjetas inteligentes con y sin contacto.

La selección del sistema de prepago implica hacer balance entre los costos, simplicidad y carga administrativa. Es por ello que hay proyectos de transporte que han optado por sistemas simples basados en monedas o tokens. Estas tecnologías tienden a ser robustas e inseguras, además de que son obsoletas.

La tecnología de banda magnética consiste en la pre-compra de boletos magnéticos, los cuales se validan a la entrada del sistema de transporte. Una ventaja de los boletos magnéticos es que representa un costo relativamente bajo por cada viaje que se prepaga (entre USD\$ 0.02 – USD\$ 0.05). Los boletos pueden ser programados para múltiples viajes y el cobro de tarifa basadas en distancia.

Otro medio que actualmente ha sido utilizado en el comercio electrónico es el código QR a través de boletos impresos o utilizando un Smartphone.

DESARROLLO DE UN DISEÑO CONCEPTUAL DE LOS SISTEMAS DE CONTROL DE COBRO Y GESTIÓN DE FLOTA EN CIUDADES MEDIAS MEXICANAS

La tecnología de tarjeta inteligente constituye el último avance en el campo de sistemas de prepago. La tarjeta inteligente contiene un chip electrónico que puede guardar mucha información relacionada con la carga monetaria y el viaje, permite que se genere información de uso del sistema. Esto permite la recopilación de una gran cantidad de información de los movimientos de los usuarios que ayudan a la planeación del servicio de transporte y la distribución eficaz de los ingresos entre las empresas transportistas. Estos sistemas permiten generar una gama mayor de mecanismos de pagos, como la tarifa por distancia, tarifas preferenciales, transbordo y pasajes para múltiples viajes. A diferencia de los boletos de banda magnética, las tarjetas inteligentes tienen una larga vida y pueden ser reutilizadas. Una de sus principales virtudes es que puede ser utilizada en otras aplicaciones diferentes al transporte público, como puede ser para el pago de servicios públicos, comercio electrónico, programas de gobierno, etc.

Indudablemente hoy en día las tarjetas inteligentes sin contacto (TISC) representan la mejor opción para la implementación de los sistemas electrónicos de prepago, con numerosas ventajas como pueden ser:

- Durabilidad
- Posibilidad de Recarga
- Múltiples aplicaciones en una sola tarjeta
- Bajo costo de mantenimiento
- Número de serie único
- Posibilidad de uso en ambientes y climas adversos
- Cifrado del contenido

Las aplicaciones de las TISC no se limitan al transporte público, sino que también son usados en diferentes campos desde el control vehicular, monedero electrónico, programas sociales, acceso a eventos, entre otras múltiples aplicaciones.

DESARROLLO DE UN DISEÑO CONCEPTUAL DE LOS SISTEMAS DE CONTROL DE COBRO Y GESTIÓN DE FLOTA EN CIUDADES MEDIAS MEXICANAS

2.5.2. Tarjeta inteligente sin contacto (TISC)

Una tarjeta inteligente (smart card), o tarjeta con circuito integrado (TCI), es cualquier tarjeta del tamaño del bolsillo con circuitos integrados, que permite la ejecución de cierta lógica programada. Aunque existe un diverso rango de aplicaciones, hay dos categorías principales de TCI.⁵

1. Las tarjetas de memoria, que contienen sólo componentes de memoria no volátil y alguna lógica de seguridad.
2. Las tarjetas microprocesadoras, que contienen memoria y microprocesador.

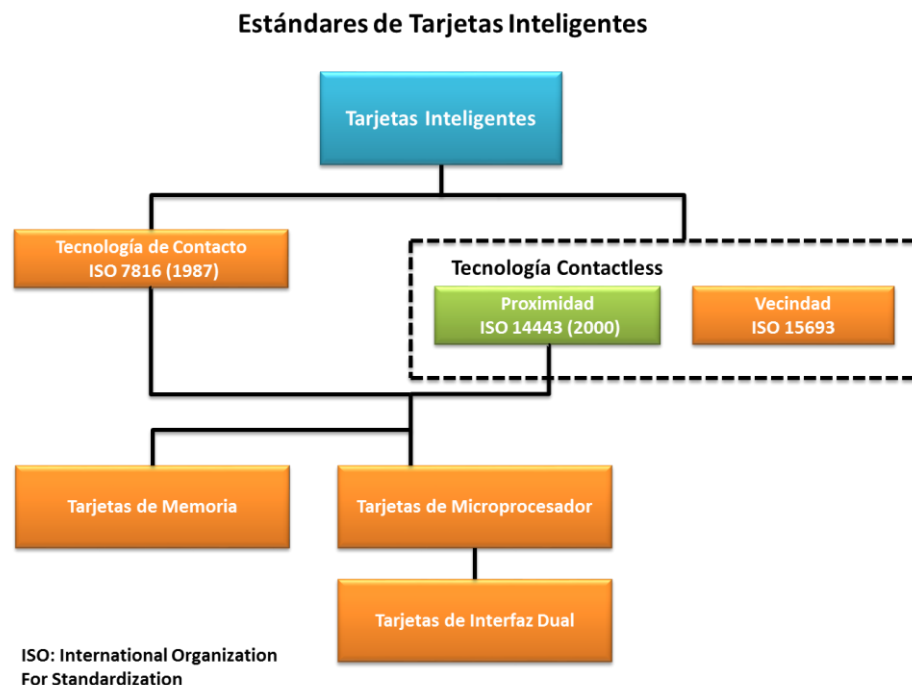


Figura 6 Estándares de tarjetas inteligentes.
Fuente: BANOBRAS

⁵ (BANOBRAS, 2013)

DESARROLLO DE UN DISEÑO CONCEPTUAL DE LOS SISTEMAS DE CONTROL DE COBRO Y GESTIÓN DE FLOTA EN CIUDADES MEDIAS MEXICANAS

La percepción estándar de una tarjeta inteligente es una tarjeta con microprocesador de las dimensiones de una tarjeta de crédito (o más pequeña, como, por ejemplo, tarjetas SIM o GSM) con varias propiedades especiales (ej. un procesador criptográfico seguro, sistema de archivos seguro, características legibles por humanos) y es capaz de proveer servicios de seguridad (ej. confidencialidad de la información en la memoria). Estas tarjetas no contienen baterías; la energía es suministrada por los lectores de tarjetas.

Existen diferentes tipos de tecnología de tarjetas inteligentes que depende principalmente de su aplicación, como puede ser los SIMS que se utilizan en la telefonía celular, las tarjetas bancarias con tecnología de contacto, o la actualmente más popular para el pago del transporte público masivo, la tarjeta inteligente sin contacto (TISC).

Las TICS responden a la norma ISO/IEC 14443 del 2001. Define dos tipos de tarjetas sin contacto (A y B), permitidos para distancias de comunicación de hasta 10 cm. Un estándar alternativo de tarjetas inteligentes sin contacto es el ISO 15693, el cual permite la comunicación a distancias de hasta 50 cm. Hoy en día la tarjeta más utilizada en proyectos de transporte público son las tarjetas de la familia MIFARE de NXP (antes Philips), las cuales representan a la ISO/IEC 14443-A. No obstante, existen otros tipos de tarjeta como Calypso, que pertenecen a la ISO/IEC 14443-B, que es un producto desarrollado para transporte público.⁶

2.5.3. Comparativo de tarjetas MIFARE Vs Calypso

MIFARE y Calypso manejan una gama amplia de productos que se puede adaptar a las necesidades de un proyecto de transporte público, ambas con los mismos niveles de seguridad.⁷ Sus diferencias radican principalmente en:

⁶ (Wright, 2002)

⁷ (Mifare, s.f.)

DESARROLLO DE UN DISEÑO CONCEPTUAL DE LOS SISTEMAS DE CONTROL DE COBRO Y GESTIÓN DE FLOTA EN CIUDADES MEDIAS MEXICANAS

- Su experiencia en operación, mientras que Mifare surge en los 90's, la tecnología Calypso nace en el 2003.
- Su principio de diseño, que aun cuando están basadas en el mismo ISO/IEC 14443, Calypso es un producto que fue diseñado especialmente para aplicaciones de transporte, mientras que Mifare es una tecnología abierta para multiaplicaciones.
- Sistemas en operación, hoy en día Mifare se utiliza en más de 650 ciudades en el mundo (11 ciudades en México) y solo en 90 ciudades (una ciudad en México) se usa Calypso.
- Facilidad de diseño de aplicaciones, con Calypso al ser una tecnología basada en transporte público, se requiere soporte de la marca para generar nuevas aplicaciones, mientras que con Mifare es mucho más simple subir nuevas aplicaciones a la tarjeta.

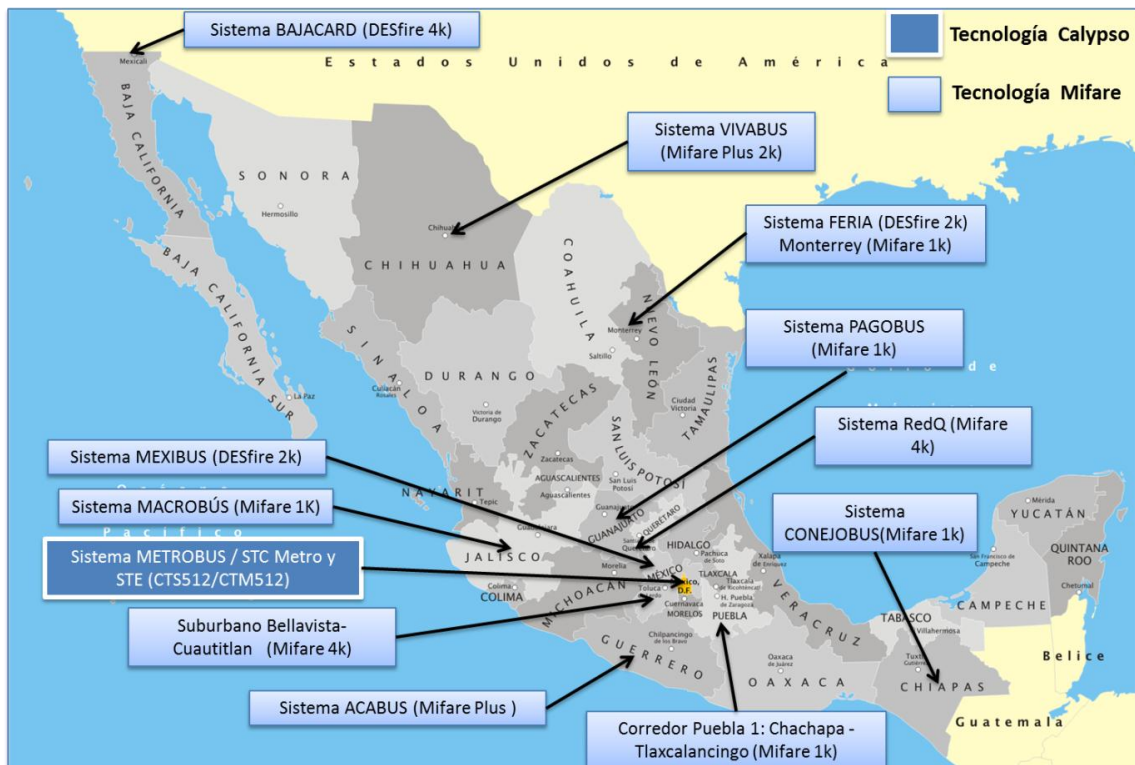


Figura 7 Proyectos implementados en México con tecnología Calypso y Mifare.
Fuente: BANOBRAS

DESARROLLO DE UN DISEÑO CONCEPTUAL DE LOS SISTEMAS DE CONTROL DE COBRO Y GESTIÓN DE FLOTA EN CIUDADES MEDIAS MEXICANAS

La elección de la mejor opción de tarjeta inteligente sin contacto (TISC) dependerá de los requerimientos del proyecto de implementación, los alcances de la operatividad esperada y su integración con otros modos de transporte público.

2.5.4. Mapping

Las tarjetas inteligentes sin contacto (TISC) en general poseen una estructura de memoria (la mayoría entre 1Kb y 4Kb) que se encuentran segmentados para su acceso de lectura o escritura de manera similar a como se segmenta y direcciona una memoria RAM.⁸

Sector	Block	Byte Number within a Block															Description
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
15	3	Key A					Access Bits	GPB	Key B					Sector Trailer 15			
	2																Data
	1																Data
	0																Data
14	3	Key A					Access Bits	GPB	Key B					Sector Trailer 14			
	2																Data
	1																Data
	0																Data
:	:																
:	:																
:	:																
1	3	Key A					Access Bits	GPB	Key B					Sector Trailer 1			
	2																Data
	1																Data
	0																Data
0	3	Key A					Access Bits	GPB	Key B					Sector Trailer 0			
	2																Data
	1																Data
	0																Manufacturer Block

Figura 8 Ejemplo de la estructura interna de una tarjeta Mifare.
Fuente: BANOBRAS

⁸ (BANOBRAS, 2013)

DESARROLLO DE UN DISEÑO CONCEPTUAL DE LOS SISTEMAS DE CONTROL DE COBRO Y GESTIÓN DE FLOTA EN CIUDADES MEDIAS MEXICANAS

En los sistemas electrónicos de prepago para el transporte público, se suele definir una porción de memoria que contendrá información relacionada con el saldo de carga remanente para viajes. Este saldo se suele almacenar en lo que se denomina monedero electrónico o e-purse. Las diversas implementaciones incluyen también datos de titularidad, contadores de movimientos (o transacciones), de viajes realizados y aplicaciones más complejas como combinaciones de medios de transporte o el control de entradas y salidas de un bus o un tren. La forma en que está estructurada toda esta información dentro de la memoria de la tarjeta es precisamente el mapping.

El mapping es un elemento confidencial de las implementaciones de sistemas electrónicos de prepago, y se requiere para que cada componente de esta tecnología pueda saber en qué parte de la memoria puede encontrar cada información de la tarjeta y poder realizar una transacción sobre ella.

2.5.5. Seguridad de las tarjetas inteligentes sin contacto

La seguridad es una de las propiedades más importantes de las tarjetas inteligentes y se aplica a múltiples niveles y con distintos mecanismos. Cada fichero lleva asociadas unas condiciones de acceso y deben ser satisfechas antes de ejecutar un comando sobre ese fichero.

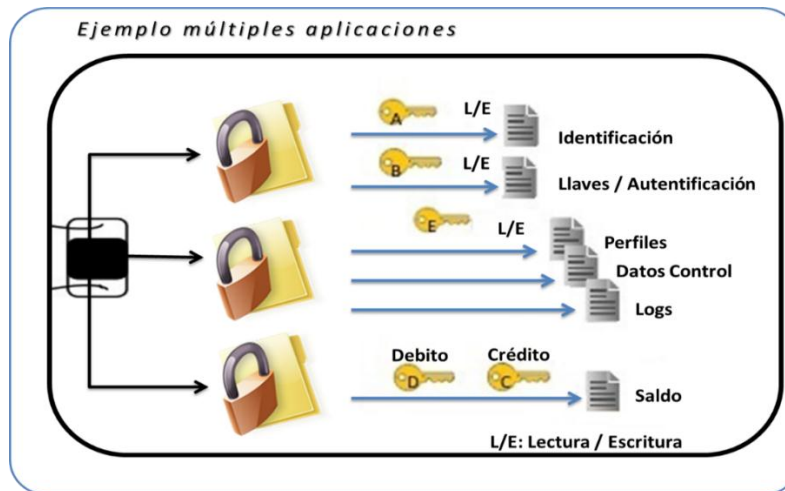
En el momento de personalización de la tarjeta (durante su fabricación) se puede indicar qué mecanismos de seguridad se aplican a los ficheros. Normalmente se definirán:

- Ficheros de acceso libre
- Ficheros protegidos por claves (llaves): Pueden definirse varias claves con distintos propósitos. Normalmente se definen claves para proteger la escritura de

DESARROLLO DE UN DISEÑO CONCEPTUAL DE LOS SISTEMAS DE CONTROL DE COBRO Y GESTIÓN DE FLOTA EN CIUDADES MEDIAS MEXICANAS

algunos ficheros y claves específicas para los comandos de consumo y carga de las aplicaciones de monedero electrónico. De ese modo la aplicación que intente ejecutar comandos sobre ficheros protegidos tendrá que negociar previamente con la tarjeta la clave oportuna.

- Ficheros protegidos por PIN: El PIN es un número secreto que va almacenado en un fichero protegido y que es solicitado al usuario para acceder a este tipo de ficheros protegidos. Cuando el usuario lo introduce y el programa se lo pasa a la operación que va a abrir el fichero en cuestión el sistema valida que el PIN sea correcto para dar acceso al fichero.



*Figura 9 Tarjeta de múltiples aplicaciones.
Fuente: BANOBRAS*

La negociación de claves se realiza habitualmente apoyándose en un Módulo SAM, que no deja de ser otra tarjeta inteligente en formato ID-000 alojada en un lector interno propio dentro de la carcasa del lector principal o del TPV y que contiene aplicaciones criptográficas que permiten negociar las claves oportunas con la tarjeta inteligente del usuario. Operando de este modo se está autenticando el lector, la tarjeta y el módulo SAM involucrados en cada operación.

DESARROLLO DE UN DISEÑO CONCEPTUAL DE LOS SISTEMAS DE CONTROL DE COBRO Y GESTIÓN DE FLOTA EN CIUDADES MEDIAS MEXICANAS

2.5.6. NFC

La tecnología NFC (por sus siglas en inglés Near field communication, comunicación de campo cercano en español) es una tecnología de comunicación inalámbrica, de corto alcance y alta frecuencia que permite el intercambio de datos entre dispositivos. Los estándares de NFC cubren protocolos de comunicación y formatos de intercambio de datos, y están basados en ISO 14443 (mismo estándar de las tarjetas inteligentes sin contacto) y FeliCa. Los estándares incluyen ISO/IEC 180922 y los definidos por el NFC Forum, fundado en 2004 por Nokia, Philips y Sony, y que hoy suma más de 170 miembros.⁹

Como en ISO 14443, NFC se comunica mediante inducción en un campo magnético, en donde dos antenas de espiral son colocadas dentro de sus respectivos campos cercanos. Trabaja en la banda de los 13,56 MHz, esto hace que no se aplique ninguna restricción y no requiera ninguna licencia para su uso.

Soporta dos modos de funcionamiento, todos los dispositivos del estándar NFCIP-1 deben soportar ambos modos:

- Activo: ambos dispositivos generan su propio campo electromagnético, que utilizarán para transmitir sus datos.
- Pasivo: solo un dispositivo genera el campo electromagnético y el otro se aprovecha de la modulación de la carga para poder transferir los datos. El iniciador de la comunicación es el encargado de generar el campo electromagnético.

⁹ (Wikipedia, Wikipedia la enciclopedia libre, s.f.)

DESARROLLO DE UN DISEÑO CONCEPTUAL DE LOS SISTEMAS DE CONTROL DE COBRO Y GESTIÓN DE FLOTA EN CIUDADES MEDIAS MEXICANAS

El protocolo NFCIP-1 puede funcionar a diversas velocidades como 106, 212, 424 o 848 Kbit/s. Según el entorno en el que se trabaje, las dos partes pueden ponerse de acuerdo a la velocidad a trabajar y reajustar el parámetro en cualquier instante de la comunicación.

Algunos teléfonos de gama alta y gama media incluyen NFC y cada vez comienza a ser más habitual verlos en el resto de móviles nuevos, sin embargo, aun cuando esta tecnología está siendo usada en Europa y Asia, es un mercado que apenas se está explorando en Latinoamérica.

2.5.7. Código QR

Un **código QR** (por sus siglas en inglés *Quick Response code*, "código de respuesta rápida") es un módulo para almacenar información en una matriz de puntos o en un código de barras bidimensional. Fue creado en 1994 por la compañía japonesa Denso Wave, subsidiaria de Toyota. Presenta tres cuadrados en las esquinas que permiten detectar la posición del código al lector. El objetivo de los creadores fue que el código permitiera que su contenido se leyera a alta velocidad. Los códigos QR son muy comunes en Japón, donde son el código bidimensional más popular.¹⁰

Aunque inicialmente se usó para registrar repuestos en el área de la fabricación de vehículos, hoy los códigos QR se usan para administración de inventarios en una gran variedad de industrias. La inclusión de software que lee códigos QR en teléfonos móviles ha permitido nuevos usos orientados al consumidor, que se manifiestan en comodidades como el dejar de tener que introducir datos de forma manual en los teléfonos. Las direcciones y los URLs se están volviendo cada vez más comunes en revistas y anuncios. El agregado de códigos QR en tarjetas de presentación también se está haciendo común,

¹⁰ (wikipedia, Wikipedia la enciclopedia libre, s.f.)

DESARROLLO DE UN DISEÑO CONCEPTUAL DE LOS SISTEMAS DE CONTROL DE COBRO Y GESTIÓN DE FLOTA EN CIUDADES MEDIAS MEXICANAS

y permite simplificar en gran medida la tarea de introducir detalles individuales del nuevo cliente en la agenda de un teléfono móvil.

Los códigos QR también pueden leerse desde computadores personales, teléfonos inteligentes o tabletas mediante dispositivos de captura de imagen como escáners o cámaras de fotos, programas que lean los datos QR y una conexión a Internet para las direcciones web.

El estándar japonés para códigos QR (JIS X 0510) se publicó en enero de 1998 y su correspondiente estándar internacional ISO (ISO/IEC18004) se aprobó en junio de 2000.

Un detalle importante sobre el código QR es que, a diferencia de otros formatos de códigos de barras bidimensionales como el BIDI, su código es abierto y sus derechos de patente (propiedad de Denso Wave) no se ejercen.

Después de que la subsidiaria de Tesco en Corea lanzara una aplicación para smartphone que permite comprar con códigos QR, se implementaron dos proyectos en Latinoamérica. El primero, en agosto, en Chile, por parte de Hipermercados Jumbo, simplemente enviaba a un sitio móvil desde anuncios en estaciones de subte. El segundo, en septiembre en Argentina, fue implementado por la subsidiaria de Staples. En este caso el desarrollo fueron aplicaciones para iPhone, Blackberry y Android que permiten el uso incluso sin conexión a internet. En España también se ha replicado la campaña de Tesco y la cadena de supermercados Sorli Discau ha creado el primer supermercado virtual de Europa.

Por otra parte, existen compañías fabricantes de tecnología de prepago que han incorporado el lector de código QR para la compra de viajes a través de un Smartphone.

DESARROLLO DE UN DISEÑO CONCEPTUAL DE LOS SISTEMAS DE CONTROL DE COBRO Y GESTIÓN DE FLOTA EN CIUDADES MEDIAS MEXICANAS

2.5.8. Tarjeta dual

Hoy en día existen tarjetas inteligentes que integran el chip sin contacto con tecnología de contacto para aplicaciones bancarias. Estas tarjetas generan una ventaja competitiva de estos productos al extender los beneficios del medio de pago. Al igual que las tarjetas inteligentes sin contacto, existen varias tecnologías que se manejan para el chip de contacto, como Mifare que ha desarrollado una plataforma de controladores de tarjetas SmartMX y SmartMX2 que soportan por completo los requisitos para aplicaciones múltiples, con un alto rendimiento y seguridad en los datos y reduciendo a la vez el costo general. La plataforma es una solución probada y fiable para transacciones inteligentes de seguridad – con más de tres billones de ICs distribuidos – y ofrece un amplio espectro de opciones de memoria e interfaz (interfaz de contacto ISO/IEC 7816, interfaz sin contacto ISO/IEC 14443A, interfaz dual y SWP – protocolo de cable único).



*Figura 10 Ejemplo de una tarjeta dual.
Fuente: Elaboración propia*

El hardware integrado para motores de cifrado simétricos (DES y AES) y asimétricos (PKI y ECC) proporciona todos los medios para implementar aplicaciones y sistemas que ofrecen los niveles más altos de seguridad y protección de datos/privacidad. La plataforma SmartMX tiene certificación Common Criteria EAL 5+, protegiendo contra ataques

DESARROLLO DE UN DISEÑO CONCEPTUAL DE LOS SISTEMAS DE CONTROL DE COBRO Y GESTIÓN DE FLOTA EN CIUDADES MEDIAS MEXICANAS

ligeros, fallos invasivos y ataques de canales laterales, con una licencia CRI para la mejora de las características de resistencia contra ataques DPA/SPA.

Aplicaciones clave

- Convergencia de aplicaciones de transacción móvil
- Movilidad inteligente
 - Billetaje de tránsito masivo
 - Vehículos compartidos
 - Peajes
- Interacción del consumidor
 - Micropago
 - Esquemas de fidelidad
 - Gestión de acceso (acceso físico y lógico a PCs y redes)
 - Protección de marca
 - Autenticación de dispositivos
- eGovernment (pasaportes electrónicos, tarjetas sanitarias y de seguridad social, carnets de conducir, permisos de trabajo)
- Pago (débito, crédito, fidelidad, ePurse, ATM)

2.6. Nivel 1 – Operación del sistema

En este nivel se encuentran todos los componentes y equipos que intervienen en la operación diaria de los sistemas de transporte y a través de los cuales se genera la información sobre la operación e ingresos generados por el sistema.

A continuación, se describirán cada uno de estos equipos a bordo de los autobuses, puntos de venta, paradas, estaciones y CETRAM.

DESARROLLO DE UN DISEÑO CONCEPTUAL DE LOS SISTEMAS DE CONTROL DE COBRO Y GESTIÓN DE FLOTA EN CIUDADES MEDIAS MEXICANAS

2.6.1. Tecnología a bordo

La tecnología a bordo de los autobuses está destinada para permitir el control de cobro del pasaje, así como para gestionar, evaluar la calidad del servicio y generar un mejor plan de operación de los diferentes modos de transporte público.

El equipamiento recomendado para instalar a bordo de los autobuses puede variar en función de los requerimientos de cada proyecto, pudiendo considerar los siguientes equipos:



*Figura 11 Equipos a bordo de autobús.
Fuente: Elaboración propia*

- Computadora embarcada
- Consola del operador
- Validador de TISC
- Boletera (servicio interurbano)

DESARROLLO DE UN DISEÑO CONCEPTUAL DE LOS SISTEMAS DE CONTROL DE COBRO Y GESTIÓN DE FLOTA EN CIUDADES MEDIAS MEXICANAS

- Contador de pasajeros
- Sistema de GPS/GPRS
- Antena WiFi
- Sensor de apertura y cierre de puertas
- Conexión con CAN/BUS
- Conexión odómetro
- Paneles o displays de información al usuario
- Botón de pánico
- CCTV (cámaras y DVR)

2.6.1.1. Computadora embarcada

Este equipo es una computadora de uso rudo que se encarga del procesamiento y gestión de información entre los equipos que deberán ser instalados a bordo de cada autobús y el Sistema Central de Procesamiento y al Centro de Control, garantizando la operatividad de los equipos a bordo aun cuando las comunicaciones fallen.



*Fotografía 1 Computadora embarcada.
Fuente: GMV*

La funcionalidad principal de este equipo es:

- a. Registrar la ruta efectivamente

DESARROLLO DE UN DISEÑO CONCEPTUAL DE LOS SISTEMAS DE CONTROL DE COBRO Y GESTIÓN DE FLOTA EN CIUDADES MEDIAS MEXICANAS

- b. La computadora Embarcada debe tener la capacidad de identificar la posición del vehículo dentro de la ruta aun cuando se encuentre en zona de sombra de la señal de GPS.
- c. Obtener y Almacenar la información generada por todos los dispositivos con los que se integra el equipo.
- d. Toda la información que sea almacenada debe asociarse a una fecha, hora, empresa, ruta y operador.
- e. Se debe poder configurar los parámetros de medición de manera flexible dependiendo de las condiciones de cada ruta.
- f. Gestionar las comunicaciones entre el Centro de Control y el conductor a través de la Consola del Operador.
- g. Administrar la transmisión de información entre el vehículo, todos los dispositivos embarcados y el Centro de Control.
- h. El equipo debe mantener un respaldo de información de por lo menos 1 (un) mes de operación.
- i. Gestionar la conmutación de comunicaciones de fonía, así como la apertura de micrófonos y altavoces.
- j. Gestionar las alarmas cuando se detecte que el conductor presiona el botón de pánico.
- k. Registrar en cada parada que realiza el autobús:
 - i. Subidas y bajadas por cada puerta.
 - ii. Pagos realizados con TISC
 - iii. Tiempo de parada
 - iv. Diferencia de la hora programada y hora real (adelantos y demoras)
- l. En el caso de los Autobuses se deberá contemplar que la Computadora Embarcada está diseñada para administrar la información que será desplegada en pantallas.
- m. La fecha y hora debe poderse sincronizar con la información obtenida a través del receptor GPS.

DESARROLLO DE UN DISEÑO CONCEPTUAL DE LOS SISTEMAS DE CONTROL DE COBRO Y GESTIÓN DE FLOTA EN CIUDADES MEDIAS MEXICANAS

- n. Recibir, concentrar, procesar y transmitir la información que sea generada por todos los equipos a bordo de un vehículo.

2.6.1.2. Consola del operador

La Consola del Operador es el equipo a través del cual el conductor de un autobús, puede interactuar con la Computadora Embarcada y el Centro de Control, a través de una pantalla gráfica que le permite visualizar en tiempo real su estatus durante el recorrido de su ruta (a tiempo, adelantado, demorado, intervalo que lleva con el autobús adelante y atrás, etc.) y un teclado para el manejo y captura de información.



*Fotografía 2 Consola del operador.
Fuente: Mikroelektronik*

La funcionalidad principal de este equipo es:

- a. Este equipo deberá estar conectado con la Computadora Embarcada.
- b. Debe permitir al conductor de la unidad abrir o dar apertura al servicio.
- c. A través de este equipo el conductor debe poder seleccionar una ruta y la corrida (itinerario) que le fue asignada en un día de operación.
- d. La interfaz con el operador debe ser en ambiente gráfico y amigable.

DESARROLLO DE UN DISEÑO CONCEPTUAL DE LOS SISTEMAS DE CONTROL DE COBRO Y GESTIÓN DE FLOTA EN CIUDADES MEDIAS MEXICANAS

- e. Indicar la hora actual, sincronizada con todo el sistema.
- f. Indicar en tiempo real y de forma gráfica el estado y cumplimiento del servicio con respecto al plan de operación.
- g. Mostrar los mensajes alfanuméricos que le son enviados desde el Centro de Control.
- h. Permitir el envío de mensajes predeterminados al Centro de Control mediante un teclado o pantalla táctil.
- i. Permitir al conductor cerrar el servicio o turno.
- j. Se requiere mantener un canal de comunicación por voz con el operador del autobús para emitir desde el Centro de Control consignas de operación específicas e instrucciones de regulación, para lo cual deberá contar con al menos las siguientes funcionalidades:
 - i. Submódulo de comunicación por voz bidireccional.
 - ii. Solicitud de llamada por parte del conductor a través de la Consola del Operador. Es decir que el operador no puede realizar llamadas a través de equipo, solo el Centro de Control puede comunicarse con los operadores.

2.6.1.3. Validador de TISC y QR



*Fotografía 3 Validador de TISC.
Fuente: AEP*

DESARROLLO DE UN DISEÑO CONCEPTUAL DE LOS SISTEMAS DE CONTROL DE COBRO Y GESTIÓN DE FLOTA EN CIUDADES MEDIAS MEXICANAS

El Validador de TISC y QR es el equipo donde el usuario puede realizar el pago de su pasaje a través de una TISC o por código QR (ya sea en medio impreso o por Smartphone).

La funcionalidad principal de este equipo es:

- a. Estar conectado con la Computadora Embarcada.
- b. Permitir la presentación de una tarjeta TISC frente al validador por proximidad.
- c. Permitir la presentación de un ticket impreso o un Smartphone con código QR, frente al validador por proximidad, para realizar el pago del pasaje.
- d. Deberá realizar una validación de cada una de las tarjetas o código QR que se presenten antes de descontar la tarifa que corresponda o en su caso rechazar la operación.
- e. Deberá descontar la tarifa según el perfil (o título) de cada tarjeta.
- f. Si la tarjeta es rechazada, deberá mostrar en el Display el motivo del rechazo.
- g. Debe reconocer los transbordos de una ruta a otra de acuerdo a una matriz de complemento tarifario
- h. Debe escribir en la tarjeta la información de la transacción que fue realizada.
- i. Realizar diferentes sonidos (a través del indicador acústico tipo buzzer) dependiendo del perfil (o título) de cada tarjeta.
- j. Encender el indicador luminoso verde cuando la transacción en una tarjeta sea exitosa, y el indicador luminoso rojo, cuando haya sido rechazada.
- k. Debe cumplir con los mecanismos de seguridad Se deben registrar el 100% de las transacciones técnicas, económicas y operativas realizadas en el Validador de TISC, incluyendo las operaciones rechazadas.
- l. Generación de registros de alarmas de fallos en los equipos a fin de poder monitorear el funcionamiento.
- m. Debe reconocer diferentes medios de descuentos a TISC como lo es el monedero, viajes, números de transbordos con la misma tarjeta, tarifa por distancia, etc.
- n. Toda la información deberá integrarse con el SAE.

DESARROLLO DE UN DISEÑO CONCEPTUAL DE LOS SISTEMAS DE CONTROL DE COBRO Y GESTIÓN DE FLOTA EN CIUDADES MEDIAS MEXICANAS

- o. Capacidad de fragmentar la descarga de datos.
- p. Manejo de Lista negra de TISC.
- q. Los validadores deben incorporar el Software necesario para descargar los datos de validación al concentrador de base de despacho y este a su vez al Sistema Central de Procesamiento a través de la Computadora Embarcada prevista en el SAE.

2.6.1.4. Boletera (servicio interurbano)

Dispositivo electrónico a bordo de la unidad de transporte, que tiene la capacidad de imprimir boleto, lector de tarjeta inteligente sin contacto, totalmente configurable para múltiples rutas y destinos, por su funcionalidad, equipado con GPS, es posible enviar la información en tiempo real, esto hace posible un completo sistema de gestión, con múltiples reportes y estadísticas.



Fotografía 4 Boletera con lector TISC.
Fuente: AEP

La funcionalidad principal de este equipo es:

DESARROLLO DE UN DISEÑO CONCEPTUAL DE LOS SISTEMAS DE CONTROL DE COBRO Y GESTIÓN DE FLOTA EN CIUDADES MEDIAS MEXICANAS

- a. Debe permitir registrar un cobro indicando el destino final y calculando la tarifa que corresponde por la distancia a recorrer.
- b. El equipo debe registrar todas las ventas realizadas.
- c. Se deberá emitir un boleto de comprobante para el usuario, que contengan el origen, destino, tarifa, fecha, hora, etc.
- d. Estos equipos deberán permitir también la recarga de las TISC.
- e. La información necesaria como la tabla de tarifas, lista de tarjetas inhabilitadas, etc.
- f. En caso de falla de comunicaciones con el sistema central, deben tener la capacidad para almacenar la totalidad de las transacciones realizadas y enviarlas automáticamente una vez se restablezca la comunicación con el sistema central.
- g. La boletera deberá enviar las transacciones realizadas al sistema central, con una regularidad de al menos una vez al día.
- h. Cuando por cualquier motivo el equipo no tenga comunicación por un periodo definido por el administrador del sistema (por ejemplo 7 días).
- i. El sistema electrónico de prepago debe almacenar las listas negras de TISC y de claves de acceso inhabilitadas y deben actualizarlas automáticamente en los PVM.
- j. Estos equipos deben contar con una función de cierre y conciliación de turno, así como poder realizar un arqueo de caja contra las transacciones recibidas en un momento determinado.
- k. Los equipos de venta deben permitir la impresión de los recibos de pago por concepto de las recargas realizadas a una TISC y ventas en efectivo a bordo del autobús.
- l. La información a ser impresa, y los formatos en que se deben imprimir deben ser configurables a partir del sistema central.
- m. Brindar información al usuario del saldo en las tarjetas, antes y después de la recarga de TISC.

DESARROLLO DE UN DISEÑO CONCEPTUAL DE LOS SISTEMAS DE CONTROL DE COBRO Y GESTIÓN DE FLOTA EN CIUDADES MEDIAS MEXICANAS

2.6.1.5. Contador de pasajeros

Los autobuses y microbuses deberán ser provistos con un sistema de conteo de pasajeros localizado en cada puerta que permita verificar automáticamente el número de ascensos y descenso de pasajeros, controlando eficientemente en complemento con el validador de TISC y QR, las personas que pagan con tarjeta y efectivo, y que los ascensos coincidan sistemáticamente al final de los recorridos con el número de pasajeros desembarcados.



*Figura 12 Contadores de pasajeros.
Fuente: Internet*

Se deberá contar con una solución moderna, practica y funcional, teniendo en cuenta que los usuarios del sistema podrían entrar y salir por cada puerta, de tal forma que el sistema puedan contabilizar como pagos y evitar de cualquier forma, la entrada de viajeros “gratuitos” o fraudulentos.

Adicionalmente el contador de pasajeros debe detectar el ingreso irregular de personas por las puertas sin el correspondiente pago de la tarifa, contando y acumulando dichos eventos, a fin de disminuir el índice de evasión, validar y auditar las cifras reportadas por los validadores de medio de pago instalados a bordo de los autobuses.

La funcionalidad principal de este equipo es:

DESARROLLO DE UN DISEÑO CONCEPTUAL DE LOS SISTEMAS DE CONTROL DE COBRO Y GESTIÓN DE FLOTA EN CIUDADES MEDIAS MEXICANAS

- a. Los dispositivos contadores de ascensos y descensos de pasajeros deben operar con una precisión en campo superior al 98%.
- b. Los dispositivos contadores de pasajeros deben comunicarse con la Computadora Embarcada a bordo de autobuses para transmitirle la información de ascensos y descensos por ambas puertas, realizando las conciliaciones necesarias.
- c. La información debe transferirse con una periodicidad configurable y debiendo permitir registrar la siguiente información por cada parada (autorizada o no autorizada) que hagan los autobuses:
 - i. Las personas que suben y/o bajan en cada parada.
 - ii. Indicar el máximo a bordo en la ruta
 - iii. La ocupación del vehículo en cada parada.
 - iv. Parada en la que se dio del máximo a bordo, con la posición que registra el GPS
 - v. Entre otros
- d. Reportar en tiempo real bloqueos, intentos de sabotaje, interpretación y actuación de las alarmas y alertas producidas por los contadores de pasajeros.
- e. El firmware y los parámetros de configuración del contador de pasajeros deben poder ser actualizados remotamente (a través de la Computadora Embarcada).

DESARROLLO DE UN DISEÑO CONCEPTUAL DE LOS SISTEMAS DE CONTROL DE COBRO Y GESTIÓN DE FLOTA EN CIUDADES MEDIAS MEXICANAS

2.6.1.6. Sistema de GPS/AVL



*Figura 13 Ilustración de un sistema AVL.
Fuente: Internet*

El sistema de posicionamiento global (GPS) es un sistema que permite determinar en todo el mundo la posición de un objeto (una persona, un vehículo) con una precisión de hasta centímetros (si se utiliza GPS diferencial), aunque lo habitual son unos pocos metros de precisión. El sistema fue desarrollado, instalado y empleado por el Departamento de Defensa de los Estados Unidos. Para determinar las posiciones en el globo, el sistema GPS está constituido por 24 satélites y utiliza la trilateración.

El sistema de Localización Vehicular Automatizada, AVL (acrónimo de su denominación en inglés, automatic vehicle location) o Sistema de Ayuda a la Explotación, (SAE), se aplica a los sistemas de localización remota en tiempo real, basados generalmente en el uso de un GPS, GSM, Bluetooth, WiFi y un sistema de transmisión que es frecuentemente un módem inalámbrico.

2.6.1.7. Sensor de apertura y cierre de puertas

Este dispositivo se instala en cada una de las puertas del autobús y va conectado a la computadora embarcada. Su única finalidad es indicar la posición geográfica del autobús cuando abre o cierra puertas, verificando entre otras cosas:

DESARROLLO DE UN DISEÑO CONCEPTUAL DE LOS SISTEMAS DE CONTROL DE COBRO Y GESTIÓN DE FLOTA EN CIUDADES MEDIAS MEXICANAS

- Que la apertura y cierre de puertas se realice siempre que el autobús pare en las paradas autorizadas.
- Que el autobús no arranque con puertas abiertas para seguridad del usuario.
- Generar una alarma cuando el autobús se detenga en paradas no autorizadas o inexistentes.

2.6.1.8. Conexión con CAN/BUS

La computadora embarcada debe tener la capacidad para poder conectarse con el CAN/BUS del autobús, permitiendo con ello extraer información operativa de velocidad, consumo, revoluciones, modo de frenado, kilómetros recorridos, etc.

Esta conexión tiene la finalidad de extraer información de la computadora del autobús para verificar y en su caso trabajar para mejorar el desempeño de los operadores, generando ahorros de operación y menor daño al medio ambiente.

2.6.1.9. Conexión odómetro

La conexión al odómetro se utiliza cuando las condiciones de la ciudad no permiten contar con una conexión en tiempo real por la falta de transmisión de datos.

Su función es generar la estimación de distancia recorrida a bordo del autobús para que la información que le aparece en la consola del conductor sea confiable y adecuada.

DESARROLLO DE UN DISEÑO CONCEPTUAL DE LOS SISTEMAS DE CONTROL DE COBRO Y GESTIÓN DE FLOTA EN CIUDADES MEDIAS MEXICANAS

2.6.1.10. Paneles o displays de información al usuario

Los paneles o display a bordo de los autobuses son los equipos para desplegar información al usuario. Estos pueden ubicarse al exterior e interior del autobús.



Fotografía 5 Ejemplo de Display a bordo con información de paradas.
Fuente: Internet

Al exterior del autobús se puede informar sobre la ruta del autobús, si está fuera de servicio, o las siguientes paradas importantes de la ruta con sus tiempos estimados de arribo.

Al interior del autobús se informa sobre la próxima parada y las siguientes paradas importantes de la ruta con sus tiempos estimados de arribo. Estos equipos deberán tener la capacidad de desplegar anuncios publicitarios, para su posible explotación como una fuente externa de ingresos.

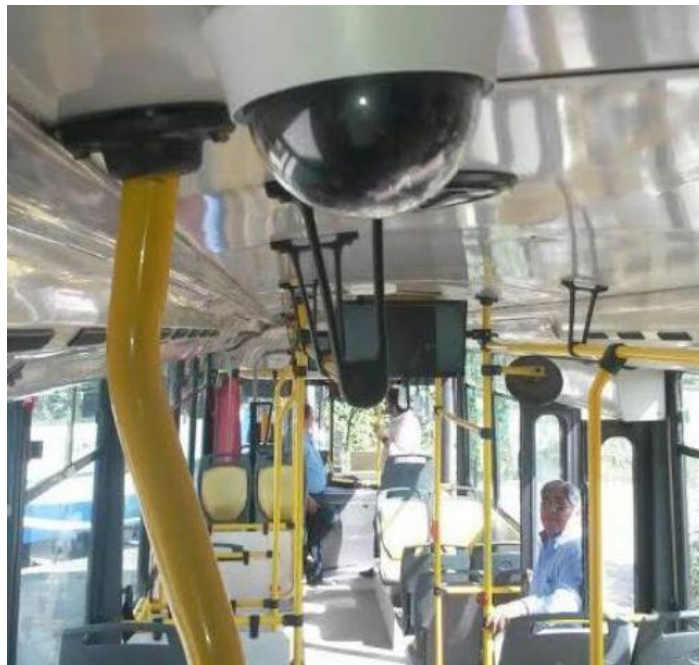
DESARROLLO DE UN DISEÑO CONCEPTUAL DE LOS SISTEMAS DE CONTROL DE COBRO Y GESTIÓN DE FLOTA EN CIUDADES MEDIAS MEXICANAS

2.6.1.11. Botón de pánico

Este componente es un botón de emergencia para que pueda ser accionado por el operador del autobús o en su caso por los usuarios a bordo. Este dispositivo deberá estar conectado a la computadora embarcada y dar toda la preferencia para enviar la alarma al centro de control y a los centros de seguridad autorizados (C4).

2.6.1.12. CCTV (cámaras y DVR)

Se deberán incorporar cámaras de video-vigilancia al interior y exterior del autobús. Las cámaras deberán grabar durante todo el tiempo que se encuentre en operación, generando videos por segmentos de tiempo cuando exista una alarma operativa.



*Fotografía 6 Ejemplo de cámaras CCTV a bordo.
Fuente: Internet*

DESARROLLO DE UN DISEÑO CONCEPTUAL DE LOS SISTEMAS DE CONTROL DE COBRO Y GESTIÓN DE FLOTA EN CIUDADES MEDIAS MEXICANAS

La funcionalidad principal de estos equipos es:

- a. La configuración ideal es colocar una cámara por puerta, una que grabe lo que ocurre al interior del autobús y una externa que grabe al frente de la unidad.
- b. Las cámaras deberán almacenar el video en la computadora embarcada por un periodo no menor a una semana de operación.
- c. La información grabada debe generarse segmentada por lapsos de tiempo de 1 minuto, para permitir la extracción de un segmento de video de un horario determinado.
- d. La extracción total de video deberá realizarse por petición, para no utilizar ancho de banda innecesaria.

2.6.2. Tecnología de venta y recarga de tarjetas

La expresión Punto de Venta proviene de la traducción literal de point of sale o POS en inglés; se refiere al punto físico donde se ejecuta la transacción económica, es decir, la caja o la línea de cajas.

En los sistemas electrónicos de prepago esta tecnología se refiere a los equipos en los cuales se puede realizar una venta de la tarjeta inteligentes sin contacto TISC y/o la venta de una recarga. En este sentido se proponen tres tipos de equipos para este fin:

- Equipos de emisión de tarjetas
- Punto de Venta Manual – PVM
- Máquina de venta y recarga automática - MVRA

DESARROLLO DE UN DISEÑO CONCEPTUAL DE LOS SISTEMAS DE CONTROL DE COBRO Y GESTIÓN DE FLOTA EN CIUDADES MEDIAS MEXICANAS

2.6.2.1. Equipos de emisión de tarjetas

Esta tecnología de Punto de Venta se refiere a los equipos que se requieren para la venta, inicialización y personalización de tarjetas inteligentes sin contacto (TISC). La personalización de las TISC consiste en imprimir en la tarjeta los datos personales y fotografía de los usuarios y asociar esta información con el número de serie de la tarjeta.

Normalmente en este tipo de sistemas, las tarjetas que se personalizan son aquellas utilizadas por los usuarios vulnerables que requieren de una tarifa especial o preferencial, tal como:

- a. Menores de edad
- b. Estudiantes
- c. Maestros
- d. Personas de la tercera edad
- e. Personas con alguna discapacidad

Los beneficios que se obtienen al personalizar una tarjeta radica en:

- Mejor control con usuarios que tienen derecho a estas tarifas especiales.
- Se puede verificar que la persona que haga uso (pago) de la tarjeta sea el propietario de la misma.
- El usuario puede reportar su tarjeta por daño, extravío o robo, y con los datos personales del propietario se puede saber el número de la tarjeta, pidiendo invalidar dicha tarjeta y permitiendo que el usuario no pierda el saldo de su tarjeta y lo pueda abonar en una nueva.
- Acceder a promociones especiales.
- Derecho a viaje de crédito.

DESARROLLO DE UN DISEÑO CONCEPTUAL DE LOS SISTEMAS DE CONTROL DE COBRO Y GESTIÓN DE FLOTA EN CIUDADES MEDIAS MEXICANAS

Una buena práctica es permitir que los usuarios de una tarjeta de tarifa normal también puedan personalizar su tarjeta, permitiéndoles gozar con los beneficios arriba expuestos (sin contemplar ningún descuento). Esta opción está funcionando actualmente en sistemas como Feria de Monterrey y Macrobus en Guadalajara, y es recomendada ampliamente para nuevos proyectos.



*Fotografía 7 Equipo de personalización de tarjetas.
Fuente: Internet*

La tecnología de emisión de tarjetas está compuesta por:

- a. **Una computadora**, que debe estar conectada en línea (online) con el servidor central; este equipo permite la captura y almacenamiento de la información del usuario.
- b. **Una cámara fotográfica**, para capturar la foto del usuario.
- c. **Una impresora de TISC**, para la impresión de la foto e información del usuario.
- d. **Una impresora**, para la impresión de recibos de venta.
- e. **Módulo de Lectura/Escritura de TISC**, para la personalización eléctrica de la tarjeta.

DESARROLLO DE UN DISEÑO CONCEPTUAL DE LOS SISTEMAS DE CONTROL DE COBRO Y GESTIÓN DE FLOTA EN CIUDADES MEDIAS MEXICANAS

La funcionalidad principal de estos equipos es:

- a. Personalización de tarjetas de usuarios.
- b. Contar con todas las funcionalidades de venta y recarga de las tarjetas
- c. Cuando se realice la reposición de tarjetas, enviar a lista negra la o las tarjetas que estén asociadas al usuario que realiza la reposición de su tarjeta.
- d. Poder realizar la reposición de saldos en tarjetas, registrando y controlando la procedencia del saldo que es repuesto.
- e. Permitir consultar estados de cuenta con los movimientos de una tarjeta.
- f. Debe contar con funciones de venta y recarga de tarjetas TISC, así como con funcionalidades de atención al cliente.

2.6.2.2. Punto de Venta Manual – PVM

Son los equipos de operación manual donde el usuario puede comprar su tarjeta inteligente sin contacto (TISC) y/o recargarla con el monto de dinero que desee.



*Fotografía 8 Equipos de venta manual.
Fuente: Xerox y Verifone*

Estos equipos deben de ser colocados estratégicamente, generando una cobertura de puntos de venta lo suficientemente robusta para que el usuario tenga acceso al medio y

DESARROLLO DE UN DISEÑO CONCEPTUAL DE LOS SISTEMAS DE CONTROL DE COBRO Y GESTIÓN DE FLOTA EN CIUDADES MEDIAS MEXICANAS

pueda comprar o recargar una tarjeta lo más cerca posible de la parada y que pueda aceptar el nuevo sistema.

La funcionalidad principal de este equipo es:

- a. Podrán estar conectados a un POS de una tienda de conveniencia.
- b. Será necesario que en los puntos de venta manual (PVM) se le permita al usuario recargar pagando en efectivo.
- c. Estos equipos deberán permitir la recarga de las TISC.
- d. La información necesaria como la tabla de tarifas, lista de tarjetas inhabilitadas, etc.
- e. En caso de falla de comunicaciones con el sistema central, los PVM deben tener la capacidad para almacenar la totalidad de las transacciones.
- f. Los PVM deben enviar las transacciones realizadas al sistema central, con una regularidad de al menos una vez al día.
- g. Cuando por cualquier motivo un PVM no tenga comunicación por un periodo definido por el administrador del sistema (por ejemplo 7 días), el equipo deberá bloquearse y no permitir que se realicen más operaciones hasta no conectarse con el Sistema Central de Procesamiento.
- h. El sistema electrónico de prepago debe almacenar las listas negras de TISC y de claves de acceso inhabilitadas y deben actualizarlas automáticamente en los PVM.
- i. Estos equipos deben contar con una función de cierre y conciliación de turno, así como poder realizar un arqueo de caja contra las transacciones recibidas en un momento determinado.
- j. Los equipos de venta deben permitir la impresión de los recibos de pago por concepto de las recargas realizadas a una TISC.
- k. La información a ser impresa, y los formatos en que se deben imprimir deben ser configurables a partir del sistema central.
- l. Brindar información al usuario del saldo en las tarjetas.

DESARROLLO DE UN DISEÑO CONCEPTUAL DE LOS SISTEMAS DE CONTROL DE COBRO Y GESTIÓN DE FLOTA EN CIUDADES MEDIAS MEXICANAS

2.6.2.3. Máquina de venta y recarga automática – MVRA



*Fotografía 9 Máquina de venta y recarga automática.
Fuente: AEP*

Las máquinas de venta y recarga automáticas son los equipos donde el usuario por si solo puede comprar su tarjeta inteligente sin contacto (TISC) y/o recargarla con el monto de dinero que desee, es decir que no requiere de una persona que lo asista.

Estos equipos son más comúnmente utilizados en estaciones de metro, tren eléctrico o sistemas de BRT (Bus Rapid Transit, por sus siglas en inglés), lo anterior se debe a que deben de estar protegidos contra la intemperie. Este equipo debe instalarse en los CETRAM y preferentemente debería instalarse en los paraderos predefinidos (esto dependerá de la factibilidad evaluando el tema de seguridad y vandalismo que pueden sufrir los equipos).

DESARROLLO DE UN DISEÑO CONCEPTUAL DE LOS SISTEMAS DE CONTROL DE COBRO Y GESTIÓN DE FLOTA EN CIUDADES MEDIAS MEXICANAS

Su principal ventaja es que no requiere de una persona que la opere, representando un ahorro importante en los costos de operación. En el sistema de prepago de la ciudad de León, Guanajuato, en el sistema BRT – Optibús, las recargas de tarjetas se hacen en puntos de venta móviles que opera personal propio de este sistema, y la nómina de este personal representando el 60% del total de los costos de operación, estos costos podrían reducirse en gran medida si colocaran máquinas de venta y recarga automática de TISC y eliminaran el pago en efectivo en todas las estaciones de Optibús.

Una buena alternativa, es colocar las MVRT en sitios estratégicos, como pueden ser centros comerciales, oficinas de gobierno, etc., donde se tenga una gran afluencia de usuarios de transporte público.

La funcionalidad principal de este equipo es:

- a. Expedición y recarga automática de TISC
- b. Recarga exacta de TISC sin devolución del cambio
- c. Idioma español e inglés como mínimo para atención al turismo.
- d. Capacidad de almacenamiento de transacciones mínimo por 7 días
- e. Instrucciones de uso con leyendas claras a través de la pantalla y adheribles.
- f. Señal acústica y visual de confirmación o falla en la transacción.
- g. Entre otros.

2.6.3. Tecnología en paraderos, estaciones y CETRAM

La tecnología requerida en paraderos y centros de transferencia modal (CETRAM), varía en función de las necesidades operativas que tiene cada componente en el proyecto, así como las necesidades al interior de los municipios para sus sistemas de transporte urbano.

DESARROLLO DE UN DISEÑO CONCEPTUAL DE LOS SISTEMAS DE CONTROL DE COBRO Y GESTIÓN DE FLOTA EN CIUDADES MEDIAS MEXICANAS

2.6.3.1. Paradero

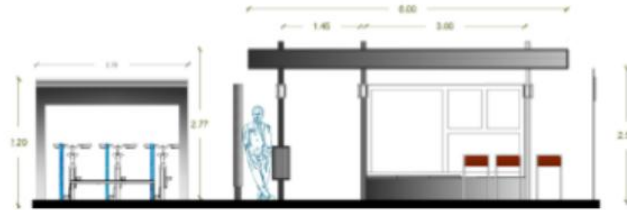


Figura 14 Paradero tipo.
Fuente: Transconsult

El paradero es aquel que cuenta con una infraestructura mínima para realizar los ascensos y descenso. Su infraestructura es abierta y cada paradero contiene elementos de diseño especiales que constan tanto del mismo equipamiento físico del paradero, como de señalética vertical y horizontal, así como de carriles de incorporación y aceleración que garantizan una operación confortable y amable para los usuarios.

En términos prácticos lo ideal es contar al menos con los equipos y servicios de:

- Panel de información
- Equipo de venta y recarga automática
- CCTV
- Botón de pánico
- Iluminación
- Enlace dedicado
- Acceso a internet
- Cuadro de control

Existen también otras paradas que solo cuentan con infraestructura más sencilla, dónde no se puede colocar tecnología.

DESARROLLO DE UN DISEÑO CONCEPTUAL DE LOS SISTEMAS DE CONTROL DE COBRO Y GESTIÓN DE FLOTA EN CIUDADES MEDIAS MEXICANAS

2.6.3.2. CETRAM



*Figura 15 Imagen conceptual de un CETRAM.
Fuente: IPLANEG*

Los Centros de Transferencia Modal (CETRAM) son espacios en los cuales confluyen diversos tipos y organizaciones del transporte público de pasajeros. Su objetivo es facilitar la movilidad de pasajeros entre los sistemas de transporte que allí convergen. Estos espacios físicos están diseñados con infraestructura cerrada para realizar ascensos y descensos, e integración modal en andenes normalmente a nivel de piso del autobús, con uno o más accesos controlados a la estación.

El equipamiento y servicios requeridos en los CETRAM normalmente son:

- Torniquetes de entrada
- Torniquetes de Salida
- Puerta de cortesía (silla de ruedas)
- Panel de información

DESARROLLO DE UN DISEÑO CONCEPTUAL DE LOS SISTEMAS DE CONTROL DE COBRO Y GESTIÓN DE FLOTA EN CIUDADES MEDIAS MEXICANAS

- Máquina de venta y recarga automática
- CCTV
- Botón de pánico
- Iluminación
- Enlace dedicado
- Acceso a internet
- Concentrador de estación
- Pago de estacionamiento de bicis y autos con TISC
- Renta de ecobici pagando con TISC
- Cuadro de control

2.6.3.3. Torniquetes de entrada/salida

Se denomina molinete o torniquete la barrera física que tras verificar su autorización ya sea manual de forma visual o mediante un circuito electrónico incorporado, niega o permite el paso de solo una persona cada vez, para acceder a un lugar determinado.

Torniquete de entrada

Existen diferentes tipos de torniquetes en el mercado y al igual que todos los componentes tecnológicos en los sistemas electrónicos de prepago, es muy importante la elección de estos equipos, sobre todo por su durabilidad, ergonomía y seguridad del usuario.

DESARROLLO DE UN DISEÑO CONCEPTUAL DE LOS SISTEMAS DE CONTROL DE COBRO Y GESTIÓN DE FLOTA EN CIUDADES MEDIAS MEXICANAS



*Fotografía 10 Torniquetes de entrada y salida en estación.
Fuente: Elaboración propia SITUR Guadalajara.*

Estos equipos deben ser de características robustas para soportar el acceso masivo a una velocidad razonable de personas (25 pasajeros por minuto) que puedan acceder a una de las estaciones o CETRAM. Tienen que estar fabricados en acero inoxidable y con sus esquinas redondeadas para evitar accidentes de los usuarios, contar con un sistema de amortiguación para el regreso suave del trípode.

Estos torniquetes deben tener mecanismo electromecánico y contar con un lector validador de tarjetas inteligentes sin contacto (TISC) para el cobro del pasaje, basada en el estándar ISO/IEC 14443-A/B

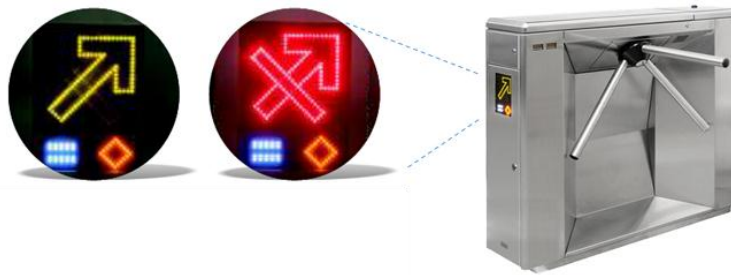
Torniquete de salida

Al igual que los torniquetes de entrada, estos equipos deben ser de características robustas para soportar la salida masiva a una velocidad razonable de personas (25 pasajeros por minuto) que salgan de las estaciones y CETRAM. Tienen que estar fabricados en acero inoxidable y con sus esquinas redondeadas para evitar accidentes de los usuarios, contar con un sistema de amortiguación para el regreso suave del trípode.

DESARROLLO DE UN DISEÑO CONCEPTUAL DE LOS SISTEMAS DE CONTROL DE COBRO Y GESTIÓN DE FLOTA EN CIUDADES MEDIAS MEXICANAS

Se recomienda que los torniquetes de salida que se utilicen para nuevos proyectos deben tener mecanismo electromecánico y debe contar con un lector validador de tarjetas inteligentes sin contacto (TISC) para el cobro del pasaje, basada en el estándar ISO/IEC 14443-A/B, ello porque se requerirá la validación al salir del sistema.

Todos los torniquetes deben tener pictogramas especiales de leds de alto brillo para indicar si se permite o no el paso por ese torniquete.



*Figura 16 Pictogramas especiales.
Fuente: Internet*

La funcionalidad principal de estos equipos es:

- El torniquete tiene la posibilidad de trabajar en distintos modos de funcionamiento dependiendo de la situación del paso o de las necesidades de cada estación.
- Dependiendo de la ubicación del torniquete, se puede considerar que el modo de funcionamiento será de entrada o salida.
- Los torniquetes se deberán de comunicar con el concentrador de estación vía Ethernet para transmitir información de su funcionamiento, para recibir órdenes y configuración.

Validador integrado

- Permitir la presentación de una tarjeta TISC frente al validador por proximidad, para realizar el pago del pasaje.

DESARROLLO DE UN DISEÑO CONCEPTUAL DE LOS SISTEMAS DE CONTROL DE COBRO Y GESTIÓN DE FLOTA EN CIUDADES MEDIAS MEXICANAS

- e. Permitir la presentación de un ticket impreso o un Smartphone con código QR, frente al validador por proximidad, para realizar el pago del pasaje.
- f. Deberá realizar una validación de cada una de las tarjetas o código QR que se presenten antes de descontar la tarifa que corresponda o en su caso rechazar la operación.
- g. Deberá descontar la tarifa según el perfil (o título) de cada tarjeta.
- h. Si la tarjeta es rechazada, deberá mostrar en el Display el motivo del rechazo.
- i. Debe reconocer los transbordos de una ruta a otra de acuerdo a una matriz de complemento tarifario.
- j. Debe escribir en la tarjeta la información de la transacción que fue realizada.
- k. Realizar diferentes sonidos (a través del indicador acústico tipo buzzer) dependiendo del perfil (o título) de cada tarjeta, cuando una tarjeta es rechazada o aceptada.
- l. Encender el indicador luminoso verde cuando la transacción en una tarjeta sea exitosa, y el indicador luminoso rojo, cuando haya sido rechazada.
- m. Entre otros

2.6.3.4. Puerta de cortesía (silla de ruedas)

Una garita para acceso especial o también conocido en algunos sistemas de transporte como puerta de cortesía, es el equipo que les permite a las personas en sillas de ruedas o con alguna discapacidad motora acceder fácilmente al interior de una estación o CETRAM de metro, tren ligero, BRT, etc., en condiciones adecuadas, seguras y con accesibilidad autónoma.

DESARROLLO DE UN DISEÑO CONCEPTUAL DE LOS SISTEMAS DE CONTROL DE COBRO Y GESTIÓN DE FLOTA EN CIUDADES MEDIAS MEXICANAS



*Fotografía 11 Puerta de cortesía.
Fuente: Internet*

Existen sistemas de transporte como el Metro en la Ciudad de México y Tren Eléctrico de Guadalajara, que la puerta de cortesía es manual y controlada por personal de seguridad, de quien depende el buen o mal uso de esta puerta. Otros sistemas como Optibús en el BRT de León, en el que la puerta se libera automáticamente (accesibilidad autónoma) a través del pago con una tarjeta inteligente sin contacto (TISC).

Los equipos de accesibilidad autónoma deben ser electromecánicos y debe contar con un lector validador de tarjetas inteligentes sin contacto (TISC) para el cobro del pasaje, basada en el estándar ISO/IEC 14443-A/B.

La funcionalidad principal de este equipo es:

- a. La puerta de cortesía podrá solo abrirse con una TISC de tarifa preferencial para personas con discapacidad.
- b. Las puertas de cortesía se deberán de comunicar con el concentrador de estación vía Ethernet para transmitir información de su funcionamiento, para recibir órdenes y configuración.

Validador integrado

- c. Permitir la presentación de una tarjeta TISC frente al validador por proximidad, para realizar el pago del pasaje.

DESARROLLO DE UN DISEÑO CONCEPTUAL DE LOS SISTEMAS DE CONTROL DE COBRO Y GESTIÓN DE FLOTA EN CIUDADES MEDIAS MEXICANAS

- d. Permitir la presentación de un ticket impreso o un Smartphone con código QR, frente al validador por proximidad, para realizar el pago del pasaje.
- e. Deberá realizar una validación de cada una de las tarjetas o código QR que se presenten antes de descontar la tarifa que corresponda o en su caso rechazar la operación.
- f. Deberá descontar la tarifa según el perfil (o título) de cada tarjeta. Cuando se realizar el pago con éxito, deberá mostrar en el Display la cantidad de dinero descontada y el saldo que tiene la tarjeta.
- g. Si la tarjeta es rechazada, deberá mostrar en el Display el motivo del rechazo.
- h. Debe reconocer los transbordos de una ruta a otra de acuerdo a una matriz de complemento tarifario.
- i. Debe escribir en la tarjeta la información de la transacción que fue realizada: fecha, hora, número de equipo, monto de la transacción, saldo antes y después de la operación, invalidación de la tarjeta, etc.
- j. Realizar diferentes sonidos (a través del indicador acústico tipo buzzer) dependiendo del perfil (o título) de cada tarjeta, cuando una tarjeta es rechazada o aceptada, de tal manera que el conductor pueda identificar el tipo de tarjeta con la que se hace un pago.
- k. Encender el indicador luminoso verde cuando la transacción en una tarjeta sea exitosa, y el indicador luminoso rojo, cuando haya sido rechazada.
- l. Entre otros

2.6.3.5. Panel de información

Los paneles o display en paraderos y CETRAM son los equipos para desplegar información al usuario sobre los siguientes servicios y el tiempo de arribo del autobús.

DESARROLLO DE UN DISEÑO CONCEPTUAL DE LOS SISTEMAS DE CONTROL DE COBRO Y GESTIÓN DE FLOTA EN CIUDADES MEDIAS MEXICANAS



Fotografía 12 Panel de información en paradero.
Fuente: Internet

2.6.3.6. Máquina de venta y recarga automática

Las máquinas de venta y recarga automática de TISC deberá instalarse antes de los torniquetes para acceder a los CETRAM, y otro equipo al interior de los andenes, para permitir la recarga a los usuarios que no requieren salir del CETRAM porque están realizando un transbordo.

Es deseable que los paraderos también tengan la posibilidad de instalar estos equipos, al menos que cubriera las paradas de las rutas exprés, ello con la finalidad de garantizar el acceso al medio y maximizar los beneficios de contar con la tecnología de prepago.

Este equipo debe cumplir con las características descritas en este documento.

2.6.3.7. Botón de pánico

Este componente es un botón de emergencia para que pueda ser accionado por cualquier usuario que se encuentre en el CETRAM o en un paradero. Este dispositivo deberá estar conectado al concentrador de estación, o en caso del paradero, directo al sistema central y

DESARROLLO DE UN DISEÑO CONCEPTUAL DE LOS SISTEMAS DE CONTROL DE COBRO Y GESTIÓN DE FLOTA EN CIUDADES MEDIAS MEXICANAS

dar toda la preferencia para enviar la alarma al centro de control y a los centros de seguridad autorizados (C4).

2.6.3.8. CCTV

Se deberán incorporar cámaras de video-vigilancia al interior de los CETRAM en los paraderos con infraestructura más robusta. Las cámaras deberán grabar durante todo el tiempo que se encuentre en operación, generando videos por segmentos de tiempo cuando exista una alarma operativa.

La funcionalidad principal de estos equipos es:

- a. Las cámaras deberán almacenar el video en el concentrador de estación por un periodo no menor a una semana de operación.
- b. La información grabada debe generarse en segmentos por lapsos de tiempo de 1 minuto, para permitir la extracción de un segmento de video de un horario determinado.
- c. La extracción total de video deberá realizarse por petición, para no utilizar ancho de banda innecesaria.

2.6.3.9. Iluminación

Todos los CETRAM y paraderos deben de contar con una iluminación adecuada que garantice visibilidad en el horario nocturno, brindando mayor seguridad a los usuarios y fácil acceso a los equipos y componentes del sistema.

DESARROLLO DE UN DISEÑO CONCEPTUAL DE LOS SISTEMAS DE CONTROL DE COBRO Y GESTIÓN DE FLOTA EN CIUDADES MEDIAS MEXICANAS

2.6.3.10. Enlace dedicado

Todos los CETRAM y paraderos deberán contar con un enlace dedicado hacia el sistema central y centro de control. Este enlace puede ser inalámbrico, por fibra óptica, por VPN o preferentemente por tecnología propia de LTE (que también es tecnología inalámbrica).

Las ventajas competitivas que ofrece la tecnología LTE, es que este puede contar con una cobertura total del corredor conectando todos los autobuses con el sistema central y centro, en vez de solo conectar los CETRAM y paraderos como puntos de acceso.

2.6.3.11. Acceso a internet

Aprovechando la conectividad y enlace dedicado, se deberá colocar equipos de ruteo y firewall que permitan ofrecer el servicio de internet a los usuarios que se encuentren al interior de las instalaciones de los CETRAM, y en la medida de lo posible, ofrecer este servicio en los paraderos del sistema.

Ofrecer este servicio le generará un valor agregado al usuario de transporte, con la posibilidad de atraer usuarios potenciales.

2.6.3.12. Concentrador de estación

El concentrador de estación es una computadora preferentemente de uso rudo o industrial, que se encarga de la gestión de intercambio de información entre los equipos de las estaciones y el sistema central de procesamiento. Esto permite cierta autonomía de cada estación, ahorrando recursos del sistema central de procesamiento, evitando que todos los

DESARROLLO DE UN DISEÑO CONCEPTUAL DE LOS SISTEMAS DE CONTROL DE COBRO Y GESTIÓN DE FLOTA EN CIUDADES MEDIAS MEXICANAS

equipos estén conectados a la vez y garantizando la operatividad de los equipos aun cuando las comunicaciones fallen.



*Fotografía 13 Concentrador de estación (PC de uso rudo).
Fuente: Xerox*

La funcionalidad principal de este equipo es:

- a. Debe funcionar como interfaz de comunicación entre los equipos del CETRAM y el sistema central.
- b. Todos los componentes tecnológicos del sistema electrónico de prepago de los CETRAM, deben estar conectados al concentrador de estación.
- c. Cada cambio de parámetros y configuración que se realice en el sistema central, los transferirá primero al concentrador de estación y éste a su vez a todos los componentes tecnológicos de estación (torniquetes, garitas y máquina automática de venta y recarga).
- d. En caso de falla de comunicaciones con el sistema central, el concentrador de estación debe tener la capacidad de concentrar la totalidad de las transacciones realizadas por los equipos de estación y enviarlas automáticamente una vez se restablezca la comunicación con el sistema central.

DESARROLLO DE UN DISEÑO CONCEPTUAL DE LOS SISTEMAS DE CONTROL DE COBRO Y GESTIÓN DE FLOTA EN CIUDADES MEDIAS MEXICANAS

2.7. Nivel 2 – Control de operación

En este nivel se encuentran todos los componentes y equipos con herramientas que le permiten a las empresas transportistas controlar de forma eficiente la operación de su flota y los recursos humanos, generar ahorros representativos al poder reducir costos de operación y hacer más eficiente su servicio.

2.7.1. Tecnología en bases de encierro y/o despacho



*Fotografía 14 Equipo de consulta.
Fuente: Internet*

El equipo que se requiere en las bases de encierro y/o despacho está compuesto por una computadora denominada “Equipo de Consulta” de características de uso rudo y un equipo Puntos de Acceso (Access Point) WiFi para la descarga de datos de los autobuses.

La descarga de datos de a bordo, es toda la información que no se transmite en tiempo real, ya que esta última se descarga directamente a los sistemas centrales.

DESARROLLO DE UN DISEÑO CONCEPTUAL DE LOS SISTEMAS DE CONTROL DE COBRO Y GESTIÓN DE FLOTA EN CIUDADES MEDIAS MEXICANAS

La funcionalidad que tiene el equipo de consulta es:

- a. Este equipo debe concentrar la información de validaciones (pagos) y movilidad de usuarios de todos y cada uno de los vehículos que no se transmiten en tiempo real al sistema central de procesamiento.
- b. La información que se concentra debe permanecer de forma histórica en el equipo, para que esta pueda consultarse por la empresa en el momento que desee (2 años de operación).
- c. Debe conectarse al sistema central de procesamiento para enviar la información de los datos descargados de los autobuses, actualizar parámetros y configuraciones del sistema electrónico de prepago (como Lista Negra, tarifas, políticas de validación, etc.), y para consulta de la información histórica sobre su empresa.
- d. Entre otros

2.7.2. Controles de operación

Las herramientas (software) de consulta y reportes estadísticos sobre el comportamiento y operación de cada autobús, le permiten a la empresa generar toda clase de controles de operación que le proporcionan información sobre:

- Cumplimiento de servicio de su flota, por autobús, ruta, chofer, fecha, horarios, etc.
- Información sobre la demanda, ingresos, punto de máxima demanda, ascensos y descensos, por parada, hora, fecha, ruta, autobús, etc.
- Información de desempeño y forma de conducción de los choferes, verificando velocidad, revoluciones, frenado, unidad detenida con motor encendido, kilómetros realizados, cumplimiento y puntualidad, accidentes, etc.
- Información histórica de mantenimiento de vehículos.

DESARROLLO DE UN DISEÑO CONCEPTUAL DE LOS SISTEMAS DE CONTROL DE COBRO Y GESTIÓN DE FLOTA EN CIUDADES MEDIAS MEXICANAS

- Estadísticas históricas que le permitan generar un mejor plan de servicio atendiendo la demanda de las rutas por tipo de plan y franja horaria, entre otros reportes que pueden generarse y explotarse abiertamente sobre la información operativa de su empresa.

2.8. Nivel 3 – Supervisión

En este nivel se encuentran todos los componentes y equipos con herramientas que le permiten a los órganos de operación y control realizar las acciones de supervisión, planeación y regularización del servicio.

Los alcances de estos componentes son muy similares a los alcances de los equipos de bases de encierro y/o despacho, con la diferencia que este cuenta con la información de todas las empresas transportistas de un sistema de rutas en particular y las rutas urbanas de un municipio.

Con estas herramientas cada sistema de rutas o municipio administra y controla su operación con autonomía propia, esto apoyado de la infraestructura del nivel 4 de operación, donde se procesan la mayor cantidad de los datos.

2.8.1. Sistema central de procesamiento

Este componente está integrado por uno o varios servidores de especificaciones de alto rendimiento en lo que se refiere a procesamiento de información y manejo de subsistemas. Estos servidores contienen una imagen completa de toda la información transaccional de un sistema de rutas o municipio, con una interfaz que garantiza una total autonomía para

DESARROLLO DE UN DISEÑO CONCEPTUAL DE LOS SISTEMAS DE CONTROL DE COBRO Y GESTIÓN DE FLOTA EN CIUDADES MEDIAS MEXICANAS

su explotación y parametrización del sistema. Este sistema central se compone de 4 (cuatro) subsistemas:

Subsistema de configuración y parametraje:

La herramienta de parametraje y configuración permite generar los parámetros de funcionamiento bajo los cuales deben de operar los diferentes equipos que componen el Sistema de Prepago. Cada vez que un parámetro sea modificado, será necesario transmitirlo al equipo o equipos a los que dicho parámetro intervenga.

Subsistema de control de ingresos:

Son herramientas que permiten controlar de forma segura toda la información de transacciones realizadas por las Tarjeta Inteligentes sin Contacto, información generada por todos y cada uno de los equipos que componen el Sistema de Prepago. Toda la información se debe enviar al Sistema Central de Procesamiento a través de archivos debidamente codificados, encriptados y firmados electrónicamente, para posteriormente dicha información sea validada e inyectada en las bases de datos correspondientes.

Subsistema de conciliación:

El Sistema de Prepago deberá permitir en todo momento conciliar la información monetaria con la información generada por todos y cada uno de los equipos que componen el Sistema de Prepago, facilitando la integración de los estados financieros y control del recaudo de los ingresos generados por la venta y recarga de Tarjetas Inteligentes sin Contacto.

DESARROLLO DE UN DISEÑO CONCEPTUAL DE LOS SISTEMAS DE CONTROL DE COBRO Y GESTIÓN DE FLOTA EN CIUDADES MEDIAS MEXICANAS

Subsistema de dispersión:

Este sistema debe permitir y contar con herramientas de compensación y dispersión de ingresos a los concesionarios de transporte de acuerdo al modelo de remuneración que se defina, considerando variables como la venta por tipo de tarifa, número de validaciones, kilómetros recorridos de los autobuses, cumplimiento y calidad del servicio, totalizando los valores por empresa

2.8.2. Centro de control

El Centro de Control requiere contar con equipos y software para el monitoreo en tiempo real del cumplimiento del servicio que presté en un sistema de rutas o el monitoreo de todas o algunas rutas urbanas en los municipios, monitoreando a través del sistema de ayuda a la explotación (SAE), la información geo-referenciada (localización satelital de todos los autobuses a través de GPS con precisión menor a 10 metros), tales como: recorridos, frecuencia del servicio, nivel de ocupación de los vehículos, tiempos de recorrido, paradas, velocidad por tramo, etc.; además de detectar el estado de los equipos de monitoreo, registro de alarmas o fallas en el servicio, atención de fallas y mejoras en el servicio. Para ello este centro de control cuenta con 5 (cinco) subsistemas:

Subsistema de programación operativa:

Este Subsistema debe estar en capacidad de establecer adecuadamente la programación de la flota para atender la demanda de pasajeros del sistema. El plan de operación deberá estar capturado dentro del SAE y contener por cada servicio (vuelta) programada, la hora de inicio de la vuelta, hora de arribo a cada parada de la ruta, la hora de paso por puntos de control y la hora de fin de la vuelta.

DESARROLLO DE UN DISEÑO CONCEPTUAL DE LOS SISTEMAS DE CONTROL DE COBRO Y GESTIÓN DE FLOTA EN CIUDADES MEDIAS MEXICANAS

Subsistema de control de la operación:

Deberá contar con herramientas especializadas para el seguimiento de los vehículos en tiempo real, verificando el cumplimiento de los planes de operación contra lo ejecutado, permitiendo realizar acciones de regulación de servicios.

Subsistema de comunicaciones:

La función principal de esta herramienta es controlar la transmisión de datos entre todos los dispositivos, tanto del Sistema de Ayuda a la Explotación, como del Sistema de Prepago. La comunicación puede ser a través GPRS, WiFi, Puerto Serial, CAN, etc. garantizando que no haya pérdida de información.

Subsistema de gestión de flota:

El Sistema de Gestión debe permitir monitorear automáticamente y en tiempo real vía GPRS la ejecución del servicio que está prestando cada autobús en su ruta, de acuerdo con la información de conductor y ruta digitada en la consola del autobús al momento de su despacho y con base en la información posicional que envían las unidades lógicas equipadas con GPS instaladas a bordo de cada autobús, para poder comparar lo que va realizando el autobús contra lo programado, generando indicadores, alertas y mensajes automáticos que permitan a los conductores y al Centro de Control reaccionar en tiempo real para regular y controlar el servicio.

Subsistema de información al pasajero:

La tecnología del SAE deberá ser dimensionada para que en un mediano plazo se integre un Sistema de Información al Pasajero que informe con precisión de las rutas y su programación (salidas, hora de paso por cada punto de parada, demoras, etc.), entre otra

DESARROLLO DE UN DISEÑO CONCEPTUAL DE LOS SISTEMAS DE CONTROL DE COBRO Y GESTIÓN DE FLOTA EN CIUDADES MEDIAS MEXICANAS

información importante, en paradas, a bordo del autobús, y a través de medios electrónicos como aplicaciones celulares (APP) e Internet.

2.8.3. Call Center



*Fotografía 15 Call Center.
Fuente: Internet*

Un Call Center es una herramienta de comunicación y relación con los Clientes que utiliza el teléfono como medio de comunicación básico gestionado a través de los recursos humanos, físicos y tecnológicos necesarios y disponibles, basados en metodologías de trabajo y procesos determinados y adecuados, para atender las necesidades y dar servicio a cada cliente único con el objeto de atraerlo y fidelizarlo con la organización y permitir su viabilidad.

DESARROLLO DE UN DISEÑO CONCEPTUAL DE LOS SISTEMAS DE CONTROL DE COBRO Y GESTIÓN DE FLOTA EN CIUDADES MEDIAS MEXICANAS

Este debe ser un servicio personalizado para cada proyecto y cada municipio, y las necesidades de ello dependerán de cada sistema.

El horario del Call Center, debido a que es un servicio público, debe ser preferentemente el mismo que el horario brindado del servicio.

Entre las principales actividades que se deben considerar están las siguientes:

- Atención a problemas con el usuario por cuestiones de dudas o fallas en el uso del servicio.
- Subsanación de fallas en el uso del servicio
- Registro de folios de Atención y Subsanación de fallas en el uso del servicio información.
- Mapa de Distribución de red de puntos de venta y recarga de tarjetas (máquinas y tiendas de conveniencia).

Una queja nos permite:

- Conocer la percepción que el cliente tiene de nuestros servicios.
- Nos sirve de guía para mejorar, pues nos sirven para corregir defectos o errores que repetimos sistemáticamente sin darnos cuenta.
- Son una oportunidad para afianzar nuestra relación con el cliente, se sentirá atendido, escuchado, y como parte valiosa que aporta información de mejora a la empresa.
- Nos facilitan información acerca de las necesidades y expectativas de los clientes.
- Si no conocemos el error, no podemos evitar que se vuelva a repetir, si no sabemos porque se ha producido, no podremos evitar que se vuelva a producir.
- La clave de una gestión óptima de las quejas es que sirvan para reducir al máximo los motivos que las producen.

DESARROLLO DE UN DISEÑO CONCEPTUAL DE LOS SISTEMAS DE CONTROL DE COBRO Y GESTIÓN DE FLOTA EN CIUDADES MEDIAS MEXICANAS

- Gestionar bien las quejas es la mejor manera de fidelizar clientes, puesto que transmite una imagen de empresa interesada en la atención y servicio al cliente.

2.9. Nivel 4 – Regulación

Este nivel cuenta con la infraestructura de equipos y herramientas de muy alto nivel, que permite soportar la operación de todos los sistemas que puedan y lleguen a ser implementados.

Los alcances de estos componentes son muy amplios y debe permitir la integración e interoperabilidad de diferentes tecnologías y otros sistemas de características similares.

Este componente rige las características de compatibilidad e interoperabilidad de las tecnologías que se integren, controlando su nivel transaccional y verificando que cumplan los requerimientos mínimos necesarios.

2.9.1. Sistema central de procesamiento

Este sistema central cuenta con los mismos subsistemas que el sistema central del nivel de supervisión, a nivel de aplicaciones rectoras del sistema y con la capacidad de procesar datos de forma macro, para su elección debe considerar un nivel transaccional de más de 5,000 autobuses y millones de transacciones diarias.

DESARROLLO DE UN DISEÑO CONCEPTUAL DE LOS SISTEMAS DE CONTROL DE COBRO Y GESTIÓN DE FLOTA EN CIUDADES MEDIAS MEXICANAS

2.9.2. Centro de control y gestión global

Este centro de control se conforma de los mismos subsistemas que el requerido en el nivel de supervisión, con la diferencia que este debe ser de características más robustas que le permitirán tener una gestión global de los diferentes sistemas inteligentes de transporte (ITS) que se implementen a corto, mediano y largo plazo en el proyecto.

2.9.3. Back office

El back office representa el conjunto de software y hardware de apoyo al negocio, constituye el conjunto de herramientas para realizar las tareas destinadas a gestionar el propio sistema y que no tienen contacto directo con el cliente, como las labores informáticas y de comunicaciones, gestión de recursos humanos, control del servicio, cámara de compensación, contabilidad, finanzas, etc.



Figura 17 Back office.
Fuente: Elaboración propia

Este componente respalda todas las tecnologías en los diferentes niveles de operación, permitiendo una interfaz con actores externos como los fideicomisos, operadores de

DESARROLLO DE UN DISEÑO CONCEPTUAL DE LOS SISTEMAS DE CONTROL DE COBRO Y GESTIÓN DE FLOTA EN CIUDADES MEDIAS MEXICANAS

recaudo, operación y control, autoridades de gobierno estatal y/o municipal (según corresponda), empresas transportistas, etc.

Los componentes del Back Office son los que soportan la gestión del propio sistema, siendo los siguientes:

- Servidores y sistemas de control
- Las bases de datos históricas
- Monitoreo y Gestión de Flota
- Frontal de comunicaciones

Servidores y sistema de control

En informática, un servidor es un nodo que forma parte de una red, provee servicios a otros nodos denominados clientes. En este caso en particular los clientes son todos los demás componentes del Sistema Electrónico de Prepago.

Existen varios tipos de servidores y no hay una configuración específica para este tipo de sistemas, ya que estos son desarrollados y diseñados de forma específica por cada fabricante, sin embargo, es necesario que al menos cumpla con lo siguiente:

- Contar con un rack con servidores de aplicaciones y de bases de datos:
 - Servidor de Bases de Datos, que contenga toda la información histórica generada por el Sistema Electrónico de Prepago.
 - Servidor de Monitoreo y Gestión de Flota, para el registro y monitoreo en tiempo real de todos los autobuses del sistema de transporte público colectivo, a través del sistema de GPS, permitiendo con ello la gestión y administración de la flota, así como poder analizar los resultados de operación.

DESARROLLO DE UN DISEÑO CONCEPTUAL DE LOS SISTEMAS DE CONTROL DE COBRO Y GESTIÓN DE FLOTA EN CIUDADES MEDIAS MEXICANAS

- Servidor de Call Center del centro de atención a usuarios, para el registro, control y seguimiento de todas las quejas y fallas del sistema electrónico de prepago.
- Servidor Frontal de comunicaciones, que permita administrar de forma segura la comunicación entre todos los componentes del Sistema Electrónico de Prepago garantizado que no exista pérdida de información.
- Los equipos deben soportar el nivel transaccional para soportar un nivel transaccional superior a los 5,000 autobuses y más de un millón de transacciones diarias.
- Los equipos y software deben ser de última generación, garantizando con ello soporte de fabricantes y durabilidad de los mismos.
- Se debe tener un plan de recuperación de desastres, servidores espejo y respaldos de información de forma histórica.

Bases de datos:

Una base de datos es un conjunto de datos pertenecientes a un mismo contexto y almacenados sistemáticamente para su posterior uso. En este sentido; una biblioteca puede considerarse una base de datos compuesta en su mayoría por documentos y textos impresos en papel e indexados para su consulta. Actualmente, y debido al desarrollo tecnológico de campos como la informática y la electrónica, la mayoría de las bases de datos están en formato digital, siendo este un componente electrónico, y por ende se ha desarrollado y se ofrece un amplio rango de soluciones al problema del almacenamiento de datos.

Existen programas denominados sistemas gestores de bases de datos que permiten almacenar y posteriormente acceder a los datos de forma rápida y estructurada. Las

DESARROLLO DE UN DISEÑO CONCEPTUAL DE LOS SISTEMAS DE CONTROL DE COBRO Y GESTIÓN DE FLOTA EN CIUDADES MEDIAS MEXICANAS

propiedades de estos programas, así como su utilización y administración, se estudian dentro del ámbito de la informática.

Las aplicaciones más usuales son para la gestión de empresas e instituciones públicas; también son ampliamente utilizadas en entornos científicos con el objeto de almacenar la información experimental.

Por la cantidad de información que debe almacenarse en este tipo de sistemas, debe considerarse contar con la más alta tecnología de sistemas gestores de bases de datos, como lo es el sistema Oracle, que es considerado como uno de los sistemas de bases de datos más completos en la actualidad, destacando entre sus características: soporte de transacciones, estabilidad, escalabilidad y soporte multiplataforma (diferentes sistemas operativos). Su dominio en el mercado de servidores empresariales ha sido casi total hasta hace poco; recientemente sufre la competencia del Microsoft SQL Server de Microsoft.

Por el nivel de seguridad, los millones de transacciones que se van a generar y la integridad de la información que debe tener la tecnología, se recomienda que el sistema gestor de bases de datos sea Oracle, en su versión más reciente.

Monitoreo y Gestión de Flota

Este equipo representa el sistema central para el monitoreo en tiempo real y gestión de la flota en operación, a través de un sistema de GPS. En la actualidad hay diferentes sistemas de GPS (Sistema de Posicionamiento Global), como lo son los AVL (Localización automática de vehículos) o SAE (sistema de ayuda a la explotación).

Las diferencias entre estos sistemas son abismales, mientras que un AVL es más un sistema de localización para saber dónde está un vehículo en tiempo real y genera información referente a los trayectos, tiempos de recorrido, kilómetros realizados, etc., representa solo información que puede generarse a través del GPS.

DESARROLLO DE UN DISEÑO CONCEPTUAL DE LOS SISTEMAS DE CONTROL DE COBRO Y GESTIÓN DE FLOTA EN CIUDADES MEDIAS MEXICANAS

Mientras tanto, un SAE es un conjunto de soluciones que aúnan distintas tecnologías para mejorar el servicio y gestión de medios de transporte.

Entre estas tecnologías figura un localizador GPS, una unidad central de proceso y un sistema de comunicaciones con el que transmitir en tiempo real (o con una frecuencia configurable) la posición del vehículo a un centro de control. Esta información se procesa en el centro de control donde a través de una consola de operador, se pueden tomar decisiones sobre las acciones del vehículo.

Las aplicaciones de un sistema SAE son diversas; sin embargo, destacan la gestión de flotas de vehículos, por ejemplo, flotas de autobuses, coches de alquiler, sistemas de reparto, etc. Mediante un sistema SAE, es posible entre otras acciones:

- Confirmar la regularidad de paso por parada de autobuses en el caso de líneas regulares.
- Informar a los pasajeros del tiempo estimado de llegada del siguiente autobús.
- Verificar que un coche alquilado no sale de la zona acordada en el contrato.
- Optimizar las rutas de recogida en una empresa de paquetería.
- Optimizar la ubicación de las grúas de una aseguradora.

El hecho de embarcar una unidad central de proceso en cada vehículo, habilita la posibilidad de conectar otros periféricos para obtener ventajas adicionales. En el sistema de transporte público de pasajeros la unidad central embarcada en cada autobús puede estar conectado a display de información al usuario, al motor del autobús para evaluar la conducción del conductor, al sistema electrónico de pasajeros obteniendo indicadores de transporte, al sistema semafórico para dar preferencia de paso al transporte público, entre otras aplicaciones.

DESARROLLO DE UN DISEÑO CONCEPTUAL DE LOS SISTEMAS DE CONTROL DE COBRO Y GESTIÓN DE FLOTA EN CIUDADES MEDIAS MEXICANAS

Frontal de comunicaciones:

El frontal de comunicaciones es un servidor con aplicaciones especiales el cual sirve como interfaz entre los componentes del sistema electrónico de prepago y el sistema central de procesamiento, garantizando la transferencia de datos bidireccional con todos y cada uno de los componentes del sistema, de tal forma que la información transmitida sea completa, íntegra y segura.

Entre otras de sus funciones vitales de esta tecnología, es que están estrechamente vinculadas a las aplicaciones de transacciones, como el mensaje y la operación de conmutación, multiplexación de diferentes canales de comunicación, operaciones de seguridad, confirmación de entrega de paquetes de datos y presentación de informes de extremo a extremo.

Con este tipo de sistemas se puede detectar problemas de transmisión de datos, verificando que la información se transfiere completa en ambos sentidos.

2.10. Flujo de datos

Un diagrama de flujo de datos es una representación gráfica del flujo de datos a través de un sistema de información. En el caso del sistema de prepago y del sistema de gestión de flota, los datos son arrojados por todos y cada uno de los componentes que conforman todo el sistema.

Los datos que se generan en este tipo de sistemas son simples, y se caracterizan por la gran cantidad de información que es generada (millones de datos y transacciones), y la seguridad con la que tienen que transmitirse los datos hasta llegar al sistema central de

DESARROLLO DE UN DISEÑO CONCEPTUAL DE LOS SISTEMAS DE CONTROL DE COBRO Y GESTIÓN DE FLOTA EN CIUDADES MEDIAS MEXICANAS

procesamiento, garantizando niveles de confianza de prácticamente 100% en los datos que representan una transacción monetaria, y de al menos 98% en datos operativos.

A continuación, se muestra en una representación gráfica como es el flujo de datos en el sistema de prepago y sistema de gestión de flota:

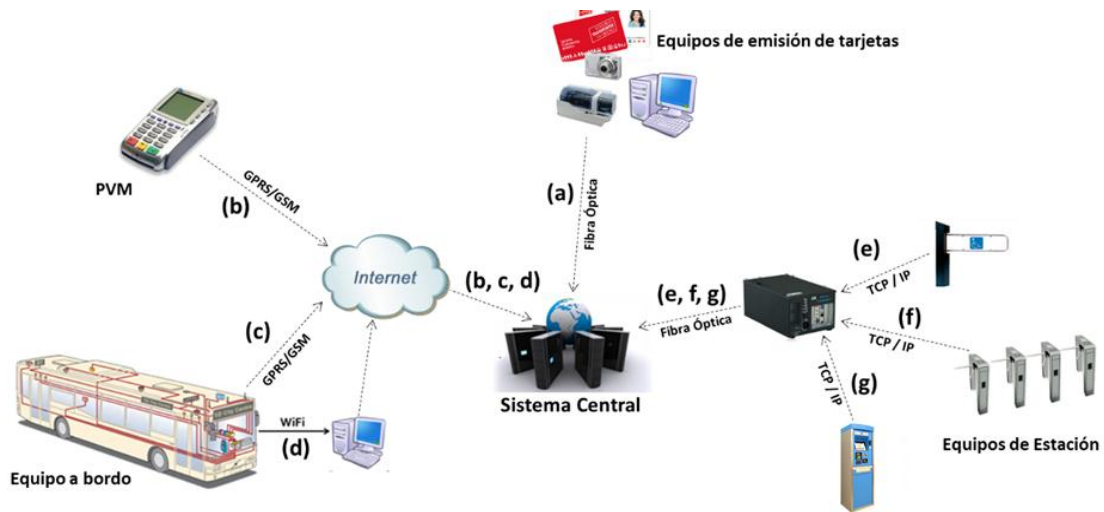


Figura 18 Flujo de datos.
Fuente: Elaboración propia

- (a) Personalización, inicialización y recarga de tarjetas
- (b) Recargas en establecimientos y cadenas de conveniencia
- (c) Pagos a bordo del autobús
- (d) Información de gestión de flota
- (e) Pagos en torniquetes y puertas de cortesía
- (f) Recarga en paraderos y CETRAM

2.10.1. (a) Personalización, inicialización y recarga de tarjetas

Los equipos de emisión de tarjetas se encargan de inicializar y personalizar las tarjetas inteligentes sin contacto (TISC). En estos equipos es donde se inicializan y formatean

DESARROLLO DE UN DISEÑO CONCEPTUAL DE LOS SISTEMAS DE CONTROL DE COBRO Y GESTIÓN DE FLOTA EN CIUDADES MEDIAS MEXICANAS

todas las tarjetas con el mapping para ponerlas en operación, además que es donde se captura la información de los usuarios que requieren de una tarjeta personalizada y tienen la opción de recargar dinero en el monedero de una TISC.

Algunos de los datos que se generan en este equipo son:

1. TISC inicializadas:

- Número de serie de la tarjeta (único)
- Número de servicio
- Número de identificación del operador del equipo
- Tipo de tarifa o perfil de usuario (general, preferencial, adulto mayor, discapacitado, etc.)
- Fecha de inicialización
- Fecha de vigencia
- Número de serie de equipo emisor

2. TISC personalizada:

- Número de serie de la tarjeta (único)
- Número de servicio
- Número de identificación del operador del equipo
- Tipo de tarifa o perfil de usuario (general, preferencial, estudiante, adulto mayor, discapacitado, etc.)
- Fecha de inicialización
- Fecha de vigencia
- Hora de personalización
- Número de serie de equipo emisor
- Número de cliente
- Datos de cliente (nombre, edad, fecha de nacimiento, domicilio, teléfono, institución educativa si es estudiante, etc.)

3. Cambio de vigencia de TISC:

DESARROLLO DE UN DISEÑO CONCEPTUAL DE LOS SISTEMAS DE CONTROL DE COBRO Y GESTIÓN DE FLOTA EN CIUDADES MEDIAS MEXICANAS

- Número de serie de la tarjeta (único)
- Número de servicio
- Número de identificación del operador del equipo
- Tipo de tarifa o perfil de usuario (general, preferencial, estudiante, adulto mayor, discapacitado, etc.)
- Fecha de inicialización
- Fecha de vigencia nueva
- Hora cambio de vigencia
- Número de serie de equipo emisor
- Número de cliente
- Datos de cliente (nombre, edad, fecha de nacimiento, domicilio, teléfono, institución educativa si es estudiante, etc.)

4. Operación de recarga de TISC

- Número de serie de la tarjeta (único)
- Número de servicio
- Número de identificación del operador del equipo
- Fecha de transacción
- Hora de transacción de recarga
- Saldo antes de la recarga (una o varias operaciones)
- Monto de recarga
- Saldo después de la recarga

2.10.2. (b) Recargas en establecimientos y cadenas de conveniencia

La función principal de los equipos punto de venta móvil (PVM), es la de recargar las TISC con un monto de dinero pre-pagado. Estos equipos pueden ser aprovechados para realizar otros tipos de operaciones, sin embargo, eso solo en caso de ser necesario, por lo que esto podría definirse de forma específica.

DESARROLLO DE UN DISEÑO CONCEPTUAL DE LOS SISTEMAS DE CONTROL DE COBRO Y GESTIÓN DE FLOTA EN CIUDADES MEDIAS MEXICANAS

Algunos de los datos que se generan en este equipo son:

5. Operación de recarga de TISC

- Número de serie (único) de la tarjeta
- Número de servicio
- Número de identificación del operador del equipo
- Fecha de transacción
- Hora de transacción de recarga
- Saldo antes de la recarga (una o varias operaciones)
- Monto de recarga
- Saldo después de la recarga

2.10.3. (c) Pagos a bordo del autobús

Los pagos a bordo del autobús, es normalmente el que se realiza con una TISC a través de un validador de tarjetas, o en algunos casos las operaciones que se realizan en efectivo a través de la boletera.

Algunos de los datos que se generan en este equipo son:

1. Validación de TISC

- Número de serie (único) de la tarjeta
- Número de servicio
- Número de identificación del operador del equipo
- Fecha de transacción de cobro
- Hora de transacción de cobro
- Saldo antes del cobro (una o varias operaciones)

DESARROLLO DE UN DISEÑO CONCEPTUAL DE LOS SISTEMAS DE CONTROL DE COBRO Y GESTIÓN DE FLOTA EN CIUDADES MEDIAS MEXICANAS

- Monto del cobro
- Saldo después del cobro
- 2. Cobro en efectivo
 - Número de servicio
 - Número de identificación del operador del equipo
 - Fecha de transacción de cobro
 - Hora de transacción de cobro
 - Monto del cobro

2.10.4. (d) Información de gestión de flota

La información para el sistema de gestión de flota, es la que se genera por la información recabada de todos los componentes instalados a bordo de los autobuses y conectados en la computadora embarcada. Esta información se genera con una periodicidad programada en periodos de tiempo fijos, que en este tipo de sistemas se recomienda que sea cada 20 segundos como máximo.

Algunos de los datos que se generan en este equipo son:

- Posición geográfica del autobús a través del GPS
- Ascensos y descensos en el último periodo (20 segundos)
- Bloqueos de contadores de pasajeros
- Posición geográfica de la parada del autobús
- Hora de arribo a la parada
- Hora de salida de la parada
- Registro de apertura y cierre de puertas
- Velocidad promedio
- Posición geográfica donde sobre pasa la velocidad permitida

DESARROLLO DE UN DISEÑO CONCEPTUAL DE LOS SISTEMAS DE CONTROL DE COBRO Y GESTIÓN DE FLOTA EN CIUDADES MEDIAS MEXICANAS

- Revoluciones por minuto
- Consumo de combustible
- Alarmas de operación

Toda esta información es procesada en la computadora embarcada y puede generar otro tipo de información como: punto de máxima demanda, frecuencia y carga del autobús, estadísticas de conducción, mal uso de equipos, entre otros.

2.10.5. (e) Pagos en torniquetes y puertas de cortesía

Los pagos en CETRAM se realizan con una TISC a través de un validador de tarjetas que tiene el torniquete de entrada y/o salida.

La validación en la salida normalmente se realiza en sistemas de transporte que su tarifa es por distancia, donde al validar se le descuenta la tarifa más alta y a la salida se ajusta en función de la distancia recorrida.

Algunos de los datos que se generan en estos equipos son:

3. Torniquetes con validación de TISC
 - Número de serie (único) de la tarjeta
 - Número de servicio
 - Número de identificación del operador del equipo
 - Fecha de transacción de cobro
 - Hora de transacción de cobro
 - Saldo antes del cobro (una o varias operaciones)
 - Monto del cobro
 - Saldo después del cobro

DESARROLLO DE UN DISEÑO CONCEPTUAL DE LOS SISTEMAS DE CONTROL DE COBRO Y GESTIÓN DE FLOTA EN CIUDADES MEDIAS MEXICANAS

2.10.6. (f) Recarga en paraderos y CETRAM

En las estaciones y paraderos se debe de contar también con equipos de venta y recarga automáticas.

Algunos de los datos que se generan en estos equipos son:

4. Operación de recarga de TISC

- Número de serie (único) de la tarjeta
- Número de servicio
- Fecha de transacción
- Hora de transacción de recarga
- Saldo antes de la recarga (una o varias operaciones)
- Monto de recarga
- Saldo después de la recarga

DESARROLLO DE UN DISEÑO CONCEPTUAL DE LOS SISTEMAS DE CONTROL DE COBRO Y GESTIÓN DE FLOTA EN CIUDADES MEDIAS MEXICANAS

CAPÍTULO 3. DISEÑO CONCEPTUAL DE LA OPERACIÓN

En este capítulo se describe conceptualmente los aspectos de operación que deben ser considerados para la elección adecuada de ITS. Para determinar las necesidades de operación, fueron contemplados los siguientes componentes de diseño: ente regulador, empresas de transporte, infraestructura, fideicomisos, operador del sistema de prepago, comité técnico de operación y control y centro de control.

Es importante entender conceptualmente que se requiere contemplar en la operación de las tecnologías y de los propios sistemas de transporte, así como reconocer todos los actores que deben participar en todo el entorno. No existe una fórmula para definir la operación, ya que depende de muchos factores que cambian de proyecto a proyecto, sin embargo, lo que aquí se plantea es cuales son estos factores a considerar.

3.1. Componentes de diseño

Para la implementación de un nuevo proyecto de Movilidad urbano, es necesario contar con un modelo de operación que garantice la continuidad y calidad del servicio del nuevo sistema de transporte. Un factor importante para lograr lo anterior, será permitir un mismo medio de pago con tarjeta inteligente sin contacto (TISC), o en su caso que cualquier TISC funcione de manera transparente en todos los modos de transporte.

Para tal efecto, se propone un modelo de operación con una estructura que contempla los siguientes componentes de diseño:

- a. Ente regulador
- b. Empresas de transporte

DESARROLLO DE UN DISEÑO CONCEPTUAL DE LOS SISTEMAS DE CONTROL DE COBRO Y GESTIÓN DE FLOTA EN CIUDADES MEDIAS MEXICANAS

- c. Infraestructura
- d. Fideicomisos
- e. Operador del sistema de prepago
- f. Comité técnico de operación y control
- g. Centro de control

3.2. Ente regulador

El ente regulador es aquel que se encarga de diseñar, implementar, normar, controlar y regular alguna actividad, sistema o servicio.

El transporte público urbano, es un servicio público, por lo tanto, le corresponde al Gobierno del Estado y sus Municipios regular dicho servicio, a través de las áreas o dependencias que para cada caso corresponda.

3.3. Empresas de transporte

Las empresas de transporte representan las organizaciones que han conformado los concesionarios de transporte público urbano, las cuales tienen la finalidad de operar y prestar el servicio de transporte público en sus diferentes modalidades.

En la actualidad, existen algunos concesionarios o permisionarios que siguen operando en la modalidad hombre-camión, lo cual dificulta en cierta medida su integración y participación en los programas de gobierno. El tratamiento que tendrá que darse a estas personas dependerá de cada Municipio o del Gobierno del Estado (según corresponda), siendo ampliamente recomendable trabajar para fomentar la integración de estos concesionarios o permisionarios a empresas existentes.

DESARROLLO DE UN DISEÑO CONCEPTUAL DE LOS SISTEMAS DE CONTROL DE COBRO Y GESTIÓN DE FLOTA EN CIUDADES MEDIAS MEXICANAS

Las empresas transportistas tendrán la responsabilidad de realizar varias acciones, entre las que se encuentra la inversión en la infraestructura necesaria para prestar el servicio (autobuses, bases de encierro, bases de despacho, oficinas, tecnología, etc.).

3.4. Infraestructura

La infraestructura es un conjunto de medios técnicos, servicios, instalaciones y tecnologías necesarios para el desarrollo de una actividad, como lo es el transporte público.

En un nuevo proyecto se tiene que definir la infraestructura necesaria para su operación, la cual implica la construcción y tecnología de:

- a. Centros de transferencia modal (CETRAM)
- b. Estaciones de integración
- c. Paraderos
- d. Paradas
- e. Ciclovías y biciestacionamientos
- f. Tecnología

Adicional a lo anterior, se requerirá de tecnología para contar con un servicio de calidad con beneficio para sus usuarios y medio ambiente.

En esta propuesta de modelo de operación se hace mención de forma muy general sobre a quién le corresponde o le puede corresponder invertir en cada componente, sin embargo, esto no necesariamente es aplicable, esto dependerá del modelo de negocio que se establezca.

DESARROLLO DE UN DISEÑO CONCEPTUAL DE LOS SISTEMAS DE CONTROL DE COBRO Y GESTIÓN DE FLOTA EN CIUDADES MEDIAS MEXICANAS

3.5. Fideicomisos

Un fideicomiso (del latín fideicommissum, a su vez de fides, "fe", y commissus, "comisión") es un contrato en virtud del cual una o más personas (fideicomitente/s) transmite bienes, cantidades de dinero o derechos, presentes o futuros, de su propiedad a otra persona (una persona física o persona jurídica, llamada fiduciaria) para que ésta administre o invierta los bienes en beneficio propio o en beneficio de un tercero, llamado beneficiario, y se transmita, al cumplimiento de un plazo o condición, al fideicomitente, al beneficiario o a otra persona, llamado fideicomisario.

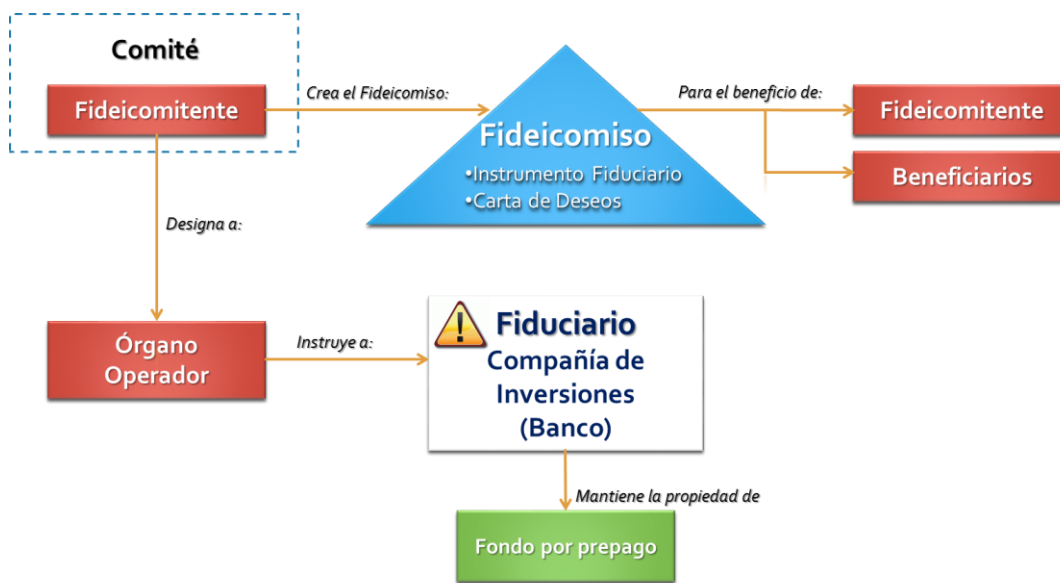


Figura 19 Estructura general del fideicomiso.
Fuente: Elaboración propia

Las partes que intervienen en un fideicomiso son las siguientes:

- **Fideicomitente**, quien transmite los bienes o derechos a través de su manifestación escrita y voluntaria de hacerlo;
- **Fiduciario**, quien recibe temporalmente o en administración, los bienes o derechos del Fideicomitente, mediante la instrucción escrita de este último, para

DESARROLLO DE UN DISEÑO CONCEPTUAL DE LOS SISTEMAS DE CONTROL DE COBRO Y GESTIÓN DE FLOTA EN CIUDADES MEDIAS MEXICANAS

que, a su vez, el Fiduciario, cumpla con dichas instrucciones contenidas en el contrato;

- **Fideicomisario**, quien recibe los bienes o derechos que finalmente transmite el Fiduciario, de acuerdo con las instrucciones del Fideicomitente, consignadas en el contrato mismo.

El fideicomiso mexicano está regulado por la Ley General de Títulos y Operaciones de Crédito en sus artículos 381 al 407 y deberá siempre constar por escrito, tal y como lo establece el artículo 387 del ordenamiento de referencia.

Para la implementación de un sistema se debe de considerar la creación de un nuevo fideicomiso para administrar los recursos provenientes del prepago del servicio de transporte urbano. Este nuevo fideicomiso a su vez debe designar a un Órgano Operador para la Recaudación, Administración y Distribución del ingreso generado a través del sistema electrónico de prepago, con base en sus fines de dicho fideicomiso.

Es importante tener en cuenta que la naturaleza de estos fideicomisos es muy diferente a la de otros fideicomisos de administración, inversión o de garantía, según se constituya, ya que este se convierte en el mecanismo para controlar los niveles de servicio y cumplimiento de la operación.

3.5.1. Fideicomitentes

El Fideicomitente es la persona física o moral que constituye el Fideicomiso, destinando los bienes y derechos necesarios para el cumplimiento de sus fines, transmitiendo la titularidad de dichos bienes y derechos a la institución fiduciaria.

DESARROLLO DE UN DISEÑO CONCEPTUAL DE LOS SISTEMAS DE CONTROL DE COBRO Y GESTIÓN DE FLOTA EN CIUDADES MEDIAS MEXICANAS

Así mismo, el fideicomitente indubitablemente, debe ser propietario de los bienes o derechos que transmita a la institución fiduciaria.

El artículo 384 de la Ley General de Títulos y Operaciones de Crédito establece que solo pueden ser fideicomitentes las personas con capacidad para transmitir la propiedad o la titularidad de los bienes o derechos objeto del fideicomiso, según sea el caso, así como las autoridades judiciales o administrativas competentes para ello.

Para un Sistema de Movilidad Urbano, se proponen los siguientes fideicomitentes:

- **Los usuarios** del Sistema de Movilidad Urbano, al ser estos quienes le abonan dinero a su tarjeta, recurso que se va al fondo del fideicomiso. Al estar destinados estos recursos para el pago de un servicio público, los usuarios son representados en este acto por el gobierno estatal o municipal (según corresponda), quien debe figurar en el contrato de fideicomiso como uno de los Fideicomitentes o Fideicomisario.
- **Empresas transportistas** como beneficiarios principales al recibir el pago de los pasajes a través de una tarjeta o del efectivo en los casos que llegara aplicar.
- **El gobierno competente** vigilando la aplicación de las inversiones realizadas con recursos de gobierno.

El fideicomiso de compensación, los fideicomitentes deben ser los propios fideicomisos.

Dentro de las actividades, funciones y responsabilidades propias del Fideicomitente, podemos señalar como las más relevantes:

- Señalar los fines del fideicomiso
- Designar a la institución que desempeñará el cargo de fiduciaria

DESARROLLO DE UN DISEÑO CONCEPTUAL DE LOS SISTEMAS DE CONTROL DE COBRO Y GESTIÓN DE FLOTA EN CIUDADES MEDIAS MEXICANAS

- Designar a los fideicomisarios y el provecho que recibirán éstos de los bienes fideicomitidos
- Determinar la duración del fideicomiso y el objeto específico del mismo.

El artículo 381 de la Ley General de Títulos y Operaciones de Crédito le confiere la facultad de reservarse determinados derechos sobre la materia de fideicomiso, prever la formación de un comité técnico, dar las reglas de su funcionamiento y fijar sus facultades; reservarse igualmente los derechos que estime pertinentes en el acto constitutivo, exigir al fiduciario el cumplimiento de la obligación que tiene de rendir cuentas de su gestión cuando se haya reservado expresamente este derecho en el acto constitutivo, o en las modificaciones del mismo; en los fideicomisos onerosos, deberá exigir al fideicomisario la contraprestación a que tenga derecho, transmitir sus derechos de fideicomitente si se reservó dicha facultad, revocar o terminar el fideicomiso cuando se haya reservado esa facultad en los casos y condiciones en que se haya reservado el derecho, solicitar la devolución de los bienes dados en fideicomiso en caso de imposibilidad de ejecución, o entrega de los remanentes, una vez ejecutado el fideicomiso y en caso de incumplimiento exigir de la contraparte el cumplimiento o la rescisión del fideicomiso con el resarcimiento correspondiente de los daños y perjuicios causados.

3.5.2. Fiduciario

La figura conocida en el Fideicomiso como “Fiduciaria”, es aquella persona moral que tiene la titularidad de los bienes o de los derechos otorgados fideicomitidos (otorgados por el Fideicomitente) y que se encarga de la realización de los fines del fideicomiso, siguiendo las instrucciones precisas y expresas del Fideicomitente. La institución fiduciaria lleva a efecto la realización o cumplimiento de los fines por medio del ejercicio obligatorio de los derechos que le ha transmitido el fideicomitente.

DESARROLLO DE UN DISEÑO CONCEPTUAL DE LOS SISTEMAS DE CONTROL DE COBRO Y GESTIÓN DE FLOTA EN CIUDADES MEDIAS MEXICANAS

De conformidad con lo establecido en el artículo 385 de la Ley General de Títulos y Operaciones de Crédito, solo pueden ser operaciones fiduciarias las expresamente autorizadas para ello conforme a la Ley. Asimismo, indica que la institución responderá civilmente por los daños y perjuicios que se causen por la falta de cumplimiento en las condiciones o términos señalados en el fideicomiso o la Ley.

Ahora bien, en el acto constitutivo del fideicomiso o en sus reformas, se podrá prever la formación de un comité técnico, dar las reglas para su funcionamiento y fijar sus facultades. Cuando la Institución de crédito cobre, ajustándose a los dictámenes o acuerdos de este comité, estará libre de toda responsabilidad.

En el fideicomiso podrán intervenir varias instituciones fiduciarias para que conjunta o sucesivamente desempeñen el cargo de fiduciario, estableciendo el orden y las condiciones en que hayan de sustituirse.

Salvo que se prevea en el fideicomiso, cuando por renuncia o remoción la institución fiduciaria concluya el desempeño de su cargo, deberá asignarse a otra institución fiduciaria que la substituya. Si dicha substitución no fuera posible, el fideicomiso se dará extinguido.

Es importante señalar que, en la Ley de referencia, se prevé la existencia de otras instituciones que pueden actuar como fiduciaria, tales como las Instituciones de Seguros, de fianzas, Casas de bolsa, Sociedades financieras de objeto limitado y los Almacenes generales de depósito.

El artículo 391 de la Ley General de Títulos y Operaciones de Crédito, establece que la institución fiduciaria tendrá todos los derechos y acciones que se requieran para el cumplimiento del fideicomiso, salvo las normas o limitaciones que se establezcan al efecto, al constituirse el fideicomiso mismo y estará obligada la Fiduciaria a cumplir con dicho fideicomiso conforme las instrucciones del acto constitutivo, por ningún motivo

DESARROLLO DE UN DISEÑO CONCEPTUAL DE LOS SISTEMAS DE CONTROL DE COBRO Y GESTIÓN DE FLOTA EN CIUDADES MEDIAS MEXICANAS

podrá excusarse o renunciar su encargo, sino por causas graves, determinadas éstas únicamente a juicio de un Juez de Primera Instancia del lugar de su domicilio, y será responsable de las pérdidas o menos cabos que los bienes o derechos del fideicomiso, sufran por su culpa.

Para el proyecto del Sistema de Movilidad urbano es necesario la contratación de una institución fiduciaria para la conformación de los fideicomisos de control de cobro y cámara de compensación.

3.5.3. Fideicomisarios

Como anteriormente se menciona, el fideicomisario es quien recibe los bienes o derechos que finalmente transmite el Fiduciario, de acuerdo con las instrucciones del Fideicomitente, consignadas en el contrato mismo.

En los sistemas electrónicos de prepago para transporte público, la transmisión de estos bienes se refiere al pago por el servicio prestado, es decir cuando el usuario paga su pasaje en un autobús o estación a través de una tarjeta inteligente sin contacto (TISC), en ese momento el equivalente al precio del pasaje debe transmitirse al operador del sistema de transporte. Esto debe realizarse conforme a lo establecido en el contrato de fideicomiso.

De tal forma que los fideicomisarios en el caso de todos los fideicomisos que se conformen como parte del nuevo proyecto de Movilidad Urbano, serán los propios transportistas según corresponda.

Es muy importante en la creación del nuevo fideicomiso, que los fideicomisarios sean preferentemente solo empresas de transporte constituidas legalmente, ya que, de lo contrario, al realizarlo con concesionarios y/o permisionarios se vuelve muy complicado

DESARROLLO DE UN DISEÑO CONCEPTUAL DE LOS SISTEMAS DE CONTROL DE COBRO Y GESTIÓN DE FLOTA EN CIUDADES MEDIAS MEXICANAS

realizar cualquier negociación y modificación al contrato de fideicomiso. Otro de los beneficios de lo anterior, es que se promueve la transformación del hombre-camión a verdaderas empresas, al provocar que al interior de sus empresas se organicen para la compensación al interior de las mismas.

3.5.4. Comité técnico del Fideicomiso

El fideicomitente tiene el derecho de nombrar al comité técnico del fideicomiso. Este comité es un órgano colegiado, que por lo regular está constituido por representantes propietarios y suplentes del fideicomisario, fideicomitente y fiduciario.

En el contrato de fideicomiso se debe especificar muy bien las reglas para su funcionamiento y fijar sus facultades y obligaciones.

3.5.5. Fines del fideicomiso

Los fines del fideicomiso son el motivo por el que se crea, que debe ser lícito y determinados por los fideicomitentes. En un sistema electrónico de prepago, los fines principales son la recolección del dinero, administración y dispersión del dinero prepagado.

Una vez que se definen los fines de un fideicomiso se debe establecer las condiciones y reglas bajo las cuales deben ejecutarse las acciones para el funcionamiento de dicho fideicomiso, como lo son modelos de remuneración, políticas de pago, control y aplicación del floting, etc.

DESARROLLO DE UN DISEÑO CONCEPTUAL DE LOS SISTEMAS DE CONTROL DE COBRO Y GESTIÓN DE FLOTA EN CIUDADES MEDIAS MEXICANAS

3.6. Operador del sistema de prepago

En los fideicomisos de sistemas electrónicos de prepago, el fiduciario normalmente carece de la infraestructura y experiencia necesaria para ejecutar directamente la operación de este tipo de sistemas. Por esta razón y a través del comité técnico del fideicomiso, se recomienda designar a un tercero que opere el sistema de prepago y así cumplir con los fines para los cuáles se constituye un nuevo fideicomiso.

El operador del sistema de prepago será el responsable de Recaudar, Administrar y Distribuir el ingreso generado a través del Sistema Electrónico de Prepago y de la TISC con base en las reglas de operación que defina el Comité Técnico del Fideicomiso que se conforme para dicho fin.

En México y Latinoamérica existen varios esquemas de operación y formas de establecer quién o quiénes serían los más aptos para realizar esta tarea, sin embargo, esto depende de las características y necesidades de cada proyecto.

Algunas de estas alternativas podrían ser:

- a. Esquema BOT (Build-Operate-Transfer, por sus siglas en inglés). Se concede a una empresa (o consorcio) para que sea el operador del sistema de prepago a cambio de que ésta invierta en la totalidad o parte de Tecnología, la cual debe de cumplir con los requerimientos y nivel de servicio propios de cada proyecto.
- b. Organismo Público Descentralizado (OPD), su ventaja es el bajo costo de operación, siendo solo necesario cubrir las necesidades propias de operación del sistema a través de un presupuesto.
- c. Sociedad con fines de lucro, similar al OPD pues tiene las mismas ventajas, solo que este es operado por particulares y generan una utilidad razonable para el operador.

DESARROLLO DE UN DISEÑO CONCEPTUAL DE LOS SISTEMAS DE CONTROL DE COBRO Y GESTIÓN DE FLOTA EN CIUDADES MEDIAS MEXICANAS

Decidir cuál puede ser el mejor esquema para elegir al operador del sistema de prepago no es sencillo, esto depende de diferentes factores económicos, sociales y políticos para llegar a una determinación. Dependiendo de la figura jurídica con la que se cree este organismo operador, es la forma en que participa en el fideicomiso. Por ejemplo, si el operador invierte en tecnología y la pone en propiedad del fideicomiso, entonces éste deberá también ser fideicomitente, pero si solo se contratan sus servicios, no figura en el fideicomiso.

Algunas de las funciones principales del Operador del sistema de prepago, son:

- Establecer una estructura organizacional que garantice el más alto nivel de servicio del sistema electrónico de prepago.
- Garantizar una cobertura de puntos de venta suficiente (de acuerdo a las políticas definidas) para satisfacer las necesidades de recarga de los usuarios de la TISC.
- Realizar la recaudación de los valores generados por concepto de recarga en la red de puntos de venta.
- Administrar eficientemente los recursos provenientes del sistema electrónico de prepago
- Entre otros.

3.7. Comité técnico de operación y control

La conformación de un comité técnico es una estrategia metodológica y de gestión para la adecuada implementación y aplicación de las políticas de operación de un sistema de transporte público. El objetivo es contar con un órgano colegiado para establecer las políticas de operación y medir el nivel de servicio del sistema de rutas urbanas.

DESARROLLO DE UN DISEÑO CONCEPTUAL DE LOS SISTEMAS DE CONTROL DE COBRO Y GESTIÓN DE FLOTA EN CIUDADES MEDIAS MEXICANAS

De esta manera se pueden visualizar los problemas, las realidades y necesidades que tiene el Sistema de transporte público, o en su caso, conformando espacios para la concertación, respuestas claves, formas de evaluación, seguimiento y monitoreo de la operación.

Se propone ampliamente la creación de un comité técnico de operación y control, con participación del gobierno estatal y/o municipal (según corresponda), así como de las diferentes empresas de transporte público. La finalidad de lo anterior, es que no sea unilateral la definición de las políticas de operación y la evaluación de los niveles de servicio, sino que más bien se involucre a las empresas de transporte público y se trabaje en conjunto para mejorar las condiciones de operación, cuidando en primer lugar el beneficio de los usuarios del transporte público y del medio ambiente, sin demeritar la rentabilidad del negocio.

3.8. Centro de control

El centro de control es el espacio que permite el monitoreo de un sistema determinado en tiempo real, que a su vez facilita la toma de decisiones para mejorar la calidad de dicho sistema con base a lo observado.

Los sistemas de ayuda a la explotación se apoyan en software especial para el centro de control como componente de un sistema inteligente de transporte (ITS), procesando información en tiempo real, comparándola con la configuración o plan de servicio teórica, pronosticando tiempo de llegada del autobús a su próxima parada y con herramientas de control de la operación que permiten gestionar y regular el servicio, en coordinación con el personal operativo de las empresas de transporte.

DESARROLLO DE UN DISEÑO CONCEPTUAL DE LOS SISTEMAS DE CONTROL DE COBRO Y GESTIÓN DE FLOTA EN CIUDADES MEDIAS MEXICANAS

Existen varios esquemas de funcionamiento de centro de control, lo cual depende esencialmente de los alcances que se desean tener y del marco regulatorio. Algunos de estos esquemas son:

- **Centro de control operado por cada empresa de transporte.-** este esquema es comúnmente utilizado en España y existen normas regulatorias muy estrictas, donde el incumplimiento se castiga severamente, desde una multa cuantiosa, hasta la rescisión de la concesión. El marco regulatorio se debe aplicar por igual para todas las empresas de transporte. Su principal desventaja es que, si no se opera con la misma tecnología, bajo los mismos criterios y dominio, no se garantiza el mismo nivel de servicio en las diferentes rutas del sistema de transporte, generando una mala percepción del usuario; aunado a lo anterior, las empresas suelen pensar más en la rentabilidad del negocio (aunque no es algo generalizado), que en el nivel de servicio.
- **Centro de control operado por la autoridad.-** como en el caso de Transmilenio, donde la autoridad es la que despacha y controla totalmente la operación de los buses, y las empresas de transporte se encargan de los recursos humanos, el mantenimiento a unidades y tener los autobuses listos para su operación. Aunque este es un esquema que permite lograr un buen nivel de servicio, se puede generar sobreoferta y por lo tanto aumentan los costos de operación (afectando directamente en la tarifa). Las desventajas son que la autoridad se vuelve juez y parte, y se pierde rentabilidad del sistema.
- **Centro de control operado por un tercero.-** este esquema permite tener un control muy objetivo sobre la flota en operación, siguiendo un procedimiento y reglas precisas, equilibrando el nivel de servicio y la rentabilidad del negocio. El centro de control comparte la responsabilidad con las empresas y trabajan de forma coordinada, y el regulador se encarga de vigilar el buen funcionamiento y nivel de servicio del sistema.

DESARROLLO DE UN DISEÑO CONCEPTUAL DE LOS SISTEMAS DE CONTROL DE COBRO Y GESTIÓN DE FLOTA EN CIUDADES MEDIAS MEXICANAS

La recomendación para un proyecto de transporte público trabajar bajo el tercer esquema “Centro de control operado por un tercero”, donde este tercero quede bajo las órdenes del Comité técnico de operación y control. De esta manera, se garantiza un buen nivel de servicio, una operación objetiva y rentable, pero sobre con beneficios cualitativos y cuantitativos para el usuario.

DESARROLLO DE UN DISEÑO CONCEPTUAL DE LOS SISTEMAS DE CONTROL DE COBRO Y GESTIÓN DE FLOTA EN CIUDADES MEDIAS MEXICANAS

3.9. Modelo de operación

Con base a los conceptos descritos en este documento y a las mejores prácticas observadas en otros proyectos por los expertos de Worldwide Services BOT en su trayectoria de más de 15 años, se describe a continuación la propuesta del modelo de operación para un Sistema transporte público (Fig. 20).

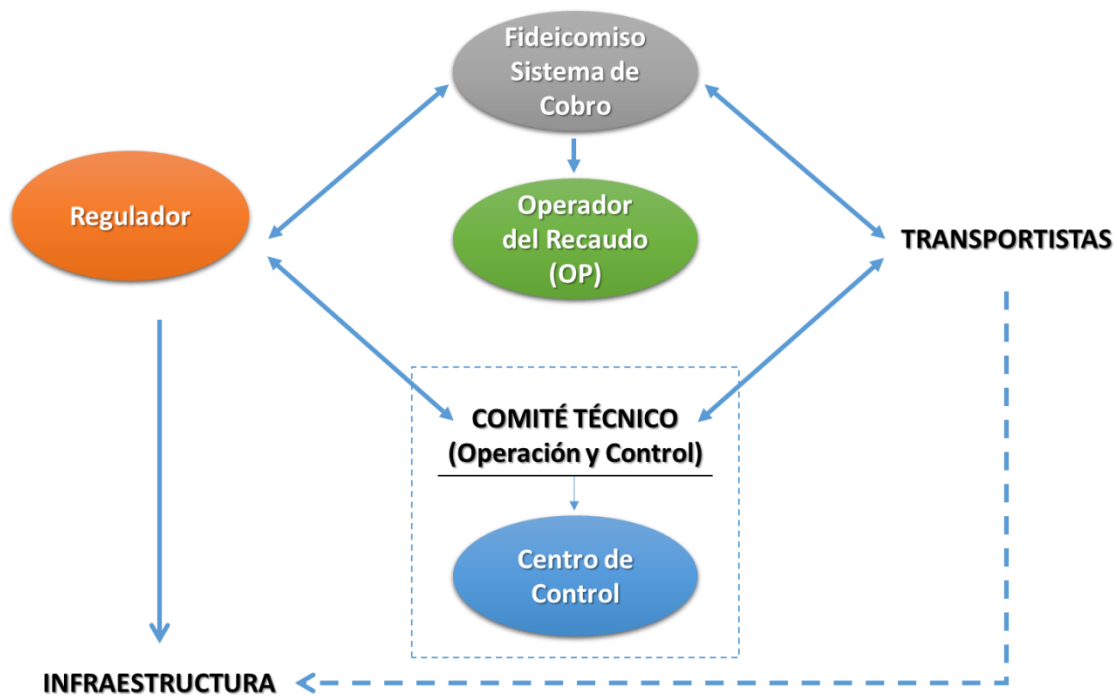


Figura 20 Modelo de operación.
Fuente: Elaboración propia

Este modelo de operación se subdivide en dos partes:

1. Modelo de operación del sistema de prepago
2. Modelo de operación del sistema de gestión de flota

DESARROLLO DE UN DISEÑO CONCEPTUAL DE LOS SISTEMAS DE CONTROL DE COBRO Y GESTIÓN DE FLOTA EN CIUDADES MEDIAS MEXICANAS

3.10. Modelo de operación del sistema de prepago

A continuación, se presenta la propuesta para el modelo de operación del sistema de prepago, en el cual se describen los actores (o figuras) y sus funciones generales para cada uno de los componentes de este modelo.

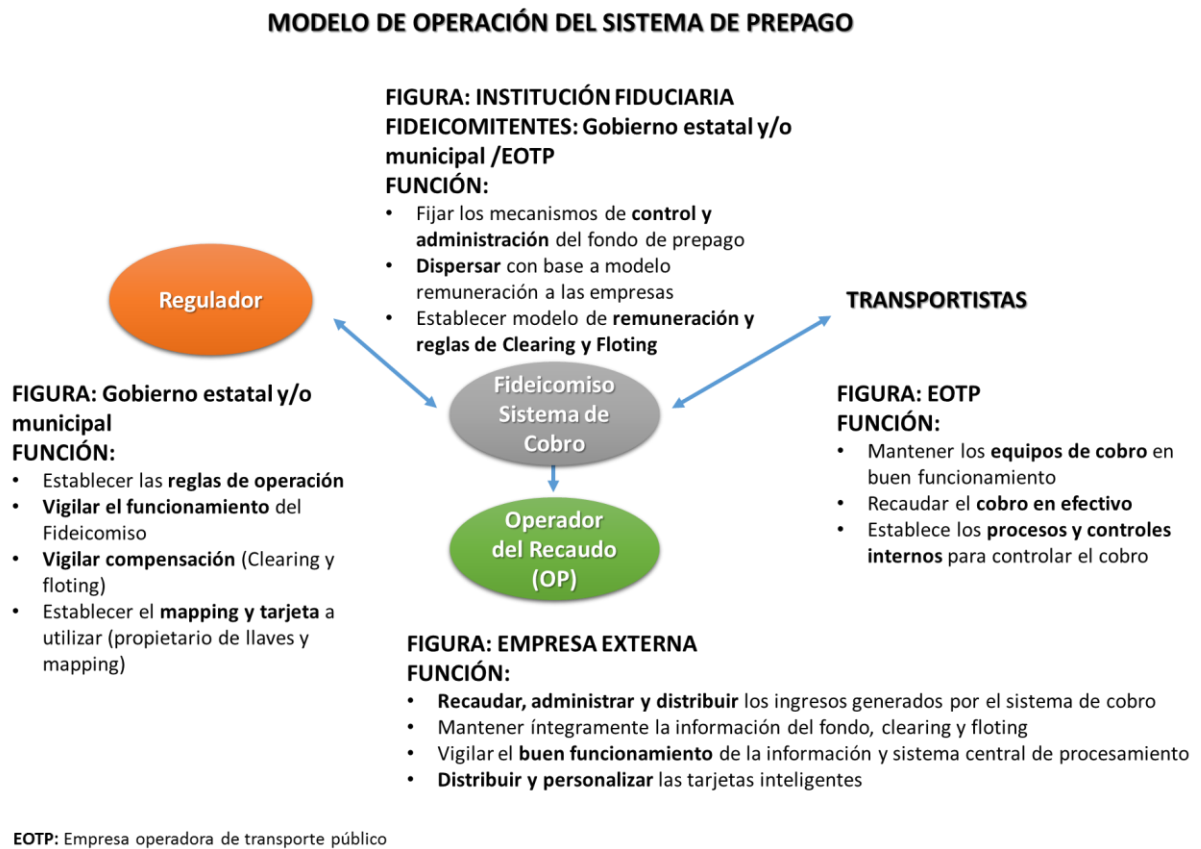


Figura 21 Modelo de operación del sistema de prepago.
 Fuente: Elaboración propia

Los componentes de este modelo son los típicamente utilizados en diversos modelos de operación. El diferencial que se busca es lograr una administración más equilibrada, donde los beneficios se vean reflejados para el usuario, además de generar mejores controles del fondo, la compensación (Clearing) y del dinero flotante (Floting).

DESARROLLO DE UN DISEÑO CONCEPTUAL DE LOS SISTEMAS DE CONTROL DE COBRO Y GESTIÓN DE FLOTA EN CIUDADES MEDIAS MEXICANAS

3.10.1. Regulador

El ente regulador para el proyecto de transporte público, es el gobierno estatal o municipal (según corresponda), a través de la dependencia que se defina.

Las funciones generales que debe desempeñar el ente regulador dentro del modelo de operación del sistema de prepago, son las siguientes:

- Establecer las reglas de operación para el sistema de prepago, indicando los medios de pago (TISC, NFC, código QR y efectivo)
- Desarrollar las normas técnicas y de operación del sistema electrónico de prepago y de la tarjeta.
- Validar que las tecnologías cumplan con las normas técnicas vigentes
- Vigilar el funcionamiento del Fideicomiso y el cumplimiento de sus fines
- Vigilar la integridad del fondo del prepago, cámara de compensación (Clearing) y del dinero flotando (Floting)
- Establecer y mantener en su propiedad y resguardo el mapping de las tarjetas inteligentes sin contacto (TISC) y llaves de seguridad.
- Vigilar el cumplimiento de los contratos para la operación del sistema electrónico de prepago.
- Proponer mejoras al sistema electrónico de prepago y del sistema de transporte urbano.
- Entre otros.

Marco regulatorio:

- Ley de Movilidad del Estado
- Reglamento del Sistema de Movilidad Urbano

DESARROLLO DE UN DISEÑO CONCEPTUAL DE LOS SISTEMAS DE CONTROL DE COBRO Y GESTIÓN DE FLOTA EN CIUDADES MEDIAS MEXICANAS

- Normas técnicas de tecnologías y equipos de prepago

Infraestructura aportada:

- Sistema Central de Procesamiento de gran capacidad (más de 2 millones de transacciones diarias) para soportar la operatividad del sistema en todas sus etapas.
- Tecnología de puntos de venta, estaciones y paraderos

3.10.2. Transportistas

Son todas las empresas de transporte público urbano que tendrán participación en la operación del nuevo sistema. Todos aquellos concesionarios y/o permisionarios que trabajen bajo la modalidad de hombre-camión, preferentemente se deberán adherir a una agrupación. Preferentemente se deberá promover la integración de una agrupación que aglutine a todas las empresas transportistas, en donde puedan discutir los intereses en común y proponer los mecanismos de control para el sistema de prepago, así como definir las personas que los representarán ante el Fideicomiso del sistema de cobro controlado.

Las funciones generales que deben desempeñar las empresas de transporte dentro del modelo de operación del sistema de prepago, son las siguientes:

- Mantener los equipos de cobro a bordo del autobús en buen estado y funcionamiento, cumpliendo en tiempo y forma con los mantenimientos correctivos y preventivos.
- Recaudar el cobro en efectivo aplicando la tecnología que se instale para dicho fin.
- Establece los procesos y controles internos para controlar el cobro y sus ingresos, bajo los estándares establecidos.

DESARROLLO DE UN DISEÑO CONCEPTUAL DE LOS SISTEMAS DE CONTROL DE COBRO Y GESTIÓN DE FLOTA EN CIUDADES MEDIAS MEXICANAS

Infraestructura aportada:

- Tecnología a bordo para el control de cobro.
- Concentrador(es) para la descarga y tratamiento de las estadísticas generadas a bordo del autobús.
- Equipos de comunicación para la transmisión de datos del autobús al concentrador.

3.10.3. Fideicomiso sistema de cobro

Se propone la creación de un fideicomiso para el control del sistema de cobro el cual cumpla con las características descritas en el apartado 3.5. de este documento el cual deberá contemplar la siguiente estructura:

- Fideicomitentes:
 - a. Empresas operadoras de transporte público urbano
 - b. Gobierno estatal y/o municipal (según corresponda)
 - c. Los usuarios de las tarjetas inteligentes sin contacto (TISC)
- Fideicomisarios:
 - a. Empresas operadoras de transporte público urbano
- Fiduciario:
 - a. Cualquier institución fiduciaria que tenga experiencia y a mejor costo (evaluando costo/beneficio)
- Comité Técnico:

Fideicomitentes

 - a. Presidente, un representante del gobierno estatal y/o municipal (según corresponda)
 - b. Secretario, un representante de las empresas de transporte
 - c. Tesorero, un representante de las empresas de transporte

DESARROLLO DE UN DISEÑO CONCEPTUAL DE LOS SISTEMAS DE CONTROL DE COBRO Y GESTIÓN DE FLOTA EN CIUDADES MEDIAS MEXICANAS

Fideicomisarios

- d. Vocales, dos representantes de las empresas de transporte
- Fines del fideicomiso:
 - a. Vigilar el proceso de recaudo
 - b. Administrar los recursos provenientes del sistema de prepago
 - c. Distribuir los ingresos con base al modelo de remuneración que se especifique
 - d. Servir de fondo de garantía, ante instituciones financieras para los créditos que adquieran los transportistas.

Las responsabilidades generales que deben tener el fideicomiso de control de cobro dentro del modelo de operación del sistema de prepago, son las siguientes:

- Fijar los mecanismos para el control y administración del fondo de prepago.
- Vigilar que la dispersión de los recursos se haga con base al modelo de remuneración que se establezca para dicho fin.
- Autorizar los cambios del modelo de remuneración, previo acuerdo entre el gobierno estatal y/o municipal (según corresponda) y empresas transportistas (modelo de remuneración flexible acorde a requerimientos del sistema)
- Establecer reglas de operación y procedimientos de compensación (Clearing)
- Establecer los mecanismos de control del dinero flotando (Floting) por tarjetas que han dejado de funcionar o por saldos vencidos. Es importante que este mecanismo se defina en la funcionalidad de la tecnología.
- Autorizar el uso que se dará al Floting, previo acuerdo entre gobierno estatal y/o municipal (según corresponda) y empresas transportistas. Se recomienda que el uso del Floting se destine a mejoras del sistema de prepago, como mantenimiento, actualizaciones, reemplazos de equipos, infraestructura del proyecto, etc.
- Establecer las políticas y procedimientos para el operador del recaudo, cumpliendo con los fines del fideicomiso y realizando las acciones de recaudación,

DESARROLLO DE UN DISEÑO CONCEPTUAL DE LOS SISTEMAS DE CONTROL DE COBRO Y GESTIÓN DE FLOTA EN CIUDADES MEDIAS MEXICANAS

administración y distribución de los ingresos, con forme a las instrucciones giradas para dicho fin.

- Entre otros

3.10.4. Operador del recaudo

El operador del sistema de prepago será el responsable de Recaudar, Administrar y Distribuir el ingreso generado a través del Sistema Electrónico de Prepago y de la TISC con base en las reglas de operación que defina el Comité Técnico del Fideicomiso que se conforme para dicho fin.

Con base en las necesidades de un nuevo proyecto, deberá establecerse un esquema de operación tal como se menciona en el apartado 3.6. de este documento. Si se cuenta con recursos suficientes para invertir en infraestructura y tecnología, se recomienda ampliamente que se contrate un ente privado, el cual dependa directamente del fideicomiso del sistema de control de cobro, ello con la finalidad de que se vigile de manera precisa su operación y que cumpla con los fines para lo que sea contratada.

Las funciones generales que deben desempeñar el operador del recaudo dentro del modelo de operación del sistema de prepago, son las siguientes:

- Recaudar, administrar y distribuir los ingresos generados por el sistema de cobro con base a las políticas y procedimientos que defina el Fideicomiso del sistema de control de cobro
- Mantener íntegramente la información del fondo, clearing y floting
- Vigilar el buen funcionamiento del sistema central de procesamiento, cumpliendo con el plan de mantenimientos preventivos y correctivos que se establezca

DESARROLLO DE UN DISEÑO CONCEPTUAL DE LOS SISTEMAS DE CONTROL DE COBRO Y GESTIÓN DE FLOTA EN CIUDADES MEDIAS MEXICANAS

- Distribuir, controlar y personalizar las tarjetas inteligentes sin contacto (TISC) para usuarios de tarifa preferencial, cumpliendo con las políticas autorizadas por el fideicomiso del sistema de control de cobro.

3.11. Modelo de operación del sistema de gestión de flota

A continuación, se presenta la propuesta para el modelo de operación del sistema de gestión de flota, en el cual se describen los actores (o figuras) y sus funciones generales para cada uno de los componentes de este modelo (fig. 22).

Los componentes de este modelo se proponen con base a las experiencias que hay en los sistemas de transporte público, conformando una solución híbrida, es decir, que se toman ideas de varias soluciones considerando lo que ha funcionado mejor y descartando lo que no ha funcionado tanto, pero, sobre todo, se propone lo que mejor se adapta con el Sistema de Movilidad.

DESARROLLO DE UN DISEÑO CONCEPTUAL DE LOS SISTEMAS DE CONTROL DE COBRO Y GESTIÓN DE FLOTA EN CIUDADES MEDIAS MEXICANAS

MODELO DE OPERACIÓN DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE FLOTA

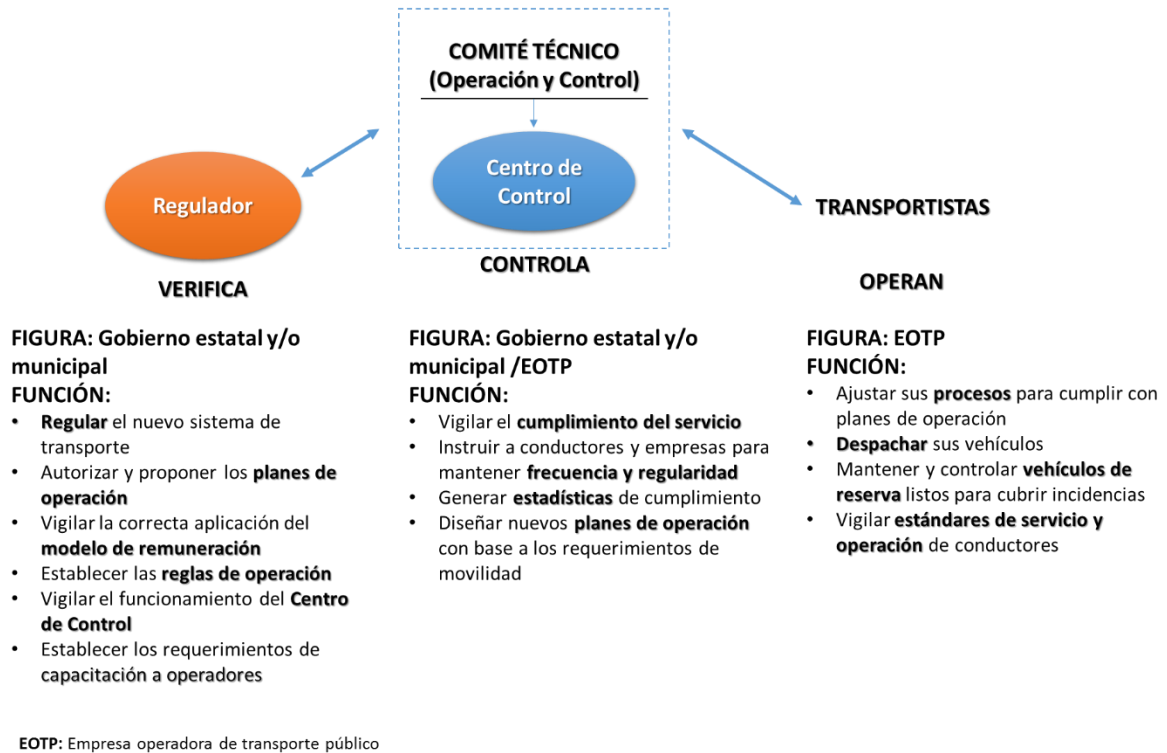


Figura 22 Modelo de operación del sistema de gestión de flota.
Fuente: Elaboración propia

3.11.1. Regulador

Como se describe en este documento, el ente regulador es el gobierno estatal y/o municipal (según corresponda), a través de la dependencia que se designe.

Las funciones generales que debe desempeñar el ente regulador dentro del modelo de operación del sistema de gestión de flota, son las siguientes:

- Vigilar la correcta aplicación del modelo de remuneración, en donde se incentive la calidad en el servicio y se penalice el incumplimiento de parte de los conductores y empresas operadoras

DESARROLLO DE UN DISEÑO CONCEPTUAL DE LOS SISTEMAS DE CONTROL DE COBRO Y GESTIÓN DE FLOTA EN CIUDADES MEDIAS MEXICANAS

- Vigilar el funcionamiento del Centro de Control
- Establecer los requerimientos de capacitación a operadores
- Establecer las reglas de operación del Sistema de Movilidad Urbano.
- Establecer o autorizar los planes de operación (derroteros, horarios de servicio, hora de salida, hora de arribo a paradas, hora de llegada, servicios requeridos, etc.)
- Desarrollar las normas técnicas y de operación del sistema de gestión de flota.
- Validar que las tecnologías cumplan con las normas técnicas vigentes.
- Vigilar el comité técnico de operación y control, y el cumplimiento de sus fines
- Vigilar la integridad de la información operativa generada por el sistema de gestión de flota
- Vigilar el cumplimiento de los contratos para la operación del sistema de gestión de flota.
- Proponer mejoras al sistema de gestión de flota y del sistema de transporte urbano.
- Establecer los mecanismos de información al usuario, contenidos de mensajes publicitarios, características de las app y aplicaciones web.
- Entre otros.

Marco regulatorio:

- Ley de Movilidad del Estado
- Reglamento del Sistema de Movilidad Urbano
- Normas técnicas de tecnologías y equipos de gestión de flota

Infraestructura aportada:

- Sistema Central de Procesamiento y equipamiento del Centro de Control, equipos con la capacidad de monitorear y gestionar en tiempo real una flota de más de 5,000 autobuses para soportar la operatividad del sistema en todas sus etapas.

DESARROLLO DE UN DISEÑO CONCEPTUAL DE LOS SISTEMAS DE CONTROL DE COBRO Y GESTIÓN DE FLOTA EN CIUDADES MEDIAS MEXICANAS

- Instalaciones del centro de control
- Base de telecomunicaciones (frontal de comunicaciones) para soportar el envío y recepción de datos en tiempo real en intervalos no mayores a 20 segundos.
- Tecnología de estaciones y paraderos.

3.11.2. Transportistas

Son todas las empresas de transporte público urbano que tendrán participación en la operación del nuevo sistema. Todos aquellos concesionarios y/o permisionarios que trabajen bajo la modalidad de hombre-camión, preferentemente se deberán adherir a una agrupación.

Las funciones generales que deben desempeñar las empresas de transporte dentro del modelo de operación del sistema de gestión de flota, son las siguientes:

- Mantener los equipos del SAE instalados a bordo del autobús en buen estado y funcionamiento, cumpliendo en tiempo y forma con los mantenimientos correctivos y preventivos.
- Establece los procesos y controles internos para el control y cumplimiento del servicio bajo los estándares establecidos.
- Despachar sus vehículos en tiempo y forma
- Mantener y controlar vehículos de reserva listos para cubrir incidencias
- Vigilar estándares de servicio y operación de conductores, trabajando para mejorar la forma de conducción generando más seguridad al usuario y ahorros considerables en los costos de operación

Infraestructura aportada:

DESARROLLO DE UN DISEÑO CONCEPTUAL DE LOS SISTEMAS DE CONTROL DE COBRO Y GESTIÓN DE FLOTA EN CIUDADES MEDIAS MEXICANAS

- Tecnología a bordo para el control de cobro.
- Concentrador(es) para la descarga y tratamiento de las estadísticas generadas a bordo del autobús.
- Equipos de comunicación para la transmisión de datos del autobús al concentrador.

3.11.3. Comité técnico de operación y control

Como se describe en el apartado 3.7. de este documento, se propone la integración de un comité técnico de operación y control, a través del cual se establezcan las reglas de operación, así como se mida y vigile el cumplimiento de las mismas.

Las funciones generales que debe desempeñar el comité técnico de operación y control dentro del modelo de operación del sistema de gestión de flota, son las siguientes:

- Proponer y autorizar las políticas de operación del sistema, estableciendo los incentivos y penalizaciones con base a la calidad del servicio
- Proponer los modelos de operación que incentiven la calidad del servicio con beneficio de los usuarios, y en su caso solicitar por escrito al fideicomiso del sistema de control de cobro, las modificaciones al modelo de remuneración, previo acuerdo entre gobierno estatal y/o municipal (según corresponda) y empresas transportistas.
- Vigilar el funcionamiento del centro de control
- Establecer las facultades y responsabilidades del centro de control, así como de las empresas transportistas.
- Medir y evaluar el cumplimiento de servicio, así como del desempeño del centro de control
- Proponer nuevos planes de operación con base a los resultados y estadísticas de movilidad que arroje el sistema de gestión de flota

DESARROLLO DE UN DISEÑO CONCEPTUAL DE LOS SISTEMAS DE CONTROL DE COBRO Y GESTIÓN DE FLOTA EN CIUDADES MEDIAS MEXICANAS

- Entre otros

3.11.4. Centro de control

Los sistemas de ayuda a la explotación se apoyan en software especial para el centro de control como componente de un sistema inteligente de transporte (ITS), procesando información en tiempo real, comparándola con la configuración o plan de servicio teórica, prediciendo tiempo de llegada del autobús a su próxima parada y con herramientas de control de la operación que permiten gestionar y regular el servicio, en coordinación con el personal operativo de las empresas de transporte.

En este sentido y atendiendo las recomendaciones del apartado 3.8., será necesario conformar un equipo de trabajo para el centro de control, que tenga las suficientes facultades para instruir a los operadores en tiempo real y por comunicación directa (por voz o mensajes), sobre las acciones que debe realizar el conductor para regularizar el servicio, atendiendo los requerimientos de demanda y planes de operación correspondiente.

Las responsabilidades generales que deben desempeñar el centro de control dentro del modelo de operación del sistema de gestión de flota, son las siguientes:

- Monitorear en tiempo real el cumplimiento de todos los servicios y autobuses que se encuentran en operación, de acuerdo al plan de operación, la regularidad requerida y los tiempos de recorrido.
- Instruir a conductores y empresas para mantener frecuencia y regularidad en el servicio
- Vigilar que todos los servicios planeados sean despachados en tiempo y forma

DESARROLLO DE UN DISEÑO CONCEPTUAL DE LOS SISTEMAS DE CONTROL DE COBRO Y GESTIÓN DE FLOTA EN CIUDADES MEDIAS MEXICANAS

- Adelantar servicios y modificar las corridas con base a los requerimientos de servicio
- Enrolar autobuses de la flota de reserva para cubrir servicios o en su caso realizar los servicios extra que puedan requerirse para atender la demanda no prevista
- Generar estadísticas de cumplimiento de las empresas y conductores de los autobuses
- Presentar análisis sobre los resultados de operación y proponer acciones de mejora
- Diseñar nuevos planes de operación con base a los requerimientos de movilidad

3.11.5. Modelos de remuneración

Para determinar el monto que corresponde pagar a cada uno de los operadores de los diferentes sistemas de transporte público urbano, dependerá del o los modelos de remuneración que se determine para este fin. Hoy en día existen básicamente cuatro modelos de remuneración:

a. Remuneración por el servicio prestado

En este caso se puede pagar al operador por el kilometraje producido, por la cantidad de vehículos en operación y por una combinación de Km y flota. En el primer caso es calculado el costo por Km de cada empresa y multiplicado por el Km producido. Cuando se paga por flota, es calculado el costo por vehículo que es multiplicado por la flota en operación. El modelo combinado, multiplica el costo variable por el Km producido y el costo fijo por la flota en operación.

La principal desventaja de esta forma de remuneración es que normalmente hay una tendencia de los operadores a cumplir el servicio programado y no tiene interés en los pasajeros, lo que puede provocar evasión y pérdida de demanda.

DESARROLLO DE UN DISEÑO CONCEPTUAL DE LOS SISTEMAS DE CONTROL DE COBRO Y GESTIÓN DE FLOTA EN CIUDADES MEDIAS MEXICANAS

b. Remuneración por pasajero transportado

En este modelo es calculado el costo por pasajero que es multiplicado por los pasajeros efectivamente transportados.

Al contrario del modelo de pago anterior, en este caso las empresas tienen elevado interés en el pasajero y normalmente no realizan el servicio programado, principalmente si la demanda es cautiva. Esto provoca que los operadores intenten reducir costos y no poner en operación la flota establecida y/o no realizar los viajes programados, así como competir por el pasaje entre las diferentes empresas que comparte rutas o hasta entre los choferes de la misma ruta cuando su pago es sobre la comisión de la venta, siendo esta causa de muchos accidentes viales.

c. Remuneración combinada (servicio + pasajero)

Este modelo intenta remediar los problemas de los anteriores, con la remuneración calculada en función de los servicios prestados y también de los pasajeros transportados. En este caso se puede dar pesos diferenciados para los sectores de servicios y pasajeros, en función del mayor o más pequeño interés de las operadoras por cualquiera de los dos.

d. Remuneración por eficiencia o productividad

Al igual que la remuneración combinada (servicio + pasajeros), es posible que a largo plazo haya una pérdida de productividad o eficiencia del sistema. Las experiencias enseñan que hay una tendencia de las empresas a incrementar sus servicios, aun cuando la demanda no lo amerite, para tener una mayor participación en el sistema.

DESARROLLO DE UN DISEÑO CONCEPTUAL DE LOS SISTEMAS DE CONTROL DE COBRO Y GESTIÓN DE FLOTA EN CIUDADES MEDIAS MEXICANAS

La mayoría de los sistemas de transporte público no masivos su remuneración es por pasajeros transportados, siendo este modelo el que indirectamente se tiene cuando no hay tecnologías de cobro de por medio.

Para la buena implementación de un proyecto movilidad urbano se recomienda iniciar con el modelo de remuneración por pasajeros transportados, compensando a las empresas transportistas por los pagos que se realizan a bordo de sus autobuses a través de una TISC, lo anterior debido a que pasar a un nuevo modelo de remuneración requiere de un trabajo arduo y exhaustivo sobre todo con los operadores del sistema de transporte público en sus diferentes modalidades.

Aquí tendrías que incluir un resumen de los dos diseños conceptuales y decir que para implementarlo se requieren un conjunto de acciones que tiene que ver con las buenas prácticas para garantizar que el diseño propuesto llegará a buenos términos esto ya sería parte de las recomendaciones

DESARROLLO DE UN DISEÑO CONCEPTUAL DE LOS SISTEMAS DE CONTROL DE COBRO Y GESTIÓN DE FLOTA EN CIUDADES MEDIAS MEXICANAS

COMENTARIOS FINALES Y CONCLUSIONES

De acuerdo a la hipótesis que se planteó, se puede observar que aun cuando se asume que en algunas ciudades donde se ha implementado tecnologías de sistemas de cobro y recaudo, así como gestión de flota, han tenido consecuencias poco deseables que se derivan de la ausencia de un diseño conceptual robusto. El contar con el diseño conceptual propuesto, garantizará que se elija una tecnología adecuada, permitiendo mejorar la regularidad del servicio y control de los ingresos, llevando una operación adecuada.

Los objetivos expuestos en este trabajo de tesis se cumplen en su totalidad, dado que ello permitirá orientar futuros procesos de mejora de la regularidad del servicio y control de los ingresos en sistemas de transporte público urbanos integrados. Así mismo, se cuenta con un diseño conceptual robusto que reduce el riesgo de fracaso al elegir las tecnologías de apoyo adecuadas.

Es necesario contemplar una serie de acciones clave que, en su conjunto con este trabajo de tesis, permita lograr lo anterior expuesto. Estas acciones representan un arduo trabajo multidisciplinario de parte del gobierno municipal y/o estatal (según sea el caso), así como de empresas transportistas que estarán involucradas en la implantación de un nuevo sistema de transporte. Entre las acciones que deberán considerarse se encuentran:

- a. Involucrar y sensibilizar a los concesionarios o permisionarios que participen en el proyecto, para sensibilizar sobre los beneficios del proyecto y las acciones que deberán realizarse.
- b. Promover la integración de los concesionarios o permisionarios que siguen operando en la modalidad de hombre-camión a la figura de empresas.
- c. Definir y trabajar con un equipo de trabajo multidisciplinario para planear proyectos ejecutivos, proceso de adquisición, términos de referencia, contratación

DESARROLLO DE UN DISEÑO CONCEPTUAL DE LOS SISTEMAS DE CONTROL DE COBRO Y GESTIÓN DE FLOTA EN CIUDADES MEDIAS MEXICANAS

- de proveedores, instalación, pruebas y puesta en operación de las, así como los requerimientos de soporte, mantenimiento, capacitación y niveles de servicio.
- d. Adecuar el marco regulatorio vigente para la correcta aplicación y funcionamiento del nuevo sistema de transporte público.
 - e. Generar normas técnicas para la validación de tecnologías que puedan adquirir cada una de las empresas transportistas.
 - f. Conformar un comité de operación y control
 - g. Diseñar los mecanismos de control del dinero flotando (Floting) por tarjetas que han dejado de funcionar o por saldos vencidos. Es importante que este mecanismo se defina operativa y tecnológicamente.
 - h. Definir una estructura tarifaria adecuada a las necesidades propias del servicio de transporte público en sus diferentes modalidades, con una visión a corto, mediano y largo plazo.
 - i. Diseñar un modelo de remuneración como mecanismo de control para incentivar la calidad del servicio y las frecuencias de paso adecuadas.
 - j. Acordar con las empresas transportistas los esquemas de contratación del operador del recaudo y centro de control.
 - k. Realizar un diagnóstico minucioso para la colocación de Puntos de Venta en cadenas de comerciales o tienda de conveniencia, considerando la cobertura deseada, rutas y paradas autorizadas de transporte urbano.
 - l. Diseñar un modelo de fideicomiso para la administración de los ingresos con base al diseño conceptual de la operación.
 - m. Diseñar un mapping (o estructura de tarjeta) para una tarjeta inteligente sin contacto (TISC).
 - n. Diseñar campañas de marketing y de educación que promueva y faciliten el uso de un nuevo medio de pago.
 - o. Entre otras acciones que serán necesarias realizar durante el proceso de implementación.

DESARROLLO DE UN DISEÑO CONCEPTUAL DE LOS SISTEMAS DE CONTROL DE COBRO Y GESTIÓN DE FLOTA EN CIUDADES MEDIAS MEXICANAS

REFERENCIAS

- Asigna. (2009). *Asigna Grupo BMV*. Obtenido de http://www.asigna.com.mx/wb3/wb/ASG/ASG_camara_de_compensacion
- AutoData. (s.f.). *AutoData Seguridad y Control*. Obtenido de <http://www.autodata.com.mx/ADAccesos.htm>
- BANOBRAS. (26 de Noviembre de 2013). *SlideShare*. Obtenido de <http://es.slideshare.net/sibr/gestin-de-sistemas-prepagos-en-transporte-pblico-fimpe>
- definicion.org. (s.f.). *definicion.org*. Obtenido de <http://www.definicion.org/organismo-descentralizado>
- Economía, L. G. (s.f.). <http://www.economia48.com/>. Obtenido de <http://www.economia48.com/spa/d/camara-de-compensacion/camara-de-compensacion.htm>
- Federal, T. S. (s.f.). *Biblioteca Jurídica Virtual*. Obtenido de <http://biblio.juridicas.unam.mx/libros/1/267/3.pdf>
- Greenleaf, J. (s.f.). <http://www.ehowenespanol.com/>. Obtenido de http://www.ehowenespanol.com/acerca-del-diseno-conceptual-sobre_42449/
- Iracheta Cenecorta, Alfonso X.; El Colegio Mexiquense, AC; Red Mexicana de Ciudades hacia la Sustentabilidad. (septiembre de 2006). *La Necesidad de una Política Pública para el Desarrollo de Sistemas Integrados de Transporte en Grandes Ciudades Mexicanas*. Ciudad de México, México.
- ISO. (s.f.). Obtenido de <http://www.iso.org/iso/home/standards.htm>
- Meakin, R. (2006). *Regulación y Planificación de Buses*. Eschborn, Alemania: Deutsche Gesellschaft Für Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH.
- Medaglia, D. (s.f.). *monografias.com*. Obtenido de <http://www.monografias.com/trabajos16/tarjetas-inteligentes/tarjetas-inteligentes.shtml>

DESARROLLO DE UN DISEÑO CONCEPTUAL DE LOS SISTEMAS DE CONTROL DE COBRO Y GESTIÓN DE FLOTA EN CIUDADES MEDIAS MEXICANAS

- Mifare. (s.f.). *Mifare*. Obtenido de <https://www.mifare.net/en/>
- Mundial, C. d. (Marzo de 2003). *Banco de México*. Obtenido de <http://www.banxico.org.mx/sistemas-de-pago/material-educativo/intermedio/%7B8BE6E2D1-95B2-4161-E81E-3EA205742B60%7D.pdf>
- Rascón Chávez, O. A. (2012). *Docplayer*. Obtenido de El Transporte en México y el Mundo - Situación actual y visión a futuro: <http://docplayer.es/5480476-Transporte-i-el-transporte-en-mexico-y-el-mundo-situacion-actual-y-vision-de-futuro.html>
- Sánchez, V. M. (22 de Agosto de 2011). <http://designtheorymeso.blogspot.mx/>. Obtenido de <http://designtheorymeso.blogspot.mx/2011/08/mapa-conceptual-de-la-materia.html>
- Seguí Pons , J. M., & Martínez Reynés, M. R. (1 de Agosto de 2004). *Universidad de Barcelona*. Obtenido de <http://www.ub.edu/geocrit/sn/sn-170-60.htm>
- Vending, G. S. (s.f.). <http://grupobiz.com/>. Obtenido de <http://archivos.gdlsystems.net/GrupoBiz/Independencia%20Economica/Sistemas%20de%20Pago/Sistemas%20Cash%20Less/Prepago/SISTEMA%20DE%20PREPAGO.pdf>
- WikiAnswers. (s.f.). <http://es.answers.com>. Obtenido de http://es.answers.com/Q/Que_es_un_Organismo_P%C3%BAblico_Descentralizado
- wikipedia. (s.f.). *Wikipedia la enciclopedia libre*. Obtenido de https://es.wikipedia.org/wiki/Establecimiento_comercial
- wikipedia. (s.f.). *Wikipedia la enciclopedia libre*. Obtenido de https://es.wikipedia.org/wiki/Back_office
- Wikipedia. (s.f.). *Wikipedia la enciclopedia libre*. Obtenido de Wikipedia: <https://es.wikipedia.org/wiki/Tecnolog%C3%ADa>
- Wikipedia. (s.f.). *Wikipedia la enciclopedia libre*. Obtenido de https://es.wikipedia.org/wiki/ISO_14443
- Wikipedia. (s.f.). *Wikipedia la enciclopedia libre*. Obtenido de <https://es.wikipedia.org/wiki/Mifare>

DESARROLLO DE UN DISEÑO CONCEPTUAL DE LOS SISTEMAS DE CONTROL DE COBRO Y GESTIÓN DE FLOTA EN CIUDADES MEDIAS MEXICANAS

Wikipedia. (s.f.). *Wikipedia la enciclopedia libre*. Obtenido de <https://es.wikipedia.org/wiki/Servidor>

Wikipedia. (s.f.). *Wikipedia la enciclopedia libre*. Obtenido de https://es.wikipedia.org/wiki/Tarjeta_de_proximidad

Wikipedia. (s.f.). *Wikipedia la enciclopedia libre*. Obtenido de https://es.wikipedia.org/wiki/Tarjeta_inteligente

Wikipedia. (s.f.). *Wikipedia la enciclopedia libre*. Obtenido de https://es.wikipedia.org/wiki/Estación_de_autobús

Wikipedia. (s.f.). *Wikipedia la enciclopedia libre*. Obtenido de <https://es.wikipedia.org/wiki/Fideicomiso>

Wikipedia. (s.f.). *Wikipedia la enciclopedia libre*. Obtenido de https://es.wikipedia.org/wiki/Piramide_organizacional

Wikipedia. (s.f.). *Wikipedia la enciclopedia libre*. Obtenido de <https://es.wikipedia.org/wiki/AVL>

Wikipedia. (s.f.). *Wikipedia la enciclopedia libre*. Obtenido de https://es.wikipedia.org/wiki/Base_de_datos

Wikipedia. (s.f.). *Wikipedia la enciclopedia libre*. Obtenido de https://es.wikipedia.org/wiki/Oracle_Database

Wikipedia. (s.f.). *Wikipedia la enciclopedia libre*. Obtenido de https://es.wikipedia.org/wiki/Rastreo_Vehicular_Automatizado

Wikipedia. (s.f.). *Wikipedia la enciclopedia libre*. Obtenido de https://es.wikipedia.org/wiki/Sistema_de_ayuda_a_la_explotación

Wikipedia. (s.f.). *Wikipedia la enciclopedia libre*. Obtenido de https://es.wikipedia.org/wiki/Centro_de_llamadas

Wikipedia. (s.f.). *Wikipedia la enciclopedia libre*. Obtenido de https://es.wikipedia.org/wiki/Front_end_processor

DESARROLLO DE UN DISEÑO CONCEPTUAL DE LOS SISTEMAS DE CONTROL DE COBRO Y GESTIÓN DE FLOTA EN CIUDADES MEDIAS MEXICANAS

Wikipedia. (s.f.). *Wikipedia la enciclopedia libre*. Obtenido de https://es.wikipedia.org/wiki/Servicio_de_atenci3n_al_cliente

WordPress. (s.f.). *Definicion de Operaci3n*. Obtenido de <http://definicion.de/operacion/>

Wright, L. (2002). *Transporte Masivo Rápido en Autobuses (TMRB)*. Eschborn, Alemania: Deutsche Gesellschaft Für Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH.