

CONTENIDO

11	SISTEMA DE CONTROL	11-1
11.1	DESCRIPCIÓN FUNCIONAL Y TÉCNICA	11-5
11.1.1	<i>Sistemas instalados</i>	11-5
11.1.2	<i>Sistema Central.....</i>	11-6
11.1.3	<i>Sistema de Información al Usuario</i>	11-8
11.1.4	<i>Sistema de Semáforos / Sistema de Prioridad de paso para Autobús.....</i>	11-8
11.1.5	<i>Sistema de Comunicación – Transmisión de Datos</i>	11-8
11.1.6	<i>Software para el Centro de Control.....</i>	11-12
11.2	Estimativa de costos	11-13

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 11.1 Esquema general ITS.....	11-3
Figura 11.2 Equipos instalados	11-4

11 SISTEMA DE CONTROL

El Sistema ITS Autobús para el Sistema Integrado Transportes de Chihuahua - SITCHI –tiene como objetivo general, realizar el control de la operación y monitoreo del sistema de transporte colectivo por autobús, desde una central principal para la administración general de la operación del sistema.

El Centro de Control Operacional e Información – COI, deberá contar con una comunicación a equipos móviles instalados en los autobuses, en tiempo real, con tecnología inalámbrica (Wireless), recibiendo y transmitiendo datos e información sobre la operación de las rutas.

El COI deberá tener la capacidad de comunicarse con otras bases fijas, tales como terminales, puntos de parada y patios de las empresas operadoras. Además, el sistema deberá funcionar integrado al Sistema de Control de Tráfico del SITCHI, con dispositivos que posibiliten la prioridad de pase de los autobuses en las intersecciones semaforizadas.

Los ítems básicos componentes de la propuesta general de funcionamiento del sistema abarcan y contemplan dispositivos que deben permitir diversa operaciones, conforme se menciona a continuación:

- Los autobuses deberán estar equipados con computador a bordo, que monitoree y haga la gestión de los equipos instalados en el vehículo para la operación del sistema, incluyendo posicionador GPS, dispositivo de comunicación móvil de datos para comunicación con el COI, lectoras para validadores electrónicos, dispositivo de comunicación por radio de corto alcance que será utilizado para la comunicación del autobús con las bases fijas remotas localizadas en los terminales, o puntos de Concentración de Datos , a través de “Wireless LAN” (red local inalámbrica).
- El COI deberá recibir continuamente la información sobre la operación del sistema en tiempo real, tal como: posición del autobús, autobús atrasado, autobús fuera de ruta, accidente de tránsito, etc. El COI entrará en contacto con el autobús o vice-versa, informando la ocurrencia y orientando (COI) y/o solicitando orientación (autobús) de como proceder. El posicionamiento del autobús es monitoreado en función de las coordenadas informadas por el sistema GPS que contendrá el vehículo.

- El conductor deberá recibir información del COI sobre la situación de la ruta (autobús atrasado, autobús adelantado, etc.), órdenes y orientaciones sobre procedimientos (desvíos de emergencia, cambio de ruta, etc.). Esta comunicación se hará entre la computadora central del COI y el computador a bordo (instalado en el vehículo) dotado de una IHM (interface hombre/máquina) con visor alfanumérico y teclado para lectura y acuse de recibo de mensajes y digitación y envío de mensajes al COI;
- Los Terminales o puntos de Concentración de Datos, deberán contar con un local dotado de computador y consola para acompañar la operación del sistema así como para comunicarse con el COI a través de red física con cable y con los autobuses, a través de la red local inalámbrica por radio de corto alcance.
- El sistema de semáforos del SITCHI deberá operar de forma integrada con el sistema de autobuses, recibiendo la información de la posición de los autobuses y dando prioridad al pase de los autobuses cuando éstos se aproximen a las intersecciones semaforizadas. El sistema deberá ser dotado de detectores de tráfico en los puntos críticos, identificando el grado de ocupación de vía e indicando al operador del COI la necesidad de corrección de los planes de tráfico, y acciones directas en la computadora central de semáforos, para que sus funciones posibiliten decidir el grado de prioridad a ser dada para el paso del transporte colectivo con reducción de atraso en el semáforo.
- Control de pasajeros transportados y de la recaudación a través de los equipos de recaudo electrónico que deberán estar integrado a la computadora para transferencia de la información de demanda (validadores y equipos de conteo de entrada/salida).
- Páneles de información variable instalados en puntos de parada (a definir) a lo largo de los itinerarios y en los terminales de integración, exhibiendo continuamente para los usuarios información sobre las horas de llegada/partida de los próximos buses/rutas.

Las Figuras 11.1 y 11.2 a continuación ilustran, el esquema general previsto para el ITS AUTOBUS en el SITCHI.

Figura 11.1 Esquema general ITS

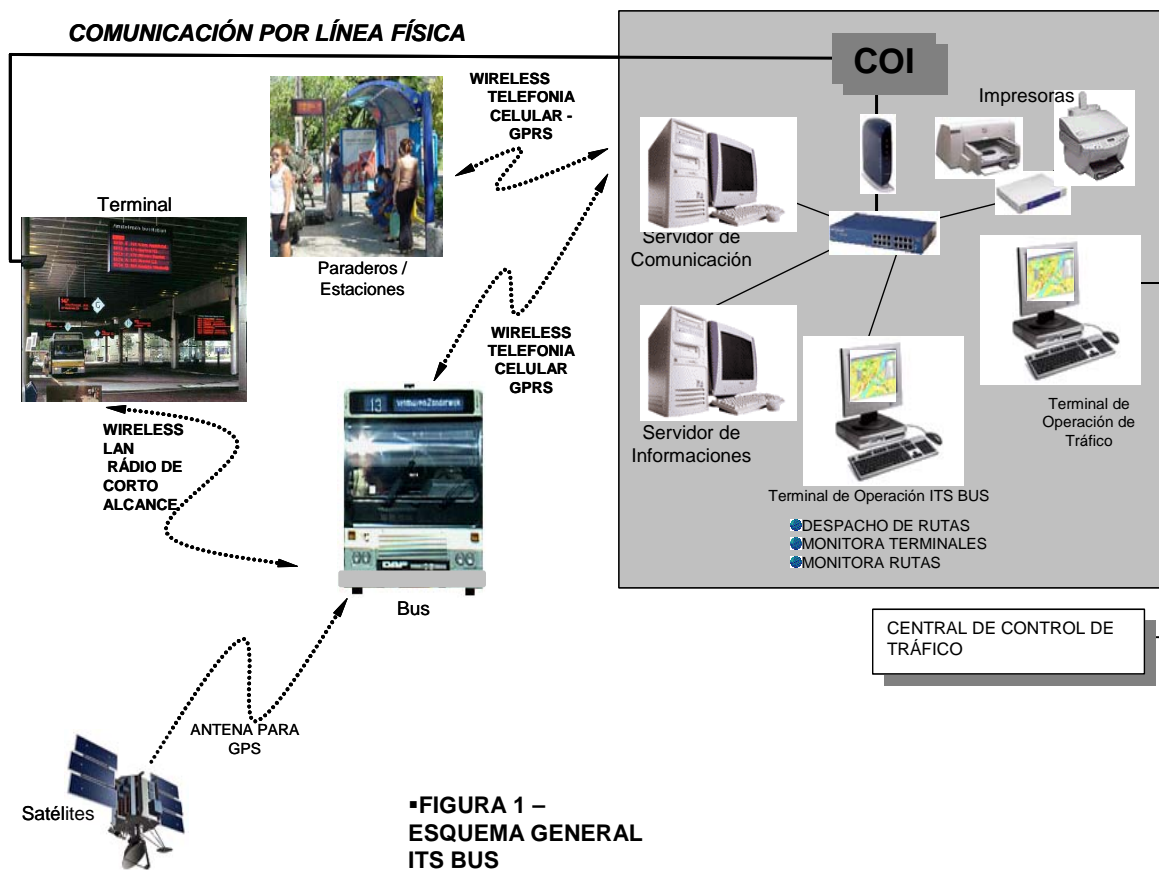
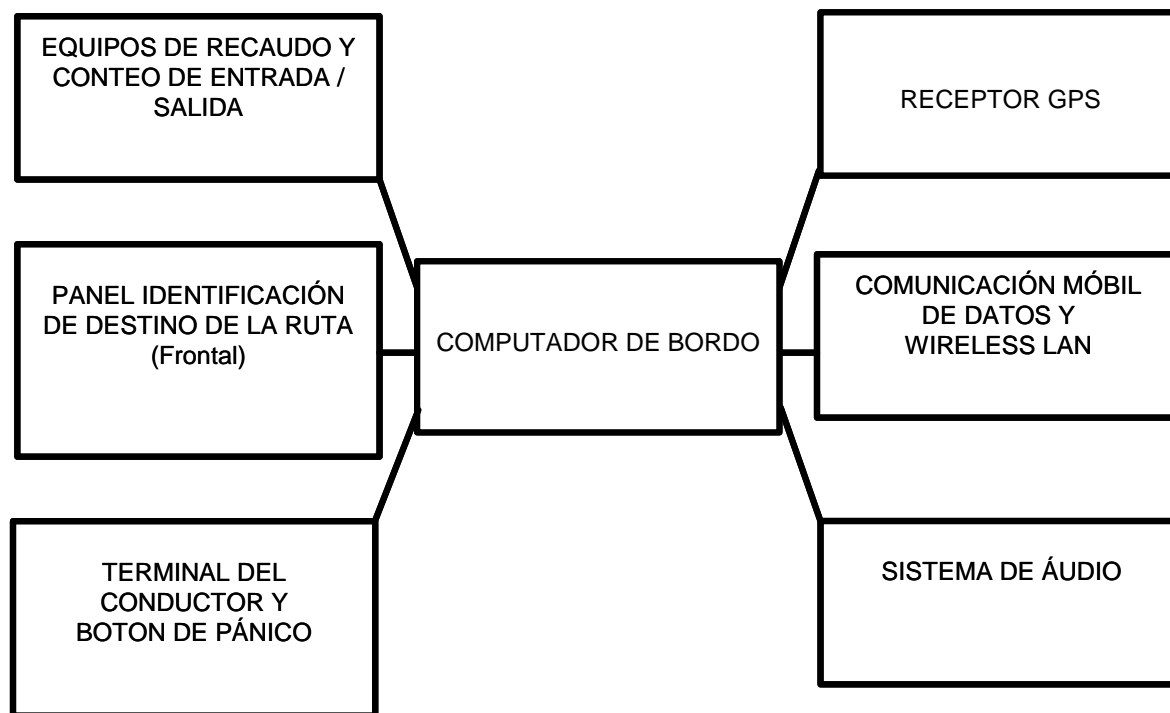


Figura 11.2 Equipos instalados



11.1 DESCRIPCIÓN FUNCIONAL Y TÉCNICA

Los módulos que conforman el Sistema ITS BUS del SITCHI deberán estar organizados en las siguientes categorías:

11.1.1 Sistemas instalados

Los Sistemas instalados se refieren a los equipos que se encuentran dentro en los autobuses. La computadora de a bordo deberá tener las siguientes funciones:

- Control del panel de identificación de la ruta/destino para los pasajeros en los puntos que aguardan determinada ruta de autobús para el embarque;
- Control de la comunicación móvil de datos con el COI;
- Control de la red inalámbrica ("Wireless LAN") para comunicación con los CCO/Terminales;
- Comunicación con los validadores y equipos de conteo de entrada/salida de pasajeros del Sistema de Recaudo;
- Información sonora a los pasajeros;
- Interfaz con el conductor a través del terminal del conductor;
- Informar el conductor sobre la situación de puntualidad del viaje;
- Registro de eventos;
- Monitoreo del "estatus" del vehículo;
- Determinación de la posición del vehículo con base en GPS
- Envío de alarma para el COI cuando botones de pánico son accionados;

Posicionamiento del Vehículo en la Ruta

El sistema de posicionamiento del vehículo en la línea deberá ser obtenido por intermedio del GPS integrado a la Computadora de Bordo. El receptor GPS también deberá sincronizar el reloj de la computadora de bordo.

Páneles Frontales de Destinos

Los autobuses deberán estar dotados de páneles de destinos, que deberán ser instalados en el mostrador frontal superior del autobús, y deberán informar el nombre y número de la ruta, así como alguna característica particular del itinerario. Deberá ser posible alterar automáticamente por lo menos tres mensajes en este display. Los usuarios que estuvieran aguardando los autobuses deberán poder visualizar y leer el mostrador a una distancia de por lo menos 50 metros;

El control del panel deberá ser realizado por la Computadora de a Bordo, de forma totalmente integrada con la operación de la ruta, y automáticamente actualizado siempre que haya alguna alteración en las características de la ruta en operación.

El panel deberá utilizar tecnología LED y deberá ser compatible con la necesidad de uso y de visualización en ambiente externo.

11.1.2 Sistema Central

Centro de Control Operacional y de Información - COI

El COI tendrá la función de realizar la gestión de la operación del Sistema Autobús del SITCHI, operando de forma integrada con el Sistema de Control y Monitoreo del tránsito del corredor.

El COI deberá estar dotado de un puesto de operación equipado de computadora y consola de operación, con monitores e interfaces hombre-máquina con recursos gráficos, de modo que sea posible presentar los datos e información de forma visual gráfica, tornando la operación simple, clara y amigable.

El COI deberá tener capacidad y ser dotado de equipos y sistemas que permitan realizar las siguientes funciones:

- **Monitoreo y Control de Oferta:** La Central deberá ser informada continuamente sobre la programación de todas las rutas que entrarán en operación en el sistema, sus itinerarios, tabla de partidas, flota operacional y de reserva, de modo que sea posible acompañar el desarrollo y desempeño del servicio, en tiempo real, y tomar las medidas y acciones para corregir y minimizar los desvíos ocurridos;
- **Monitoreo de Demanda:** La Central deberá ser capaz de recibir información sobre la demanda de pasajeros de cada ruta, inmediatamente después del término de cada viaje, debiendo ser posible inferir en cuanto al nivel de servicio ofertado en el interior del autobús, en los tramos críticos de carga;

- Información al Usuario en las estaciones: La Central deberá tener la capacidad de enviar mensajes a los paneles de mensajes variables localizados en los principales paradas (estaciones) a lo largo de los corredores, informando los usuarios sobre situación de las rutas, horas de partidas, etc.
- Control de la Recaudación: La Central deberá recibir, al término de cada viaje, datos de la operación de la ruta, sobre los pasajeros transportados, por tipo, y por punto de embarque / desembarque.

Central Local de Terminal

Deberá ser dotada de por lo menos una consola de operación, con recursos gráficos que faciliten el entendimiento de la operación del local y agilice la toma de decisiones. Además, deberá ser posible realizar las siguientes funciones:

- Monitoreo y Control de la Oferta: La Central Local de Terminal debe ser informada continuamente de la programación de todas las rutas que entrarán en operación en el sistema de aquel terminal, sus itinerarios, tabla de partidas, flota operacional y de reserva, de modo que sea posible acompañar el desarrollo y desempeño del servicio, en tiempo real, y tomar las medidas y acciones para corregir y minimizar los desvíos ocurridos;
- Información al Usuario en los Puntos del Terminal: La Central deberá tener la capacidad de enviar mensajes a los paneles de mensajes variables localizados en las paradas del terminal, informando los usuarios sobre situación de las rutas, horas de partidas, etc.

Para las instalaciones del sistema serán necesarios un salon de 40 m² (mínimo) para la Central de Operación y un salon en cada Terminal con 25 m² (mínimo) para el Puesto de Operación del Terminal.

Con relación a la parte del personal operativo el sistema tuvo sus costos calculados proyectándose un conjunto de 20 funcionarios con un sueldo mensual promedio de 5,000.00 pesos y una carga social de 27,80%. Además de eso fue adicionado un valor de 50 dólares por vehículo de la flota del sistema por mes, incluso los costos de comunicaciones

11.1.3 Sistema de Información al Usuario

- **Estaciones Páneles de Mensajes Variables:** Las Estaciones (puntos de parada) deberán estar dotadas de Páneles de Mensajes con la función de mostrar e informar las horas de las próximas llegadas / partidas de las rutas que atienden el respectivo punto, con conteo regresivo de tiempo. El panel será informado a través de un sistema de comunicación inalámbrica GPRS (ver más adelante en el ítem comunicación), y reproducirá la información para el período demandado. El panel deberá tener tecnología a LED, adecuada para ambiente externo, y condiciones de vibración típicas de instalación en estructuras de pequeño porte a lo largo de las vías, junto a las paradas de autobús.
- **Terminales - Páneles de Mensajes Variables:** de manera semejante a las estaciones a lo largo de las rutas, los puntos de los Terminales deberán estar dotados de Páneles de Mensajes con la función de mostrar e informar las horas de las próximas llegadas/partidas de las rutas que atienden el respectivo punto.

11.1.4 Sistema de Semáforos / Sistema de Prioridad de paso para Autobús

El sistema de semáforos deberá ser adaptado para dar prioridad para el pase de los autobuses por las intersecciones controladas. El equipo controlador de tráfico de la intersección deberá recibir información directamente del autobús y reaccionar, en tiempo real, a la solicitud, de acuerdo con algoritmos internos del controlador, y de las calibraciones y parámetros efectuados en el sistema de control de tráfico.

11.1.5 Sistema de Comunicación – Transmisión de Datos

La comunicación y transmisión de datos para sistemas urbanos de control y monitoreo de tráfico y transportes ha sido objeto de constantes adecuaciones al estado del arte de la tecnología disponible. Estas adecuaciones buscan obtener los mejores resultados en función de las reales necesidades de cada sistema.

Filosofía general

La transmisión de datos para Sistemas de Control y Monitoreo de Tráfico y Transporte Urbano debe ser concebida de tal manera que posibilite su adaptación a los avances tecnológicos que puedan ocurrir en las técnicas de transmisión de datos en los próximos años (upgrade). También deben ser considerados que cambios de

gran escala se concretan lentamente, de modo que los sistemas existentes deberán coexistir con nuevos sistemas por considerables períodos de tiempo.

Un pre-requisito que debe ser considerado para la arquitectura del sistema de transmisión, es su flexibilidad, para que no sea dependiente exclusivamente de un único medio de comunicación específico

Las especificaciones tuvieron como condicionantes generales la siguiente configuración de flujo de información:

Flujo 1 – Comunicación COI – Autobús

Flujo 2 - Comunicación COI – Centrales Locales (Terminales)

Flujo 3 - Comunicación COI – Estaciones

Flujo 4– Comunicación COI – Controlador de Semáforo

Comunicación COI – Autobús.

La comunicación entre el COI y los Autobuses deberá permitir la transmisión de datos entre la computadora central y las computadoras de a bordo (unidades móviles). La comunicación será inalámbrica (Wireless) y la tecnología a ser ofertada por el suministrador del sistema deberá atender a los siguientes requisitos:

- Área de cobertura = Municipio de Chihuahua, sin área de sombra en las vías soporte del transporte colectivo, incluso posibilitando la comunicación en áreas internas de Terminales.
- Capacidad de comunicación para una flota de hasta 500 vehículos, con capacidad de poder obtenerse ampliarse esta capacidad cuando el sistema lo requiera.
- Tiempo de ciclo de comunicación entre computadora central y computadora de bordo de no más de 10 segundos, en los períodos de mayor demanda del sistema.
- El protocolo de comunicación a ser utilizado deberá ser el TCP/IP.
- El sistema adoptado deberá poseer dispositivos de seguridad contra invasiones, tales como criptografía, fire-walls, etc.

- La tasa de transmisión debe ser compatible con la cantidad de datos necesarios a la comunicación

Comunicación COI – Centrales Locales de Terminales (o puntos de Concentración de Datos)

La comunicación entre el COI y las Centrales Locales de Terminales deberá permitir la transmisión de datos entre la computadora central y las computadoras de los Terminales.

La comunicación será por medio de rutas telefónicas de banda ancha conectando la red local del COI a las redes locales de las Centrales Locales.

Las Centrales Locales deberán tener acceso en tiempo real al COI solamente de los datos de sus rutas, así como transferir archivos. El COI deberá tener amplio acceso en tiempo real a las Centrales Locales de cualquier dato del sistema en cuestión y poder transferir archivos y enviar mensajes para los paneles de mensaje variable localizados en los terminales.

- Las rutas y los modems serán alquilados de la Concesionaria Telefónica Local, no haciendo parte del objetivo de suministro.
- Todos los otros equipos y softwares necesarios tales como hubs, switches, roteadores, etc, deberán formar parte del objetivo del suministro y deben ser definidos por el proveedor.
- También deberán ser previstos por el proveedor de dispositivos de seguridad contra invasiones, tales como criptografía, fire-walls, etc.
- La tasa de transmisión deberá ser compatible con la cantidad de datos necesarios a la comunicación

Comunicación COI – Estaciones

La comunicación entre el COI y los Puntos de Parada deberá permitir la transmisión de datos entre la computadora central y los paneles de mensaje variable localizados en las estaciones. La comunicación deberá ser inalámbrica (Wireless) de la misma tecnología ofrecida para la comunicación entre el COI y los autobuses. También, deberá considerarse:

- Área de cobertura = Municipio de Chihuahua, sin área de sombra en las vías soporte del transporte colectivo.

- Capacidad de comunicación para 50 estaciones, aumentada para una capacidad de reserva para expansión de por lo menos el 50%.
- Tiempo de ciclo de comunicación entre computadora central y p  nel de mensaje variable de máximo 5 segundos, en los períodos de mayor demanda del sistema.
- El sistema adoptado deberá poseer dispositivos de seguridad contra invasiones, tales como criptografía, fire-walls, etc.
- La tasa de transmisión debe ser compatible con la cantidad de datos necesarios a la comunicación

Comunicación Autobús – Centrales Locales de Terminales (o puntos de Concentración de Datos)

La comunicación entre los Autobuses y las Centrales Locales deberá permitir la transmisión de datos entre la computadora de bordo y las computadoras de los terminales. La comunicación será por medio de red inalámbrica (Wireless LAN) conectando la computadora de a bordo a la red local de la Central Local en el que se encuentra:

- Los terminales harán la colecta de todos los datos del viaje (número de pasajeros, registros, etc.), a cada viaje del autobús.
- Al final de una jornada, o cambio de línea, deberán realizar la colecta de los datos acumulados durante la jornada de trabajo. Estos datos deberán ser transmitidos automáticamente al COI. También deberá ser posible realizar el download de la Central Local para el autobús de la configuración de la ruta a ser cumplida, conductor, etc.

En ambos los casos la comunicación entre la Computadora de a Bordo y la Central Local de Terminal deberá ocurrir de la siguiente forma:

- La comunicación deberá ser por medio de radio de corto alcance.
- La distancia máxima entre las antenas en línea visada no debe ser superior a 1 Km.
- Todos los equipos y softwares necesarios tales como hubs, switches, roteadores, radios, antenas, etc, forman parte del objetivo del suministro y deben ser definidos por el proveedor.

- También deberán estar provistos de un suministro de dispositivos de seguridad contra invasiones, tales como criptografía, fire-walls, etc.
- La tasa de transmisión deberá ser compatible con la cantidad de datos necesarios para la comunicación.

NOTA GENERAL

Los equipos e instalaciones a ser propuestos deberán ser compatibles y apropiados para las temperaturas extremas que la Ciudad de Chihuahua presenta a lo largo del año.

11.1.6 Software para el Centro de Control

Sigue una descripción de las herramientas y/o funciones incluidas en los conjuntos de softwares mencionados en la Tabla 11.1 Estimativa de Costos:

- Software de control de flotas y información a pasajeros en tiempo real (para 500 vehículos) es un conjunto que engloba 3 partes principales: la primera es el rastreo de los vehículos a través del sistema GPS y equipo de comunicación embarcada, la segunda es alimentación del sistema GIS (Geografic Information Sistem) para geo referenciamento de las informaciones del campo y su traducción visual para localización de los vehículos en tiempo real, y la tercera el envío y recepción de las informaciones necesarias al banco de datos general;
- Software servidor de Internet como Windows, Linux o similar;
- Software cliente para puntos de concentración de datos: es el sistema responsable por gerenciar el banco de datos tipo “relacional” de la operación, con entrada y salida de informaciones a través de “language estructurada” de modo a permitir operaciones rápidas y seguras. Puede ser SQL-Server, ORACON, FIREBIRD o similar, trabajando en un sistema operacional Windows, Linux o similar.

11.2 ESTIMATIVA DE COSTOS

Tabla 11.1 Estimativa de Costos

Item	Descripción	Unidad	Quant.	Precio Unitario (US\$)	Precio Total (US\$)
1.	CENTRO DE CONTROL OPERACIONAL				
1.1	Equipos				
1.1.1	Servidor Central de Alto Desempeño, con Fuente Redundante, 2 HD Raid 0, DVDR/W, DAT 24 GBytes, Ethernet 10/100/1000 Mbps, Monitor color 15" LCD, teclado, mouse	pieza	1	8.000,00	8.000,00
1.1.2	Servidor Internet y SMS, de Alto Desempeño, con Fuente Redundante, 2 HD Raid 0, DVDR/W, DAT 24 GBytes, Ethernet 10/100/1000 Mbps, Monitor color 15" LCD, teclado, mouse	pieza	1	5.000,00	5.000,00
1.1.3	Terminal de Operación y Apoyo - Computadora de alto Desempeño, DVDR/W, Ethernet 10/100/1000 Mbps, 2 monitores coloridos 21" LDC, teclado, mouse	pieza	1	5.000,00	5.000,00
1.1.4	Equipos de interconexión / red local (cables, hubs, switches, roteadores, etc)	conjunto	1	3.000,00	3.000,00
1.1.5	Reloj Maestro	pieza	1	2.500,00	2.500,00
1.1.6	Impresora láser monocromática A4	pieza	1	1.000,00	1.000,00
1.1.7	Impresora deskjet color A3	pieza	1	400,00	400,00
1.1.8	Mobiliario	conjunto	1	5.000,00	5.000,00
1.1.9	Software de control de flotas e información a pasajeros en tiempo real para 500 vehículos	licencia	1	150.000,00	150.000,00
1.1.10	Software Servidor del Internet	licencia	1	10.000,00	10.000,00
1.1.11	Software Cliente para Puntos de Concentración de Datos	licencia	5	5.000,00	25.000,00
1.2	Servicios				
1.2.1	Instalación y tests de los equipos, softwares y aterramiento del COI	conjunto	1	8.800,00	8.800,00
1.2.2	Preparación del banco de datos para la Central, contemplando los autobús, puntos de parada, garajes y terminales	conjunto	1	5.000,00	5.000,00
1.2.3	Preparación mapa general del corredor	tela	1	1.000,00	1.000,00
1.2.4	Preparación telas para cada ruta	conjunto	1	3.000,00	3.000,00
CENTRO DE CONTROL OPERACIONAL - SUBTOTAL:					232.700,00
2.	TERMINALES				
2.1	Equipos				
2.1.1	Terminal de Operación y Apoyo en los terminales de autobús - Computadora de alto Desempeño, DVDR/W, Ethernet 10/100/1000 Mbps, 2 monitores a color 21" LDC, teclado, mouse	pieza	2	5.000,00	10.000,00
2.1.2	Equipos de interconexión/rede local del garaje (cables, hubs, switches, roteadores, etc)	conjunto	2	1.000,00	2.000,00
2.1.3	No-break individual para los equipos de la red local y red inalámbrica	pieza	2	350,00	700,00
2.1.4	Software Cliente para Terminales	licencia	2	5.000,00	10.000,00
2.1.5	"Gateway Wireless" nos puntos terminales para comunicación con Bus (red sem fio)	conjunto	2	4.000,00	8.000,00
2.1.6	Panel de Información con tecnología LED, full matrix, 10 líneas monocromáticas en el color ámbar, altura de letra 20 cm, 20 caracteres por ruta, módulo de procesamiento y equipos de comunicación de datos para informaciones generales del terminal	pieza	2	30.000,00	60.000,00
2.2	Servicios				
2.2.1	Instalación y tests de los equipos y softwares del garaje y terminales	conjunto	2	2.500,00	5.000,00
2.2.2	Configuración de los terminales de operación	conjunto	2	500,00	1.000,00
TERMINALES- SUBTOTAL:					96.700,00

Item	Descripción	Unidad	Quant.	Precio Unitario (US\$)	Precio Total (US\$)
3.	PUNTOS DE PARADA (considerada instalación en 10 puntos del corredor)				
3.1	Equipos				
3.1.1	Panel de Información con tecnología LED, 4 líneas monocromáticas módulo de procesamiento y equipos de comunicación de datos	pieza	10	11.800,00	118.000,00
3.2	Servicios				
3.2.1	Instalación y tests de los equipos y aterramiento de los paneles	conjunto	10	1.500,00	15.000,00
PUNTOS DE PARADA - SUBTOTAL:					133.000,00
4.	VEHÍCULOS (considerada una flota de 403 vehículos)				
4.1	Equipos				
4.1.1	Computadora de bordo incluyendo terminal del conductor, receptor GPS y equipos de comunicación de datos	pieza	403	1.500,00	604.500,00
4.1.5	Panel LED frontal de destino con 2 líneas monocromáticas	pieza	403	300,00	120.900,00
4.1.6	Software de control de la computadora de bordo	licencia	1	100.000,00	100.000,00
4.2	Servicios				
4.2.1	Instalación y tests de los equipos embarcados	conjunto	403	300,00	120.900,00
VEHÍCULOS - SUBTOTAL:					946.300,00
5.	Integración con el Sistema Automatico de Recaudo				
5.1	Servicios				
5.1.1	Integración de la computadora de Bordo con el Validador Electrónico	conjunto	1	15.000,00	15.000,00
INTEGRACIÓN CON BILHETAGEM - SUBTOTAL:					15.000,00
6	INGENIERÍA, OPERACIÓN, ENTRENAMIENTO Y MANUTENCIÓN				
6.1	Ingeniería, consultoría y asistencia técnica	mês	12	5.000,00	60.000,00
6.2	Documentación y proyectos ejecutivos típicos	conjunto	1	30.000,00	30.000,00
6.3	Entrenamiento de operación, manutencion del COI y de los operadores	conjunto	1	15.000,00	15.000,00
SUBTOTAL:					105.000,00
TOTAL GENERAL:					1.528.700,00