

ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ DC

EMPRESA DE TRANSPORTE DEL TERCER MILENIO TRANSMILENIO S.A.

LICITACION PÚBLICA No. XXX de XXX

ANEXO 26
MEMORANDO DEL PROYECTO: ESPECIFICACIONES Y LINEAMIENTOS
TÉCNICOS.

DOCUMENTO DE TRABAJO

Nota: El presente documento se publica con el único fin de recibir comentarios de los potenciales interesados y exclusivamente se trata de un borrador de estructuración, por lo cual TRANSMILENIO S.A. se reserva el derecho de modificarlo íntegramente y por su publicación no se obliga a dar inicio a ningún proceso de selección.

Es importante aclarar que las especificaciones y/o requerimientos relacionados en el presente documento son a manera de referencia y TRANSMILENIO S.A. en cualquier momento podrá adicionar o eliminar elementos a las diferentes condiciones jurídicas, técnicas, operativas y financieras, que por cumplimiento de las leyes, o por su condición o por las circunstancias de la dinámica de las tecnologías representen una mejora en la operación troncal del Sistema.

Fuente de la información

LEONARDO CAÑÓN RUBIANO

Director Técnico de BRT

ANDRÉS FELIPE CARDONA LÓPEZ

Director de Modos Alternativos de Transporte

NATHALY MILENA TORREGROZA VARGAS

Directora Técnica de Seguridad

JOSÉ GUILLERMO DEL RIO BAENA

Jefe Oficina Asesora de Planeación

BIBIANA SALAMANCA JIMENEZ

Subgerencia de Desarrollo de Negocios

DIANA GISELA PARRA CORREA

Subgerente Económica

FELIPE A. RAMIREZ BUITRAGO

Subgerencia Técnica y de Servicios

CARMEN ALICIA RUEDA RUEDA

Directora de TICs

Aprobó

MELBA ROCIO PERÉZ TUTA

Subgerente Jurídico

DIANA GISELA PARRA CORREA

Subgerente Económica

FELIPE A. RAMIREZ BUITRAGO

Subgerente Técnica y de Servicios

BIBIANA SALAMANCA JIMENEZ

Subgerente de Desarrollo de Negocios

MARÍA CONSTANZA ÁLVAREZ SARMIENTO

Subgerente de Comunicaciones y Atención al
Usuario

GUSTAVO E. GARCÍA BATE

Subgerente General

GLOSARIO

Access Point: Es un dispositivo que interconecta dispositivos de comunicación inalámbrica para formar una red inalámbrica (WiFi) que también puede conectarse a una red cableada y puede transmitir datos entre dispositivos conectados a la red cableada y los dispositivos inalámbricos.

Acta de entrega definitiva de los bienes dados en administración: Acta que se firma al momento de efectuarse la entrega del patio de operación por parte de TRANSMILENIO S.A. al CONCESIONARIO, a título de administración.

Acta de entrega provisional de los bienes dados en administración: Acta que se firma al momento de efectuarse la entrega parcial del patio de operación por parte de TRANSMILENIO S.A. al CONCESIONARIO, a título de administración.

Agentes del Sistema: Se consideran agentes del sistema, aquellos concesionarios, empresas y/o entidades que ejecutan algún tipo de actividad dentro del SITP para el adecuado funcionamiento del mismo en cualquiera de sus aspectos operativos.

Área de parqueo: Es la zona del patio de operación destinada al estacionamiento de los vehículos que conforman la flota al servicio de la operación troncal del Sistema TransMilenio.

Área paga intermunicipal: Es el espacio asignado en los portales para el ascenso y descenso de los pasajeros que proceden o se dirigen a las ciudades o municipios aledaños al Distrito Capital.

Área no paga intermunicipal: Es el espacio asignado en los portales para el acceso de pasajeros intermunicipales, sin que ingresen al Sistema TransMilenio y por lo tanto, sin que haya lugar al pago de la tarifa.

Área de soporte técnico y mantenimiento: Es la zona del patio de operación en la cual el Concesionario bajo su cuenta y riesgo instalará todos los equipos e infraestructura necesarios para la prestación de los servicios de soporte a la operación (lavado, abastecimiento de combustible y/o carga fuentes de poder y todos los tipos de mantenimiento técnico) de los buses que conforman la flota al servicio de la operación del Sistema TransMilenio.

Asistente Financiero: Se refiere al proponente, miembro del proponente o asistente financiero (tercero) que acredite experiencia en consecución de recursos

bajo las condiciones establecidas para el efecto en el presente pliego de condiciones.

Autonomía de la flota: Es la distancia máxima recorrida para cada tipo de vehículo en la flota previo a tener que reabastecer combustible o recargar fuente de energía.

Banco Aceptable: Es un establecimiento de crédito establecido y legalmente autorizado para operar en Colombia, o instituciones financieras del exterior, que forman parte del anexo 1 de la circular reglamentaria DCIN 83, emitida por el Banco de la República, o por la norma que lo modifique adicione o sustituya, cuya deuda de largo plazo, tenga una calificación de crédito, igual o superior a “BBB”, efectuada por Standard and Poors o Fitch Ratings, o su equivalente en otras agencias calificadoras internacionalmente reconocidas.

Botón de Pánico: Es un dispositivo en los buses que es accionado por el conductor del vehículo o por los pasajeros para indicar una situación de peligro a la plataforma tecnológica del sistema CCTV, subsistema de control de flota y activa de manera automática el micrófono ambiente a bordo del bus.

BRT (Bus Rapid Transit): Sigla en inglés (Bus de Tránsito Rápido). Es un sistema de transporte masivo operado con buses de alta capacidad, típicamente acompañado con infraestructura de estaciones que funcionan como zonas pagas accesibles que permiten el ascenso y descenso rápido por parte de los pasajeros entre los buses y la estación, tal como funciona en el caso del Sistema TransMilenio.

Bus alimentador: Bus de mediana capacidad, adecuado a las condiciones viales y de tránsito de la ciudad que permiten el acceso desde los barrios cercanos al sistema con una tarifa integrada y sin pagar doble viaje, estos buses deben cumplir con la Norma Técnica del ICONTEC 4901-03, Manual de Operaciones y con el Manual de normas gráficas del SITP en su versión actualizada.

Bus articulado: Bus de alta capacidad que cuentan con dos (2) cuerpos o vagones, una (1) articulación y tres (3) o cuatro (4) ejes, estos vehículos dependiendo de su configuración pueden tener una longitud de hasta veintiún (21) metros para el bus de tres (3) ejes y de hasta veinticuatro (24) metros para el bus de cuatro (4) ejes. La capacidad de los buses pueden ser de hasta doscientos treinta (230) pasajeros aproximadamente. Estos vehículos operan en los corredores exclusivos del Sistema TransMilenio. El peso del vehículo debe cumplir con lo establecido en la Norma Técnica ICONTEC NTC 4901-01 actualizada.

Bus biarticulado: Bus de alta capacidad que cuenta con tres (3) cuerpos o vagones y dos (2) articulaciones. Tienen una actual dentro del Sistema TransMilenio una

capacidad de doscientos cincuenta (250) pasajeros, longitud de hasta veintiocho (28) metros de largo y su peso debe cumplir con lo establecido en la Norma Técnica ICONTEC NTC 4901-01 actualizada.

Bus padrón dual: Bus de mediana capacidad y un solo cuerpo que está especialmente adaptado para operar tanto en la infraestructura de tipo troncal (estaciones y portales) y como en la infraestructura de tipo zonal (anden). Debe cumplir con las Normas Técnicas del ICONTEC NTC 4901-03 y 5701. Su capacidad de acuerdo con la norma es de entre ochenta (80) pasajeros y ciento veinte (120 pasajeros)., su longitud puede ser de hasta trece punto cinco (13.5) metros para la configuración de dos (2) ejes y de hasta quince punto cinco (15.5) metros para la configuración de tres (3) o cuatro (4) ejes. Adicionalmente presenta accesibilidad total a personas en condición de discapacidad. Este bus cuenta con puertas de servicio al costado izquierdo para su operación en el componente troncal, junto con puertas en el costado derecho para operar en el componente zonal; por lo anterior, cuenta con validadores y sistema de recaudo a bordo.

Bus TransMilenio: Bus con una tipología específica que cumple con las características técnicas y con las condiciones previstas en los distintos contratos de concesión y sus anexos, que opera en los corredores exclusivos del Sistema TransMilenio y en las zonas de alimentación establecidas en los mismos.

Cableado, Ranuras y Accesorios para Instalación de Equipos a Bordo: Son los elementos que permiten la interconexión y alimentación eléctrica a los equipos y dispositivos del SIRCI instalados a bordo del bus.

Calidez: Respuesta emitida por la Entidad, con características de amabilidad y respeto.

Canal de Comunicación: Un canal de comunicación es el medio de transmisión por el que viajan las señales portadoras de información que pretenden intercambiar emisor y receptor. En el caso de TRANSMILENIO, se cuenta con canales tales como: presencial, telefónico, virtual (página web), Intranet, Correo electrónico, Carteleras, etc.

Carcasas y Soportes de los Equipos a Bordo del Bus: Es el mobiliario que requiere el concesionario del SIRCI, para la instalación de los equipos y dispositivos a bordo del bus, acorde con los requerimientos de soporte, firmeza, seguridad y estabilidad.

Centro de Control Troncal de TRANSMILENIO S.A.: Lugar especialmente acondicionado en las instalaciones de TRANSMILENIO S.A. en el cual se encuentra el software y hardware diseñado y suministrado por el CONCESIONARIO del SIRCI donde converge la información del SIRCI, para que el ente gestor pueda ejercer sus funciones de planeación y control global de la operación, así como la programación operación y gestión de los servicios troncales en los términos definidos en el presente Contrato. Este Centro de Control será operado por TRANSMILENIO S.A.

Centro de Monitoreo Maestro de TRANSMILENIO S.A.: Lugar especialmente acondicionado, en el cual se encuentra el software y hardware diseñado y suministrado por el CONCESIONARIO DE OPERACIÓN donde converge la información del Sistema CCTV, para que el ente gestor pueda ejercer sus funciones de Seguridad y Vigilancia del sistema.

Cierre Financiero: Se entenderá que el proponente ha obtenido el cierre financiero cuando TRANSMILENIO S.A. verifique, durante el proceso de calificación, que se ha cumplido con los documentos que acreditan el perfeccionamiento del conjunto de operaciones de endeudamiento para la adquisición de los vehículos que se utilizarán para la prestación del servicio de transporte masivo de pasajeros y en general, para el cabal cumplimiento de las obligaciones del presente Contrato.

Circuitos y Dispositivos Eléctricos y Electrónicos de Alimentación y Regulación del Sistema Eléctrico del Bus: Son los elementos eléctricos o electrónicos que suministran al bus los requerimientos de alimentación eléctrica y señales de datos.

Claridad: Respuestas concretas con el objetivo de lograr que el usuario entienda lo que pretende transmitir la Entidad. Para esto es importante un lenguaje adecuado, evitando tecnicismos utilizados al interior de la entidad y/o en los concesionarios del sistema.

Coherencia: Respuesta brindada al ciudadano debe ser acorde a la solicitud realizada por el mismo.

Comunidad: Grupo o conjunto de individuos, que comparten elementos en común como un idioma, costumbres, valores, tareas, ubicación geográfica, estatus social y

Página 6 de 186

roles. Por lo general en una comunidad se crea una identidad común, mediante la diferenciación de otros grupos o comunidades y se une bajo la necesidad o meta de un objetivo, como puede ser el bien común.

Concesionario de Operación: Es el Adjudicatario de la presente licitación pública con quien se suscribirá el correspondiente Contrato de Concesión para la explotación no exclusiva del componente troncal del Subsistema TransMilenio del SITP.

Concesionario del SIRCI: Es el Adjudicatario del contrato No. 001 DE 2011 DE CONCESIÓN DEL SISTEMA INTEGRADO DE RECAUDO, CONTROL E INFORMACIÓN Y SERVICIO AL USUARIO (SIRCI)", quien suministra la Plataforma SIRCI.

Confiabilidad: Es la probabilidad de que un dispositivo realice adecuadamente su función prevista a lo largo del tiempo.

Consola del Conductor: Es el panel electrónico a bordo del bus que permite al conductor del bus visualizar las variables relacionadas con la operación del bus e interactuar con el centro de control y plataformas del SIRCI.

Cultura Ciudadana: Conjunto de costumbres, rutinas y justificaciones mínimas compartidas que generan sentido de pertenencia, facilitan la convivencia y conducen al respeto del patrimonio común y al reconocimiento de los derechos y deberes ciudadanos. En tanto sistema normativo, se fundamenta en el reconocimiento y en la práctica de un conjunto de dinámicas de interacción entre las personas que les permiten compartir diferentes espacios de manera tranquila y no conflictiva, reconociendo contextos y comportándose en cada uno de ellos según las reglas correspondientes.

Centro de Control: Lugar especialmente acondicionado en las instalaciones que indique el ente gestor en el cual se encuentra el software y hardware diseñado y suministrado por el concesionario del SIRCI para que el ente gestor ejerza sus funciones de verificación de las programaciones de los distintos CONCESIONARIOS de operación, gestión y control de los servicios troncales. Este centro de control será operado por el ente gestor.

Certificado de vinculación al servicio: Es el documento que acredita el cumplimiento por parte del concesionario de operación de transporte de los requisitos establecidos en el contrato de concesión para permitir la incorporación de un bus a la operación, con el propósito de prestar el servicio de transporte masivo de pasajeros.

Corredor exclusivo o vía exclusiva: Son calzadas designadas sobre las troncales para la circulación permanente y exclusiva de los buses TransMilenio en función de la prestación del servicio de transporte masivo de pasajeros.

Concesionario Saliente: Empresa de carácter privado que finaliza la prestación de servicio de transporte público masivo de pasajeros siendo operador del sistema TransMilenio de la Fase I.

Componentes del bus: Son todos aquellos elementos que conforman de manera integral del vehículo y soportan el funcionamiento correcto del mismo.

Contrato de Fiducia Concesionario: Es el contrato de fiducia mercantil que suscribirá el CONCESIONARIO con una fiduciaria y por medio del cual se constituye el patrimonio autónomo para la administración de todos los aportes, recursos de financiación, desembolsos y transferencias que hagan el concesionario, los financiadores o cualquier tercero autorizado para respaldar las inversiones que requiere la operación.

Contrato de Fiducia SITP: Es el contrato de fiducia mercantil que suscribirán los concesionarios del SITP con la fiduciaria y por medio del cual se constituye el patrimonio autónomo para la administración centralizada de los recursos del SITP.

Desincentivos Operativos: Penalidades que asume el concesionario al incurrir en faltas relacionadas con el desempeño operativo, técnico, ambiental y de seguridad.

Derecho de Petición: Solicitud mediante la cual se consulta a las autoridades, por razones de interés general, particular o de información y en relación con las materias a su cargo.

Divulgar: Hacer que un hecho, una noticia, una lengua, un conjunto de información etc. llegue a conocimiento de muchas personas, a través de canales de comunicación óptimos para el emisor y el receptor de los contenidos.

Dólares de los Estados Unidos de Norte América o Dólares: Es la moneda de curso legal en los Estados Unidos de Norte América, la que, para todos los efectos se tomará por su valor equivalente al peso colombiano, según la tasa representativa del mercado certificada Banco de la República.

Elementos Dinámicos de Publicidad: Medio físico de comunicaciones donde se proyectan imágenes luminosas, las cuales pueden tener diferentes emisores y receptores. La proyección de imágenes puede tener diferentes características de secuencia, resoluciones, colores y tamaños; pueden ser únicas o múltiples.

Elemento publicitario: Es la unidad constituida por la integración de la pieza publicitaria y el modulo que la soporta.

Ente Gestor: Corresponde a TRANSMILENIO S.A., como la empresa encargada de la planeación, gestión y control del SITP.

Equipo de comunicaciones de SIRCI a bordo del bus: Son los terminales de comunicaciones móviles instalados a bordo del bus que permiten la comunicación de voz y datos del bus con las plataformas tecnológicas del SIRCI.

Espacios para Cableados del Sistema de Sonido: Corresponde a la disposición de espacios requeridos para instalar el cableado dentro del bus relacionado con los equipos de sonido.

Estación: Es el lugar autorizado y acondicionado para el ascenso y el descenso de pasajeros de las rutas troncales.

Estación de integración de cabecera: Estación que se localizan en los extremos de los corredores troncales en los que se realizan transbordos entre servicios troncales, rutas alimentadoras e intermunicipales, en donde se da el ascenso y descenso de pasajeros desde y hacia la red alimentadora urbana e intermunicipal.

Estación de integración intermedia: Son puntos sobre los corredores troncales que permiten transbordos de los usuarios entre servicios alimentadores urbanos y servicios troncales.

Estación sencilla: Estación que se localiza sobre los corredores troncales especializados, donde se permite el ascenso y descenso de pasajeros a los buses de alta capacidad que circulan por las troncales.

Esquema operacional: Conjunto de servicios, paradas, tiempos de ciclo y de operación diseñados para atender la demanda en un periodo determinado.

Estándares de operación del servicio de transporte: son el conjunto de parámetros asociados con un nivel de servicio adecuado al pasajero, entre los

cuales se incluyen accesibilidad, condiciones de aseo, comodidad, mantenimiento de los vehículos, regularidad y puntualidad en el servicio y seguridad.

Fecha de referencia último modelo: La fecha de referencia para vincular un vehículo último modelo, deberá ser igual o posterior a la fecha del pedido de la flota emitido por TRANSMILENIO S.A.

Fideicomiso: Es el patrimonio autónomo que deberá constituir el CONCESIONARIO, mediante la celebración de un contrato de fiducia mercantil irrevocable.

Fiduciaria: Es la sociedad fiduciaria con la cual el CONCESIONARIO celebrará el contrato de fiducia mercantil irrevocable, para los efectos previstos en la presente minuta.

Flota nueva: Es la condición exigida a la flota que se incorpora a la prestación del servicio público urbano de transporte de pasajeros en el SITP.

Flota de operación: Es el conjunto de vehículos con las características, especificaciones técnicas y tipología previstas en el presente manual de operación y requeridos para la operación de cada zona del SITP, la operación de los corredores troncales y las zonas de alimentación para la prestación del servicio público de transporte masivo urbano de pasajeros.

Flota de reserva: Flota adicional al tamaño de la flota de operación, como reserva técnica, que le asegure al sistema la cobertura y disponibilidad permanente de la flota para la prestación eficiente, oportuna y suficiente del servicio público de transporte y que permita cubrir las contingencias del SITP en su operación y las necesidades de mantenimiento de la flota. Será potestad del CONCESIONARIO elegir el número de buses requeridos.

Frecuencia o buses-hora: Es la cantidad de buses que cubren una ruta, en un tramo y sentido específico, contabilizados en una unidad de tiempo (generalmente 1 hora, es decir 60 minutos).

Grupo Empresarial: Habrá Grupo Empresarial, de conformidad con el artículo 28 de la Ley 222 de 1995, cuando además del vínculo de subordinación exista entre las entidades unidad de propósito y dirección. Entendiéndose unidad de propósito y dirección cuando la existencia y actividades de todas las entidades persigan la consecución de un objetivo determinado por la matriz o controlante en virtud de la dirección que ejerce sobre el conjunto, sin perjuicio del desarrollo individual del objeto social o actividad de cada una de ellas.

Habilitación: Es la autorización para la prestación del servicio público de transporte en la modalidad solicitada, expedida al concesionario por la autoridad de transporte competente.

Habrán dos modalidades de pago:

- a. TISC personalizada con facilidad de crédito de viaje
- b. TISC no personalizada sin facilidad de crédito de viaje

Hora pico-hora crítica-hora de máxima demanda (HMD): hora del día en la que se presenta el mayor número de pasajeros en el sistema de transporte.

Hora valle: Se refiere a los intervalos de tiempo antes, entre y después de las horas pico, dentro del horario de operación del Sistema.

Índices de operación del servicio de transporte: Es el conjunto de indicadores que reflejan el estado y la evolución de la operación del vehículo y/o del grupo de vehículos que conforman la flota del concesionario.

Incentivos Económicos: Corresponden a valores adicionales, diferentes a la remuneración, que serán girados como estímulo al concesionario o grupo de concesionarios de operación que se destaquen por presentar los mejores indicadores de desempeño, tienen como objeto reconocer a los concesionarios que se destaquen por implementar políticas, estrategias, campañas, acciones, procesos o procedimientos que se traduzcan en niveles de desempeño, confiabilidad y seguridad, tanto en la operación de la flota como en la labor de los conductores a cargo, iguales o superiores a los estándares previstos en el contrato de concesión.

Incentivos de otra naturaleza: Prevalencia para la asignación temporal de rutas o zonas abandonadas por concesionarios con dificultades que generan la suspensión o liquidación de los contratos de concesión, aplicable para aquellos concesionarios que presenten los mejores índices de desempeño.

Infraestructura TIC (Tecnologías de Información y Comunicaciones): Es el conjunto de todos los elementos tecnológicos hardware, software y comunicaciones: servidores, equipo de almacenamiento masivo, computadores, portátiles, impresoras, switches, routers, firewall, escáner, cableado estructurado, cpu's, software informático, equipos de comunicación, internet, red LAN, unidades de respaldo de energía – UPS, cableado estructurado y de fibra óptica, y todos los

materiales, elementos y suministros tecnológicos necesarios para garantizar la óptima funcionalidad y disponibilidad de un sistema de información.

Integración Tarifaria: Se entiende por integración tarifaria la definición y adopción de un esquema tarifario que permita a los usuarios del SITP la utilización de uno o más servicios de transporte, bajo un esquema de cobro diferenciado por tipo de servicio, con pagos adicionales por transbordo inferiores al primer cobro, válido en condiciones de viaje que estén dentro de un lapso de tiempo que se define en los estudios técnicos y los anexos del presente pliego de condiciones, y que considera las características de longitud de viaje y velocidades de operación en la ciudad de Bogotá.

Interferencia electromagnética (EMI): Se entiende por interferencia electromagnética (EMI), la presencia de voltajes o corrientes no deseados que pueden aparecer en un equipo o en sus circuitos, como resultado de la operación de otro aparato eléctrico, o por fenómenos naturales.

Intervalo: Es el periodo de tiempo que transcurre entre el paso de dos vehículos sucesivos por el mismo punto del mismo servicio o ruta.

Información al usuario: Es la actividad de acercamiento con el usuario en el área de influencia a través de diferentes canales de comunicación dispuestos para la transmisión de la información. En esta actividad se informa sobre rutas, paraderos, puntos de recarga, manual del usuario e información de interés para el ciudadano.

Itinerario: Recorrido efectuado por un bus en el servicio asignado en los puntos de origen y destino, por una (1) sola vez, en un servicio programado, en un horario asignado. Este también será determinado para los buses troncales.

Distancia promedio entre varados: Es un indicador de confiabilidad de la flota, y se obtiene dividiendo el total de kilómetros operados por el total de varados confirmados.

Indicadores: Herramientas que permiten evaluar el desempeño de los operadores en aspectos de financieros, administrativos, legales, operativos, técnicos, ambientales y de seguridad, con valores de referencia definidos por el ente gestor.

Infraestructura asociada al SITP: Infraestructura que corresponde a los corredores viales (malla vial arterial, intermedia y local y malla vial rural) que serán

empleados por el SITP, puentes peatonales y vehiculares, pasos a nivel y desnivel, intersecciones viales. También se incluyen los componentes del subsistema vial y vial peatonal que sean utilizados por el SITP para el acceso de usuarios o para la circulación vial del sistema. Además constituirán equipamientos de transporte los componentes del SITP que se circunscriben en las redes de intercambiadores modales, y de estacionamientos. Así mismo hacen parte los patios, talleres, estaciones de transporte masivo, centros de control del SITP y puestos de revisión, terminales zonales y zonas de ascenso y descenso de pasajeros en espacio público.

Kilómetros en servicio: Es el número de kilómetros programados y efectivamente recorridos con transporte de usuarios por parte del concesionario para la prestación del servicio de transporte de pasajeros, los cuales serán considerados en el cálculo de la remuneración de los concesionarios de transporte. Este kilometraje se da únicamente cuando el bus está en servicio (con pasajeros a bordo), o bajo alguna condición especial que TRANSMILENIO S.A. programe o defina.

Kilómetros en vacío: Es el número de kilómetros recorridos por un autobús, sin pasajeros, necesarios para cumplir con las órdenes de servicio para el transporte de pasajeros definidas en el Programa de Servicio de Operación; los cuales no serán remunerados.

KMStronck: Kilómetros programados y efectivamente recorridos por la flota según tipo en servicio en el periodo de pago.

Mantenimiento correctivo: Intervención y/o reparación inmediata de los vehículos que presenten fallas o desperfectos de cualquier naturaleza.

Mantenimiento preventivo: Intervenciones efectuadas en los vehículos tendientes a precaver el deterioro o falla del vehículo, y garantizar su funcionalidad en óptimas condiciones de operación.

Matrícula: Procedimiento destinado al registro inicial de un vehículo automotor ante un organismo de tránsito, en ella se consigna las características, tanto internas como externas del vehículo, así como los datos e identificación del propietario.

Medio de pago: Se refiere al mecanismo o instrumento que se adopte para que los usuarios del SITP, puedan acceder a él, mediante el pago de una suma de dinero o tarifa vigente. El medio de pago a utilizar en el sistema integrado de recaudo será la tarjeta inteligente sin contacto (TISC) o cualquier otro que en el futuro defina TRANSMILENIO S.A., con las funcionalidades necesarias para permitir la integración operativa y tarifaria del SITP.

Mensaje Institucional: Es la promoción, y la transmisión de la información que publicite los temas misionales de TRANSMILENIO S.A. y del Distrito. El contenido y la prioridad de emisión de los mensajes será definido por la Subgerencia de Comunicaciones y Atención al Usuario de TRANSMILENIO S.A. , o quien haga sus veces.

Mesa de Ayuda: Mesa de Ayuda, o Mesa de Servicio es un conjunto de recursos tecnológicos y humanos, para prestar servicios con la posibilidad de gestionar y solucionar todas las posibles incidencias de manera integral, junto con la atención de requerimientos relacionados a las Tecnologías de la Información y Comunicaciones.

Micrófono Ambiente: Es el dispositivo integrado al equipo de radio comunicaciones que permite escuchar desde un punto remoto los sonidos y voces que se generen dentro de un vehículo en caso activación del mismo.

Multas: Corresponden a sanciones que asume el concesionario al incurrir en faltas relacionadas con el desempeño y actuaciones con las cuales afecta parámetros financieros, administrativos, legales, operativos, técnicos, ambientales y de seguridad, cuyo impacto sea alto y/o prolongado, pone en riesgo o genera interrupción en el servicio por causas atribuibles o que están bajo el control del concesionario. Las faltas que generan multas serán las definidas en el contrato de concesión, al igual que el valor de las multas, el cual se tasaré en Salarios Mínimos Mensuales Legales Vigentes.

Network Video Recorder - NVR: Mini servidor que Graba y administra imágenes digitales las cuales son enviadas desde las cámaras IP a través de una red.

Niveles de servicio de la operación de transporte: Son los objetivos que debe alcanzar el concesionario durante la operación utilizados para planificar, controlar y medir el desempeño del servicio. Los niveles de servicio estarán especificados en el manual de niveles de servicio.

Nivel medio de ocupación: Se refiere a la cantidad promedio de pasajeros en un bus definida por TRANSMILENIO S.A., medido en un intervalo de tiempo y en un tramo de vía determinado, durante un periodo de evaluación que es establecido de acuerdo con las necesidades del servicio definidas por TRANSMILENIO S.A.

OEKmTronc: Oferta económica del concesionario adjudicatario de la operación troncal.

Operación del sistema: Actividad desarrollada por los agentes del SITP para la prestación del servicio de transporte de pasajeros dentro del marco del SITP.

Operación troncal: Es la operación de los servicios que circulan sobre los corredores troncales, exclusivos y segregados del sistema. Se incluye aquella operación que por necesidades del servicio se realiza compartiendo el carril mixto.

Operación de recaudo: conjunto de actividades desarrolladas para el cobro de la tarifa al usuario del SITP. comprende la venta y distribución del medio de pago, control de acceso al sistema, custodia del dinero recaudado y la consolidación de la información de estas actividades.

Operación de transporte: Es el conjunto de actividades desarrolladas para la movilización de los usuarios del SITP. Comprende el suministro y mantenimiento de la flota para la operación, los equipos requeridos para la programación, operación y control del sistema, el recurso humano para la prestación del servicio y demás actividades relacionadas.

Operadores troncales: Son las empresas que desarrollan las actividades requeridas para la movilización de pasajeros a través de los corredores troncales del sistema vinculados mediante contratos de concesión.

Como responsabilidad de estas empresas está la prestación del servicio de transporte en el sistema mediante el cumplimiento de los servicios, frecuencias y horarios bajo la coordinación de TRANSMILENIO S.A. el suministro de la flota necesaria para la operación, el control y mantenimiento de su parque automotor, la administración y responsabilidad de vigilancia y control de las áreas de parqueo de los patios de operación, y la dotación, administración, manutención y operación de las áreas de soporte técnico que TRANSMILENIO S.A. le otorgue en concesión y permitiendo en cualquier momento la auditoria o supervisión por parte del ente gestor.

Operadores de alimentación: Son las empresas que desarrollan las actividades requeridas para la movilización de pasajeros mediante contratos de concesión, la operación de alimentación correspondiente a las concesiones actuales del Sistema TransMilenio se desarrolla a partir de la actividad de varios operadores privados, quienes desarrollan las actividades requeridas para la movilización de pasajeros desde áreas específicas urbanas de la ciudad hacia las estaciones de integración del sistema troncal, a través de rutas que son inicialmente definidas por como responsabilidad de las empresas operadoras de alimentación está la prestación del servicio de transporte en el sistema mediante el cumplimiento de los servicios, frecuencias y horarios bajo la coordinación de TRANSMILENIO

S.A. el control se efectúa en las llegadas y salidas de las estaciones de integración de cabecera e intermedias mediante un sistema de posicionamiento y memoria embarcada.

El operador de la alimentación tiene la responsabilidad de incorporar al servicio los vehículos, así como el equipo necesario para la operación, el control de la misma y el mantenimiento de su parque automotor y permitiendo en cualquier momento la auditoria o supervisión por parte del ente gestor.

Operación zonal: Es la operación de las rutas no troncales (urbanas, complementarias, especiales y alimentadoras) que circulan sobre el tráfico mixto.

Oportunidad: La respuesta debe darse bajo los criterios establecidos por ley, para el caso de TRANSMILENIO S.A., se fijan términos previos para entrega de respuestas por parte de las áreas con el objetivo de que el peticionario reciba el documento final el día en que se cumple el plazo establecido por la normatividad.

Otros negocios de explotación colateral: Son todos aquellos negocios de explotación colateral del Sistema no contemplados en el presente documento, que pudiesen surgir en un futuro durante la ejecución de los Contratos de Concesión no exclusiva de la Operación Troncal del Sistema TransMilenio, sobre los cuales TRANSMILENIO S.A. tienen el derecho exclusivo para su explotación.

Página web: Es el nombre de documento o información electrónica con contenido tipo texto, o multimedia, con sonido, vídeo, programas, enlaces, imágenes y muchos otros, adaptada para la *world wide web* y que puede ser accedida mediante un navegador de internet.

Panel Externo del Bus: Son pantallas electrónicas de información al usuario, localizadas en las partes externas del vehículo.

Panel Interno de Información al Usuario: Son pantallas electrónicas de información al usuario, localizadas en las partes internas del vehículo.

Plataforma SIRCI: Es el conjunto de software, hardware y demás componentes que permiten la gestión y operación de recaudo de los centros de control troncal y zonal, de información y servicio al usuario, la consolidación de la información y la conectividad de la totalidad del SITP.

Pesos Colombianos, Pesos o símbolo “\$”: Es la moneda de curso legal en la República de Colombia.

Personal operativo de inspección de la operación: Es el personal en vía encargado de realizar la supervisión de la operación y el apoyo al centro de control en cualquier actividad del funcionamiento del sistema. A este personal en situaciones contingentes y/o por necesidades del servicio se le puede delegar el manejo de un portal y su zona de influencia como líder de la operación pero en coordinación en todo momento con el centro de control.

Piezas Audiovisuales: Se refieren a todas aquellas piezas de comunicación diseñadas para ser vistas a través de medios, que permitan la transmisión de imágenes en movimiento y/o de audio. Generalmente se realizan para transmitir por televisión, radio e internet.

Pieza Gráfica: Una pieza gráfica se refiere a una composición visual en diseño, la cual puede variar en soporte y formato según sus necesidades.

Plan de Comunicaciones: Es un instrumento que engloba el programa comunicativo empresarial (a corto, mediano y largo plazo), que recoge metas, estrategias, públicos objetivos, mensajes básicos, acciones, cronogramas, presupuestos y medios de evaluación.

PRQS: Peticiones, quejas, reclamos, sugerencias y/o solicitudes de información.

Paradero: Infraestructura localizada sobre los corredores de tráfico mixto utilizados para la operación no troncal de los vehículos del SITP. Estos puntos son los únicos autorizados para recoger y dejar pasajeros; éstos podrán tener diferente tratamiento físico dependiendo del corredor y de su demanda.

Patrimonio Autónomo: Es la masa de bienes sometida al régimen establecido por la ley, independiente del patrimonio de quien lo transfirió (fideicomitente) de quien es su titular para efectos de su administración (fiduciario) y del patrimonio del beneficiario, libre de las acciones de sus acreedores y de los acreedores del patrimonio que le dio origen.

Plan de operación: Es el nivel de oferta específico para un esquema operacional en un período representativo de tiempo, cuya aplicación podrá extenderse a otros períodos similares. Está definido de acuerdo con la estacionalidad de la demanda. Uno o más planes de operación conforman el programa de servicios de operación P.S.O.

PMT (Plan de Manejo de Tráfico): Es la propuesta técnica aprobada que plantea alternativas o estrategias para el manejo temporal del tráfico durante la ejecución

de obras civiles, cierres y desvíos viales por eventos, en vías troncales y de alimentación, que permite garantizar la seguridad vial y minimiza la congestión vehicular.

Programa de servicios de operación: Es el conjunto de planes de operación que conforman la programación del sistema para un período de tiempo determinado.

Patio de operación troncal o patio troncal: Es el área que se entrega al Concesionario para que éste ejecute las actividades administrativas, de mantenimiento y soporte técnico, combustible y de parqueo de los vehículos que conforman la flota que se encuentra al servicio. Las mejoras y dotaciones requeridas para su funcionamiento y operación es responsabilidad exclusiva del Concesionario.

Proformas: Son los formatos que obligatoriamente deben diligenciar los proponentes para la presentación de la propuesta dentro de la presente licitación pública, adjuntos con el presente pliego de condiciones.

Propuesta artificialmente baja: Es aquella oferta económica que se encuentra por debajo del promedio de precios de mercado de conformidad con el Artículo 2.2.1.1.2.2.4 del 1082 de 2015

Propuesta Económica: Es el componente económico de la propuesta presentada por el proponente bajo la proforma 2, en los términos de este pliego de condiciones.

Punto de no pérdida: Se entiende como el establecido en los estudios y que por debajo de este, si se llega adjudicar el contrato, el oferente vería lesionado su patrimonio. En cumplimiento del artículo 5°, numeral 1° de la Ley 80 de 1993.

Queja: Manifestación, protesta, censura, descontento, resentimiento o inconformidad que eleva una persona con relación a la conducta irregular de uno o varios servidores públicos en concordancia con sus funciones.

Reclamo: Se entiende por reclamo, el derecho que tiene toda persona de exigir, reivindicar o demandar una solución o respuesta a una solicitud, ya sea por motivo general o particular, referente a la prestación indebida de un servicio público.

Redes Sociales: Es una forma de representar una estructura social donde dos elementos del conjunto de actores (tales como individuos u organizaciones) están relacionados de acuerdo con algún criterio (relación profesional, amistad, parentesco, etc.) entonces se construye una línea que conecta los nodos que

representan a dichos elementos. Con la evolución de la tecnología, y los medios de comunicación ha nacido la llamada era digital, donde herramientas como Facebook, LinkedIn, Twitter, entre otros, han reafirmado el papel que desempeña la teoría de los seis nodos, generando conexiones mucho más cercanas entre las personas e instituciones, dando información al instante. Actualmente, las redes sociales, desempeñan un papel fundamental en las relaciones públicas entre las entidades y los ciudadanos, por esta razón se convierten en uno de los principales elementos para tener en cuenta al pensar en un correcto manejo de proyección de la Entidad.

Requerimiento: Dentro de este procedimiento se entenderá como cualquier Derecho de Petición y/o Queja y/o Reclamo y/o Solicitud de Información.

Ruta: Es el recorrido regular y rutinario de un grupo de buses, caracterizados por un origen, un destino, una frecuencia y unas estaciones, en las cuales los móviles se detienen a recoger y dejar pasajeros

Rutas jerarquizadas: Los niveles de rutas definidas para el SITP, según la función de demanda y las características de operación.

- c. Troncales:
 - i. Características: eje estructurante, alta demanda
 - ii. Tipo de cobro: en estación
 - iii. Operación: carril exclusivo izquierdo con o sin sobrepaso o carriles preferenciales
- d. Urbanas:
 - i. Características: apoyan a rutas troncales en corredores de demandas medias. función de transporte y distribución de demanda
 - ii. Tipo de cobro: en el vehículo mediante medio de pago electrónico
 - iii. Operación: en vías de tráfico mixto
- e. Alimentadoras y Complementarias:
 - i. Características: alimentación de los corredores troncales en los portales, estaciones intermedias y estaciones sencillas

- ii. Tipo de cobro: en el vehículo mediante medio de pago electrónico o en la estación de los corredores troncales
- iii. Operación: en vías de tráfico mixto
- f. Especiales (urbanas y rurales):
 - i. Características: atención a áreas de difícil acceso o de muy baja demanda
 - ii. Tipo de cobro: en el vehículo mediante medio de pago electrónico
 - iii. Operación: en vías de tráfico mixto

Sensor Apertura de Puertas del Bus y Estación de Parada: Es el dispositivo instalado en el bus troncal, que le permite al conductor activar de manera sincronizada la apertura y cierre de las puertas de los buses y de las estaciones de parada, para permitir el acceso o salida de los pasajeros del bus.

Servicios adicionales: Son todos aquellos servicios que se prestan a los usuarios del Subsistema TransMilenio diferentes a la prestación del servicio de transporte público, que hayan sido aprobados o autorizados por parte de TRANSMILENIO S.A.

Sistema CCTV: Sistema integrado de Circuito Cerrado de Televisión.

Sistema Integrado de Recaudo, Control e Información y Servicio al Usuario (SIRCI): Conjunto de software, hardware y demás componentes que permiten la gestión, operación de recaudo, operación de transporte, los Centros de Control troncal y zonal, de información y servicio al usuario, la consolidación de la información y la conectividad de la totalidad del SITP, el cual debe ser proveído por el CONCESIONARIO que resulte adjudicatario de dicha concesión y será el Ente Gestor (TRANSMILENIO S.A.) quien realice el control de los niveles de servicio o quien éste determine para realizar los controles respectivos.

Sistema Integrado De Transporte Público De Bogotá – SITP: Comprende las acciones para la articulación, vinculación y operación integrada de los diferentes modos de transporte público, las instituciones o entidades creadas para la planeación, la organización, el control del tráfico y el transporte público; así como para la infraestructura requerida para la accesibilidad, circulación y el recaudo del sistema.

Sistema TransMilenio – Subsistema TransMilenio: Es el componente troncal del SITP, que corresponde al conjunto de las rutas troncales y rutas alimentadoras.

Servicio: Línea de vehículos que recorre corredores exclusivos o carriles de tráfico mixto, y está definido por un recorrido y unos puntos de parada en los cuales los vehículos se detienen a recoger y dejar pasajeros dentro de unos horarios establecidos.

Socialización: Proceso mediante el cual los individuos pertenecientes a una sociedad o cultura aprenden e interiorizan un repertorio de normas, valores y formas de percibir la realidad, de esta manera, el individuo acoge los elementos socioculturales de su ambiente y los integra a su personalidad para adaptarse en la sociedad.

Sugerencia: Proposición, insinuación, indicación o explicación para adecuar o mejorar un proceso cuyo objeto es la prestación de un servicio.

SPV: Es un vehículo de propósito especial (SPV por sus siglas en inglés) que resulta en una persona jurídica que se constituye exclusivamente para el desarrollo de un proyecto, haciendo que no se adelante ninguna otra actividad comercial por la misma persona.

Taquilla: Espacio físico en el cual se realiza la venta y recaudo de los medios de pago necesarios para acceder al Sistema TransMilenio.

Tarifas de explotación colateral: Son aquellas tarifas que fije TRANSMILENIO S.A. para establecer su participación económica o en especie en cada uno de los negocios de explotación colateral que se lleguen a acordar con los concesionarios o con personas naturales o jurídicas externas al Sistema.

Tasa de Cambio Representativa del Mercado (TRM): Es la cantidad de pesos colombianos por un dólar de los Estados Unidos.

Tarifa Técnica de Operación: Se define la tarifa técnica del SITP como aquella que, dado un diseño operacional del SITP, busca satisfacer las necesidades de movilidad de los usuarios del transporte público bajo condiciones de eficiencia y estándares de calidad de servicio, indica el costo medio de operación y control por pasajero pago del sistema; considerando para cada uno de las entidades prestadores de servicio que intervienen en dicha operación, una adecuada estructura de costos, y una rentabilidad razonable conforme a las condiciones definidas en este pliego.

Tarifa al usuario: Es el costo del pasaje para la utilización de los servicios del Sistema Integrado de Transporte Público de Bogotá - SITP, que se cobra a los pasajeros del Sistema.

TMVTK: Remuneración por vehículo según tipo en operación que se fija en el pliego de condiciones ajustada y revisada, vigente en el momento del cálculo, expresada en pesos por mes.

TKMTk: Remuneración por kilómetro troncal para vehículos según tipo que se fija en el pliego de condiciones ajustada y revisada, vigente en el momento del cálculo, expresada en pesos por kilómetro.

Troncal: Vía principal integrante del Sistema TransMilenio, dotada de infraestructura urbana especial y específica para la circulación de los autobuses troncales del Sistema, para el acceso, embarque y desembarque de pasajeros, y para el recaudo del valor de los pasajes por el uso del Sistema TransMilenio, definida como troncal para efectos de la operación por TRANSMILENIO S.A. **Tarjeta Inteligente Sin Contacto (TISC):** Medio de pago del servicio de transporte de pasajeros en el Sistema.

Transporte masivo: Comprende uno de los componentes de transporte público urbano cuya circulación se hace por carriles exclusivos e infraestructura especial para acceso de pasajeros.

TRANSMILENIO S.A. o TM. S.A: Empresa comercial e industrial del estado, adscrita a la Secretaría Distrital de Movilidad, con función de ente gestor del SITP, encargada de la planeación, gestión y control del SITP en todos sus componentes.

Último modelo: Se entenderá como último modelo, el año de Referencia que asigna la fábrica o ensambladora a una determinada serie de vehículos y hasta el 31 de mayo de año inmediatamente siguiente.

Unidad lógica: Equipo que debe instalarse en los autobuses para su localización, control, regulación y comunicación con el Centro de Control.

Unidad Lógica del SIRCI – CPU (Almacenamiento y Procesamiento): La Unidad Lógica a bordo del bus es el componente que se encarga de integrar, gestionar y comunicar a todo el equipamiento del SIRCI con la plataforma central.

Vehículo nuevo: Entendiéndose como tal el vehículo comercializado durante el año modelo asignado por el fabricante o ensamblador y que no ha sido sometido a registro inicial.

Vehículo vinculado: Es aquel vehículo que ha cumplido con las condiciones requeridas de seguridad, operatividad, integralidad y legalidad que le permitan estar disponible para el servicio de transporte de pasajeros y por lo tanto cuenta con el Certificado de Vinculación al Servicio (CVS)

Vehículo suspendido: Es el vehículo que ha sido objeto de suspensión por no cumplir con las condiciones contractuales para operar en el Sistema, el cual no será objeto de remuneración mientras permanezca en suspensión.

Vida Útil: Para determinar la vida útil de cada vehículo se contará su tiempo a partir de la fecha de matrícula inicial del automotor.

Vuelta Perdida: Itinerario y/o recorrido que no se cumple por parte del concesionario, correspondiente según sea el caso a un viaje o una vuelta tomado como referencia las cabeceras del servicio.

Vehículos SITP: Es la flota de operación del SITP, en sus diferentes tipologías, la cual cumple con los requerimientos de homologación definidos por el Ministerio de Transporte y con las características técnicas y funciones establecidas en el presente contrato y en los pliegos de condiciones de la licitación.

Vehículo Intermunicipal: Vehículo que esté debidamente habilitado para prestar el servicio de transporte intermunicipal.

Vocero: es un término que procede de voz y que hace referencia a la persona que habla en nombre de otra o de un grupo, organización, etc. Puede decirse que el vocero lleva la voz de la persona o del grupo que representa.

WIFI: Del inglés Wireless Fidelity, es un conjunto de estándares para redes inalámbricas basados en las especificaciones IEEE 802.11. Creado para ser utilizado en redes locales inalámbricas, es frecuente que en la actualidad también se utilice para acceder a Internet.

Zona paga: Infraestructura de estación cerrada donde se presenta la validación de la tarjeta para permitir el rápido ascenso y descenso de los pasajeros a los buses atendidos.

Zona de Influencia: Comunidad y usuarios del servicio de troncal y los sectores en donde se generen impactos por la operación.

1. INTRODUCCION

El transportarse se ha convertido en una de las necesidades básicas del ser humano en la medida en la que le ha permitido insertarse de manera exitosa como integrante activo de la sociedad. Esto, debido a la característica inherente del transporte de propiciar la inclusión social al permitir que cada individuo logre acceder oportunamente a sus actividades tanto económicas, como educativas, de salud, recreativas, entre otras.

Así, la eficiencia y la accesibilidad a los medios de transporte han influido en la determinación de las dinámicas productivas de cada territorio impactando en su crecimiento económico, competitividad y productividad, en su desarrollo ambiental y en el bienestar social de sus habitantes, pudiendo convertirse en un promotor de oportunidades o del otro lado, pudiendo ser un multiplicador de la inequidad.

De este modo, la garantía para que se dé la prestación del servicio de transporte de pasajeros, así como su regulación es una de las funciones y deberes del Estado. El funcionamiento de los Sistemas de Transporte Masivo de Pasajeros y de los Sistemas Integrados de Transporte se reglamenta desde el nivel nacional como desde el nivel local.

1.1. OBJETIVOS DE LA LICITACION

El diseño de la licitación estructurada a través del Pliego de Condiciones que acompaña el presente Anexo busca cumplir cuatro objetivos principales que reflejan la situación actual técnica, legal, económica y financiera del Sistema TransMilenio y las prioridades de la actual Administración Distrital:

- I. Garantizar la continuidad del servicio.**
- II. Avanzar hacia el ascenso tecnológico y tecnologías limpias.**
- III. Incrementar la sostenibilidad financiera del sistema.**
- IV. Mejorar la calidad del servicio.**

A lo largo de los documentos que conforman y acompañan el Pliego, se desarrollan los elementos de tal forma que se lleve al cumplimiento de estos objetivos.

Las principales disposiciones que conforman el marco normativo del transporte en Colombia son:

La Ley 86 de 1989, la cual direcciona la política sobre los sistemas de servicio público urbano de transporte masivo de pasajeros, estipulando que ésta debe estar orientada hacia la prestación de un servicio eficiente que permita el crecimiento ordenado de las ciudades y el uso racional del suelo urbano.

La ley 310 de 1996 que establece que el área de influencia de los sistemas de TMP deberá estar comprendida por las áreas urbanas, suburbanas y por los municipios a los cuales el sistema sirve de interconexión directa o indirecta.

La ley 336 de 1996 que considera al transporte público un servicio de carácter esencial bajo regulación del Estado, dando prelación al interés general, a las garantías sobre la prestación del servicio y la protección del usuario.

El Decreto 1079 de 2015, por medio del cual se expide el Decreto único reglamentario del Sector Transporte, el cual compila la normatividad expedida por el Gobierno Nacional en el ejercicio de las facultades reglamentarias conferidas por el numeral 11 del artículo 189 de la Constitución Política, para la cumplida ejecución de las Leyes del sector Transporte.

La Resolución 3753 DE 2015, por medio del cual se expide el reglamento técnico para vehículos de servicio público de pasajeros y se dictan otras disposiciones.

Así mismo, los esfuerzos por la consolidación de una política integral de transporte en Colombia se vienen manifestando a través de los planes de desarrollo y documentos del Consejo Nacional de Política Económica y Social - CONPES - donde se plasma un marco de política nacional y local de los Sistemas Integrados de Transporte Masivo - SITM -1. Al respecto, el documento CONPES No.3167 de 2002 presenta los indicadores para los sistemas integrados de transporte masivo de Bogotá, Medellín y Cali, relacionados con la población beneficiada y los aportes económicos de la nación. Dicho CONPES, en el marco legal del documento define el transporte público urbano como:

¹ En el decreto 3109 de 1997, se entiende por transporte masivo de pasajeros la combinación organizada de infraestructura y equipos, en un sistema que cubre un alto volumen de pasajeros y da respuesta a un porcentaje significativo de las necesidades de movilización. (Decreto 3109/1997; Artículo 3).

(...) un servicio público planificado, regulado y controlado por el Estado. Su prestación permanece principalmente en manos de operadores privados dentro de una economía de mercado, y la infraestructura necesaria para su operación la suministra el Estado”. (Conpes 3167 de 2002)

Siendo importante resaltar que los elementos principales de esta definición prevalecen hoy, y se avanza en superar las fallas estructurales identificadas en la estructuración de dichos esquemas.

Al respecto, en Colombia, a pesar que cada ciudad ha adaptado sus propios lineamientos en cuanto a los SITM, en la mayoría de los casos, dichos sistemas fueron configurados bajo una administración central e integral² (FEDESARROLLO, 2013). Así, es posible distinguir cuatro tipos de actividades propias de este tipo de esquema:

- Provisión y/u operación de vehículos por medio de contratos de concesión
- Operación de recaudo por medio de contratos de concesión
- Administración de recursos por medio de fiduciarias
- Gestión de los Sistemas como una de las funciones de los Entes Gestores

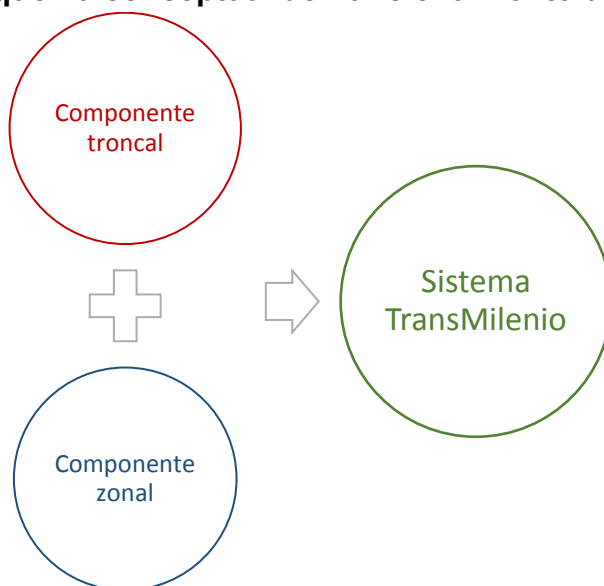
2. DESCRIPCIÓN FASE 1

El Sistema TransMilenio se basa en una operación tronco-alimentada, donde el componente troncal circula por carriles exclusivos. Esto significa que el Sistema tiene dos componentes principales: el troncal y el de alimentación (componente zonal), donde el primero cumple la función de transporte mediante buses de alta capacidad y con una infraestructura adecuada para permitir el ascenso y descenso ágil, en carriles exclusivos que le permiten estar separados del tráfico mixto, ahorrándole tiempo a los usuarios y el segundo cumple la función de llevar usuarios

² El estudio de FEDESARROLLO de 2013 mostró la evolución de los sistemas de transporte de pasajeros urbano en algunas de las principales ciudades de Colombia, llamando la atención en cuanto a la similitud del marco regulatorio bajo el cual son conformados los BRT en Colombia, pero resaltando las grandes diferencias en cuanto a sus tamaños y productividades. (FEDESARROLLO, Documento “LA INTEGRACIÓN DE LOS SISTEMAS DE TRANSPORTE URBANO EN COLOMBIA – UNA REFORMA EN TRANSICIÓN”, 2013)

de la periferia hasta las terminales para poderlos transportar masivamente, en el componente zonal también se transportan los usuarios por carriles compartidos con el tráfico mixto o en algunos casos carriles preferenciales.

Figura 1. Esquema conceptual del funcionamiento del Sistema TransMilenio

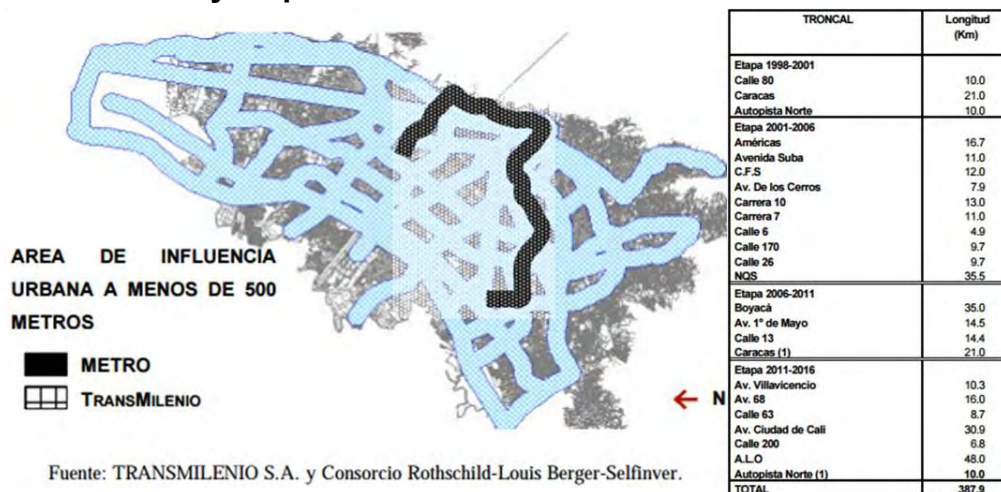


Fuente. TRANSMILENIO S.A.

La operación del Sistema TransMilenio funciona bajo un esquema público-privado, donde TRANSMILENIO S.A., empresa pública de la ciudad, realiza la planeación, gestión y control del Sistema, y otorga contratos de concesión mediante licitación pública a concesionarios privados quienes son los encargados de prestar el servicio.

El CONPES 3093 del 2000 realizó un plan de dieciséis (16) años para el desarrollo de la infraestructura del Sistema TransMilenio, donde se planteó realizarlo por etapas o fases. El objetivo de este plan era dar cobertura de transporte masivo en todos los corredores arteriales de la ciudad, de tal forma que la población tuviera acceso a este desde casi cualquier punto. En la siguiente figura se muestra el plan general del CONPES 3093 del 2000, donde se puede observar la cobertura que se pretendía brindar, con un total de trescientos ochenta y ocho (388) kilómetros troncales para el año 2016.

Figura 2. Cobertura y etapas del Sistema TransMilenio en el CONPES 3093 del



Fuente. CONPES 3093 del 2000

Si bien se planteaba una infraestructura de 388 kilómetros de troncales para el año 2016, hasta el 2015 se tienen ciento catorce kilómetros cuatrocientos metros (114.4 Km), que han sido construidos en tres fases, como se muestra a continuación. Esto representa un 29.5% del total que se tenía previsto en el CONPES 3093 del 2000.

Tabla 1. Extensión del Sistema TransMilenio al 2015

LONGITUD DE TRONCALES DEL SISTEMA (KM)			NUMERO DE ESTACIONES
Fase I	Autonorte	11,8	17
	Caracas - Usme	18,3	26,5*
	Caracas - Tunal	1,7	3
	Calle 80	10,1	13
	Eje Ambiental	1,9	2
	Total Fase I	43,8	62,5
Fase II	Américas	13	17*
	NQS + Soacha (Fase 1)	22,9	27,5*
	Suba	13	14
	Total Fase II	48,9	58,5
Fase III	Calle 26 (sin aeropuerto)	12,2	14
	Carrera 10	7,3	11

LONGITUD DE TRONCALES DEL SISTEMA (KM)		NÚMERO DE ESTACIONES
	Calle 6	2,2
	Total Fase III	27
Total Fase I, II y III		149

Fuente. TRANSMILENIO S.A.

*Las estaciones de Jiménez y Ricaurte tienen acceso por dos troncales, por lo tanto fue contabilizado como 0.5 estación en cada estación. Dentro del Sistema TransMilenio en su componente troncal, la prestación del servicio público de transporte terrestre automotor urbano masivo de pasajeros se ha realizado mediante la adjudicación de contratos de concesión de operación no exclusiva y conjunta con otros concesionarios de operación con la entrega en administración y dotación básica de una infraestructura de patios y áreas de talleres a cada uno de ellos. Esto quiere decir que existe un operador asociado a cada uno de los patios, y de esta forma, pueda organizar la logística necesaria para la prestación adecuada, segura y eficiente del servicio con sus buses en un mismo lugar

El propósito esencial de estas concesiones es el de garantizar la prestación del servicio público urbano masivo de pasajeros en condiciones de seguridad, comodidad y accesibilidad, bajos los derechos y principios consagrados en los artículos 24, 209 y 365 de la Constitución Nacional, la Ley 105 de 1993 y la Ley 336 de 1996, o cualquier otra que las modifique o sustituya, permitiendo un desarrollo organizado y sostenible para la ciudad de Bogotá D.C. y está fundamentado en el respeto de los derechos fundamentales a la vida, a la igualdad y a la diversidad, y se orienta a que mediante la participación integral del sector privado en la operación del Sistema TransMilenio.

A continuación se encuentra la lista de los operadores troncales adjudicados y en operación para las tres fases del Sistema.

Tabla 2. Operadores troncales

Fase	Operador troncal	Patio troncal
I	Express del Futuro	Calle 80
	Ciudad Móvil	Norte
	SI 99	Usme

Fase	Operador troncal	Patio troncal
	Metrobús	Tunal
II	Transmasivo	Suba
	Somos K	Américas
	Connexión Móvil	Sur
III	Consorcio Express S.A.S.	San Cristóbal
	Consorcio Express S.A.S.	Usaquén
	Gmóvil S.A.S.	Engativá
	Coobús S.A.S.*	Fontibón

Fuente. TRANSMILENIO S.A.

*Nota: El Contrato de Concesión de la Zona de Fontibón se encuentra terminado y actualmente en Liquidación.

Las denominadas Fases I y II se adjudicaron mediante procesos licitatorios en el marco de la operación troncal del Sistema TransMilenio y los de Fase III en el marco de las licitaciones de las zonas del Sistema Integrado de Transporte, las cuales se adjudicaron en el año 2010.

El tamaño de la flota de los concesionarios vigentes guarda relación con la capacidad de los patios actuales. Así, para el caso particular de la Fase I, en el momento se tienen cuatro (4) concesionarios operadores, con diferentes participaciones de flota, con un total de setecientos veintiocho (728) buses referentes.

A continuación se encuentra una tabla resumen de la flota troncal operativa (no incluye flota de reserva) que tiene cada uno de los concesionarios operadores del componente troncal.

Tabla 3. Flota articulada y biarticulada operativa actual de los concesionarios de las Fases I, II y III

Fase	Operador	Cabecera	Articulados	Biarticulados
I	Ciudad Móvil	Norte	159	10
	Express del Futuro	Calle 80	181	0

	Metrobús	Tunal	136	0
	SI 99	Usme	242	0
	Total Fase I		718	10
II	Somos K	Américas	168	0
	Transmasivo	Suba	208	0
	Connexión Móvil	Sur	160	0
	Total Fase II		536	0
III	Consortio Express - San Cristóbal	20 de Julio	47	130
	Consortio Express - Usaquén	-	34	78
	Gmóvil	Eldorado	37	82
	Total Fase III		118	290
Totales Fases I, II y III			1.372	300

Fuente. TRANSMILENIO S.A.

2. REQUERIMIENTOS DE LA FLOTA

2.1. REQUERIMIENTOS DE CHASIS³

Los requerimientos técnicos generales que se aplican para el suministro de flota de reemplazo asociada a los contratos de concesión troncales de las Fases I se presentan a continuación⁴.

Los buses nuevos a incorporar a la operación deberán ser último modelo. La fecha de referencia para determinar el último modelo del vehículo, deberá ser igual o posterior a la fecha del pedido de la flota emitido por TRANSMILENIO S.A.

Los buses que actualmente operan sobre las troncales del Sistema se pueden clasificar de dos tipologías:

- Bus de un solo cuerpo con puertas de servicio a ambos costados del vehículo que le permiten una operación mixta tanto en la operación troncal (puertas izquierdas) como en operación zonal (puertas derechas).

³ En todo caso se deberá cumplir al momento de la vinculación del vehículo con los parámetros o estándares exigidos en las normas citadas o aquellas que las modifiquen, adicionen o sustituyan en la normatividad vigente y/o en los estándares técnicos nacionales o internacionales adoptados contractualmente.

⁴ Es importante aclarar que las especificaciones y/o requerimientos técnicos aquí relacionados se presentan a manera de referencia y TRANSMILENIO S.A. en cualquier momento podrá adicionar, ajustar y/o eliminar elementos a la tipología de los vehículos aquí relacionados, que por cumplimiento de las leyes, o por su condición (afecten el ambiente, la seguridad o cualquier otro factor que vaya en detrimento de la calidad del servicio) o que por las circunstancias tecnológicas de la infraestructura representen una mejora en la operación troncal del Sistema de manera unilateral o de común acuerdo con los Concesionarios y el costo de la implementación de estos cambios o modificaciones estará a cargo única y exclusivamente a cargo del Concesionario.

Figura 3. Bus de un solo cuerpo de operación mixta (Padrón Dual)



Fuente. TRANSMILENIO S.A.

- Buses Articulados, que son vehículos accesibles mediante plataforma alta, de dos (2) o tres (3) tres cuerpos o secciones rígidas, comúnmente denominadas vagones unidos mediante y de una (1) articulación en el caso del Articulado o dos (2) articulaciones en el caso del Biarticulado.

Figura 4. Bus Articulado



Fuente. TRANSMILENIO S.A.

Figura 5. Bus Biarticulado



Fuente. TRANSMILENIO S.A.

Según la Norma NTC 4901-1 pueden tener las siguientes dimensiones.

Tabla 2. Dimensiones exteriores del bus articulado. Tomado de la Norma 4901-1 (Tercera actualización).

Dimensiones exteriores del bus articulado.				
Configuración del Bus	Longitud exterior del vehículo (Lt), mm	total del máximo	Ancho exterior del vehículo máximo, mm	Altura exterior del vehículo máxima, mm

Dos cuerpos y tres ejes	21.000	2.600	4.100
Dos cuerpos y 4 ejes	24.000	2.600	4.100
Tres cuerpos y cuatro ejes	28.000	2.600	4.100

Fuente. Norma Técnica NTC 4901-1 (Tercera actualización) Aunque actualmente no operan en el Sistema, desde el punto de vista de la Norma NTC 4901-1 (Tercera actualización), los buses de dos (2) cuerpos y cuatro (4) ejes, conocidos comúnmente como “Superarticulados”, están habilitados para operar en el Sistema sujeto a su factibilidad en cuanto a las condiciones técnicas y de operatividad, así como de la compatibilidad que ésta tipología presente con la infraestructura de las troncales y de los patios del Sistema, bajo simulaciones y pruebas reales de dicha tipología.

TRANSMILENIO S.A. considera la incorporación de ésta tipología de buses “Superarticulados” en las nuevas concesiones que reemplazarían las actuales concesiones de Fase 1 en una cantidad que permita entender su desempeño en el Sistema acorde con la factibilidad y compatibilidad mencionada anteriormente, y su posible incorporación adicional en futuras concesiones.

La inclusión de esta tipología en el Sistema dependerá del cumplimiento de los requisitos técnicos, normativos y operacionales. TRANSMILENIO S.A. actualmente se encuentra realizando un análisis en cuanto al cumplimiento de estos requisitos. Con el propósito de afinar estos análisis se recibirá la retroalimentación de todos los sectores involucrados que puedan contribuir a la conclusión de los mismos.

Para la definición de las tipologías objeto de la presente licitación, se definieron dos escenarios:

Escenario 1. Flota compuesta por la combinación de buses Articulados de tres ejes y Biarticulados.

Escenario 2. Flota conformada por la combinación de buses Articulados de tres ejes y de 4 ejes (este último denominado Superarticulado) y de Biarticulados. Los buses de estas tipologías deben ser propulsados por motores diésel, o por motores dedicados a gas natural comprimido con tecnología de inyección gestionada

electrónicamente (no se aceptan conversiones de vehículos), o por sistemas de propulsión o trenes motrices eléctricos o híbridos que cumplan por lo menos con los requisitos establecidos en la normatividad vigente respecto a dichas tecnologías, sus estándares de emisión y combustibles limpios deberán ser iguales o superiores a los definidos por la autoridad competente o la que establezca TRANSMILENIO S.A..

Dependiendo de la tipología, la ubicación de los motores pueden ser delantera, o trasera o central entre ejes del primer cuerpo bajo la plataforma de pasajeros, para vehículos de nuevas tecnologías, la disposición del grupo motopropulsor puede variar. Los ejes de tracción serán los especificados por el fabricante siempre y cuando se logren las condiciones de operación y de potencia exigidas en el sistema.

La caja de velocidades de los buses debe ser automática con retardador incorporado. Complementario al sistema de retardador, se permiten otros sistemas auxiliares de frenado siempre y cuando sean equipo originalmente diseñado para el chasis por parte del fabricante del mismo. Este requisito se entiende cumplido para vehículos eléctricos que tengan propulsión directa mediante motores a las ruedas, siempre y cuando estos también contribuyan con la regeneración y el frenado del vehículo.

El vehículo debe tener la potencia, torque y relación de transmisión que le permita en condiciones de plena carga de pasajeros alcanzar una velocidad de 40 Km/h en un tiempo inferior a 22 segundos, en condiciones de terreno plano en la ciudad de Bogotá. Este requerimiento debe comprobarse a la luz del método de ensayo establecido en la norma NTC 4901-2.

La capacidad de ascenso del bus debe ser como mínimo un 20% más alta que la requerida, actualmente entendida como la pendiente más alta del Sistema.

Los buses deben poseer sistema de suspensión neumática total; no se aceptan suspensiones de tipo mixto o de cualquier otro tipo. Adicionalmente deben contar con control de altura de la suspensión al alcance del conductor y tener posibilidad de ajuste para que la altura de la plataforma esté al mismo nivel que el piso de las estaciones troncales y de cabecera del Sistema TransMilenio. La altura de plataforma de los vehículos debe ser de 900 mm con una tolerancia bilateral de 20 mm.

Los buses deben contar con un sistema de regulación de velocidad de forma que no se supere la máxima velocidad en vías urbanas permitida por el Código Nacional de Tránsito vigente (60 km/h). Asimismo, deben contar con un tacógrafo digital para el registro y almacenamiento de la siguiente información: Velocidad, RPM, tiempo de marcha y detención, y distancia recorrida. Este equipo deberá tener la capacidad de registro y almacenamiento de la información generada por un periodo mínimo de 24 horas permitiendo la descarga de tipo digital (USB o web), durante el cual deberán registrarse todas las variaciones de velocidad que se produzcan entre 0 y 120 kilómetros por hora. Este equipo en cada uno de los vehículos debe estar debidamente calibrado y certificado por el proveedor del mismo, igualmente debe poder conectarse con la unidad lógica con una señal de entrada digital en caso de requerirse. Los tacógrafos equipados deben cumplir con norma NTC 5565 en su última versión o un estándar internacional equivalente o superior.

Los registros del tacógrafo de los vehículos deben ser recopilados y mantenidos por parte del Concesionario durante toda la vigencia del contrato, además de estar disponibles para consulta de TRANSMILENIO S.A. en cualquier momento. Se permiten equipos y/o dispositivos de recopilación de información del vehículo complementarios al tacógrafo; igualmente, la información obtenida de esos equipos complementarios debe estar a disposición del Ente Gestor.

Los vehículos deben poseer un mando remoto que controle la apertura y cierre del sistema de puertas automático instalado en las estaciones, en conjunto con el sistema de apertura y cierre de las puertas de servicio del vehículo. Este mando debe ser compatible con el sistema instalado actualmente en todas las troncales del sistema y además ser compatible con el sistema que se instale en la infraestructura en las futuras troncales de expansión del sistema, para lo cual se debe contemplar el cableado y las protecciones eléctricas necesarias. En caso de requerirse adecuaciones futuras sobre este sistema, su costo será asumido por el concesionario.

La flota actual en el sistema para un día típico, con una muestra del kilometraje recorrido por 1071 buses de los concesionarios fases 1 y 2, se tiene el siguiente valor de kilometraje por percentiles.

Tabla 5. Kilometraje día por bus.

PERCENTIL	KILOMETRAJE
0,9	454,9
0,85	431,2
0,8	409,8
0,75	388,5
0,5	287,5

Fuente: Dirección Técnica de BRT

Para la presente licitación se debe garantizar que toda la flota tenga una autonomía por vehículo mínima de 300 Km lo cual deberá estar sustentada por las debidas pruebas bajo las condiciones de operación de Bogotá previo a la incorporación al servicio.

Todos los vehículos nuevos que ingresen al servicio en el componente troncal del sistema deben poseer accesibilidad para usuarios en condición de discapacidad. Las especificaciones para el cumplimiento de este requisito están señaladas en los requerimientos particulares de tipología de cada vehículo, sin perjuicio de cumplir la normatividad vigente en la materia. Además deben poseer sistemas sensores de peso con posibilidad de ajuste y calibración, y deben contar con una señal auditiva y luminosa en el puesto del conductor y en las puertas de servicio de forma que notifique al conductor y a los pasajeros de sobrecargas superiores al 2% de la capacidad del bus y debe tener posibilidad de conexión de señal digital con la unidad lógica de a bordo, para notificar esta novedad en línea al Centro de Control.

- 2.2.** DE ACUERDO CON LA NORMATIVIDAD VIGENTE EL CHASIS DEBE CONTAR CON UN SISTEMA OBD TIPO II O AQUEL QUE REGULE LA NORMATIVIDAD VIGENTE. ADICIONALMENTE EL COMPUTADOR A BORDO DEL SISTEMA DEBERÁ CONTAR CON UN SOFTWARE O SISTEMA DE CONTROL DE FLOTA QUE PERMITA MONITOREAR EN TIEMPO REAL LAS VARIABLES OPERACIONALES Y AMBIENTALES DE DESEMPEÑO DEL VEHÍCULO. DEBERÁ CONTAR CON LOS PROTOCOLOS DE COMUNICACIÓN NECESARIOS PARA REPORTE DE LA INFORMACIÓN AL CENTRO DE CONTROL DE TRANSMILENIO S.A. Y/O SER COMPATIBLE O TRANSMITIRLA EN ARCHIVO PLANO BAJO LOS PROTOCOLOS DE COMUNICACIÓN FIJADOS POR EL

ENTE GESTOR. ASÍ COMO GARANTIZAR EL REGISTRO,
 TRAZABILIDAD Y CONFIABILIDAD DE LA INFORMACIÓN.
REQUERIMIENTOS DE LA CARROCERÍA⁵

La tipología de la flota deberá cumplir con las siguientes características técnicas mínimas en lo relativo con la carrocería de los vehículos:

Los vehículos a ser vinculados dentro de la operación troncal podrán constituirse como un chasis carrozado o como un vehículo de carrocería integral o autoportante. En el caso de vehículos carrozados, la carrocería debe ser homologada por el fabricante de la carrocería ante el Ministerio de Transporte, El Concesionario estará obligado a obtener de parte del fabricante del vehículo, y a hacer cumplir todas las condiciones para el adecuado diseño y construcción de la carrocería, de acuerdo con criterios de seguridad, accesibilidad, comodidad y economía. Bajo ninguna circunstancia el vehículo podrá adquirirse por componentes separados, siendo una obligación del Concesionario garantizar la adquisición conjunta de chasis y carrocería, y obtener adicionalmente la certificación de parte del fabricante del chasis en el sentido de que la carrocería que se ha integrado con el mismo es técnica y funcionalmente compatible.

La estructura de la carrocería debe cumplir con lo establecido en el numeral 5 del reglamento 66 de las Naciones Unidas. El criterio de diseño del chasis tendrá que tomar en cuenta para la ubicación de los elementos la optimización de la superficie disponible para pasajeros. Además la estructura del chasis o carrocería no podrá ser modificada sin la autorización expresa del fabricante, acreditada ante TRANSMILENIO S.A, considerando modificación a todo cambio en las dimensiones y reubicación de los componentes estructurales del chasis o carrocería, reubicación del motor, caja de velocidades y dirección.

Para el caso de vehículos con carrocería autoportante, bajo ninguna circunstancia se permitirá la modificación de los elementos de la carrocería, ni la reubicación de partes mecánicas o estructurales por agentes diferentes al fabricante de la estructura.

⁵ En todo caso se deberá cumplir al momento de la vinculación con los parámetros exigidos en las normas citadas o aquellas que las modifiquen, adicionen o sustituyan en la normatividad vigente.

Los buses no podrán utilizar chasis diseñados y fabricados con destinación a ser utilizados en vehículos de carga y tracción (tractores, camiones, acoplados y semi-acoplados). La estructura de la carrocería deberá incorporar materiales metálicos tales como el acero o metales ligeros, sin perjuicio de lo cual podrán construirse estructuras mixtas utilizando otros materiales cuyas características ofrezcan resistencia, duración y seguridad igual o superior a la obtenida con los materiales metálicos.

La estructura de la carrocería deberá estar diseñada para soportar una carga estática sobre el techo, equivalente al 50% del peso máximo admisible del vehículo, distribuida uniformemente a lo largo del mismo durante un lapso de 5 minutos, sin experimentar deformaciones que superen los 70 milímetros en ningún punto. Para la verificación del cumplimiento de esta condición, el fabricante deberá presentar una certificación en donde conste que de acuerdo al diseño estructural, o a través de pruebas físicas o de modelaciones computacionales, el diseño cumple con la resistencia y las deformaciones requeridas.

Capacidad de pasajeros Los buses al servicio del Sistema deben tener una capacidad de pasajeros que evite sobrepasar los límites máximos por eje fijados por el fabricante del chasis y de acuerdo con la tipología podrán tener una capacidad entre 80 y 250 pasajeros. Para efectos del cálculo de la capacidad total de pasajeros, se debe satisfacer lo establecido por la Norma Técnica Colombiana NTC 4901-1 en su última versión para las tipologías articuladas y NTC 4901-1 para los buses de un solo cuerpo. Las áreas disponibles para pasajeros serán las estipuladas por la norma técnica en cuestión. Para el caso de los pasajeros de pie, la ocupación máxima será de siete pasajeros por metro cuadrado. La cantidad de pasajeros sentados será al menos el 20% de la capacidad total.

Las sillas para pasajeros deben cumplir con todo lo estipulado por la NTC 4901-1 respecto a diseño, dimensiones, espacios entre sillas, espacios frente a barreras, alturas libres y separación de sillas, exceptuando las sillas preferenciales, las cuales deben cumplir con lo establecido por la NTC 5701. La comprobación de todos los aspectos relacionados con estos elementos debe hacerse a la luz de lo establecido por la NTC 4901-2. La medición de la altura de los asientos para aquellas sillas ubicadas sobre los pasosruedas se mide desde el piso donde se apoyen los pies de los pasajeros.

Deben cumplirse los requerimientos sobre resistencia mecánica de las sillas y sus estructuras de fijación a la carrocería del vehículo de acuerdo con lo estipulado en el reglamento 80 de las Naciones Unidas y la NTC 3638 o las normas y reglamentaciones que las sustituyan o modifiquen. Asimismo, la resistencia a la corrosión y agentes ambientales debe estar garantizada. En caso de encontrarse cualquier tipo de defecto en las sillas y/o sus estructuras de fijación, estas deben ser reemplazadas de inmediato.

2.4. MANIOBRABILIDAD

Los buses deben cumplir con todo lo estipulado por la NTC 4901-3 (Padrón) o NTC 4901-1 (Articulado) frente a la maniobrabilidad, radios de giro y dimensiones de radios de las coronas circulares de acuerdo con cada una de las tipologías. El método de ensayo para comprobar estos requerimientos debe ser el establecido por la NTC 4901-2.

2.5. PUERTAS DE SERVICIO

Todos los buses deberán contar con el número de puertas automáticas de servicio para cada una de las tipologías cumpliendo con todas las dimensiones, sistemas y mandos de apertura, señalización, sistemas de bloqueo establecidas en la NTC 4901-1 y NTC 4901-3 sobre puertas de servicio y deberán tener un mecanismo de accionamiento automático que garantice la adecuada evacuación y un tiempo máximo de apertura de 2 segundos.

2.6. PUERTAS DE EMERGENCIA

Los buses articulados para la operación troncal, deberán contar con al menos 2 puertas de emergencia automáticas que cumplan con todas las dimensiones establecidas en la NTC 4901-1 sobre puertas de emergencia.

2.7. ACABADOS INTERNOS

El material que recubre el piso, plataforma y peldaños del vehículo debe ser de color gris y tener una duración mínima para doce (12) años de uso en las condiciones de operación del Sistema Integrado de Transporte Público. Este material debe evitar las filtraciones de líquidos garantizando la estanqueidad al interior del vehículo. Será obligación y a costo del Concesionario el mantenimiento y/o recambio del mismo durante el plazo de la concesión.

El acabado interior del vehículo debe ser en material plástico, laminado melamínico o cualquier otro material resistente al desgaste, retardante al fuego, auto extinguable, no tóxico y lavable. Los materiales de los vehículos deben cumplir con las especificaciones de la Norma Técnica ISO 3795 y/o la norma FMVSS 302 o el reglamento 118 de las Naciones Unidas o sus equivalentes.

2.8. AISLAMIENTO ACÚSTICO Y VENTILACIÓN

El vehículo deberá contar con aislamiento acústico de tal manera que no permita un nivel de ruido al interior del vehículo superior a ochenta y ocho (88) dB (A), en cualquier punto del vehículo; el método de ensayo para comprobar este requerimiento debe ser el establecido por la NTC 4901-2 para tal fin. Este valor límite máximo de intensidad sonora puede ser modificado en cualquier momento de las concesiones por nuevos valores límites determinados por la normatividad ambiental nacional o distrital vigente, o por el límite máximo establecido por la regulación o estándar del país de origen del vehículo.

La cabina de pasajeros del bus, debe poseer un sistema de renovación de aire en todas sus secciones rígidas que asegure la renovación del aire al menos treinta (30) veces por hora utilizando ventiladores y extractores distribuidos uniforme y alternadamente a lo largo de la carrocería, con una capacidad mínima por ventilador o extractor de 330 m³/ hora. No se tendrá en cuenta la renovación del aire producto de la apertura de puertas, ventanas, ni escotillas del vehículo.

3. TECNOLOGÍAS Y ESTÁNDARES DE EMISIONES DE GASES PARA LA FLOTA⁶

En Colombia existe un marco normativo y una política intersectorial que orienta el desarrollo y evolución de los Sistemas de Transporte Masivo (STM), principalmente, desde los sectores Transporte, Ambiente y Minas y Energía.

Para el caso del Sistema TransMilenio, actualmente se tienen dentro del contexto de la política pública los siguientes objetivos prioritarios para los tres principales sectores.

3.1. POLÍTICA PÚBLICA

Así mismo, con la finalización de los contratos de operación de la Fase I del Sistema TransMilenio, el ente Gestor debe garantizar la continuidad de la prestación del servicio e implementar las acciones necesarias tendientes a cumplir con los objetivos de la política, la normatividad vigente en un marco de sostenibilidad económica y ambiental.

Figura 6. Objetivos de la Política Pública



Fuente. TRANSMILENIO S.A.

⁶ En todo caso se deberá cumplir al momento de la vinculación con los parámetros exigidos en las normas citadas o aquellas que las modifiquen, adicionen o sustituyan en la normatividad vigente.

El Sistema TransMilenio se ha caracterizado en sus 16 años de operación por ser pionero en la operación de un Sistema de Transporte Sostenible con la implementación de buses con los estándares de emisión más avanzados en Colombia y América Latina.

Adicionalmente y siguiendo los lineamientos de la política y el marco normativo nacional y distrital el Sistema debe propender por la implementación de tres grandes políticas:

Respecto a la política energética: En las dos últimas décadas el Gobierno Nacional viene trabajando en pro del desmonte de los subsidios al diésel, reducción del proceso de dieselización, en la mejora de la calidad de los combustibles, en la diversificación de la canasta energética y en la reducción de la dependencia de los combustibles fósiles. De igual manera, ha adelantado el marco normativo que promueve e incentiva la utilización de tecnologías más limpias en particular las tecnologías de bajo carbono (buses híbridos y eléctricos, ha promovido el uso de los biocombustibles y el gas natural vehicular, principalmente).

En este mismo sentido, durante el último año viene actualizando los 4 grandes planes que marcaran el rumbo de la diversificación de canasta energética, las metas y compromisos para los diferentes sectores económicos en los próximos años.

Estos planes son:

- El Plan de Expansión Eléctrico
- Plan de Abastecimiento de Gas Natural
- Plan de Continuidad del Suministro de Combustibles Líquidos y GLP.
- Plan de Eficiencia Energética 2017 – 2022 – Plan Indicativo del PROURE.

Los planes anteriores buscan propiciar las condiciones para garantizar los procesos de migración gradual de los diferentes sectores a nuevas tecnologías y fuentes de energía alternas a las tradicionalmente utilizadas. A manera de ejemplo, el Plan indicativo del PROURE, documento en revisión que se estructurará para el periodo 2017 - 2022, plantea para el sector transporte escenarios de implementación gradual para ir aumentando la proporción de flota de tecnologías como GNV como alternativa en los combustibles fósiles, buses híbridos en la etapa de transición a cero emisiones y buses eléctricos en el panorama de cero emisiones.

Como se aprecia en las tablas que se presentan a continuación, se prevé un aumento gradual en la flota del transporte público masivo, en particular el de Bogotá:

Figura 7. Participación Nacional de la Flota Eléctrica

• Vehículos dedicados a GNV para vehículos públicos de pasajeros en Bogotá

Dentro de los planes de reposición de los vehículos de Transmilenio y del SITP se está contemplando la incorporación de esta tecnología, entonces se incluye un escenario de penetración lenta de este tipo de vehículos. Los datos de este escenario se muestran en la Tabla 9.

Tabla 9. Ingreso de vehículos a GNV en Transmilenio y SITP

Año	Vehículos eléctricos acumulados	Participación del total nacional
2017	23	
2018	94	0,001%
2019	169	0,001%
2020	247	0,002%
2021	303	0,002%
2022	310	0,002%
2023	316	0,002%
2024	323	0,002%
2025	330	0,002%

Fuente: Documento en discusión del Plan Indicativo del PROURE 2017 -2022 documento en revisión.

El plan indicativo plantea un escenario de penetración lenta de los vehículos a GNV en el transporte público masivo de Bogotá.

Respecto a la entrada y expansión de buses híbridos y buses eléctricos, para el caso de Bogotá se plantea que tenga una tendencia de gradualidad moderada y se prevé que la flota de estas tecnologías se duplique en los próximos 5 años, es decir se pase de cerca de 340 buses entre híbridos y eléctricos a 706 en el 2021.

Para promover esta diversificación de la canasta energética y el impulso con tecnologías más eficientes energéticamente, el Gobierno Nacional viene trabajando no sólo en la generación de políticas, sino que ha generado y propone nuevos cambios en el marco normativo que determina los incentivos y desincentivos para esta transformación.

A través de la política tributaria en los últimos años ha generado mecanismos para la exclusión del IVA y reducción o exclusión de arancel para las tecnologías,

híbridas, eléctricas y GNV que dependiendo del país de origen y los tratados y acuerdos comerciales que se tengan con ellos pueden llegar a una reducción en el costo entre un 16 – 22% aproximadamente. (Que corresponden al valor del IVA y la reducción de arancel combinadas).

En el corto y mediano plazo, tras la firma del Acuerdo de París a nivel internacional y también en Colombia se prevé un cambio normativo en la generación de nuevos impuesto que castiguen aquellas fuentes generadoras de gases de efecto invernadero y contaminación del aire. La figura tributaria será el impuesto al carbono y un marco normativo más estricto en términos de eficiencia energética y niveles de emisión de gases contaminantes.

Así mismo, en noviembre de 2016, Colombia suscribió compromisos que fueron publicados en el Comunicado de Marrakech de la Coalición Clima y Aire Limpio para Reducir los Contaminantes del Clima de Vida Corta (CCAC). Allí se plantearon los siguientes objetivos y aplicar de inmediato medidas que reduzcan los contaminantes climáticos de vida corta, acciones para mejorar la calidad del aire y reducir los impactos en salud, entre otros aspectos⁷. Principalmente se fijaron medidas concretas como:

- *Medidas contra el carbono negro: 1) reducir las emisiones de carbono negro mediante la incorporación de diésel limpio y vehículos menos contaminantes; y 2) elaborar inventarios y proyecciones de carbono negro.*
- *Medidas contra el metano: reducir las emisiones de metano procedentes de las operaciones del sector del petróleo y el gas.*

⁷ <http://www.ccacoalition.org/en/resources/ccac-marrakech-communicue>. Allí se menciona que se debe trabajar en: Medidas que reduzcan los contaminantes climáticos de vida corta, mejorar la salud por medio de limpiar el aire, contribuir a la reducción de la contaminación atmosférica en espacios abiertos y cerrados, la cual constituye la causa de hasta 6 millones de muertes prematuras al año; así como garantizar el suministro de alimentos y mantener los medios de vida de las personas, y evitar la pérdida de hasta 52 millones de toneladas de cultivos cada año. Por ello alientan a los países a que adopten medidas que reduzcan el carbono negro, el metano y los hidrofluorocarbonos, incluidas aquellas coherentes con sus contribuciones determinadas a nivel nacional (CPDN); a que trabajen para incrementar el financiamiento y los flujos de inversión dirigidos a estas acciones; informen públicamente sobre las emisiones de metano e hidrofluorocarbonos de acuerdo con las directrices de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) y el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC); e informen públicamente sobre las emisiones de carbono negro.

De otra parte y al igual que lo que ha venido sucediendo con la política nacional y el marco normativo, a nivel Distrital Bogotá también ha venido generando cambios en las exigencias en esta materia y ha establecido políticas ambientales más estrictas para el sector transporte, lo anterior, en gran medida generado de los niveles de contaminación que se alcanzaron en los últimos 10 años y de las medidas que ha sido necesario implementar para mitigar el impacto sobre la calidad del aire y los niveles de morbi-mortalidad asociados a dicha contaminación.

Adicionalmente, el Distrito viene trabajando de la mano del Gobierno Nacional y entes multilaterales para promover el uso de buses híbridos y eléctricos. Es así como Bogotá, entra en el año 2007 a formar parte del “*Large Cities Climate Leadership Group*” conocido como C40 grupo que fue creado en 2005 por el ex alcalde de Londres Ken Livingstone, y forjó una alianza en 2006 con el Programa de Ciudades de la Iniciativa Climática del presidente Clinton (CCI) para reducir las emisiones de carbono y aumentar la eficiencia energética en las grandes ciudades de todo el mundo.

Con el objetivo de reducir las emisiones y aumentar la eficiencia energética, en el año 2008 se generan sinergias entre el Gobierno Nacional, el Gobierno Distrital y Organismos Internacionales para la formulación de un programa a nivel Latinoamericano que con recursos del Clean Technology Fund canalizados a través de bancos como el Banco Interamericano de Desarrollo y el Banco Mundial, apoyaran las iniciativas de la ciudad en materia de implementación y mejora de los grandes proyectos que estaba analizando la ciudad para desde el sector movilidad contribuir con el mejoramiento de la calidad del aire y la reducción de las emisiones que contribuyen al calentamiento global.

Este fue uno de los hitos importantes que dio origen a la política distrital que recogió las principales acciones que se venían desarrollando en el sistema y se denominó Plan de Ascenso Tecnológico para Bogotá el cual fue adoptado mediante el Decreto 477/13 y cuyos principales aspectos se presentan a continuación.

Figura 8. Componentes del Plan de Ascenso Tecnológico



Fuente: Elaboración TRANSMILENIO S.A. basado en Decreto 477/13

El Plan de Ascenso Tecnológico contempla las líneas de acción para el cumplimiento de los objetivos y metas allí planteadas resumidas en la figura a continuación.

Figura 9. Líneas de Acción del PAT



Fuente: Elaboración TRANSMILENIO S.A. basado en Decreto 477/13 Los principales resultados del avance de la implementación del Plan de Ascenso Tecnológico se resumen en la figura a continuación.

Figura 10. Resultados del PAT



Fuente: Elaboración propia basado en avances en la implementación del Decreto 477/13

Con esta línea de acción se ha fortalecido la estructura para la realización de pruebas y se han identificado mejoras en las especificaciones de los vehículos para ser operados en Bogotá. Se han adelantado acciones de carácter interinstitucional para promover el uso de nuevas tecnologías en el sistema y se cuenta con una serie de informes con los resultados y desempeños de las tecnologías en condiciones de Bogotá.

La implementación de nuevas tecnologías en el Corredor Verde de la carrera séptima ha logrado importantes resultados en el cumplimiento de los objetivos de la política mejora en la calidad del aire, ahorro consumo de combustible, implementación de nuevas tecnologías y la aplicación de incentivos tributarios.

Figura 11. Resultados Corredor Verde



Fuente: Elaboración TRANSMILENIO S.A. basado en avances en la implementación del Decreto 477/13

Para el componente troncal, en el marco de la política y los procesos de planificación se realizó un primer análisis en 2015 orientado en la renovación en el corto y mediano plazo el parque automotor de las troncales de Fase I y II del sistema TransMilenio con tecnologías de cero o bajas emisiones, proceso que se denominó la “Fase de Movilidad Limpia”. Este primer análisis está en proceso de revisión teniendo en cuenta la situación actual del sistema y las nuevas prioridades que se tienen en cuanto a la mejora de los niveles de servicio y la sostenibilidad financiera del sistema, tiene varios escenarios para ajuste y propuesta de esquemas para la estructuración de las futuras licitaciones, algunas de las alternativas se plantean en el presente documento y en los PrePliegos que acompañan este documento.

Figura 12. Resultados Globales del PAT



Fuente: Elaboración propia basado en avances en la implementación del Decreto 477/13

Otro de los análisis que se están afinando tiene que ver con que consecuentemente con el nivel de avance de las tecnologías a implementar, se debe mejorar y modernizar la infraestructura del sistema acorde al tipo de tecnología y tipologías a implementar.

Al igual que con el corredor verde, los resultados han sido importantes en el componente zonal, ya que brindan información sobre los desempeños en

diferentes condiciones de operación de la flota y sirven de insumo para evaluar y adquirir experiencia en la implementación de estas nuevas tecnologías en Bogotá.

3.2. Tecnologías Convencionales y Estándares de Emisión

La denominación de tecnologías convencionales, así como la definición de un estándar de emisión mínimo, está referida a vehículos que funcionan con combustibles fósiles. Actualmente, dentro de los combustibles fósiles principalmente se utilizan como energéticos para el sector transporte el diésel y el gas natural vehicular. A continuación una breve descripción:

Vehículos que funcionan con gas natural vehicular como fuente de energía:

Son vehículos con tecnologías vehiculares que funcionan bajo ciclo OTTO, con motores estequiométricos y que utilizan como matriz energética el Gas Natural Vehicular⁸, este energético puede utilizarse tanto en estado líquido (GNL) como gaseoso (comprimido, GNC).

- **El Gas Natural Comprimido (GNC):** Es gas natural almacenado y transportado a altas presiones, habitualmente entre 200 y 250 bar y se utiliza como combustible para uso vehicular. El gas natural comprimido es un combustible de origen fósil compuesto principalmente de metano. A pesar de que el metano tiene un factor de emisión veinte veces mayor que el dióxido de carbono, al usarse en un motor de combustión interna suele tener menores emisiones de gases efecto invernadero.
- **El Gas Natural Licuado (GNL):** Es gas natural que ha sido procesado para ser transportado y almacenado en fase líquida a presión atmosférica y a -160 C aproximadamente.

Vehículos diésel con tecnologías Euro V o superior y sus equivalentes en el estándar americano (EPA 2007 o superior) El motor diésel es un motor térmico que tiene combustión interna alternativa que se produce por el autoencendido del combustible debido a altas temperaturas derivadas de la compresión del aire en el interior del cilindro, según el principio del ciclo del diésel. Este tipo de vehículos

⁸ GNV por sus siglas en español o NGV por sus siglas en inglés

utilizan como fuente de energía el Diésel o ACPM de diferentes calidades según el estándar de emisión para el que fue diseñado.

Respecto a los estándares de emisión de los vehículos pesados en Colombia a nivel nacional se encuentra vigente el estándar Euro IV, en Bogotá la Resolución 1304/12 establece para los vehículos diésel un estándar de emisión equivalente al Euro V.

De otra parte es importante mencionar que el estándar de emisión que actualmente se encuentra vigente en Europa es el Euro VI, el cual empezó a regir a partir del 31 de diciembre de 2013. Con la expedición de este reglamento la Unión Europea, buscan contribuir en la consecución de los objetivos de lucha contra las emisiones contaminantes y mejorar la calidad del aire, establecer normas relativas a los requisitos técnicos para la homologación de los vehículos de motor en relación con las emisiones que producen y completar la legislación existente sobre homologación en la comunidad europea de los vehículos de motor.

Con el estándar Euro VI se propone una reducción del 50% en el valor límite para las partículas con un límite de emisión de 0,01 g / kWh. El reglamento contempla acción adicional sobre las emisiones de los óxidos de nitrógeno (NOx) e hidrocarburos (HC) también se justifica, dado el hecho de que muchos Estados miembros de otro modo no podría cumplir los requisitos de las Emisiones Directiva sobre techos nacionales (2001/81/CE) y la propuesta para la revisión de las Directivas sobre calidad del aire (COM (2005) 447). Se propone una reducción del 80% en NOx a un límite de emisión de 0,4 g / kWh.

El paso de los estándares de emisión de Euro II y Euro III a Euro IV o superiores en gran medida se debe al desarrollo de las tecnologías diésel: EGR (del inglés Exhaust Gas Recirculation) y SCR (del inglés Selective Catalytic Reduction). Este ha sido uno de los procesos más importantes en los últimos años, la conversión de los motores EGR (pretratamiento – es decir se optimizar los procesos de combustión en el motor y se reducen los contaminantes mediante un proceso de recirculación de los gases de escape) y el paso al sistema de post tratamiento SCR en el que se hace más eficiente la combustión en el motor aumentando la temperatura a costa de aumentar los niveles de óxidos de nitrógeno generados durante el proceso de combustión, los cuales se tratan posteriormente mediante la adición de urea para reducir los óxidos de nitrógeno y pasarlo a nitrógeno elemental.

Complementando lo anterior, se tiene que la diferencia entre los motores EGR y los motores con SCR, es que estos últimos cuentan con una tecnología, que permiten un tratamiento post combustión, mediante el uso de una inyección controlada de urea líquida, diluida en agua, que se la conoce comercialmente como ARLA o Ad Blue. La que es inyectada en el sistema de escape del motor. Esta tecnología es la que se está aplicando a los motores producidos en Estados Unidos, para camiones y buses.

El sistema EGR se ha caracterizado por generar un tratamiento en la misma cámara de combustión, derivando parte de los gases de escape de la combustión los cuales han sido enfriados. Estos motores tuvieron en su momento, un gran beneficio, su menor consumo en relación a los motores SCR.

El sistema de control de los gases de escape SCR, es el único que puede asegurar el control de las emisiones de partículas y de NOx. Mediante el uso de un catalizador regenerativo y que con el uso de un diésel de bajo contenido de azufre no más de 50 ppm dependiendo del estándar de emisión, de esta manera se puede controlar las emisiones.

Respecto a los estándares de emisión sus características y requisitos a continuación se mostrará un breve resumen, y se presentará un panorama general de cómo han ido evolucionando las tecnologías y los estándares a nivel nacional e internacional.

Como ya se mencionó los estándares de emisión son requisitos de límites específicos de la cantidad de contaminantes que pueden ser liberados en el ambiente. Los principales estándares reglamentados son: Por la UE (Euro), USA (EPA o Tier). Los fabricantes de vehículos tienen la posibilidad de utilizar diferentes rutas o tecnologías para llegar a estos estándares adicionalmente para alcanzarlos se requiere el cumplimiento de algunos requisitos asociados como son la calidad del combustible y los sistemas de control mínimos asociados a cada estándar.

Para determinar y/o certificar el estándar de emisión internacionalmente se cuenta con una serie de ciclos de prueba estandarizados y con unos laboratorios acreditados a nivel internacional que realizan las pruebas y certifican los motores y/o los chasis de los vehículos.

A continuación se presentan los niveles de emisión máximos para cada estándar de emisión, según el ciclo de prueba para el caso de los estándares europeos.

Figura 13. Niveles de Estándar de Emisiones Europeo

EU Emission Standards for Heavy-Duty Diesel Engines: Steady-State Testing

Stage	Date	Test	CO	HC	NOx	PM	PN	Smoke
			g/kWh				1/kWh	1/m
Euro I	1992, ≤ 85 kW	ECE R-49	4.5	1.1	8.0	0.612		
	1992, > 85 kW		4.5	1.1	8.0	0.36		
Euro II	1996.10		4.0	1.1	7.0	0.25		
	1998.10		4.0	1.1	7.0	0.15		
Euro III	1999.10 <i>EEV only</i>	ESC & ELR	7.5	0.25	2.0	0.02		0.15
	2000.10		2.1	0.66	5.0	0.10 ^a		0.8
Euro IV	2005.10		1.5	0.46	3.5	0.02		0.5
Euro V	2008.10		1.5	0.46	2.0	0.02		0.5
Euro VI	2013.01	WHSC	1.5	0.13	0.40	0.01	8.0×10 ¹¹	

a - PM = 0.13 g/kWh for engines < 0.75 dm³ swept volume per cylinder and a rated power speed > 3000 min⁻¹

Los niveles de emisión y el paso de un estándar a otro en estado estacionario representan una reducción cercana para cada contaminante tal como se resume a continuación:

Figura 14. Niveles de Contaminantes por Estándar de Emisión

% DE REDUCCIÓN PARA:	CO	HC	NOX	PM	Reducción Promedio
DE EURO I A II	-11%	0%	-13%	-58%	21%
DE EURO II A III	-48%	-40%	-29%	-33%	38%
DE EURO III A IV	-29%	-30%	-30%	-80%	42%
DE EURO IV A V	0%	0%	-43%	0%	11%
DE EURO V A VI	0%	-72%	-80%	-50%	51%
DE EURO II A V	-63%	-58%	-71%	-87%	70%
DE EURO II A VI	-63%	-88%	-94%	-93%	85%
DE EURO III A V	-29%	-30%	-60%	-80%	50%
DE EURO III A VI	-29%	-80%	-92%	-90%	73%

Fuente: Elaboración propia basada en los estándares de emisión de la Unión Europea, para pruebas en estado estacionario (ver tabla anterior)

La tabla anterior también muestra los niveles de reducción para cada contaminante criterio que se alcanzan por la renovación de las flotas asociadas a las fases I y II que son mayoritariamente Euro II y Euro III, en los caso que se renovaran en un escenario con el estándar mínimo equivalente por norma actual en Bogotá (niveles de emisión equivalentes a Euro V o EPA 2007), y los niveles de reducción por contaminante si se pasara al estándar internacional más avanzado.

Aquí es importante mencionar, que la entrada en vigencia de estándares de emisión Euro VI y EPA 2010, exigibles desde 2013 para el caso del Estándar Euro en Europa y EPA 2010 desde 2010 en varios estados de la Unión /USA). Han hecho que se cambie el esquema de medición y control de las emisiones. Con la entrada en vigencia del estándar Euro VI, las emisiones se normalizaron y las emisiones de diésel y GNV son tratadas de la misma manera.

Esto ayudó entre otros aspectos a los fabricantes de motores, debido a que se hace complejo el diseño y desarrollo de los impulsores. Ya que para cada norma se requiere un determinado tipo de sistema de control de emisiones y un ajuste de la electrónica para poder cumplir con la ley.

La condición necesaria y obligatoria, es como se explicó el uso de un combustible de bajo azufre y con la adopción de aditivos especiales, que son necesarios para poder dotar al diésel de una lubricidad, para evitar el desgaste prematuro de los componentes del motor. Los buses provenientes de Estados Unidos y Canadá dotados de impulsores EPA 10 y los provenientes de Japón y Europa, como está ocurriendo últimamente, están equipados con motores EURO VI.

Figura 15. Emisiones por Estándar de Emisiones

EU Emission Standards for Heavy-Duty Diesel and Gas Engines: Transient Testing

Stage	Date	Test	CO	NMHC	CH ₄ ^a	NO _x	PM ^b	PN ^e
			g/kWh					1/kWh
Euro III	1999.10 EEV only	ETC	3.0	0.40	0.65	2.0	0.02	
	2000.10		5.45	0.78	1.6	5.0	0.16 ^c	
Euro IV	2005.10		4.0	0.55	1.1	3.5	0.03	
Euro V	2008.10	WHTC	4.0	0.55	1.1	2.0	0.03	
Euro VI	2013.01		4.0	0.16 ^d	0.5	0.46	0.01	6.0×10 ¹¹

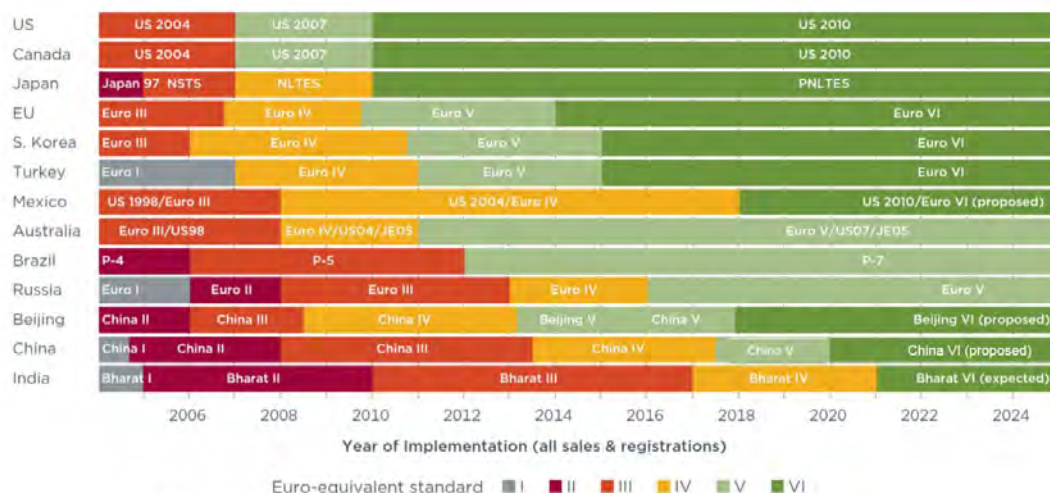
a - for gas engines only (Euro III-V: NG only; Euro VI: NG + LPG)
 b - not applicable for gas fueled engines at the Euro III-IV stages
 c - PM = 0.21 g/kWh for engines < 0.75 dm³ swept volume per cylinder and a rated power speed > 3000 min⁻¹
 d - THC for diesel engines
 e - for diesel engines; PN limit for positive ignition engines TBD

Additional provisions of the Euro VI regulation include:

- An ammonia (NH₃) concentration limit of 10 ppm applies to diesel (WHSC + WHTC) and gas (WHTC) engines.
- A maximum limit for the NO₂ component of NO_x emissions may be defined at a later stage.

De acuerdo con ICCT (Consejo Internacional de Transporte Limpio), la tendencia internacional es migrar a Euro VI, en los próximos años. En América Latina México y Chile migrarán en los dos próximos años a Euro VI, Argentina a partir del 2015 implementó Euro V al igual que Brasil que cuenta con este estándar desde el año 2014.

Figura 16. Evolución de Estándar de Emisiones por País



Otras acciones:



Brazil:
 Jakarta, Indonesia:
 Johannesburg, South Africa:
 Santiago, Chile:
 Ciudad de México, México:

Se abrió el grupo de trabajo en Euro VI en 2016
 100 buses de Euro VI comprado
 200 buses de Euro VI para comprar
 Implementación en 2017 de Euro VI para buses
 Compromiso para ir a Euro VI

Fuente. ICCT

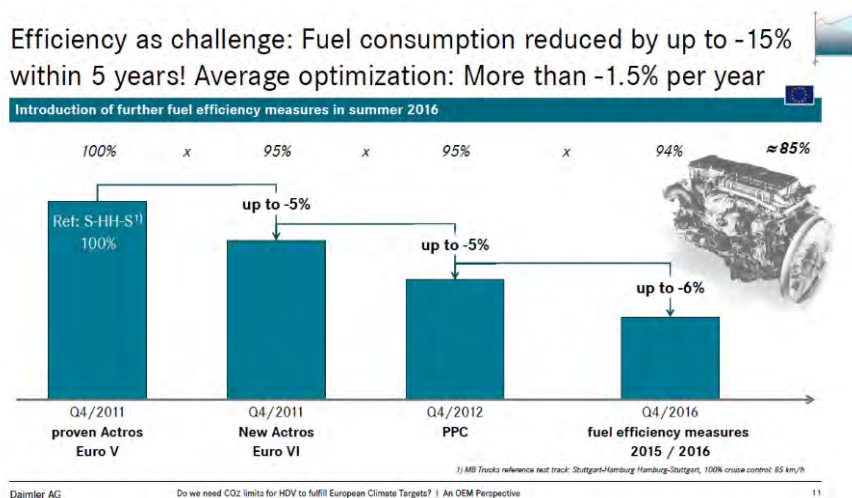
Esto según lo explica el ICCT tiene varias razones:

- El estado de la calidad del aire en las diferentes ciudades lo que se constituye en un problema de salud pública y en una de las causas más importantes de morbi – mortalidad a nivel urbano según los reportes de la Organización Mundial de la Salud.
- Dentro de las tecnologías convencionales y los combustibles fósiles el estándar Euro VI es el único que se consideraría como de bajas emisiones, esto principalmente porque la norma obliga a que esta tecnología no sólo reduzca los contaminantes criterio convencionales, sino que también reduzca el número de partículas (MP inferior a 2.5 micras que es el contaminante que más afecta a la salud, y que es el responsable del denominado Black Carbon o carbono negro que es uno de los gases de efecto invernadero de vida corta que pasan a ser prioritarios para controlar los efectos del calentamiento global, el deterioro de la calidad del aire y que genera un impacto fuerte en salud).



- Los sistemas de control y el tipo de pruebas que se deben garantizar para certificar el Euro VI no sólo son en laboratorio, el estándar trae un avance y es el control periódico de las emisiones a través de las pruebas en ruta, esto es un avance para evitar los fraudes que se han presentado frente a las certificaciones de los niveles de emisión certificados por algunos fabricantes a nivel internacional.
- Debido a que los estándares EPA 2010 y Euro VI son funcionalmente equivalentes, las tecnologías usadas para el cumplimiento también lo son. Por ejemplo, los requisitos de diagnóstico a bordo (OBD, por sus siglas en inglés), indispensables para cumplir con cualquiera de los dos estándares, son muy similares y serán obligatorios en todas las unidades en 2016/2017.
- Los ahorros en el consumo de combustible son una característica importante de este nuevo estándar de emisión. Entre otras ventajas. Según el ICCT algunos fabricantes muestran niveles de reducción en el consumo hasta de un 15%.

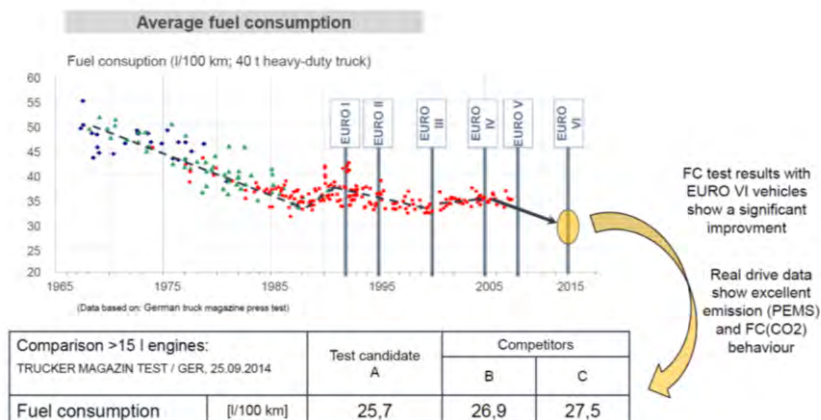
Figura 17. Comparación de Eficiencias por Motor



Fuente: Tomado de presentación realizada por el ICCT en diciembre de 2016 – en la Alcaldía Mayor de Bogotá

Figura 18. Reducción del Consumo de Combustible en el Tiempo

Reducción de consumo de combustible en uso real



Fuente: Tomado de presentación realizada por el ICCT en diciembre de 2016 – en la Alcaldía Mayor de Bogotá

- Los costos entre los estándares de emisión Euro V y Euro VI son marginales frente a los beneficios que se adquieren. De acuerdo con análisis realizados por el ICCT el costo entre el Euro V y el Euro VI no supera los US\$2.280 por bus (para vehículos de 12 m), y alrededor de US\$5.500 en promedio o menos para vehículos pesados. Y estos costos se ven compensados con el ahorro en el consumo de combustible o la eficiencia energética del estándar de emisión. En términos generales, a lo largo de la vida útil del motor no se presenta un impacto económico significativo, si se opera y mantiene la flota de acuerdo a las recomendaciones del fabricante. Tal como se muestra en el cuadro siguiente de los estudios elaborados por el ICCT.

Figura 19. Comparación de Costos Euro V y Euro VI para Bus Padrón

Difference in cost between Euro V and Euro VI is \$2,280

Table 13. Technology costs to meet European standards at different stages for a 12 L engine.

	Euro III	Euro IV	Euro V	Euro VI
Hardware				
Air/fuel control and engine-out emissions				
Fuel system—50% of total cost	\$376	—	\$38	\$41
VGT (extra cost)—50% of total cost	—	—	—	\$185
EGR system	—	\$439	—	—
EGR cooling	—	\$108	—	—
Total for air/fuel control and engine-out emissions	\$376	\$547	\$38	\$226
Aftertreatment systems				
DOC	—	\$498	—	—
DPF	—	—	—	\$1,398
SCR	—	\$2,386	\$422	\$364
Total for aftertreatment systems	—	\$2,884	\$422	\$1,762
Total for hardware	\$376	\$3,431	\$460	\$1,988
OBD and sensors	—	\$212	—	\$213
R&D	\$50	\$128	—	\$79
Incremental cost (compared to the previous standard)	\$426	\$3,771	\$460	\$2,280
Cumulative incremental cost (compared to Euro III)	\$426	\$4,197	\$4,657	\$6,937



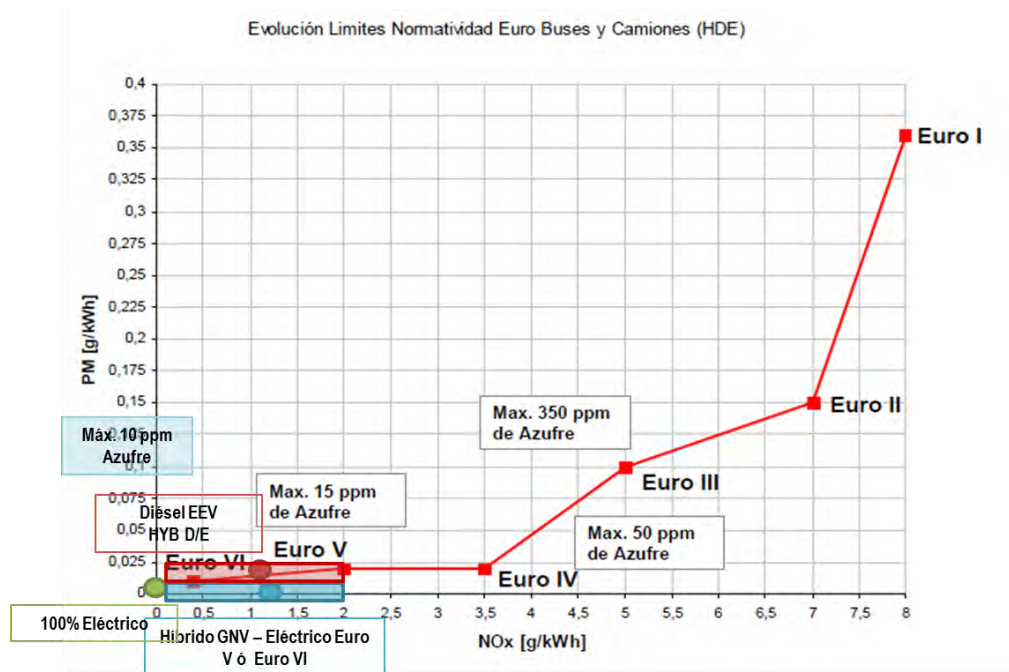
Fuente: Tomado de presentación realizada por el ICCT en diciembre de 2016 – en la Alcaldía Mayor de Bogotá

Para resumir, ¿En qué cambia el Euro V vs el Euro VI?: 1) La forma de medir o certificar las emisiones uno de los pasos importantes que se dio con el cambio normativo fue el de pasar a un nuevo ciclo de prueba. 2) Equiparar los niveles de emisión para los combustibles fósiles (Diésel y GNV). 3) Fijar un nuevo parámetro y establecer un límite, cómo se ha mencionado uno de los cambios más importantes es la reducción de la cantidad de partículas y el establecer un número máximo de partículas en los gases de combustión. Lo anterior tal como se muestra en la tabla siguiente:

Desde el punto de vista tecnológico los vehículos que llegan con estándar Euro VI alcanzan estos bajos niveles de emisión mediante la implementación o combinación de varias rutas tecnológicas como son los sistemas EGR (recirculación de gases), SCR (sistemas de reducción catalítica selectiva – post tratamiento de las emisiones fuera del motor), y sistemas de filtración de partículas y el uso de un combustible con menores niveles de azufre, esto es alrededor de 10 ppm de contenido de azufre.



Figura 20. Evolución de Límites de Contaminantes por Estándar de Emisiones



De acuerdo con el ICCT, respecto a la comparación entre EPA 2010 y Euro VI: Los estándares EPA 2010 y Euro VI son opciones muy sólidas y funcionalmente equivalentes, pues para cumplirlos se requieren las mismas tecnologías de control de emisiones y, por lo tanto, dan como resultado los mismos beneficios en emisiones.

Ahora bien, hay dos diferencias significativas entre EPA 2010 y Euro VI. Por un lado, los estándares EPA tienen un requisito de durabilidad un poco más exigente; por otro lado, los estándares Euro VI limitan la cantidad real de partículas que se emiten ($8 \times 10^{11}/\text{kWh}$ en el ciclo de prueba estacionario homologado globalmente [WHSC, por sus siglas en inglés] y $6 \times 10^{11}/\text{kWh}$ en el ciclo de prueba transitorio homologado globalmente [WHTC, por sus siglas en inglés]), lo que implica que, además de certificar la masa total emitida, deben realizarse pruebas de certificación adicionales sobre el número real de partículas emitidas.

Como puede observarse en la tabla siguiente, ambos estándares son básicamente equivalentes:

Tabla 6. Comparativo Estándares EPA 2010 y Euro VI

Tabla 1. Comparación de los estándares EPA 2010 y Euro VI

Características de los estándares	EPA 2010	Euro VI	Comentarios
PM (gramos por kilovatio-hora, g/kWh)	0.013	0.010	Son equivalentes. Las emisiones de partículas (PM) son cercanas a cero, porque ambos estándares requieren filtros de partículas diésel (DPF, por sus siglas en inglés).
NO _x (g/kWh)	0.27	0.40	Las altas emisiones de NO _x en áreas urbanas observadas en los vehículos Euro IV y Euro V han sido resueltas en el estándar Euro VI.
Tecnología predominante	DPF + SCR	DPF + SCR	Tecnologías equivalentes.
Requerimientos OBD	Completa aplicación en 2016	Completa aplicación en 2016	Los requisitos incluyen monitoreo de umbrales (en los sistemas de control de emisiones) y otros tipos de monitoreo (funcional, racional y de señales eléctricas), así como validación de las pruebas OBD.
Ciclo de prueba	Federal Test Procedure (FTP) + Supplemental Emissions Test (SET)	WHTC + WHSC	Ciclos de prueba diferentes, vinculados con los límites de emisión. FTP y WHTC son ciclos transitorios; SET y WHSC son ciclos en estado estable.
Pruebas en condiciones reales	Pruebas "Not-to-exceed" (NTE)	"In-service-conformity" (ISC)	En Estados Unidos es obligatorio realizar pruebas NTE desde 2007. En Europa el requisito ISC entra en vigor con la implementación del estándar Euro VI.
Vida útil	700 000 km/10 años	700 000 km/7 años	Se refiere a lo que ocurra primero. La discrepancia entre los estándares es menor que en las versiones anteriores, porque es cada vez más común que los vehículos alcancen el límite de kilometraje antes que el límite de edad, pero persiste.
Rendimiento de combustible	Los fabricantes calculan entre 3 % y 5 % de mejora en comparación con EPA 2004		Cuando la norma se implemente en México, en Estados Unidos estarán vigentes los estándares de eficiencia de combustible que requieren mejoras de entre 5 % y 9 % en la eficiencia de los motores, con respecto a la línea base de motores EPA 2010.
Costos por vehículo	Incremento de entre 3700 y 8500 dólares en comparación con EPA 2004		Los costos son proporcionales al tamaño del motor. El costo incremental partiendo de la tecnología Euro IV sería menor.
Vehículos medianos	La certificación de chasis es opcional para peso bruto vehicular menor o igual a 6350 kg	Se requiere la certificación del motor para peso de referencia (RM, por sus siglas en inglés) mayor a 2610 kg. La certificación de chasis es obligatoria para RM menor o igual a 2610 kg	La diferencia entre ambas métricas de peso (el peso de referencia es con carga, mientras que el peso bruto vehicular es sin carga) hace que algunos vehículos que originalmente estarían sujetos a normas para vehículos ligeros en Europa, se considerarían vehículos pesados en México. Esto se explica en otro documento publicado por el ICCT (ver Blumberg 2014).
Implicaciones/ impacto en el mercado	Desde 2010 es obligatorio en todos los vehículos nuevos que se venden en los Estados Unidos de América (EUA)	Es obligatorio en Europa desde 2013	Las implicaciones, el impacto en el mercado y los costos son prácticamente equivalentes. Actualmente, debido a que EPA 2010 entró en vigor antes, se cuenta con más información sobre su implementación, en comparación con el caso europeo. Sin embargo, en 2018, cuando entre en vigor la nueva NOM-044, habrá también experiencia suficiente con Euro VI, y la diferencia en las fechas de implementación será insignificante. Por lo tanto, es más probable que los fabricantes opten por una estrategia de cumplimiento mixta, en vez de inclinarse por una opción, como ocurre ahora.

Además, ambos estándares requieren sistemas de respaldo, alertas y dispositivos de paro de motor en caso de que el nivel de fluido en el tanque de almacenamiento sea muy bajo, para asegurar que los sistemas SCR operan correctamente y, por tanto, que las emisiones se mantienen bajas.

La tabla que se presenta a continuación para el caso Mexicano, proporciona una breve descripción de las normas EPA y Euro para vehículos pesados. Allí puede observarse que, desde 2006 se permitió que los fabricantes optaran por cumplir

mediante el estándar estadounidense (EPA 1998) o el europeo (Euro III) (SEMARNAT 2006⁹);

Figura 21. Estándares EPA y Euro para Vehículos Pesados

Tabla 2. Breve descripción de los estándares EPA y Euro para vehículos pesados

País	Estándar	Año	Requerido en México	NO _x (g/kWh)	PM (g/kWh)	Filtro	Combustible (ppm azufre)	(los más pesados)
Estados Unidos	EPA 1991	1991	1993	6.7	0.34		2500	470 000 km/ 8 años
	EPA 1994	1994	1994	6.7	0.13		500	
	EPA 1998	1998	1998	5.4	0.13		500	
	EPA 2004	2002	2008	2.7	0.13		500	700 000 km/ 10 años
	EPA 2007	2007		1.6	0.013	X	15	
	EPA 2010	2010		0.27	0.013	X	15	
Europa	Euro I	1992		8.0	0.36		2000	500 000 km/ 7 años
	Euro II	1996		7.0	0.25		500	
	Euro III	2000	2006	5.0	0.16		350	
	Euro IV	2005	2008	3.5	0.03		50	
	Euro V	2008		2.0	0.03		10	700 000 km/ 7 años
	Euro VI	2013		0.4	0.01	X	10	

En lo que respecta a las tecnologías vehiculares, no hay una diferencia palpable entre las opciones de cumplimiento EPA 2010 y Euro VI. Ambas requieren sistemas de inyección de combustible de alta presión y acción variable, o “common-rail”, turbocargadores de geometría variable y filtros de control de partículas y sistemas SCR altamente eficientes (ver figuras).

⁹ Norma oficial mexicana nom-044-semarnat-2006 que establece los límites máximos permisibles de emisión de hidrocarburos totales, hidrocarburos no metano, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, partículas y opacidad de humo provenientes del escape de motores nuevos que usan diésel como combustible y que se utilizaran para la propulsión de vehículos automotores nuevos con peso bruto vehicular mayor de 3,857 kilogramos, así como para unidades nuevas con peso bruto vehicular mayor a 3,857 kilogramos equipadas con este tipo de motores.

Figura 22. Niveles de Contaminantes por Estándar de Emisión

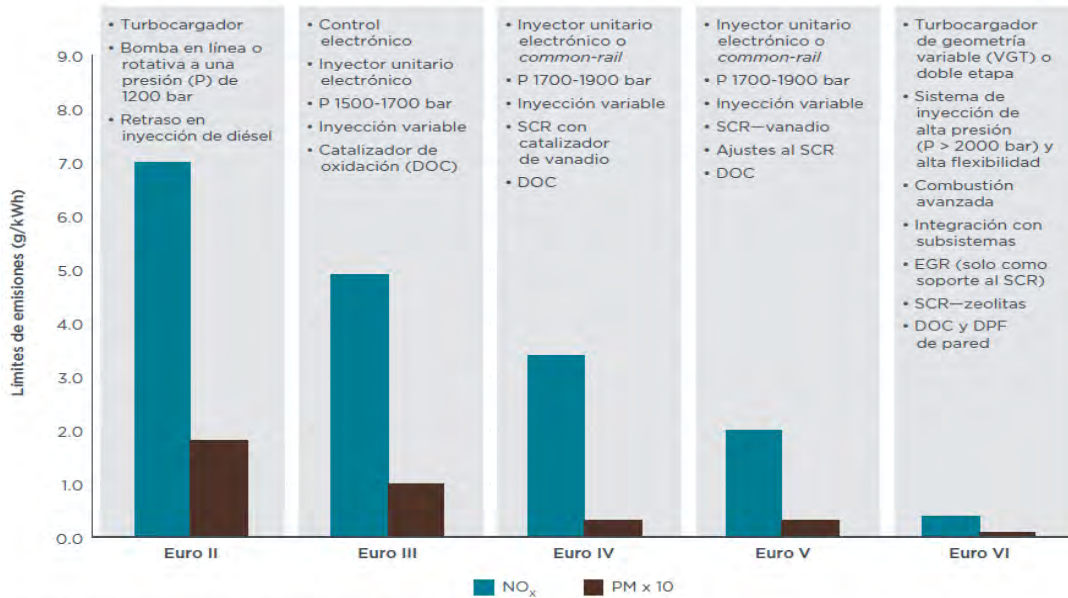


Figura 1. Tecnologías utilizadas para cumplir con los estándares Euro

Figura 23. Niveles de Contaminantes por Estándar de Emisión

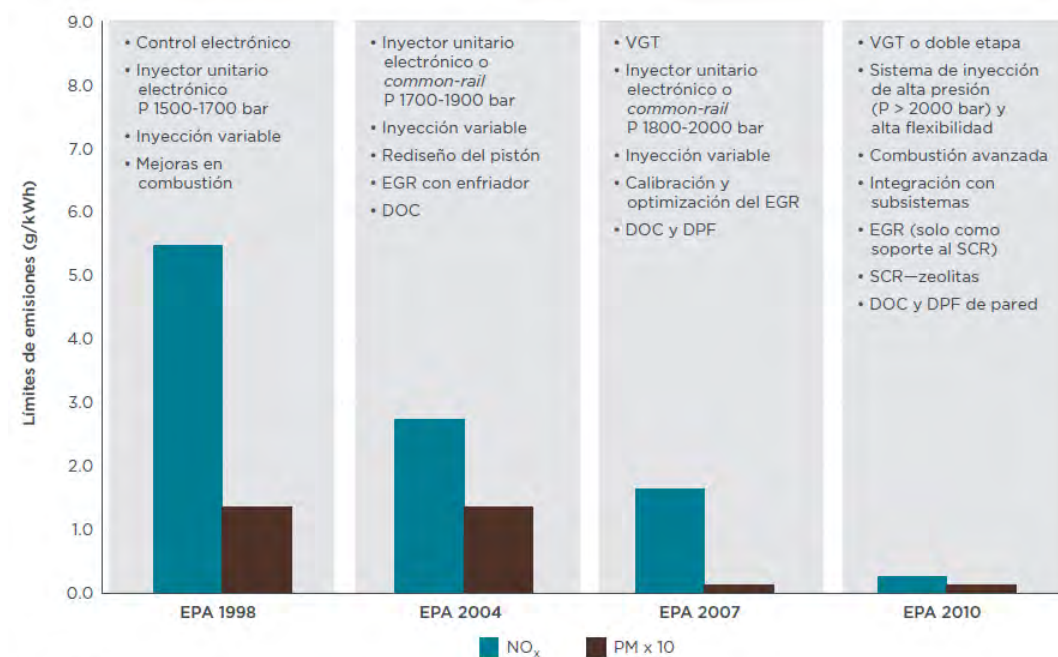


Figura 2. Tecnologías utilizadas para cumplir con los estándares EPA

3.2. REQUISITOS DE CONTENIDO DE AZUFRE EN EL COMBUSTIBLE

Para adoptar los límites de emisión Euro VI o EPA 2010, es indispensable, además de utilizar tecnologías de control, cumplir con dos requisitos adicionales: contar con diésel de ultrabajo contenido de azufre y con fluido de escape para vehículos diésel (DEF) o urea de grado automotriz. El contenido de azufre en el diésel tiene un efecto importante en el desempeño de las tecnologías avanzadas de control de emisiones, y además puede afectar a las emisiones de los vehículos que están en circulación y que no cuentan con estas tecnologías.

Los requisitos de contenido máximo de azufre en el diésel, tanto en los Estados Unidos (de 15 ppm) como en Europa (de 10 ppm), se consideran ultrabajos o “cerca de cero”. Ahora bien, a pesar de la diferencia de 5 ppm en los límites de azufre establecidos en EUA y Europa, los estándares de calidad de combustible de ambos lugares pueden ser considerados funcionalmente equivalentes, principalmente por tres razones:

1. Las tecnologías vehiculares que se ofertan y se venden en ambos lugares son las mismas;
2. El impacto que tiene esta diferencia de contenido de azufre en las emisiones es marginal; y
3. Los niveles de 10 y 15 ppm son límites máximos, así que el contenido real de azufre en las estaciones de servicio es normalmente menor, y son equivalentes en cada región.

Lo presentado por el ICCT a nivel internacional muestra que cada vez toma mayor fuerza ir reduciendo la dependencia de los combustibles fósiles y en los lugares donde por temas de sostenibilidad no se puede dar un salto tecnológico más fuerte a tecnologías de cero emisiones, la tendencia a nivel internacional es ir migrando a estándares de emisión Euro VI donde los requerimientos de la tecnología así lo permiten. Así mismo en varios seminarios y publicaciones respecto al Euro VI concluyen:

- Las emisiones de los vehículos pesados hacen mucho daño a la salud y al clima, los vehículos de Euro VI reducen estos impactos de una manera importante. Casi eliminan emisiones de carbono negro e impactos en la salud por partículas
- Presenta muy buen control de NOx (98% reducción de Euro V)
- Mejor rendimiento en el consumo de combustible.
- El estándar es necesario también para vehículos híbridos y de GNV
- La tecnología ya existe y está disponible en el mercado
- Los fabricantes tienen que integrar los sistemas de Euro VI en autobuses de piso alto pero pueden satisfacer las necesidades y el calendario de TransMilenio
- Tecnologías eléctricas e híbridos eléctricos pueden ofrecer ahorros sobre la vida entera del vehículo
- Vehículos limpios, incluyendo Euro VI y vehículos eléctricos, ofrece una oportunidad para mejorar la calidad de vida para todos.

El Paso a Euro V o Euro VI y en general la implementación de nuevas tecnologías requiere tener en cuenta algunas consideraciones generales como:

- La mayor parte de los vehículos Euro IV y Euro V cuentan con tecnología SCR, este sistema permite la escalabilidad de la tecnología para el caso de flota diésel.
- Desde el punto de vista técnico y ambiental la tecnología tiene viabilidad, ya que ésta lleva operando a nivel mundial desde 2008 y en américa latina desde 2010 (inicio con TM), para el caso del Euro V, y de 2013 para el Euro VI en Europa.
- Los costos de operación varían según la marca, un fabricante aduce incremento del 2% en el consumo del adblue, otra de las marcas muestra eficiencias por menor consumo de combustible que compensa el consumo de adblue y deja un pequeño margen de eficiencia, con lo que se podría pensar que no hay incremento en los costos operacionales.
- Para la implementación de tecnologías diésel avanzadas, se requiere del fortalecimiento en la negociación con Ecopetrol para tener el estándar de calidad del combustible entre 5 ppm y 15 ppm de contenido de azufre en el Diésel, lo anterior con el fin de maximizar o aprovechar el potencial de reducción que ofrece la tecnología.
- Es importante recordar que el diésel que consume Bogotá en parte es importado por Ecopetrol y Mezclado en las Plantas de Barrancabermeja y Mamonal. Desde enero de 2013 la norma del diésel de 50 ppm se aplica a todo el territorio nacional y se tenía previsto que en 2016 se suspendería la importación de diésel por la entrada en operación de la ampliación y modernización de las plantas de Cartagena y Barrancabermeja con lo que se aseguraba la provisión de diésel de 50 ppm para todo el país.
- Se hace necesario contemplar que los Tiempos de entrega, y tiempos mínimos para solicitud de flota no superen entre 6 – 8 meses. Es necesario revisar según tipología y tiempos de madurez de la tecnología y trámites que es necesario realizar para aplicación de incentivos tributarios.
- Existen fondos internacionales que cuentan con recursos para incentivar o impulsar los cambios tecnológicos en pro de la reducción de los gases de efecto invernadero tal como son los recursos CTF o recursos GEF, etc. Con estos recursos se han habilitado líneas y/o esquemas de financiación con créditos blandos que

pueden llegar a cubrir los eventuales sobrecostos en la etapa inicial de introducción de las nuevas tecnologías.

3.3. LA EXPERIENCIA EN EL SISTEMA.

El Sistema TransMilenio se ha caracterizado por ser pionero y catalizador en la renovación del parque automotor del transporte público en América Latina y en la implementación de mejores estándares de emisión y pruebas de nuevas tecnologías.

Ha sido el motor y el catalizador de muchas de estas acciones en el sector transporte es así que desde el inicio de su operación ha promovido la implementación de nuevas tecnologías, ha participado en el fortalecimiento de las políticas, el impulso de la diversificación de la matriz y eficiencia energética, entre otras mejoras para el sector.

EL SISTEMA TRANSMILENIO PROMOTOR DEL AVANCE Y MEJORA CONTINUA

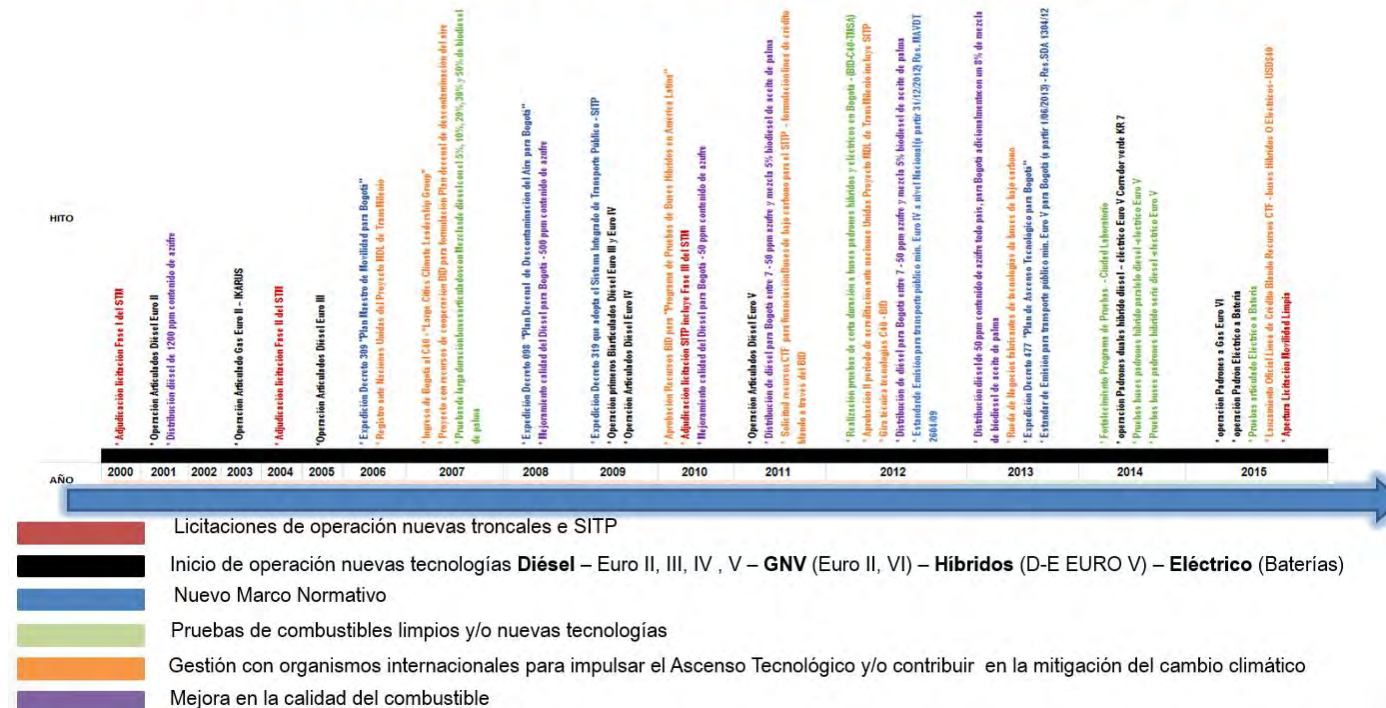


Figura 24 Cronograma de evolución de mejoras tecnológicas en TransMilenio

Fuente. TRANSMILENIO S.A

De igual manera, ha servido de escenario para la realización de pruebas de nuevas alternativas de fuentes de energía, lo que a su vez ha generado la evolución del marco normativo en el tema y en sectores complementarios, como ha sido la normatividad en emisiones, calidad del combustible, incentivos tributarios y la normatividad del sector transporte.

Respecto a los estándares de emisión con tecnologías convencionales y los energéticos tradicionales, el sistema hoy cuenta en su componente troncal con 310 buses biarticulados, 1444 buses articulados y 262 padrones duales de los cuales 231 son híbridos.

Figura 25. Composición de la Flota Troncal por Tipología

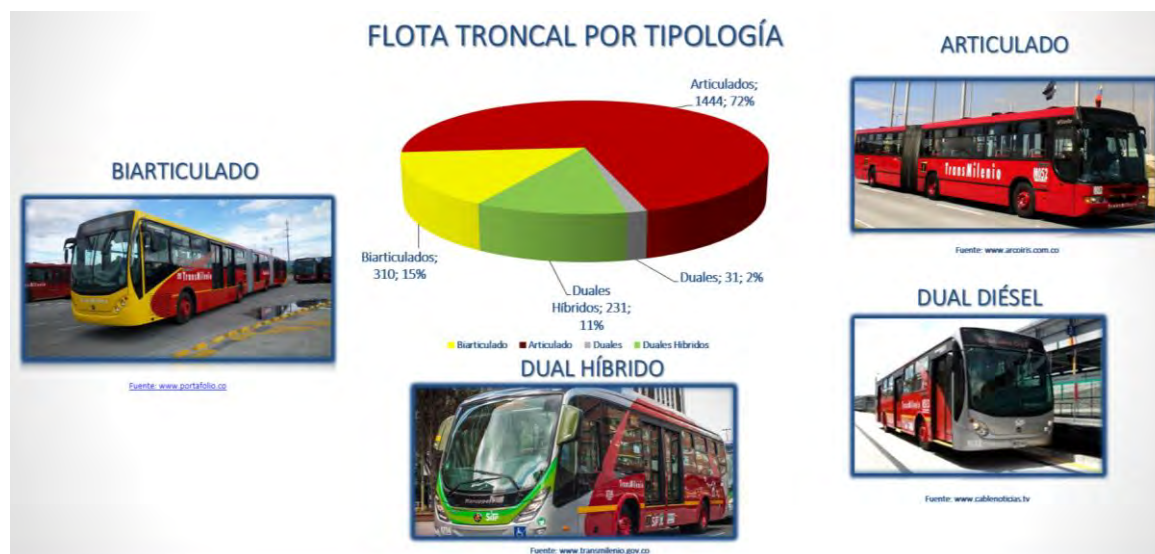
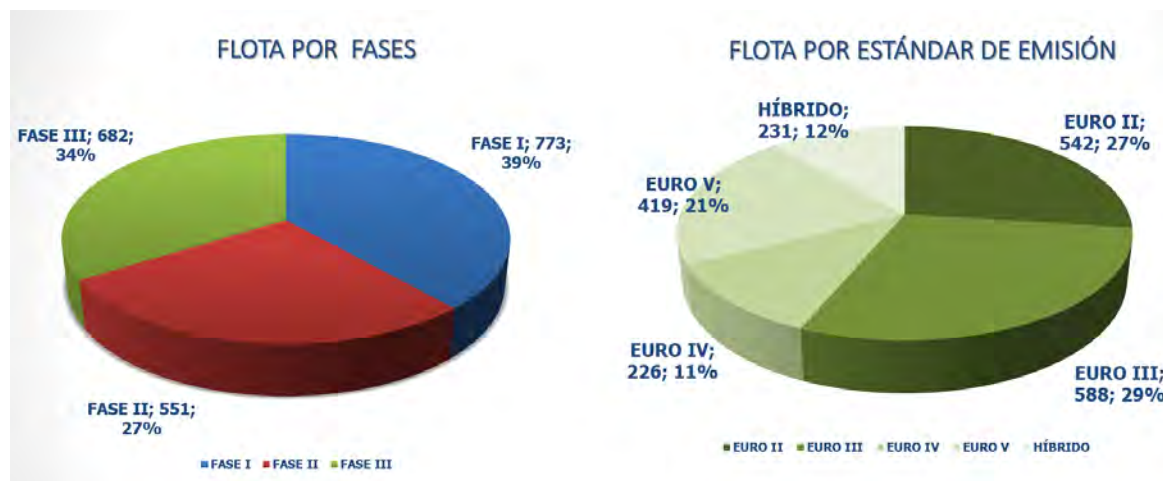


Figura 26. Composición de la Flota Troncal por Estándar de Emisión



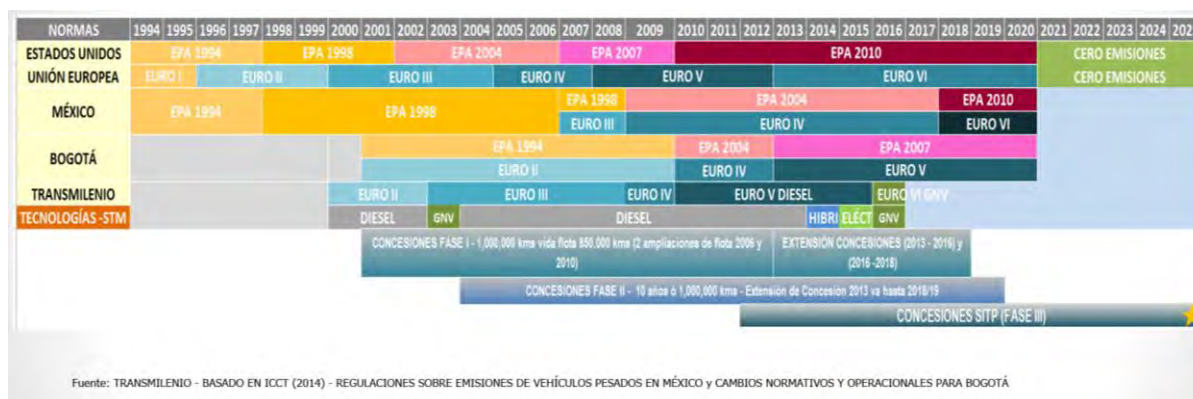
Fuente. TRANSMILENIO S.A.

La flota troncal en un 66% se encuentra vinculada dentro de las concesiones de las Fases I y II, la cual será objeto de renovación en los próximos 5 años.

En lo que se refiere a los estándares de emisión que corresponden a los límites máximos permisibles de emisiones de cada contaminante asociado a la fuente de combustión, el sistema en su componente troncal cuenta en un 88% con flota diésel con estándares de emisión entre Euro II y Euro V, un 12% de la Flota de buses Híbridos Diésel – eléctrico Euro V, y próximo a operar un bus eléctrico articulado.

En su componente zonal adicional a los estándares antes mencionados se cuenta con 3 buses padrones a gas Euro VI y un bus eléctrico, con lo que se completa el abanico de tecnologías y estándares de emisión en el sistema.

Figura 27. Evolución de Estándares de Emisiones por País



Fuente. TRANSMILENIO S.A.

En la figura anterior, se muestra como ha sido la implementación de los diferentes estándares a nivel internacional y lo que se prevé en el corto plazo más aún después de los acuerdos de la COP 21 firmado en París en año anterior.

Bajo los análisis actuales, Bogotá cuenta con un marco normativo que exige para la vinculación de flota nueva a la operación unos niveles de emisión equivalentes a Euro V o EPA 2007. (Resolución 1304/12). De otra parte, establece mediante Decreto 477/13 que las nuevas licitaciones que se implementen en el sistema deberán ser de tecnologías de cero o bajas emisiones.

En esta categoría de bajas emisiones para los buses propulsados con combustibles fósiles el estándar de emisión que estaría enmarcado en las bajas emisiones es el estándar de Emisión Euro VI o EPA 2010, lo anterior con los estudios y análisis referenciados en este documento, los cuales fueron realizados por el ICCT y de otros aspectos presentados por la Coalición Clima y Aire Limpio para Reducir los Contaminantes del Clima de Vida Corta (CCAC).

Actualmente, existe disponibilidad en el mercado mundial para implementar tecnologías diésel y GNV en los estándares de emisión Euro V, Euro V EEV y Euro VI, de esto es importante mencionar que en los escenarios de implementación

algunos fabricantes han desarrollado prototipos que cumplen con las tipologías requeridas por el sistema, lo anterior teniendo en cuenta que si bien la tecnologías más avanzadas llevan algunos años de implementación en otras latitudes, la tipología en piso alto sólo ha sido ofertada por algunos fabricantes y otros mencionan que para este estándar de emisión el producto no ha sido liberado para américa latina.

No obstante lo encontrado en la literatura y la exploración del mercado se están realizando las consultas a nivel nacional y distrital con las entidades y/o actores competentes para definir el marco normativo, logística y demás establecimiento y/o cumplimiento de requisitos que se deben seguir, para realizar los análisis, verificar, o determinar la viabilidad para definir los niveles mínimos de emisiones que se van a requerir en el sistema como piso mínimo.

Lo anterior, debido a que hay una serie de aspectos exógenos que se deben alinear en los próximos dos años para habilitar estándares de emisión más avanzados y nuevas tecnologías.

Desde el punto de vista técnico y logístico las opciones están abiertas, los análisis y la toma de decisión está en función principalmente de la valoración económica y financiera en el marco de sostenibilidad y niveles de servicio que se están proyectando para el sistema y la concertación con los actores que tienen injerencia directa en la toma de decisión sobre los factores exógenos una vez valorados sus planes y viabilidades de costo efectividad.

3.3.1. Nuevas Tecnologías vehiculares


Como se mencionó previamente en el contexto internacional existe disponibilidad de varias fuentes de generación y suministro de energía, las cuales se clasifican según su origen en fuentes de energía renovables y combustibles fósiles o energías no renovables.

En consonancia con lo anterior, la industria automotriz a lo largo de la historia ha venido desarrollando diferentes alternativas en materia de trenes motrices de propulsión para las diferentes tipologías y aplicaciones vehiculares.

En términos de los vehículos utilitarios para el transporte de pasajeros y en particular para el transporte público urbano, el sector automotriz cuenta con múltiples alternativas en cuanto a tecnologías y tipologías de acuerdo con los requerimientos y políticas en los diferentes países y ciudades. Estas alternativas tecnológicas se encuentran en diferentes estados de madurez y desarrollo. Algunas aplicaciones tienen disponibilidad comercial y amplia aplicación a nivel internacional mientras que otras se encuentran en fase de pilotos, prototipos y/o diseños preliminares.

En el mercado para ir diversificando la matriz energética y cumplir con las exigencias de la calidad del aire, existe diversidad de alternativas que ofrecen mayores ventajas frente al estándar requerido hoy por norma en la ciudad. A manera de ejemplo, el ICCT menciona que *muchas tecnologías ofrecen ventajas sustanciales en comparación con el estándar de emisión Euro V (según la siguiente tabla)*

Figura 28.



	Requires	Availability	Tailpipe emissions reductions in PM & NO _x	Reduction in CO ₂ (estimated)
CNG	NG supply & refueling infrastructure	Full availability		~0-7% (88-95% with biogas)
Diesel Hybrid	15 ppm sulfur diesel + Euro VI/EPA 2010	Motors available, system integration may be needed for high-floor buses	98%	~7% ~25%
Hybrid Electric	Above + charging infrastructure	Available but not widespread	99%	~60%
Battery Electric	Charging infrastructure	Scaling up production		~80%
Fuel-cell Electric	Fuel supply & refueling infrastructure	Still in development phase	100%	It depends...

Fuente: Tomado de presentación realizada por el ICCT en diciembre de 2016 – en la Alcaldía Mayor de Bogotá

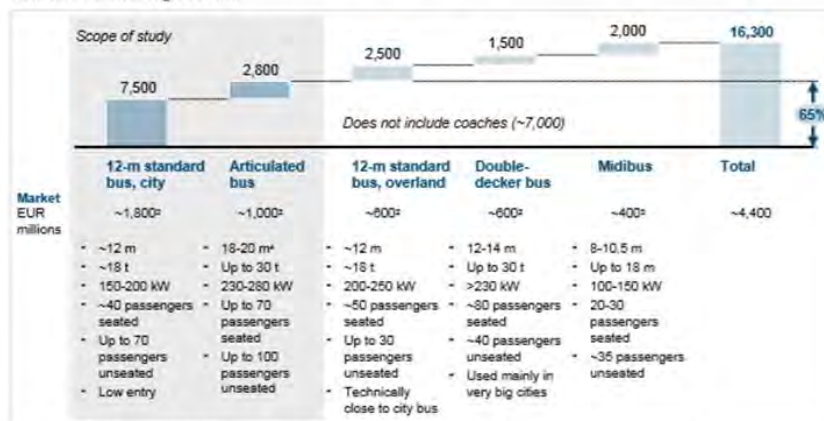
Algunas de las alternativas tecnológicas son modulares, y presentan diferentes opciones de escalabilidad tanto en tamaño como en transición tecnológica hacia tecnologías más eficientes y menos contaminantes.

Respecto a las alternativas disponibles en el mercado y/o el grado de madurez de la tecnología, recientemente se realizó un estudio europeo que contó con el apoyo de varias entidades públicas y privadas, operadores y proveedores del sector automotriz y de otros servicios conexos, que dentro de sus análisis incluía esta revisión.

- Un análisis basado en el cubrimiento del mercado, sostenibilidad, rendimiento y economía de los autobuses urbanos de Europa para el periodo proyectado (2012-2030), se analizaron buses estándar de 12 metros y abarcando un segmento de buses articulados ~ 10.000 buses, lo que actualmente representa cerca del ~ 65% del mercado europeo de autobuses urbanos y es responsable de una participación comparable de GEI y emisiones europeas locales.
- En el estudio de referencia se analizaron ocho alternativas del sistema de propulsión y sus respectivas fuentes de energía, que representan los arquetipos más comunes para estos segmentos de bus estudiados: Cuatro alternativas basadas en motores de combustión interna: diésel, GNC, híbridos diésel-eléctrico paralelo y híbridos diésel - eléctrico en serie. Cuatro alternativas de cero emisiones locales: con pila de hidrógeno como combustible, trolebuses, e-bus eléctricos con carga de oportunidad y eléctricos recargables (baterías).
- Allí se menciona que las alternativas basadas en motores con combustión interna, tienden a ser utilizados con combustibles que tengan una proporción creciente de biocombustibles en el tiempo, de acuerdo con los objetivos que figuran en la Directiva 2009/28/CE y demás políticas orientadas a mitigar el cambio climático y reducir la dependencia de los combustibles fósiles.

Figura 29. Registros Anuales por Segmento de Buses en Europa

European urban bus market segments¹, Western Europe, 2010
Number of annual registrations



1 Split based on 2010 registrations for UK, France, Italy, Spain; total number of registrations in Europe via extrapolation based on population size (Europe vs. UK, France, Italy, Spain together); coaches not taken into account
2 Based on the estimated numbers above and estimated average prices
3 Figures for midibus, standard bus and articulated bus based on estimations by study participants
4 Can be more for, e.g., double-articulated buses
SOURCE: Truck & Bus Builder Reports Ltd.; SAMIT; AAA; UNRAE; IEA; VOV; OEM publications; study analysis

Fuente: Urban buses: alternative powertrains for Europe. 2011.

A continuación se presenta una breve descripción de las tecnologías que se encontraron durante el proceso de revisión bibliográfica y la consulta a proveedores que se viene realizando durante los últimos tres años en el marco de programa de pruebas y el Plan de Ascenso Tecnológico.

Trolebús: Estos vehículos han estado en operación desde finales del siglo XIX, en su mayoría son alimentados por cables de electricidad ubicados en la parte superior del vehículo, aunque algunos modelos también incorporan sistemas de almacenamiento de energía para operar por cortas distancias en caso que se presente algún bloqueo en las vías o una interrupción del suministro eléctrico. Las principales ventajas de este tipo de vehículos para un sistema BRT son su operación silenciosa, disminución de contaminantes locales, disminución de emisiones de CO₂ (cuando la electricidad proviene de fuentes energías renovables) y un mayor torque que permite una mejor aceleración y desempeño en pendientes. Entre sus limitaciones están los costos adicionales para la infraestructura eléctrica en las vías,

la intrusión visual generada por los cables y la inflexibilidad de los buses, ya que su tránsito se ve limitado a las vías que cuenten con la infraestructura necesaria¹⁰.

Vehículos Eléctricos: El principio básico de los motores eléctricos es transformar la energía eléctrica en energía mecánica, mediante la interacción de campos electromagnéticos que generan el movimiento circular de un rotor. Algunos motores pueden operar de manera inversa, transformando la energía mecánica en energía eléctrica, lo cual en vehículos se conoce como sistema de frenado regenerativo. Existen dos tipos principales de buses eléctricos, los trolebuses alimentados por cables externos de electricidad y los autónomos que cuentan con un sistema de almacenamiento de energía propia como baterías o ultracapacitores.

Figura 30.



Figura 2. Esquema de los distintos tipos de vehículos eléctricos

Fuente: <http://tss10.btec.org/descargas/btec50.pdf>

Fuente:

Vehículo Eléctrico de baterías: La introducción de estos vehículos es mucho más reciente, pues solamente han estado en operación comercial desde la década de los noventa; sin embargo, han captado gran atención y recursos para su desarrollo

¹⁰ Para el tipo de proceso que se está adelantando que involucra la operación y adecuaciones menores de infraestructura, no es viable la generación de la infraestructura robusta a lo largo de las diferentes troncales que se requeriría para este tipo de vehículos.

gracias a sus potenciales beneficios, pues prometen combinar las ventajas de un vehículo cero emisiones con la flexibilidad de los buses propulsados por motores de combustión interna. Su mayor limitación es el desarrollo de las baterías, pues sus altos costos limitan su competitividad y la autonomía ofrecida aun no permite cubrir la distancia recorrida por la mayoría de buses de un sistema BRT.

Actualmente, la mayoría de las baterías de los vehículos híbridos y eléctricos son uno de los tres tipos: **Baterías de hidruro metálico de níquel, Batería de ion de litio, y Baterías Hierro fosfato**. Todas consideradas como más ecológicas que las baterías de plomo y ácido que constituyen el grueso de las baterías de arranque de los vehículos convencionales.

En el mercado existen muchos tipos de baterías, algunos tipos más tóxicos que otros. Las opiniones sobre cuales son menos contaminantes varían según las diferentes fuentes bibliográficas, existen conceptos que entre la de Iones de litio y Hierro fosfato se encuentran las menos tóxicas de anteriormente mencionadas.

Baterías hidruro metálico de níquel: Los niveles de toxicidad y el impacto ambiental de hidruro metálico de níquel-tipo de las utilizadas actualmente en los híbridos son mucho más bajas que las baterías como el ácido de plomo o níquel cadmio. En general varios compuestos de níquel solubles e insolubles, tales como cloruro de níquel y óxido de níquel, han conocido efectos cancerígenos en embriones de pollo y ratas según lo reporta la literatura.

El compuesto principal de níquel en las baterías NiMH es oxihidróxido de níquel (NiOOH), que se utiliza como el electrodo positivo.

Batería de ion de litio: Este tipo de baterías ha atraído la atención debido a su potencial para su uso en vehículos eléctricos y/o híbridos, al igual que por a su menor tamaño y menor peso, las baterías de iones de litio ofrecen un mejor rendimiento con lo que según mencionan en la literatura se podría generar menor impacto ambiental frente a otras tecnologías, por tener características tales como la mejora de la eficiencia de carga sin efecto memoria.

Adicionalmente, resultan comercialmente atractivas porque tienen la mayor densidad de energía que las baterías recargables y puede producir una tensión de

más de tres veces la de pilas de hidruro de níquel-metal, mientras que al mismo tiempo almacenan grandes cantidades de electricidad.

Las baterías también generan una mayor producción (aumentando la energía del vehículo), el aumento de la eficiencia (evitando el despilfarro de energía), y proporciona una excelente durabilidad, en comparación con la vida de la batería es más o menos equivalente a la vida útil del vehículo.

Además, el uso de baterías de iones de litio reduce el peso total del vehículo y también logra una mejor economía de combustible de 30% mejor que los vehículos propulsados con derivados del petróleo con la consiguiente reducción de emisiones de CO₂.

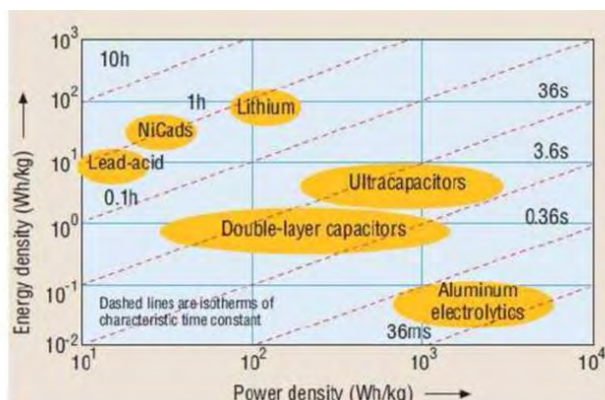
Baterías Litio Hierro fosfato: Fosfato de hierro litio (fórmula molecular es LiFePO₄, también conocido como LFP), se utiliza como material de cátodo para baterías de iones de litio (también llamado batería de fosfato de hierro de litio). Su característica no incluye elementos nobles como el cobalto, el precio de la materia prima es más baja y fósforo y hierro son abundantes en la Tierra lo que reduce los problemas de disponibilidad de materias primas.

La producción anual de carbonato de litio a disposición de la industria del automóvil se estima en sólo 30.000 toneladas en 2015. Si bien existe un fosfato de hierro de litio mineral natural de cuestiones (triphylite) con la pureza y la estructura del material que sea inadecuado para su uso en baterías. La fórmula química correcta de LiFePO₄ es LiMPO₄. LiFePO₄ tiene una estructura de cristal de olivino. El M de la fórmula química se refiere a cualquier metal, incluyendo Fe, Co, Mn, Ti, etc. La primera LiMPO₄ comercial fue C/LiFePO₄ y por lo tanto, las personas se refieren a todo el grupo de LiMPO₄ como el fosfato de litio-hierro, LiFePO₄.

LiFePO₄ fue inventado y reportado por Akshaya Padhi del grupo de John Goodenough en la Universidad de Texas en Austin en 1996 como un excelente candidato para el cátodo de la batería de litio recargable que es barato, no tóxico y ambientalmente benigno. De igual manera, se demostró la extracción reversible de litio de LiFePO₄ y la inserción de litio en FePO₄.

La posterior investigación y desarrollo en el almacenamiento de energía electroquímica en todo el mundo se ha orientado a la superación de los problemas de procesamiento y de ingeniería que ha llevado a su uso actual LiFePO_4 baterías de litio recargables.

Figura 31. Relación de Energía y Poder por Tipo de Batería



La gráfica anterior muestra las eficiencias de los diferentes tipos de baterías. De igual manera, a continuación se presenta un cuadro comparativo de las tecnologías de las baterías de iones litio.

Figura 32. Comparativo de Tecnologías de Baterías de Iones de Litio

Comparativa de tecnologías de baterías de Iones de Litio				
	Energía (wh/kg)	Coste (US\$/kw)	Fabricantes	Usos
(NCA) Litio Níquel Cobalto Aluminio	170	40	JCI/Saft, PEVE	Vehículos híbridos
(LMO) Litio Manganeso	150	40	LG Chemical, ElectroVaya	Vehículos híbridos
(LMO/ATO) Litio Titanio	150	40	EnerDel, Toshiba, AltairNano	Vehículos híbridos
(LFP) Litio Fosfato de Hierro	140	30	A123 Systems, GS Yuasa, BYD	Vehículos eléctricos e híbridos

Fuente: Deutsche Bank. Análisis Idom.

También, se presenta un comparativo de la densidad de energía, los costos y el ciclo de vida útil de los diferentes tipos de baterías, allí se pueden apreciar que las baterías de iones de litio son una opción muy favorable para impulsar el desarrollo

de los mercados en tecnologías híbridas y eléctricas. De acuerdo con lo que menciona el autor de la referencia.

Figura 33. Comparación de Densidad de Energía y Costo de las Baterías

Comparación densidad de energía y coste de las baterías			
	Coste (€/Wh)	Ciclo de Vida (Nº ciclos de recarga)	Densidad Energía (Wh/kg)
Plomo Ácido	0,15	500 – 1.000	30-40
Níquel Metálico	0,60	1.000 – 2.000	71
Iones de Litio	0,3-0,4	+7.000	105-170

Fuente: Idorn Análisis, Intelligent Energy Europe, ACEEE Study.

Vehículo Eléctrico con Ultra capacitores: Los ultra capacitores son dispositivos electroquímicos para el almacenamiento de energía, pero a diferencia de las baterías convencionales tiene una mayor vida útil, se cargan y descargan rápidamente y su capacidad de almacenamiento de energía es menor.

Vehículos híbridos: El objetivo de las tecnologías híbridas es combinar dos fuentes de energía, de manera que las cualidades de cada sistema sean utilizadas para la propulsión de los vehículos automotores. Por ejemplo, existen vehículos automotores híbridos que emplean motores eléctricos, los cuales permiten mejorar la eficiencia del combustible tradicional, como el diésel o la gasolina, agregando más poder durante la aceleración del vehículo, y ahorro de energía cuando se frena o se marcha a una velocidad constante. Un vehículo híbrido pasa de una forma automática de un motor convencional a otro eléctrico y viceversa.

Vehículo Híbrido-eléctrico en serie: Un HEV serie típicamente consiste de un motor conectado directamente a un generador eléctrico (o alternador). La potencia del generador se envía al motor de accionamiento y/o las baterías de almacenamiento de energía de acuerdo a sus necesidades. No hay acoplamiento mecánico entre las ruedas del motor y de transmisión.

El motor de accionamiento eléctrico proporciona toda la fuerza de accionamiento utilizando la energía del dispositivo de almacenamiento de energía y/o el motor (que podría ser una célula o celda de combustible), o ambos.

Vehículo Híbrido-eléctrico paralelo: En un sistema híbrido-eléctrico paralelo tanto el sistema de propulsión de las fuentes de energía como el motor y el motor eléctrico están acoplados mecánicamente a las ruedas del vehículo. En diferentes configuraciones, el motor puede estar acoplado a las ruedas ya sea a través de la transmisión (diseño paralelo pre-transmisión) o directamente a las ruedas posteriores a la transmisión (diseño paralelo post-transmisión). Cada uno de ellos tiene sus ventajas. Se requiere un motor pre-transmisión para funcionar en una gama de velocidades más pequeño que un motor post-transmisión, y podría suministrar eficazmente más de par motor a las ruedas traseras a baja velocidad.

Sin embargo, un motor de post-transmisión ofrece una mayor eficiencia en la transmisión de potencia a las ruedas motrices, y una mayor eficiencia en recuperar la energía de frenado regenerativo. Un diseño sería posible cuando ambos motores antes y después de la transmisión están presentes. En este caso, incluso se podría considerar el diseño como una combinación serie-paralelo. La Figura 1.4 muestra una disposición de propulsión híbrido-eléctrico paralelo simple. La Tabla 1.2 resume las ventajas y desventajas de un sistema de propulsión híbrido-eléctrico paralelo.

Figura 34. Sistemas Híbrido-Eléctricos

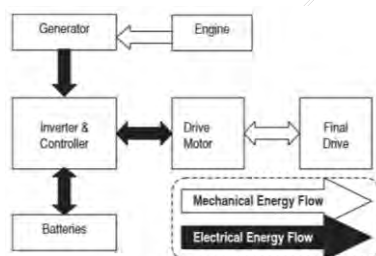


Figure 1.3. Series hybrid-electric drive: simple configuration.

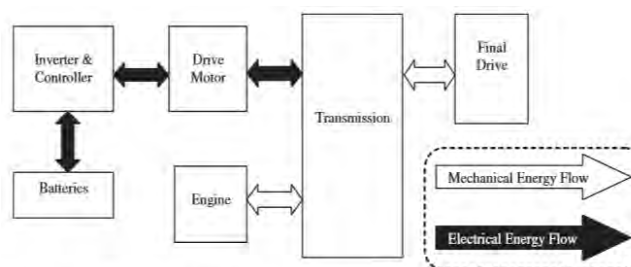


Figure 1.4. Parallel hybrid-electric drive system: simple configuration.

Vehículo híbrido eléctrico enchufable (en inglés plug-in electric hybrid) o simplemente vehículo híbrido enchufable (en inglés plug-in hybrid): También llamado PHEV por sus siglas en inglés o vehículo eléctrico de autonomía extendida, es un vehículo híbrido eléctrico cuyas baterías pueden ser recargadas enchufando el vehículo a una fuente externa de energía eléctrica.

El vehículo híbrido enchufable comparte las características de un vehículo híbrido eléctrico tradicional y de un vehículo eléctrico, ya que está dotado de un motor de combustión interna (gasolina, diésel o flex-fuel) y de un motor eléctrico acompañado de un paquete de baterías que pueden recargarse enchufando el vehículo en el sistema de suministro eléctrico. El rango exclusivamente eléctrico de un vehículo híbrido enchufable se designa como PHEV-[millas] o PHEV [kilómetros] donde el número representa la distancia que el vehículo puede viajar exclusivamente con la energía eléctrica proveniente de las baterías.

Hidrógeno: El hidrógeno no es una fuente primaria de energía, se obtiene del agua a través de la descomposición química del agua en oxígeno e hidrógeno partir de la acción de una corriente eléctrica (electrólisis). El hidrógeno representa energía almacenada, se puede quemar como cualquier combustible para producir calor e impulsar un motor, o producir electricidad en una turbina.

De forma semejante a cómo se bombea el gas en tanques, el hidrógeno se bombearía en células de combustible que se basan en procesos químicos y no en la combustión, para producir energía que permita impulsar a los vehículos. Cuando el hidrógeno fluye a través de los compartimientos de la célula de combustible, reacciona con el oxígeno para producir agua y energía. Distintos estudios sostienen que el uso del hidrógeno como fuentes alterna de energía, mejoraría la calidad del aire, la salud humana y el clima, sobre todo si se utilizara la energía eólica para la generación de la electricidad necesaria para extraer el hidrógeno del agua en un proceso sin contaminación.

Otras fuentes de energía alternativas pueden ser utilizadas tanto por vehículos convencionales como por los desarrollos para bajas emisiones las opciones que se están utilizando en diferentes ciudades del mundo se encuentran:

Biocombustibles: Los biocombustibles líquidos se denominan también biocarburantes y se obtienen a partir de materias primas de origen agrícola, estos combustibles son utilizados en los vehículos automotores como sustitutos de la gasolina y el diésel. Entre los biocombustibles más utilizados se encuentran el bioetanol y el biodiesel que es producido como producto de fuentes agrícolas y otra opción el biogás que puede ser generado como un subproducto de la descomposición de fuentes alternativas (subproductos agrícolas o desechos o residuos sólidos y líquidos).

- El **Bioetanol ó bioalcohol**, es producido por fermentación de la caña de azúcar, y de algunos granos de cereales como el trigo, la cebada y el maíz, con una previa hidrólisis o transformación en azúcares fermentables del almidón contenido en ellos. El bioetanol se utiliza en algunos vehículos como único combustible o mezclado con la gasolina, por razones de miscibilidad, no deben sobrepasar el 5-10% en volumen de etanol en climas fríos y templados, pero puede llegar a un 20% en zonas más cálidas. El empleo del etanol como único combustible debe realizarse en motores específicamente diseñados para el biocombustible.
- El **Biodiesel**, también conocido como biogasóleo o diester, constituye un grupo de biocarburantes que se obtienen a partir de aceites vegetales como la soja y el girasol. Además poseen características físicas y físico-químicas muy parecidas a las del gasóleo con el que pueden mezclarse en cualquier proporción y utilizarse en los vehículos diésel convencionales sin necesidad de introducir modificaciones en el diseño básico del motor.

Biogás: Es un biocombustible generado por la descomposición anaeróbica de materia orgánica como residuos agrícolas, alimenticios o aguas residuales. Para ser usado en un motor de combustión interna, el biogás debe ser optimizado para eliminar materiales contaminantes y elevar la proporción de metano contenido en el gas. Su gran ventaja es su balance neutro de CO₂, mientras que su mayor limitación es la disponibilidad regular de materias primas para llevar a cabo su producción a gran escala y de una manera económicamente factible.

Tal como se mostró anteriormente, actualmente existe en el mercado una amplia variabilidad en tecnologías vehiculares para satisfacer los requerimientos normativos en las diferentes regiones del mundo.

Dentro de los escenarios de implementación a nivel internacional, nacional y local se han tenido que valorar diferentes aspectos para viabilizar su implementación, muchos relacionados con los grados de madurez y desarrollo de la tecnología que principalmente redundan en costos y confiabilidad de la tecnología, requerimientos de infraestructura o logística de soporte entre otros.

En ese sentido, muchas de las diferentes experiencias nacionales, internacionales y el mismo Sistema TransMilenio ha generado procesos graduales y/o escalonados y han ido paso a paso conociendo, revisando y minimizando los diferentes aspectos que pueden generar impacto negativo al fin último que es garantizar la continuidad de la prestación del servicio en un marco de sostenibilidad, ya que para un servicio público como el transporte son fundamentales estos aspectos.

A continuación se mencionan brevemente algunas experiencias y los aspectos claves que marcan la pauta para las diferentes opciones y escenarios de implementación.

Para el caso de la China que hace unos años definió que el 60% de la flota nueva que se vincule a su operación deberá ser de tecnologías de cero o bajas emisiones, los fabricantes asiáticos vienen liderando un proceso de transformación de la industria automotriz y de la implementación de nuevas tecnologías particularmente en buses de pequeña y mediana capacidad que es donde se encuentra el % más amplio de flota que requieren los diferentes cantones del país asiático. Sin embargo es válido aclarar que estas experiencias no serían comparables con las características tanto de la operación como la tipología articulada y biarticulada de los vehículos troncales.

Existen varias tecnologías y tipologías disponibles en el mercado y en diferentes niveles de desarrollo y/o implementación a nivel internacional, ciudades como Madrid, París, Londres, Barcelona y Bogotá entre otras, vienen implementando

programas para probar e implementar este tipo de tecnologías en sus sistemas de transporte.

Actualmente, existen fondos internacionales que contribuyen a la realización de pruebas o a cofinanciar la implementación de estas tecnologías de cero o bajas emisiones a nivel internacional. Para el caso de la Unión Europea está cuenta desde el 2010, con el proyecto ZeEUS – cuyo objetivo principal es llevar la electrificación al corazón de la red de autobuses urbanos, de igual manera probar diferentes alternativas de soluciones eléctricas a través de demostraciones operativas en directo en autobuses de gran capacidad y facilitando la absorción del mercado de los autobuses eléctricos en Europa.

ZeEUS, el Sistema de Autobuses Urbanos de Emisión Cero, pretende ser la principal actividad de la UE para extender la solución totalmente eléctrica a la parte central de la red de autobuses urbanos. Se inscribe en el contexto del objetivo de la Comisión Europea de crear un sistema de transporte competitivo y sostenible.

Para cumplir su misión, ZeEUS está probando tecnologías innovadoras de bus eléctrico con diferentes soluciones de infraestructura de carga en diez sitios de demostración en toda Europa. Gracias a las variadas características geográficas y topográficas, las demostraciones ZeEUS validan la viabilidad económica, ambiental y social de las soluciones eléctricas.

El consorcio ZeEUS representa el espectro entero de las partes interesadas: autoridades y operadores de transporte público, fabricantes de autobuses, proveedores de la industria, proveedores de energía, asociaciones nacionales e internacionales, centros de investigación y consultorías. Actualmente se encuentran más de 60 ciudades en el programa.

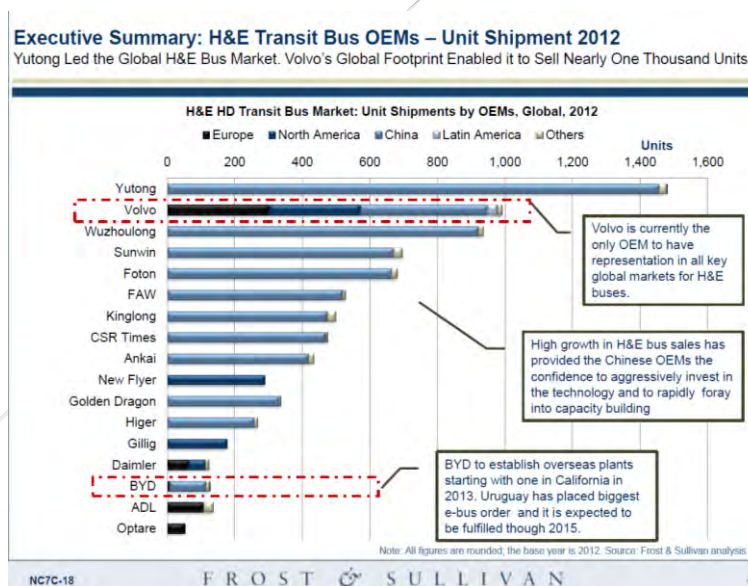
Además, el proyecto ZeEUS sigue de cerca el desarrollo de los sistemas de autobuses eléctricos en todo el mundo a través del Observatorio ZeEUS. Las demostraciones seleccionadas observadas y monitoreadas contribuyen directamente a algunas de las actividades principales y los resultados estratégicos de ZeEUS.

Objetivos del proyecto ZeEUS:

- Ampliar la solución completamente eléctrica a la parte central de la red de autobuses urbanos compuesta por autobuses de alta capacidad
- Evaluar la viabilidad económica, ambiental y social de los sistemas eléctricos de autobuses urbanos a través de escenarios operativos en directo en toda Europa
- Facilitar la absorción del mercado de los autobuses eléctricos en Europa con herramientas y acciones de apoyo específicas
- Apoyar a los que toman las decisiones con directrices y herramientas sobre "si", "cómo" y "cuándo" para introducir los autobuses eléctricos.

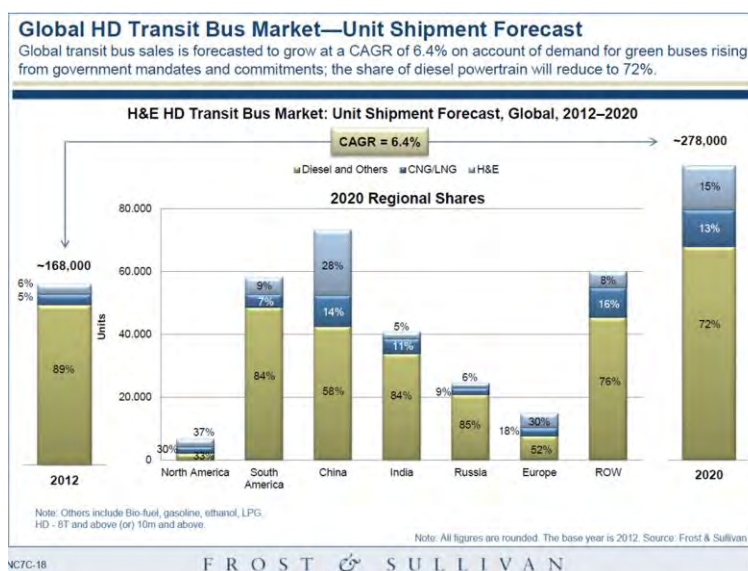
Hoy por hoy, gran parte de los principales fabricantes del sector automotriz a nivel internacional tienen sus fábricas o sus alianzas con fabricantes asiáticos, de acuerdo con un reporte de Frost Y Sullivan del 2012, cerca de 10 de los 16 principales fabricantes de nuevas tecnologías son asiáticos.

Figura 35. Unidades Vendidas en el Mercado de Buses por Fabricante



Los buses con cero o bajas emisiones vienen ganando participación en las ventas a nivel internacional y se estima que para el 2020 alcancen cerca del 15% de las ventas internacionales.

Figura 36. Ventas Proyectadas de Buses por País



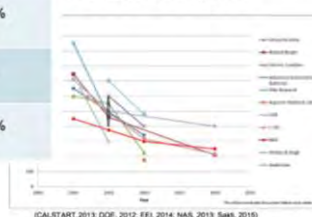
De igual manera los precios y costos asociados a las nuevas tecnologías se van equiparando o van reduciendo la brecha frente a las tecnologías convencionales, particularmente con el desarrollo de las nuevas tecnologías, los procesos de implementación de experiencias y la entrada en el mercado de nuevos actores aspectos como los costos de capital van decreciendo, esto ha sido evidente de acuerdo con análisis realizados por diferentes autores para el caso de los buses eléctricos.

Figura.37 Estimación de Costos para Vehículos con Batería

Table ES- 2: Estimation of Current Typical BEV Incremental Costs

Vehicle Type	Current BEV Incremental Cost	Baseline Vehicle Costs	Current Incremental Cost (Percent of Baseline Costs)
Heavy-Duty (> 14,000 lbs. GVWR)	\$100,000 to \$200,000	\$100,000	100-200%
Medium-Duty (8,501 - 14,000 lbs. GVWR)	\$50,000 to \$90,000	\$80,000	60-110%
Transit Buses	\$315,000	\$485,000- \$525,000	60%
School Buses	\$60,000 to \$160,000	\$140,000	40-110%

Forecasts for Battery Costs



Tomando en cuenta los costos de combustible, el costo sobre toda la vida útil puede ser más barato que los vehículos de diesel!

(Grutter_Tool_Hybrid_and_Electric_Buses)



ARB, October 2015. Technology Assessment: Medium- and Heavy-duty Battery Electric Trucks and Buses. https://www.arb.ca.gov/msprog/tech/techreport/bev_tech_report.pdf

Si bien algunos autores señalan que aún los costos de capital de las nuevas tecnologías son más altos, los costos operacionales y las eficiencias energéticas (ahorro consumo de combustible y reducción de costos de mantenimiento según tecnología) compensan el sobre costo de la inversión inicial a lo largo de la vida útil de la flota, aún existe un alto nivel de incertidumbre sobre su diferenciales, es decir no en todas las experiencias, aplicaciones o condiciones de operación estas eficiencias se mantienen en el tiempo, o son similares, una misma tecnología puede presentar diferentes niveles de eficiencia en una región, ya que existen factores diferenciales y algunos exógenos que pueden influir en su desempeño.

Algunos estudios internacionales muestran que las proyecciones pueden variar de acuerdo con las condiciones operacionales específicas en cada ciudad. No obstante, la tendencia en el tiempo con los avances en el desarrollo y experiencia de la implementación de estas tecnologías llevará a una estabilización de los costos y a que entre diferentes tecnologías las brechas económicas sean marginales.



Figura. 38 Costos Operacionales por Tecnología

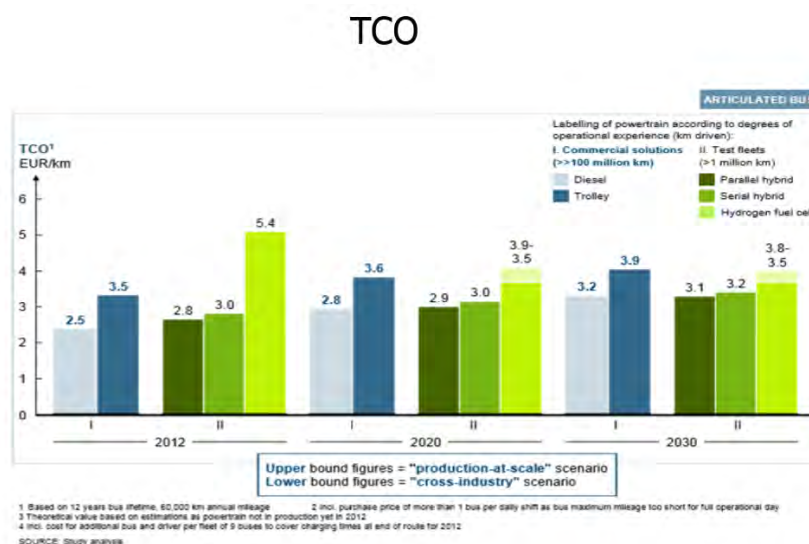
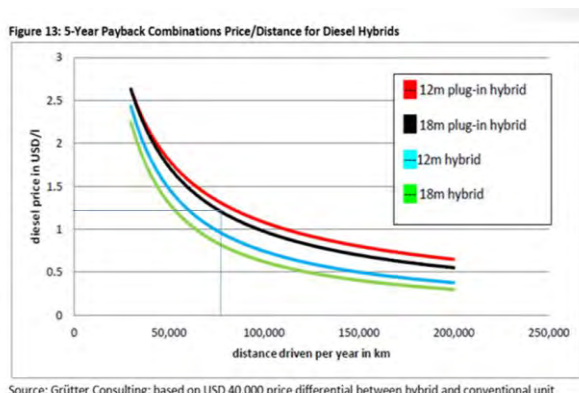
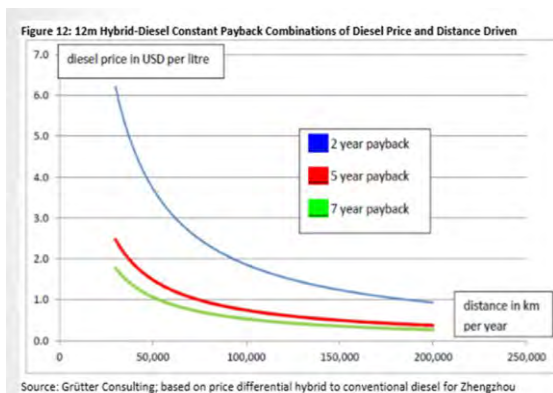


Figura 39 y 40. Distancia recorrida anual por tipo de vehículo y precio del combustible para cubrir el costo de adquisición del vehículo



Para el caso de Bogotá, existe actualmente una serie de requerimientos y proyecciones de continuidad e implementación de las políticas y marco normativo actual en materia de nuevas tecnologías.

De acuerdo a los análisis y gestiones que se han adelantado como la exploración de la disponibilidad en el mercado de las diferentes alternativas tecnológicas, los niveles de madurez y desarrollo de las diferentes tecnologías, los tiempos para fabricación y disponibilidad de las nuevas tecnologías, los requerimientos logísticos y de infraestructura, así como los costos asociados a la tecnología, llevan a pensar en escenarios de implementación gradual, lo anterior con el fin de establecer de una manera más acertada los costos, desempeños ambientales y operacionales, los beneficios y restricciones de las nuevas tecnologías en las condiciones reales y normales de operación de un sistema como el de Bogotá que tiene altos requerimientos y exigencias al compararlo con otros BRT's a nivel internacional.

En este entendido, se vienen revisando diferentes escenarios de tiempo y % de flota para determinar los rangos y/o niveles de flota con nuevas tecnologías que serán factibles en un marco de sostenibilidad del sistema.

Para efectos de determinar la viabilidad de implementación de estas nuevas alternativas tecnológicas se han adelantado análisis de tipo técnico y operacional, se han realizado pruebas en campo y mediciones que son un primer acercamiento al desempeño de algunas tecnologías. Así mismo se ha revisado información bibliográfica y se han abordado experiencias nacionales e internacionales que sirven de insumo para el análisis integral.

De otra parte, se realizaron análisis frente al diseño operacional actual del sistema que muestran que ante un escenario crítico de falla asociado al riesgo tecnológico y sumado a otros factores exógenos de carácter operacional que pueden incidir en la disponibilidad de flota, con la capacidad actual del sistema y los escenarios históricos de falla para garantizar la continuidad de la prestación del servicio, los rangos máximos de flota tolerables están entre un 5% a 20%, lo anterior dependiendo de aspecto asociados a la demanda como la estacionalidad y franja horaria de operación, lo anterior sustentado en los escenarios, las modelaciones y análisis previos revisados por la Subgerencia Técnica y de Servicios.

4. DISEÑO OPERACIONAL

4.1 DESCRIPCIÓN DEL ESCENARIO DE EVALUACIÓN

Para realizar el dimensionamiento de la flota requerida, es necesario la construcción de un escenario de evaluación, dentro del cual se realizará una asignación de la demanda y un diseño operacional global. Por la próxima licitación de los contratos de concesión de la operación de la Fase I, el análisis del escenario de evaluación se realizará para una proyección al año 2023.

El escenario de evaluación tiene unos supuestos de oferta de transporte, dentro de los cuales se tiene la implementación completa del componente zonal del SITP, un ajuste de oferta y demanda ocasionado por el municipio de Soacha y la inclusión de los proyectos priorizados para ser desarrollados durante la vigencia del Plan de desarrollo¹¹ que cuentan con financiación mediante asignación presupuestal y entre los cuales se destacan: Primera línea del Metro desde el Portal Américas hasta la Calle 72, Troncal Carrera séptima desde la calle 32 hasta la calle 200, Troncal Avenida Ciudad de Cali desde Av. Bosa hasta Calle 170, Troncal Avenida Villavicencio desde NQS hasta Av. Boyacá, Extensión Troncal Caracas desde Molinos a Yomasa, Troncal Calle 100-Carrera 68 desde Carrera 7 a Autopista Sur, Conexión Calle 26 con Carrera 10 y conexión Calle 26-NQS-Av. Américas. Si bien el supuesto de nuevas troncales influye en la oferta y demanda global del componente troncal, la oferta se muestra discriminada entre aquella requerida para la operación actual, así como para la de nuevos proyectos.

4.1.1. EXTENSIÓN DEL SISTEMA TRONCAL AL MUNICIPIO DE SOACHA.

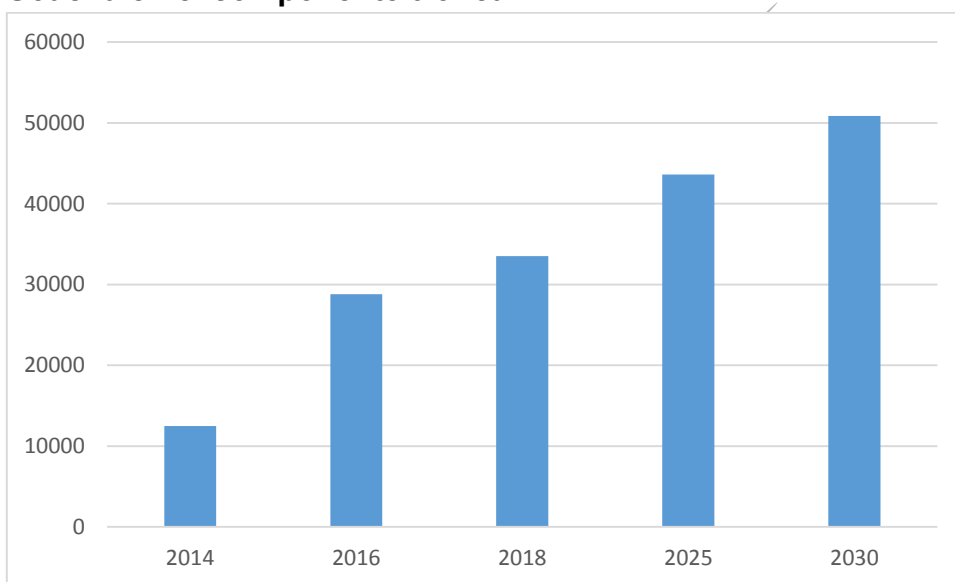
Soacha es un municipio que colinda con Bogotá por el Sur-occidente, y tiene la particularidad de ser un importante municipio dormitorio de la capital. Tiene actualmente una población cercana al millón de habitantes, convirtiéndolo en uno de los municipios con la mayor población del país, y tiene proyectados una serie de

¹¹ acuerdo 645 de 9 de junio de 2016 “por el cual se adopta el Plan de Desarrollo Económico, Social, Ambiental y de Obras Públicas para Bogotá D.C. 2016 - 2020 “Bogotá Mejor Para Todos” Artículo 149. Proyectos de infraestructura de movilidad priorizados para ejecutar durante la vigencia del plan de desarrollo Bogotá mejor para todos con financiación del plan plurianual.

mega proyectos de vivienda en los próximos 15 años que aumentarán significativamente su población.

Actualmente el municipio de Soacha aporta cerca de 16.000 viajes por sentido al componente troncal en la hora de máxima demanda, que representa alrededor del 6% de la demanda total del sistema. Con base en las proyecciones de población, esta demanda superará los 50.000 viajes por sentido en la HMD para el año 2030, razón por la cual es importante definir no sólo una, sino varias, alternativas de transporte masivo entre Bogotá y Soacha. Por esto es trascendental desde ahora considerar la posibilidad de generar redundancia adicional de transporte para satisfacer el creciente número de viajes.

Figura 41. Evolución de la demanda estimada de usuarios por sentido de Soacha en el componente troncal



Fuente. TRANSMILENIO S.A.

La comunicación entre Soacha y Bogotá se realiza casi que exclusivamente por la Autopista Sur, pues es la única vía arterial que los conecta. Por esta razón, se ha definido que este corredor tenga un servicio de transporte masivo, que se

desarrollará en tres fases, para una extensión total de 6,9 kilómetros hasta la zona denominada El Vínculo.

A finales de 2013 se inauguró la Fase I de la extensión de la troncal NQS hacia el municipio de Soacha. Esta primera fase, con una extensión de 3,6 kilómetros, cuenta con cuatro estaciones en servicio, terminando en la estación de integración de San Mateo. Las siguientes dos fases están previstas dentro del mediano plazo.

Figura 42. Fases de la extensión del sistema troncal al municipio de Soacha



Fuente. TRANSMILENIO S.A.

4.1.2. RESTRUCTURACIÓN DEL COMPONENTE ZONAL

Para un óptimo funcionamiento de la infraestructura troncal propuesta, se debe realizar una restructuración de las rutas zonales que actualmente hacen uso de estos corredores. Con base en esta premisa, se procedió a realizar un inventario de todas las rutas que toman los corredores propuestos y cuál es su influencia en los mismos. Dependiendo de esto, se hace la recomendación de eliminar las rutas con influencia sobre corredores troncales en más de un 70% de su recorrido o modificar

las rutas de tal manera que se logre potencializar la oferta de transporte, ejercicio que fue incluido en la modelación.

4.2 PARÁMETROS DE DISEÑO

4.2.1 NIVEL DE SERVICIO

Para realizar un diseño operacional, es importante definir la capacidad de los vehículos que se van a ofertar dentro del diseño. Y para esto, es primordial hablar de nivel de servicio, que se puede traducir como la comodidad que tienen los usuarios dentro de un sistema de transporte. Tradicionalmente en los sistemas de transporte se tienen definidos seis (6) niveles de servicio, desde la A hasta la F, donde A es la condición de mayor “comodidad” para el usuario, con todos los usuarios sentados y con algunos asientos aún disponibles; y F es la condición más crítica, con todos los asientos ocupados y el bus colmado con usuarios de pie, a unas densidades superiores a los 6 pasajeros por metro cuadrado.

Si bien los números definidos dentro de los niveles de servicio son indicativos, son importantes a la hora de realizar el dimensionamiento de la flota. A continuación se encuentra la tabla de nivel de servicio definidas en la estructuración del Sistema Integrado de Transporte Público, para cada una de las tipologías en el componente zonal y troncal, donde por cada tipo de vehículo se indica el número de usuarios que debe haber en el bus para la clasificación de cada nivel de servicio.

Tabla 7 . Ocupación por nivel de servicio por tipo de vehículo en el Sistema Integrado de Transporte Público

Tipo de Vehículo	Número de usuarios por Nivel de servicio					
	A	B	C	D	E	F

Microbús	19	19	19	19	19	19
Buseta	23	27	32	36	40	43
Bus	29	34	40	45	50	54
Padrón	30	43	55	68	80	89
Articulado	48	74	99	125	150	167
Súper articulado	51	92	129	163	204	227
Biarticulado	56	104	153	201	250	282

Fuente. TRANSMILENIO S.A.

La modelación y el diseño operacional se realizan para la Hora de Máxima Demanda del sistema, que ocurre típicamente entre las 6:15 y 7:15 de la mañana. Si bien es deseable que el nivel de servicio en el transporte fuera siempre de A, es decir, con la mayor “comodidad”, existen dos razones principales por las cuales esto se dificulta:

- i. La Hora de Máxima Demanda – HMD, conocida también como la hora pico, concentra un alto número de los usuarios del transporte en un día hábil típico. Para comparar magnitudes, la demanda de usuarios en la HMD se estimó que está cercana al 11% de la demanda total en un día. Con el elevado número de buses que se requerirían se saturaría la capacidad de la infraestructura del Sistema.
- ii. Puesto que el sistema de transporte tiene un componente de cierre financiero, es difícil pedir más buses de los que se encuentran en el punto de equilibrio. Esto quiere decir que dentro de lo posible el número de buses debe poder ser cubierto en su totalidad por los costos de la operación.

Con lo anterior en mente, el componente troncal se ha diseñado tradicionalmente con un nivel de servicio E para la HMD, con una densidad de 6 pasajeros por metro cuadrado. De esta manera, la capacidad de los buses articulados y biarticulados es de 150 y 250 pasajeros respectivamente. Adicionalmente, los buses deben cumplir con un peso bruto de acuerdo con su homologación.

No obstante, con el propósito de ofrecer una mejora en el servicio troncal, se plantea un cambio en el diseño, y se realiza para una ocupación de 5,5 pasajeros por metro cuadrado, es decir, con un rango intermedio entre la clasificación de los niveles de servicio D y E, con lo cual se calcula una capacidad de 142 pasajeros para buses de tipología articulada, 191 pasajeros para Súperarticulados y de 234 pasajeros para la biarticulada. Esta mejora en el nivel de servicio representa una reducción en la ocupación de diseño de los buses articulados de 5,3% y 6,4% para súper articulados y biarticulados.

Con el diseño operacional, se puede hacer una proyección del kilometraje que recorrería la flota diseñada en un día hábil típico. Para esto, dentro de los diseños se contemplan dos factores para la proyección: un factor de demanda, que determina qué tanto porcentaje de la demanda máxima horaria se presenta típicamente en cualquier hora del día; y un nivel de servicio para el cual se diseña en cualquier hora del día. A continuación se encuentra la relación de los valores para las 24 horas del día.

Tabla 8. Factor de demanda y Nivel de Servicio de diseño en un día hábil típico

Hora	Factor Demanda Máxima	Nivel de servicio
1:00	0.00	A
2:00	0.00	A
3:00	0.00	A
4:00	0.02	A
5:00	0.24	B
6:00	0.74	D
7:00	1.00	E
8:00	0.74	D

Hora	Factor Demanda Máxima	Nivel de servicio
9:00	0.51	C
10:00	0.42	C
11:00	0.40	C
12:00	0.41	C
13:00	0.44	C
14:00	0.41	C
15:00	0.43	C
16:00	0.51	C
17:00	0.74	D
18:00	0.89	E
19:00	0.64	D
20:00	0.41	C
21:00	0.31	B
22:00	0.26	B
23:00	0.10	A
0:00	0.01	A

*El nivel de servicio E hace referencia a ocupación de 5,5 pax/m²

Fuente. TRANSMILENIO S.A.

4.2.3. INTERVALO Y FRECUENCIA DE DISEÑO

El intervalo de un servicio define cada cuánto tiempo debe pasar un bus. Este intervalo es una función del volumen máximo del servicio, de tal manera que entre mayor volumen sea, menor es el intervalo. En este sentido, el intervalo se calcula así, medido en minutos por bus:

$$\text{intervalo} = \frac{\text{volumen máximo}}{\text{capacidad del bus}}$$

De la misma manera, la frecuencia de un servicio define cuántos buses deben pasar en un lapso determinado de tiempo, que típicamente se toma como una hora. El cálculo de la frecuencia se puede expresar así, medido en buses por hora:

$$frecuencia = \frac{60}{intervalo}$$

Partiendo de la premisa que el volumen máximo siempre es igual o mayor que cero (es imposible tener un número negativo de personas a bordo de un bus), el rango de valores que se pueden obtener para el intervalo va desde cero hasta infinito. Si bien es difícil tener cero pasajeros en un servicio en una hora, e imposible tener un número infinito, es necesario establecer un rango de intervalos de diseño para la hora de máxima demanda, de tal forma que sea posible cumplirlo (prestar un servicio cada 3 segundos es imposible), y que el usuario no tenga que esperar más de un tiempo límite para que le pase un bus. En este sentido, los mínimos y máximos para el diseño operacional se encuentran en la tabla a continuación.

Tabla 9. Intervalos mínimos y máximos para el troncal en la hora de máxima demanda

Parámetro del intervalo	Intervalo (min/bus)	Frecuencia (buses/hora)	Capacidad (pasajeros/hora para buses articulados)	Capacidad (pasajeros/hora para buses súper articulados)	Capacidad (pasajeros/hora para buses biarticulados)
Mínimo	2,00	30,00	4.260	5730	7.020
Máximo	6,00	10,00	1.420	1910	2.340

Fuente. TRANSMILENIO S.A.

La flota total requerida para un servicio es función del intervalo ajustado, luego de encontrarse en los límites mínimos y máximos.

$$flota = \frac{tiempo\ de\ ciclo}{intervalo\ ajustado}$$

En caso de obtener un decimal, el resultado se redondea hacia arriba hasta el siguiente número entero.

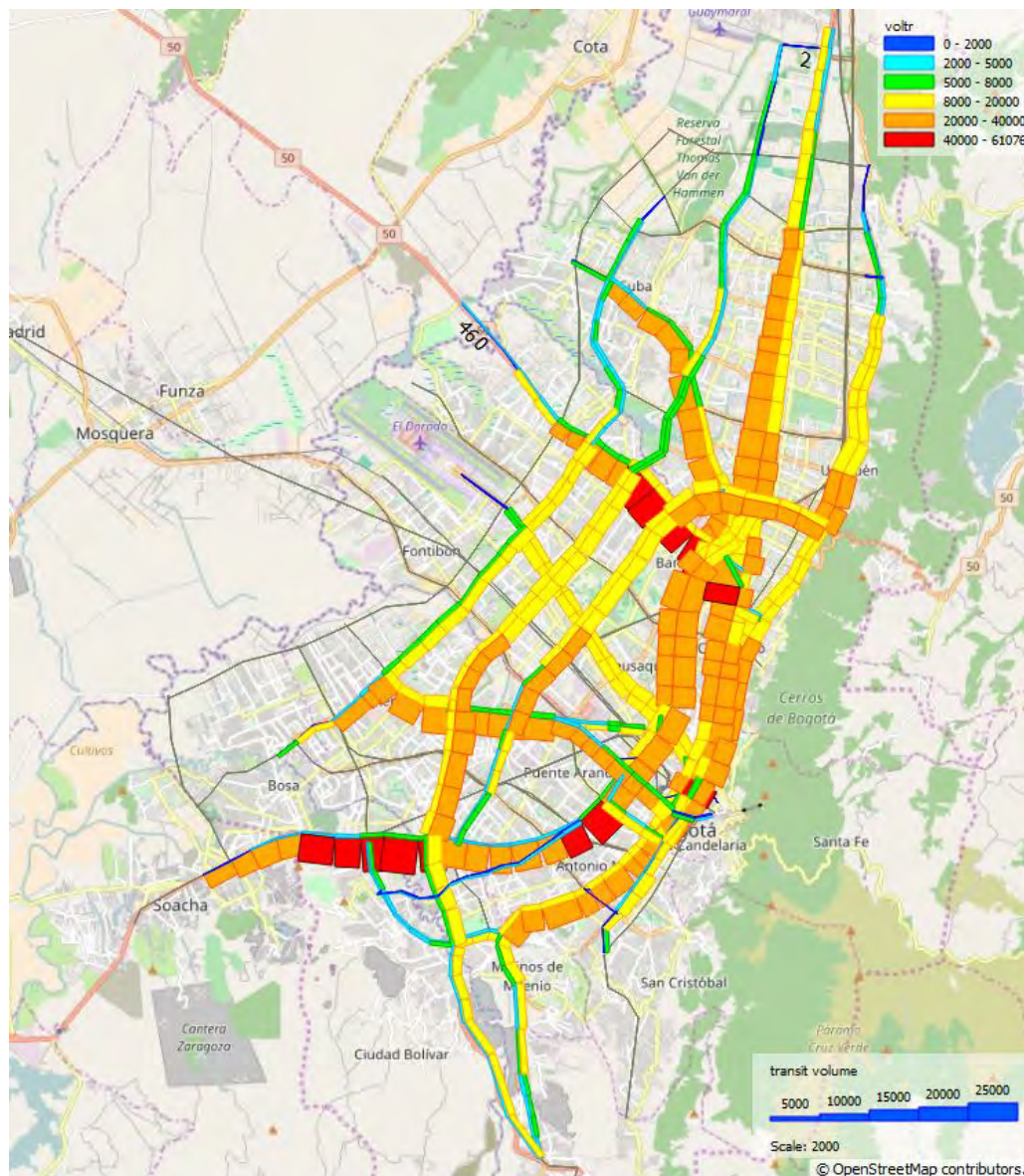
4.3 ESCENARIO DE EVALUACIÓN

4.3.1 RESULTADOS DE LA MODELACIÓN DE LA DEMANDA DE TRANSPORTE

Las demandas obtenidas en el modelo para los nuevos corredores evaluados son de 31.219 pasajeros por hora para el corredor de la Avenida Carrera 68; 26.026 pasajeros para el tramo existente de la Avenida Ciudad de Cali (Troncal Américas) y de 17.027 para el corredor previsto para la Avenida Ciudad de Cali. La Avenida Boyacá presenta una carga de 30.561 pasajeros/hora/sentido, mientras que los corredores de la Avenida Villavicencio y Jorge Gaitán Cortés presentan 6.263 y 4.308 pasajeros/hora/sentido respectivamente.

Para los otros corredores existentes, se observa, en el corredor de la Avenida Caracas se mantiene alrededor de los 43.248 pasajeros por hora por sentido, y existe un incremento importante en la carga de la troncal Américas (37.963 pasajeros/hora/sentido). La NQS tiene un aumento significativo de sus demandas sobre su tramo sur (51.500 pasajeros/hora/sentido), debido a la influencia de viajes provenientes de Soacha. La Carrera 7 presenta una carga de 27.856 pasajeros/hora/sentido, la Autopista Norte de 37.030, mientras que la Calle 80 y la Avenida Suba presentan valores de 42.905 y 31.497 pasajeros/hora/sentido respectivamente.

Figura 43. Volúmenes de transporte para el subsistema troncal en el escenario de evaluación



Fuente. TRANSMILENIO S.A.

4.3.2 DISEÑO OPERACIONAL

Con los resultados anteriores, se realizó el diseño operacional para el cálculo de la flota que se requerirá para satisfacer las condiciones de demanda descritas en el modelo.

La estimación de la cantidad de vehículos se efectuó para dos escenarios: el primero, para una flota compuesta por buses articulados de tres ejes y biarticulados; y el segundo, para una flota conformada, adicionalmente de estas dos tipologías, también por vehículos articulados de cuatro ejes denominados Súper articulados, este escenario se tiene en cuenta de forma preliminar, sin embargo es necesario hacer todos los estudios y pruebas correspondientes para garantizar que esta tipología es compatible con la infraestructura troncal existente en la ciudad.

Para el primer caso, el total de flota troncal que se requiere según los resultados de demanda del modelo, es de 2.819 vehículos para todo el Sistema. El diseño operacional se realizó tanto para Fase I (objeto de la presente licitación) como para Fase II, teniendo en cuenta que para el horizonte de modelación (año 2023) ya han finalizado los actuales contratos de la Fase II y las futuras troncales que se denominará Fase IV, la flota de la Fase III se mantiene fija como se encuentra actualmente, la definición de tipología de vehículo se realizó a partir de la carga estimada para cada servicio, manteniendo un intervalo mínimo de 2 minutos, es decir menos de 4260 pasajeros en la hora se diseña el servicio con bus articulado y los demás con biarticulado:

Tabla 10. Flota requerida para la operación troncal en el Escenario 1

Fase	Padrones Duales	Articulados (150 pax.)	Biarticulados (250 pax.)	Total
Fase I		442	234	676
Fase II		372	151	523
Fase III	260	118	290	668
Fase IV		126	826	952
Total	260	1.058	1.501	2.819

Fuente. TRANSMILENIO S.A.

En el segundo escenario, el total de flota troncal requerida es de 2.877 vehículos para todo el Sistema, en este caso los servicios con menos de 4260 pasajeros en la hora se diseñan con articulados, entre 4260 y 5730 pasajeros con Súperarticulados y los mayores a 5730 pasajeros con biarticulados.

Tabla 11. Flota requerida para la operación troncal en el Escenario 2

Fase	Padrones Duales	Articulados (150 pax.)	Superarticulados (204 pax.)	Biarticulados (250 pax.)	Total
Fase I	0	442	141	119	702
Fase II	0	372	31	126	529
Fase III	260	118	0	290	668
Fase IV	0	166	0	812	978
Total	260	1098	172	1347	2877

Fuente. TRANSMILENIO S.A.

4.3.3 DIMENSIONAMIENTO DE LA FLOTA PARA CADA CONCESIÓN

En párrafos anteriores, se ha hecho una descripción de la necesidad de transporte masivo troncal en la ciudad, al igual que de la solución a esta necesidad, mediante una caracterización de oferta y demanda. Así las cosas, se diseñó una cantidad de flota, con unos supuestos de capacidad por vehículo que brindan una mejora en el nivel de servicio, que responde a las necesidades de los usuarios del componente troncal.

A continuación se encuentra una tabla resumen de la flota troncal operativa que tiene cada uno de los concesionarios operadores del componente troncal.

Tabla 12. Flota articulada y biarticulada operativa actual de los concesionarios de las Fases I, II y III

Fase	Operador	Cabecera	Articulados	Biarticulados
I	Ciudad Móvil	Norte	159	10
	Express del Futuro	Calle 80	181	0
	Metrobús	Tunal	136	0
	SI 99	Usme	242	0
	Total Fase I		718	10
II	Somos K	Américas	168	0
	Transmasivo	Suba	208	0
	Connexion Móvil	Sur	160	0
	Total Fase II		536	0
III	Consorcio Express - San Cristóbal	20 de Julio	47	130
	Consorcio Express - Usaquén	-	34	78
	Gmóvil	Eldorado	37	82
	Total Fase III		118	290
Totales Fases I, II y III			1.372	300

Fuente. TRANSMILENIO S.A.

La distribución de la flota requerida para el reemplazo de las concesiones de la Fase I se ha efectuado de acuerdo con la estructura de los servicios troncales asociados a cada patio. De esta manera, se tiene la siguiente asignación de flota a solicitar para cada nuevo concesionario, en los dos escenarios evaluados:

Tabla 13. Distribución de la flota operativa requerida en las cabeceras de operación troncal de la Fase I. Escenario 1

Fase	Cabecera de operación troncal	Articulados (150 pax.)	Biarticulados (250 pax.)	Total
I	Norte	183	105	288
	Calle 80	61	81	142

	Tunal	81	28	109
	Usme	117	20	137
	Total Fase I	442	234	676

Fuente. TRANSMILENIO S.A.

Tabla 14. Distribución de la flota operativa requerida en las cabeceras de operación troncal de la Fase I. Escenario 2

Fase	Cabecera de operación troncal	Articulados (150 pax.)	Superarticulados (204 pax.)	Biarticulados (250 pax.)	Total
I	Norte	170	39	70	279
	Calle 80	110	31	37	178
	Tunal	66	40	12	118
	Usme	96	31	0	127
	Total Fase I	442	141	119	702

Fuente. TRANSMILENIO S.A.

De acuerdo con las necesidades de flota en los años siguientes, se abre la posibilidad de realizar incorporaciones de flota posteriores que respondan al crecimiento de la demanda, al igual que ajustes en los cálculos si es necesario, bien sea por variaciones en la demanda u oferta de infraestructura, entre otros.

Por otra parte, siguiendo la estrategia señalada en la cuarta línea de acción del Decreto Distrital 477 de 2013 se prevé la incorporación de una porción de vehículos como parte del inicio del plan de ascenso tecnológico del componente troncal.

4.3.4 DEFINICIÓN DE CATEGORÍAS DE FLOTA

Se definen dos categorías de flota para la licitación con el fin de cumplir con los objetivos originales de la Licitación (ver sección 1.1).

La primera categoría es de Tecnologías Convencionales, y se define como la parte de la flota total que corresponde a tecnologías a base de diésel o gas natural vehicular. Esta categoría incluye todas las tipologías de vehículos antes definidas,

Página 107 de 186

como Articulados de 3 y 4 ejes, y Biarticulados. El porcentaje de la flota total que corresponde a Tecnologías Convencionales es aquella restante de la definida por Tecnologías Nuevas.

La segunda categoría es de Tecnologías Nuevas, y se define como la parte de la flota total que corresponde a tecnologías a base de otras tecnologías diferentes a las definidas la primera categoría, incluyendo vehículos híbrido-eléctricos y eléctricos. Esta categoría incluye solamente la tipología de vehículos Articulados a 3 ejes. El porcentaje de la flota total que corresponde a Tecnologías Nuevas será entre el 5% y el 20% del total de la flota de Articulados de 3 ejes, aplicado a cada concesión individualmente y sujeto a las propuestas de los oferentes. El cálculo se realiza con buses articulados debido a que es la tipología que cuenta con mayor disponibilidad de nuevas tecnologías probadas.

La separación de la flota en estas dos categorías permita controlar la introducción al sistema de nuevas tecnologías de una forma controlada y gradual, que permita cumplir con los tres objetivos antes mencionados. Esto basado en el concepto de confiabilidad, donde se prioriza construir la operación a base de vehículos probados en sistemas con condiciones de operación y duración comparables a TransMilenio.

El concepto de confiabilidad parte de los análisis de mejorar los índices de operación a través de una operación y sobretodo del mantenimiento de un equipo encaminado a obtener el mayor tiempo de funcionamiento y de poder minimizar las fallas durante la vida útil del vehículo. En esa búsqueda aparece este término que ha sido definido como:

Confiabilidad:

Tomado de: CONCEPTOS Y TENDENCIAS - Por: Carlos Mario Pérez Jaramillo / Soporte y Compañía

“Es la probabilidad de que un dispositivo realice adecuadamente su función prevista a lo largo del tiempo, cuando opera en el entorno para el que ha sido diseñado”

Con base en esta definición y asociado a un entorno operativo con los niveles de exigencia como lo es el sistema troncal y basados en estudios y conclusiones de

los mismos donde se menciona que para poder tomar una decisión en cuanto a establecer la inclusión de una tecnología nueva basados en pruebas y/o ensayos pilotos de corta duración y de un número pequeño, no entregan verdaderos rendimientos en cuanto a consumos, comportamiento en cuanto a fallas y el tiempo entre ellas, ya que estos dependen de factores como: Tipo de servicio y niveles de exigencia del mismo, condiciones asociada a la conducción y operación, condiciones ambientales.

La entidad considera que además de establecer unos índices de operación se deben realizar unas evaluaciones mucho más profundas y con un periodo de evaluación mucho más largo, de tal forma que se puedan tener no solo las condiciones técnicas claras en cuanto a estas nuevas tecnologías sino que también se tenga un escenario económico y financiero claro en cuanto a los insumos dentro de la operación (combustible y/o energía y costos de mantenimientos) a lo largo de la vida útil del vehículo. Es válido aclarar que esta decisión ha sido una característica de la entidad en no solo propender por el uso de nuevas tecnologías sino también de hacerlo dentro de un marco objetivo y serio de tal forma que no se vea afectada la prestación del servicio.

De lo anterior cabe resaltar que uno de los procesos importantes que se tiene en cuenta dentro de los contratos de concesión es el proceso de aclimatación de los vehículos donde se Diseñan protocolos de pruebas necesarias (por Marca, Modelo, o Familia de Vehículos) para hallar los índices de operación óptimos aplicable al ámbito energético - ambiental, los cuales serán utilizados como un patrón de seguimiento durante la operación de los vehículos.

Para la elaboración de dichos protocolos de pruebas el CONCESIONARIO elabora los siguientes estudios:

- Estudio de las características tecnológicas de los motores y sus sistemas.
- Análisis, en lo energético – ambiental, de las experiencias internacionales con motores de las mismas características y condiciones de operación a similar altitud.
- Estudio de las variables que afectan directamente la producción de emisiones contaminantes y de los mecanismos que permiten su ajuste. Dichas variables incluyen: (i) Relación de Compresión, (ii) Cilindrada, (iii) Relación aire/combustible, (iv) curvas de potencia, (v) torque, (vi) consumo

específico.

- Para el caso específico de nuevas tecnología se incluiría otros elementos y/o suministro de energía eléctrica.

Todos estos estudio en el marco de la operación real de los buses y en un escenario amplio de tiempo.

Por todo esto se puede concluir que un paso hacia nuevas tecnologías deben ir acompañadas de un proceso de prueba en condiciones reales de una flota durante un tiempo largo, de tal forma que se puedan tener las condiciones técnicas, financieras y ambientales reales necesarias para la operación de este tipo de buses.

Se estima la cantidad de flota asociada a Tecnologías Nuevas que pueden ser incorporadas en la operación de tal forma que, en caso de falla, no comprometan la continuidad de la operación y los niveles de servicio posibles para el Sistema. Se estima un rango del porcentaje de la flota que corresponde a Tecnologías Nuevas para el Escenario 1. El piso del rango es el porcentaje de flota de Tecnologías Nuevas que, en el caso extremo de falla simultánea, el nivel de servicio no exceda los 6 pasajeros/m² (el nivel de servicio de programación actual). En el techo, se estima el porcentaje de flota de Tecnologías Nuevas que, en el caso extremo de falla simultánea, el nivel de servicio no exceda los 7 pasajeros/m², límite de capacidad física que corresponde a un nivel de servicio F. Este rango permite requerir un porcentaje mínimo de flota de Tecnologías Nuevas con las que se da cumplimiento a los objetivos del Plan de Ascenso Tecnológico, al mismo tiempo permitiendo a los oferentes incrementar este porcentaje en caso de sentir mayor confiabilidad en este tipo de tecnologías a ofertarse. De esta forma, se permite gradualmente migrar hacia tecnologías de bajas y cero emisiones, de forma que no comprometa la continuidad del servicio.

Tabla 15. Estimación de capacidad máxima para flota asociada a Tecnologías Nuevas Fase I para Escenario 1.

Escenario Fase I	Articulados	Súper articulados	Biarticulados	Total flota	Capacidad			Diferencia capacidad	
					5,5 pax./m ²	6 pax./m ²	7 pax./m ²	de 5,5 a 6 pax./m ²	de 5,5 a 7 pax./m ²
Escenario 1	442		234	676	117,520	124,800	139,802	7280	22282
Escenario 2	442	141	119	702	117,541	124,814	139,379	7273	21838

Fuente. TRANSMILENIO S.A.

De acuerdo con lo anterior, se obtiene que la capacidad máxima a ofertar por vehículos asociados a la categoría de Tecnologías Nuevas del componente troncal para la Fase I del Sistema TransMilenio, es de 7.280 cupos aproximadamente, lo que equivale al 6,2% de la capacidad total diseñada. Esta capacidad corresponde a 51 buses articulados.

Calculando esta misma capacidad remanente con una ocupación extrema de aglomeración de 7 pasajeros/m², y basados en el mismo raciocinio de falla simultanea de la flota, el porcentaje de vehículos de ascenso tecnológico podría aumentarse hasta el 19% de la capacidad diseñada, es decir cerca de unos 157 buses articulados.

Adicional a la disponibilidad de los vehículos, también se considera la probabilidad de falla durante la operación de un vehículo individual. Esto debido a que tanto la no disponibilidad de la flota, como una falla durante la operación afectan de forma importante la operación diaria.

Como parte de las estrategias encaminadas a evaluar el desempeño de los concesionarios respecto al mantenimiento de los vehículos, se adopta un indicador denominado "Distancia promedio entre varados (DPV)", indicador que es el estándar de la industria para medir la confiabilidad de flota de vehículos de transporte masivo. Se calcula dividiendo el total de kilómetros operados por el total

de varados confirmados. En términos generales, entre más alta la DPV, mayor es la confiabilidad de la flota.

Se calcula de la siguiente forma:

Distancia promedio entre varados

(DPV)=kilometros recorridos/mesCantidad de varados/mes

Características:

- Independiente del tamaño de la flota.
- Aplica para diversos modos de transporte.
- Indicador de clase mundial – equivalente al de la industria no transporte (maquinaria estática).

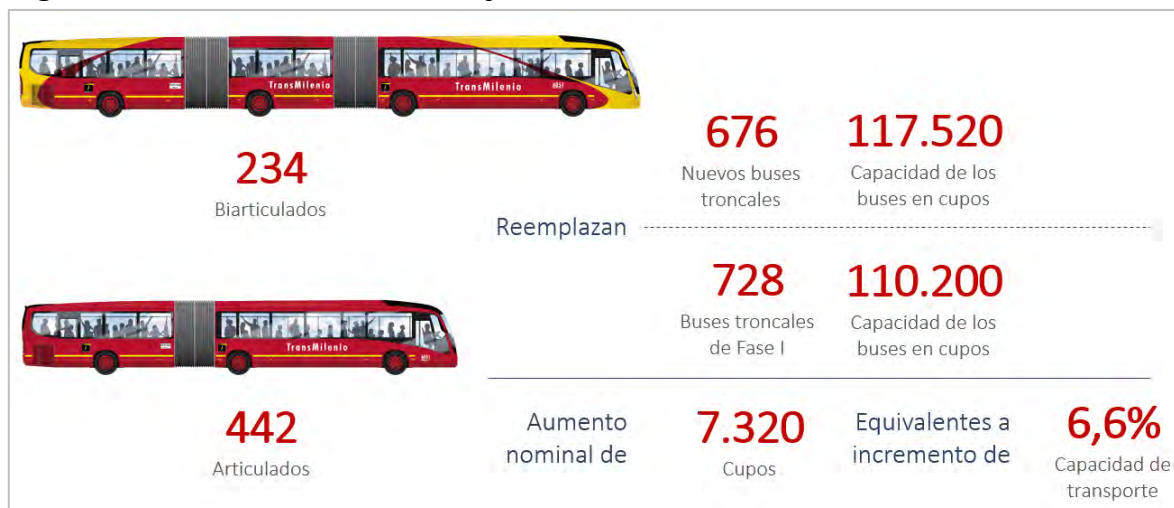
Un análisis de los datos de la operación históricos entre el 2011 y el 2016 de TransMilenio Troncal en las concesiones de la Fase 1 indican un rango de DPV entre 12 mil y 50 mil km recorridos entre varadas.

Con base en la literatura técnica sobre el tema y los históricos observados en la operación actual, aunado a los análisis concernientes con la relación entre edad de flota y cantidad de eventos por varados, se considera adecuado un parámetro mínimo de DPV no inferior a 30.000 km, valor por debajo del cual se considera necesaria la implementación de medidas contingentes por parte del concesionario que no supere este umbral.

4.3.3 CUANTIFICACIÓN DE LA MEJORA EN EL NIVEL DE SERVICIO

Como se ha mencionado anteriormente, además de la renovación de la flota de las actuales concesiones de la Fase I, se busca una mejora en el nivel de servicio en el componente troncal. Para cuantificar esta mejora, se compara la capacidad ofertada actualmente y la diseñada para las nuevas concesiones. En términos generales, para el primer escenario de diseño, se tiene una mejora de 7.320 cupos adicionales para el año 2023, lo que representa un aumento de capacidad del 6,6% con respecto a la actual de la Fase I, y un incremento del 2,6% para el total de la flota del sistema (Fases I, II y III), sin incluir la flota adicional para las nuevas troncales que se ejecutarán en este plazo.

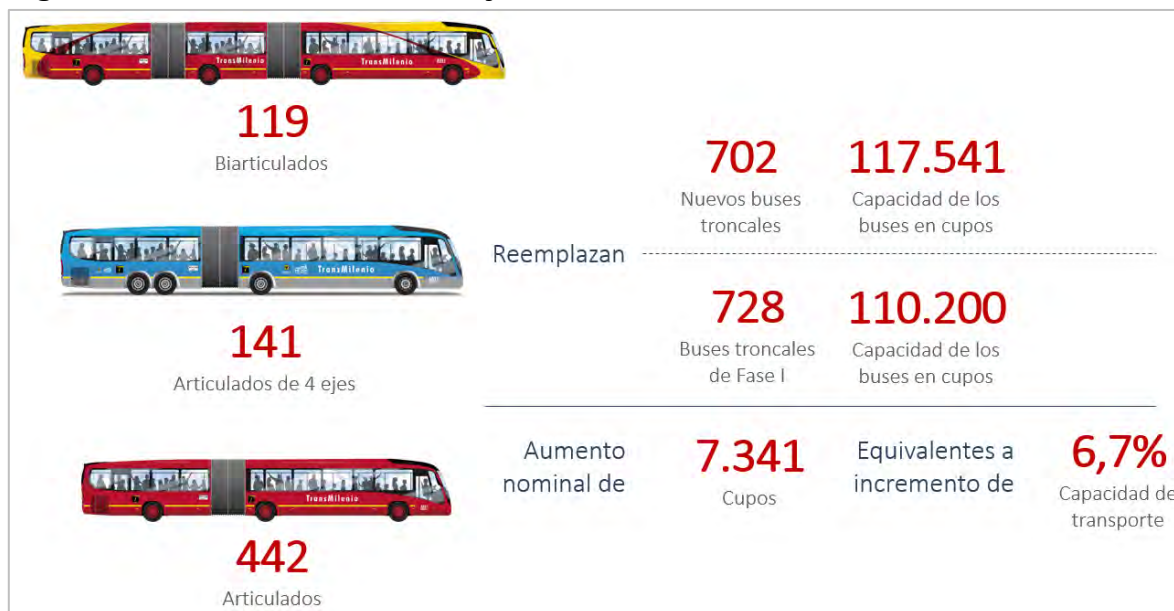
Figura 44. Resumen de mejora en el servicio troncal. Escenario 1



Fuente. TRANSMILENIO S.A.

Para el segundo escenario de diseño, los cupos adicionales ofertados corresponden a 7.341, con lo que se obtiene una mejora del 6,7% con respecto a la oferta actual de las dos fases, y del 2,6% del total de la oferta actual del Sistema.

Figura 45. Resumen de mejora en el servicio troncal. Escenario 2



Fuente. TRANSMILENIO S.A.

5. PLAN DE GESTIÓN DE PATIOS

5.1. ESTRATEGIA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE ÁREAS REQUERIDAS PARA ESTACIONAMIENTO DE FLOTA EN SUS FASES I Y II

La estrategia a implementar consiste en ampliar los patios de Fase II (patio américas, patio sur), esto en razón a que estos patios cuentan con áreas de crecimiento disponibles que pueden ser aprovechados para la nueva flota.

El escenario más crítico de pedido de flota para fase I es de 702 buses compuestos por 442 articulados (150 pax) y 141 (204 pax) y 119 biarticulados, el cual prevé comenzar en la vigencia del año 2019. Esta flota deberá ocupar las áreas de parqueo y soporte de los patios Calle 80, Autonorte, Tunal y Usme.

Teniendo en cuenta lo anterior, la capacidad nominal inicial de los patios Fase I es de 477 buses articulados que ocupan 15.26 hectáreas y que actualmente reciben 682 buses en articulados y biarticulados. Con la adecuación de áreas disponibles en la FASE II del Sistema TransMilenio, en los patios Américas y Sur, se prevé un aprovechamiento adicional de área para buses troncales de 5.08 hectáreas que permiten albergar una flota de 135 buses biarticulados de la prevista para Fase I.

De igual manera, se tiene prevista la ampliación de los patios Fase I para lo cual se han identificación de algunos cuerpos prediales cercanos a cabeceras y zonas de operación de los patios existentes. Estos predios se encuentran pre delimitados por el Decreto 305 de 2015 cuyo objeto consiste en *"... la adecuación y puesta en funcionamiento de los equipamientos de transporte e infraestructura de soporte para el SITP y se declara condiciones de urgencia por motivos de utilidad pública para la adquisición de los inmuebles necesarios para ese efecto..."*.

Para la adquisición de estos predios y su implementación como patios troncales, se debe surtir el proceso de gestión predial, estudios y diseños y construcción, estimando para ellos periodos de tiempo de 6 meses, 6 meses y 10 meses aproximadamente (22 meses), iniciando a partir del primer trimestre del 2017 y finalizando el primer trimestre del 2019. La adecuación de estos predios coincidiría con la entrada de la flota Fase I.

Cabe resaltar que los predios contemplados para estacionamiento de flota de Fase I ocupan un área cercana a 30 Ha, suficiente para albergar la flota prevista para Fase I. De igual forma, la flota prevista para Fase II contaría con área suficiente y requeriría períodos menores para su adecuación como patio troncal como quiera que se llevaría a cabo mediante ampliaciones de los patios existentes que no requerirán actividades de gestión predial. Para el patio Sur y Américas se prevé un aprovechamiento aproximado de 5 hectáreas.

De acuerdo con lo anterior, la ruta de ampliación, mejoras y optimización de la infraestructura de patios troncales existentes, así como para la construcción de infraestructura nueva, coincidirá con el proceso acompasado de salida de la flota y la entrada del nuevo inventario de buses de la FASE I y de igual manera con la adecuación de áreas disponibles en la FASE II del Sistema TransMilenio.

Es importante mencionar que la expansión de áreas aprovechables de fase II y Fase I está contemplada entre las inversiones a realizar en el presente plan de gobierno, con lo cual la disposición de áreas de parqueo es riesgo que estará a cargo de la Administración.

Se describen los insumos necesarios desde la planeación de infraestructura de patios asociada a la estructuración del proceso de licitación de los contratos de operación de la flota que corresponde a la fase I.

5.2. PATIOS TRONCALES DE FASE I Y II

En la siguiente tabla se presenta una relación de los patios troncales de las Fases I y II del Sistema TransMilenio en operación, indicando su capacidad nominal de parqueo y el CONCESIONARIO actual, los mismos son la infraestructura soporte a concesionar.

Tabla 16. Capacidad por Patio de Parqueo de Buses

Patio	Operador	Capacidad nominal de Parqueo original (Buses articulados)
Calle 80	Express del Futuro	101
Usme	SI 99	173
Tunal	Metrobús	94
Norte	Ciudad Móvil	109
Sur	Connexión Movil	120
Américas	Somos K	182
Suba	Transmasivo	185

Fuente. TRANSMILENIO S.A.

En la siguiente tabla se encuentra el detalle la distribución de servicios complementarios de los patios troncales en operación, que incluyen mantenimiento preventivo y correctivo, abastecimiento de combustible, lavado, latonería y pintura.

Tabla 17. Comparativo de Patios

Ítem		CL 80	USME	TUNAL	NORTE	SUBA	SUR	AMERICAS
Número de espacios para mantenimiento correctivo y preventivo		7	13	5	9	8	8	50
Número de espacios para abastecimiento simultáneo		4	4	2	3	3	4	0
Número de espacios para	Lavado externo	1	2	2	2	1	1	1

Ítem		CL 80	USMET	TUNAL	NORTE	SUBASUR	AMERICAS
lavado externo y chasis	Cárcamo de lavado chasis	1	2	2	1	1	1
Numero de espacios para latonería y pintura	Hangar	4	0	0	4	2	0
	Zona de carpa	0	4	6	0	0	2
Numero de parqueos originales para buses troncales		101	173	94	109	185	120

Nota (*): El lavado interno se hace en las zonas de parqueo en horario nocturno.

Fuente. TRANSMILENIO S.A.

5.3. CAPACIDAD DE LOS PATIOS TRONCALES

Este capítulo se refiere a las condiciones actuales de funcionamiento y estacionamiento de flota por parte de los concesionarios para cada uno de los patios troncales existentes. Para determinar la situación actual de los patios troncales se adelantaron visitas en horario nocturno fuera de la franja de operación del sistema y en la cual los vehículos troncales se encuentran inoperativos. Esta condición determina el escenario más crítico de los patios.

A continuación se indican las características de cada uno de ellos:

5.3.1. PATIO DEL NORTE

Figura 46.



Fuente. TRANSMILENIO S.A.

PATIO	Área (Ha) de diseño	Flota actual que estaciona en el patio	
		Bi articulados	Articulados
Patio Norte	4,34	10	116

5.3.2. PATIO CALLE 80

Figura 47



Fuente. TRANSMILENIO S.A.

PATIO	Área (Ha)	Flota actual que estaciona en el patio	
		Bi articulados	Articulados
Patio Calle 80	3,21	9	171

5.3.3. PATIO TUNAL

Figura 48.



Fuente. TRANSMILENIO S.A.

PATIO	Área (Ha)	Flota actual que estaciona en el patio	
		Bi articulados	Articulados
Patio Tunal	2,53	15	145

5.3.4. PATIO USME

Figura 49.



Fuente. TRANSMILENIO S.A.

PATIO	Área (Ha)	Flota actual que estaciona en el patio	
		Bi articulados	Articulados
Patio Usme	5,18	0	216

5.3.5. PATIO SUR

Figura 50.



Fuente. TRANSMILENIO S.A.

PATIO	Área (Ha)	Flota actual que estaciona en el patio	
		Bi articulados	Articulados
Patio Sur	3,13	0	199

5.3.6. PATIO AMÉRICAS

Figura 51



Fuente. TRANSMILENIO S.A.

PATIO	Área (Ha)	Flota actual que estaciona en el patio	
		Bi articulados	Articulados
Patio Américas	5,72	16	253

5.3.7. PATIO SUBA

Figura 52



Fuente. TRANSMILENIO S.A.

PATIO	Área (Ha) de diseño	Flota actual que estaciona en el patio	
		Bi articulados	Articulados
Patio Suba	6,29	9	174

7. ESQUEMA DE COMUNICACIÓN



Con el objeto de mejorar los niveles de desempeño de la operación del Sistema TransMilenio Fase I, donde se tienen en cuenta las variables asociadas a la eficiencia que permiten la accesibilidad, conectividad y movilidad de la población para producir y comercializar bienes y servicios, se entiende que la planificación y ejecución de los proyectos de concesión no se limita a la simple prestación del servicio, sino que trasciende al cumplimiento de los objetivos institucionales propuestos, por lo que los aspectos comunicacionales complementan dicho panorama a través de la gestión y apoyo de las actividades conexas y derivadas del proyecto, de manera que se maximice el beneficio para la ciudad y para los usuarios quienes son el centro del Sistema.

En este sentido, la sensibilización adelantada hacia los usuarios por parte de TRANSMILENIO S.A. está estructurada bajo una estrategia de información, prevención y control que ha permitido fortalecer la participación de la ciudadanía y favorecer la resolución y la mitigación de conflictos que se puedan presentar durante la etapa de operación del componente troncal. Así mismo, se ha trabajado por la generación de una cultura de conocimiento y buen uso del sistema contribuyendo al fortalecimiento de los canales de divulgación e información, con procesos de calidad y oportunidad que buscan el uso adecuado por parte de los usuarios. Para lograr este objetivo se requiere que el CONCESIONARIO esté absolutamente comprometido en el desarrollo de los programas y alineado con la estrategia de la Subgerencia de Comunicaciones y Atención al Usuario de TRANSMILENIO S.A.

Así mismo, se requiere que el CONCESIONARIO apoye al Ente Gestor en la implementación de acciones tendientes a la mitigación de impactos a la comunidad en sus diferentes zonas de influencia, garantizando que el CONCESIONARIO cuente con las herramientas y recursos para desarrollar las actividades de comunicación y cultura ciudadana, y posibilitando que el CONCESIONARIO ejecute los lineamientos del componente integral de comunicaciones, con el acompañamiento del Ente Gestor.

Este acompañamiento se conduce a través de un proceso de comunicaciones, y se desarrolla por medio de los siguientes componentes:

- Componente de información y comunicación externa: Estas acciones están encaminadas a que el CONCESIONARIO apoye las actividades de socialización e información al usuario necesarias y completas sobre el funcionamiento, la manera correcta de uso, los beneficios del mismo y todos aquellos aspectos relevantes que se requieran para el proceso de cambio de comportamiento en la cultura de uso del Sistema TransMilenio. Dentro de las actividades que se requieran para el cumplimiento de los objetivos de comunicaciones, están:
 - ✓ Acompañamiento en actividades de comunicación y eventos: apoyo al Ente Gestor en las estrategias de comunicación y eventos que sean requeridos y tengan por objeto informar al público en general para generar hechos noticiosos favorables del Sistema TransMilenio.
 - ✓ Comunicado de prensa: en el caso en que la emisión de un comunicado de prensa sea responsabilidad del CONCESIONARIO, esta información debe ser enviada a la Subgerencia de Comunicaciones y Atención al Usuario, para ser validada y aprobada.
 - ✓ Entrevistas: Antes de conceder una entrevista a un medio de comunicación: prensa, radio, televisión y/o digitales, el CONCESIONARIO deberá contar con una autorización expresa por parte del Ente Gestor. En caso de obtenerla, el CONCESIONARIO deberá tener en cuenta las pautas y lineamientos entregadas por TRANSMILENIO S.A.
 - ✓ Páginas Web: La publicación y actualización de la información relacionada con el sistema a través de la página web del CONCESIONARIO debe estar autorizada por TRANSMILENIO S.A., quien estará adscrito a la Subgerencia de Comunicaciones y Atención al Usuario. Esta información deberá estar actualizada, en especial la relacionada con las rutas y servicios.
 - ✓ Redes Sociales: La información publicada en las redes sociales, que vaya a ser replicada a través de las cuentas del CONCESIONARIO deberá ser

	<p style="text-align: center;">MEMORANDO DE PROYECTO Anexo 26</p>	 ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ
---	---	--

fiel al documento original, evitando las opiniones personales que en ningún caso pueden comprometer la política y el buen nombre de la Entidad.

- ✓ Rueda de Prensa: En el caso de que amerite la participación del CONCESIONARIO en una rueda de prensa, se hará con acompañamiento del Ente Gestor.
- ✓ Vocería: El CONCESIONARIO asumirá la vocería en aquellos temas que el Ente Gestor le indique. De ninguna manera el CONCESIONARIO podrá dar declaraciones o entregar información en redes sociales, medios de comunicación y/o a cualquier agente externo a TRANSMILENIO S.A., sin previa consulta y autorización de la Subgerencia de Comunicaciones y Atención al Usuario de TRANSMILENIO S.A.
- Componente de atención de PQRS: El CONCESIONARIO apoya la atención, respuesta oportuna e información a los usuarios actuales y potenciales respetando los criterios de calidad en la respuesta: claridad, coherencia, calidez, y oportunidad, que maneja el Ente Gestor a través de los diferentes canales de comunicación definidos por TRANSMILENIO S.A., para la atención, trámite y/o respuesta a los requerimientos presentados.
- Componente de producción de material gráfico y audiovisual: El CONCESIONARIO acompaña la producción de piezas de comunicación que le permitan cumplir con los objetivos de promoción, divulgación, formación, atención e información a los usuarios actuales y potenciales, correspondiente a cada una de las acciones planteadas en la estrategia del Ente Gestor, u otras requeridas por cambios operativos o de rutas que sean necesarias comunicar.

Por lo anterior, se requiere que exista una participación activa en la ejecución desarrollada de la estrategia de comunicaciones del Ente Gestor y un aporte a la construcción de credibilidad del Sistema entre los usuarios, procurando que el impacto de la operación y su dinámica que está en permanente desarrollo, sea menor y en ese sentido se optimice la prestación del servicio.

8. ESQUEMAS DE SEGURIDAD FÍSICA

Como consecuencia de la concesión no exclusiva y conjunta con otros CONCESIONARIOS y de la explotación de la actividad de transporte mediante la operación troncal del Sistema TransMilenio el CONCESIONARIO debe contar con esquemas de seguridad física para las instalaciones en las cuales ejecuta las actividades administrativas, logísticas, operativas y de mantenimiento para la prestación del servicio de transporte, en términos generales se describe a continuación los lineamientos y aspectos que debe implementar el concesionario.

8.1. PLANES DE SEGURIDAD

Los Planes de Seguridad que presente el concesionario para la aprobación por parte de la Entidad, deben ser desarrollados con base a un estudio de seguridad (análisis de riesgos), en el cual debe evidenciar la identificación de amenazas (probabilidad e impacto) y vulnerabilidades (controles), estableciendo niveles de criticidad, priorización e intervención de riesgos, y recomendaciones.

Con base en el estudio de seguridad, el Plan debe establecer niveles de autoridad y responsabilidad, medidas de intervención, presupuesto, cronograma de ejecución, evaluación y seguimiento, indicadores, y acciones de mejoramiento.

En aplicación del estudio de seguridad, el Plan de Seguridad del CONCESIONARIO debe contemplar una introducción, política, objetivos, organización del CONCESIONARIO, diagnóstico de acuerdo al estudio de seguridad previo, administración de recursos, normas y estándares operativos, acciones preventivas, intervención y mitigación, normas de actuación ante incidentes y emergencias, capacitaciones, entrenamiento, simulacros, y demás actividades tendientes a optimizar la seguridad del área concesionada, y del Sistema, en el marco de un sistema de gestión.

El CONCESIONARIO deberá tener en cuenta la actualización permanente del Estudio de Seguridad y su plan de mejoramiento teniendo en cuenta conceptos inmersos en normas de gestión de riesgos.

Para efectos de verificación, supervisión, seguimiento y control del cumplimiento a esta obligación, la Dirección Técnica de Seguridad será la encargada por parte de TRANSMILENIO S.A. de efectuar las auditorías, visitas de campo e inspecciones a los Estudios y Planes de Seguridad, dando aplicación y cumplimiento a la

Resolución 194 de 2016 “Reglamento de la seguridad del Sistema de Transporte Público gestionado por TRANSMILENIO S.A.”, Art. 6, o aquel que haga sus veces.

8.2. ESTUDIO DE SEGURIDAD (NIVEL DE RIESGO)

EL CONCESIONARIO deberá presentar en forma escrita y como soporte del Plan de Seguridad, la elaboración de un estudio de seguridad, en el que identifique los factores de amenaza, vulnerabilidades y riesgos de la empresa, recomendando medidas de seguridad que permitan minimizar la probabilidad de ocurrencia y materialización de riesgos permitiendo así garantizar la protección a funcionarios, visitantes, aliados estratégicos y por ende la protección de las instalaciones.

8.2.1. INSTALACIONES

Con el fin de salvaguardar las instalaciones compuestas en su mayoría por edificios administrativos destinados para oficinas, salas de capacitación, centros de control, así como áreas operativas tales como zonas de parqueo, mantenimiento, lavado, abastecimiento de combustible, almacén, entre otros, el CONCESIONARIO deberá contemplar dentro del estudio de seguridad el análisis de todos los componentes de la infraestructura, teniendo en cuenta no solo los factores internos así como los externos y el entorno en el cual se encuentran inmersos.

8.2.2. PERSONAS

EL CONCESIONARIO deberá adelantar estudios de Seguridad a Personas (ESP), para encontrar el perfil de los individuos con formación profesional, moral y ética, habilidad, idoneidad, competencia y confiabilidad para el desempeño de los diferentes cargos, a partir de las normas y procedimientos de selección de personal (Descripción funcional del cargo - requisitos o perfil establecido, Manual de funciones, etc.).

8.2.3. CONTROLES DE INGRESO

EL CONCESIONARIO deberá verificar, optimizar e implementar en los casos que sea necesario los controles de ingreso necesarios que permitan minimizar la posibilidad o probabilidad de ocurrencia o materialización de eventos negativos que afecten o puedan causar daño en las áreas concesionadas, impidiendo no solo el ingreso de personas no autorizadas, sino también el de sustancias o elementos no autorizados.

8.2.4. PERÍMETRO DEL ESTABLECIMIENTO, EDIFICIO INSTALACIONES

EL CONCESIONARIO deberá contar con equipos de seguridad electrónica de detección perimetral diseñados para brindar protección a las instalaciones de forma discreta pero efectiva, utilizando diferentes tipos de tecnologías.

8.3. REQUISITOS MINIMOS DE SEGURIDAD Y CONTROL A IMPLEMENTAR POR EL CONCESIONARIO

En desarrollo de las obligaciones contractuales del concesionario deberá contar como mínimo con los siguientes componentes técnicos y de personal

8.3.1. CENTRO DE CONTROL Y MONITOREO

EL CONCESIONARIO deberá contar con una central de comunicaciones y monitoreo, diseñado para incrementar o mejorar los niveles y sistemas de seguridad de las instalaciones. Este centro de control y monitoreo deberá operar las 24 horas del día, deberá también contar con medios de comunicación que permita tener una comunicación directa con TRANSMILENIO S.A., con otras centrales del esquema de seguridad del concesionario, el centro de control de la Entidad, así como con las entidades de seguridad y emergencia del Distrito.

8.3.2. CIRCUITO CERRADO DE TELEVISION (C.C.TV)

EL CONCESIONARIO deberá contar con un sistema de Circuito Cerrado de Televisión (CCTV), diseñado para controlar y supervisar los diferentes ambientes y actividades que se ejecutan diariamente.

Este sistema debe incluir cámaras de alta definición y resolución (HD), infrarrojas con detección de movimiento, las cuales deberán ser supervisadas y monitoreadas por una persona capacitada, idónea y entrenada las 24 horas del día, que garantice y ofrezca seguridad para todas las personas y áreas físicas concesionadas, integrando la seguridad física y electrónica en múltiples puntos en tiempo real; de igual forma y en caso de ser requerido por el ente gestor o las autoridades competentes deberá contar con respaldo de información que permita la recuperación de evidencias de novedades o situaciones especiales presentadas y que requieren de análisis, mediante un disco duro que permita tener un Backups de información para un mínimo tres (3) meses.

La tecnología a utilizar debe permitir la detección oportuna de conductas y movimientos sospechosos de personas o grupos al margen de la ley, que pretendan atentar en contra de las personas, bienes o instalaciones del sistema o del área concesionada.

Nota: Los criterios técnicos para el sistema CCTV en buses se desarrollan en el siguiente capítulo.

8.3.3. SISTEMA DE ALARMAS CONTRA INTRUSION

EL CONCESIONARIO deberá implementar Sistemas de alarma contra Intrusión/Robo o herramientas electrónicas que protejan a las personas, los bienes e instalaciones concesionadas, que contemple y abarque protección exterior e interior, cubrimiento perimetral, sistemas de alarma de asalto, botones de pánico fijos e inalámbricos diseñados para emitir señales de advertencia o peligro, cumpliendo así una función disuasiva frente a posibles intrusos; la finalidad de este tipo de equipos y herramientas tecnológicas son las de generar alertas oportunas que permitan a los diferentes actores optimizar tiempos de respuestas ante posibles situaciones negativas que puedan afectar la vida, la integridad física de personas y posibles daños a las instalaciones frente a la posible materialización del riesgo mencionado.

8.3.4. CONTROLES DE ACCESO

EL CONCESIONARIO deberá implementar un sistema de control de acceso, el cual se entiende por un conjunto de dispositivos electrónicos manipulado por una persona interactuando entre sí y que permite restringir la apertura de puertas o accesos mediante algún medio mecánico que ofrezca seguridad y efectividad, al impedir la apertura de puertas permitiendo resistir posibles intentos de violación o intrusión. Para este tipo sistema o filtro de seguridad es necesario contar con equipos de cómputo para alimentar bases de datos, lectores infrarrojos que permitan leer los códigos de barras de las cédulas de ciudadanía, chapas de seguridad y contrachapas eléctricas, sistemas de apertura mediante cantoneras eléctricas, cilindros electrónicos para cerraduras, tarjetas de acceso con proximidad, controles biométricos parametrizados, etc.

8.3.5. CONTROL DE ACCESO A EMPLEADOS

EL CONCESIONARIO deberá implementar un sistema para controlar el acceso de sus colaboradores, siendo este una herramienta de seguridad primordial para su propio control. Es necesario tener en cuenta que este tipo de controles se

Página 130 de 186

deben implementar para tener un control e identificación de todo el personal que transita en espacio público o privado, asegurando el tránsito de personas que tengan autorización libre o restringido, permitiendo identificar el paso de personas no autorizadas, generando parametrización de las diferentes áreas permitiendo asegurar los accesos a las funciones que ejerza cada empleado.

El control de acceso deberá contemplar requisas tanto al ingreso como a la salida de todas las personas (empleados – visitantes) de acuerdo a la normatividad en la materia.

8.3.6. CONTROL DE ACCESO A VISITANTES

EL CONCESIONARIO deberá contar con un sistema de control de acceso para visitantes, contratistas, proveedores etc., mediante un software especializado para controlar y agilizar los procedimientos de registro, identificación e ingreso de personas externas ajenas a las instalaciones; esta herramienta deberá permitir la integración de registros y fotográficos alimentando una base de datos consolidada, mediante dispositivos Biométricos, Cámara Web de alta definición y lector de código de barras para lectura cédulas colombianas u otros tipos de identificaciones; este software debe fortalecer los aspectos de seguridad de la empresa, permitiendo identificar al visitante mediante la impresión de stickers, tarjeta o credencial que contengan información de procedencia, foto, datos básicos, dependencia, persona o funcionario a visitar.

El control de acceso deberá contemplar requisas tanto al ingreso como a la salida de todas las personas (empleados – visitantes) de acuerdo a la normatividad en la materia.

8.3.7. CONTROL DE ACCESO DE VEHICULOS (PROPIOS DEL CONCESIONARIO, FUNCIONARIOS, PROVEEDORES, CONTRATISTAS Y DEMAS VISITANTES)

EL CONCESIONARIO deberá contar con sistemas de identificación y de control de accesos que permita controlar el ingreso de los vehículos vinculados al Sistema, tanto propiedad del CONCESIONARIO como de otros concesionarios, garantizando un control adecuado en los horarios de ingreso y salida, verificación del estado al interior y exterior de estos, así como vehículos de actividades conexas a la operación, proveedores, contratistas, y visitantes en general, asegurando el paso exclusivamente de vehículos autorizados con su

respectivo registro, restringiendo ingresos o circulación interna de aquellos que no estén autorizados.

A toda (s) la (s) persona (s) que ingrese (n) en vehículo a las instalaciones, se les deberá (n) informar las normas de circulación interna tales como límites de velocidad de 20 km/h, los sentidos de circulación tanto vehicular como peatonal, y demás normas de seguridad industrial del patio. Los espacios de estacionamiento deben estar debidamente demarcados, identificados y aislados de las zonas de circulación y mantenimiento de la flota para la prestación del servicio.

Todo vehículo tanto al ingreso como a la salida deberá ser requisado por el personal de seguridad y mediante una unidad con canino con especialidad en detección de sustancias explosivas (servicio las 24 horas del día) que debe tener el concesionario para tal fin.

8.3.7. VIGILANCIA PRIVADA – GUARDAS DE SEGURIDAD

Es deber de TRANSMILENIO S.A. procurar la seguridad de los usuarios del Sistema Transmilenio, así como la protección de los bienes propios y de terceros que se encuentren ubicados en la infraestructura del Sistema o bajo responsabilidad de la empresa.

En tal sentido, el CONCESIONARIO debe contar con un servicio de vigilancia fija, móvil y con medio canino, que le permita garantizar el objetivo de identificar riesgos, vulnerabilidades y factores de amenazas que afecten o puedan afectar la vida, la integridad personal, infraestructura y el tranquilo ejercicio de legítimos derechos sobre los bienes de las personas y empresa, sin invadir la órbita de competencia reservada a las autoridades; prestando el servicio con personal idóneo, capacitado, entrenado y armado, con el cual prestara un servicio de vigilancia que cubra la jornada diurna y nocturna permanentemente, es decir 24 horas de servicio, equipado con sistema de comunicación conectado a la central de radio y monitoreo.

En aras de garantizar la idoneidad del personal que se requiere para la prestación del servicio de vigilancia y seguridad privada, es necesario tener en cuenta los parámetros mínimos establecidos por TMSA para el perfil del personal de vigilancia así:

Guardas de seguridad armados y manejadores caninos:

- Bachiller debidamente certificado.
- Reservista de Primera Clase.
- Experiencia mínima de dos años en empresas debidamente autorizadas y reconocidas.
- Curso de vigilancia vigente, como mínimo reentrenamiento.
- Certificado de idoneidad (examen psicofísico) para el porte de armas.
- Estudio de contratación que garantice pruebas psicotécnicas, verificación de referencias laborales y personales, etc.
- Estudio de seguridad, visitas domiciliarias y pruebas de confiabilidad.
- Capacidad de observación y comunicación asertiva.

Supervisores.

- Suboficial en uso de buen retiro o mínimo estudios técnicos profesionales.
- Reservistas de Primera Clase.
- Experiencia mínimo de dos años en el cargo de supervisor en empresas debidamente autorizadas y reconocidas.
- Curso de vigilancia vigente como mínimo reentrenamiento como supervisor.
- Proceso de contratación que garantice pruebas psicotécnicas, verificación de referencias laborales y personales, etc.
- Estudio de seguridad, visitas domiciliarias y pruebas de confiabilidad.
- Capacidad de observación y comunicación asertiva.

8.3.8. REPOSICIÓN DE LOS SISTEMAS Y EQUIPOS

EL CONCESIONARIO deberá reponer los sistemas y equipos de seguridad cuando hayan cumplido su vida útil acorde con los catálogos de fabricación, que en ningún caso será superior a cinco (5) años.

9. ESQUEMA DE TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y COMUNICACIONES

A continuación se desarrollan los lineamientos necesarios desde el punto de vista de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones - TIC a ser incluidas como parte de los contratos de concesión de operación, con el fin de garantizar el control de la operación en el sistema TransMilenio; el confort y la seguridad a los usuarios; la explotación de la información de la electrónica de los buses para: obtener datos para optimizar la operación, optimizar la conducción y la eficiencia energética, establecer alertas cuando los buses superen el umbral máximo de emisiones, entre otros usos (Figura. 53).

9.1. LINEAMIENTO 1

Teniendo en cuenta la coexistencia de contratos o concesiones actuales, particularmente con el contrato “No. 001 DE 2011 DE CONCESIÓN DEL SISTEMA INTEGRADO DE RECAUDO, CONTROL E INFORMACIÓN Y SERVICIO AL USUARIO (SIRCI), el cual fija las obligaciones y responsabilidades en virtud de las cuales el (los) CONCESIONARIO (S) DE BUSES, el Concesionario del SIRCI y TRANSMILENIO S.A., preparan, aprueban y ponen en operación los Buses con el Sistema Integrado de Recaudo, Control e Información y Servicio al Usuario - SIRCI; con el propósito de determinar a quién corresponde en cada etapa del alistamiento de los buses: la adquisición, suministro, instalación, configuración, pruebas, puesta en funcionamiento, aprobación, mantenimiento y escalabilidad de los equipos y/o dispositivos SIRCI a bordo de los buses troncales del Sistema.

En este sentido, el contrato No. 001 de 2011 instituye la responsabilidad en el Concesionario del SIRCI para el diseño, integración, suministro, instalación, configuración, puesta en funcionamiento, el desarrollo de una etapa de pruebas y el mantenimiento preventivo, predictivo y correctivo de los equipos y/o dispositivos a bordo que se encuentran descritos en el Protocolo de Articulación del contrato SIRCI, los cuales serán instalados en los buses objeto de esta licitación y quedarán bajo la custodia de cada uno de los CONCESIONARIOS DE BUSES adjudicatarios.

Sin embargo, será responsabilidad del CONCESIONARIO DE BUSES poner a disposición los buses, patios y demás equipos y lugares necesarios para la debida

adecuación o sustitución de equipos a bordo y cuando se requiera para facilitar la normal prestación del servicio.

9.2. LINEAMIENTO 2

Los concesionarios adjudicatarios en conjunto deben crear una figura como la Unidad de Gestión Tecnológica (UGT) o su equivalente, con el propósito de integrar, administrar, operar y mantener toda la infraestructura TIC que se especifica en el numeral 9 del presente anexo, durante la vigencia de la concesión. Esta Unidad debe contar con la infraestructura, recursos físicos, recursos tecnológicos y personal adecuado, para garantizar la óptima integración de la infraestructura TIC afecta a la concesión (excepto SIRCI) y garantizar el debido soporte técnico y solución de requerimientos de la misma (Mesa de Ayuda). Esta Unidad podrá ser subcontratada por los Concesionarios de buses a un tercero especializado en Tecnologías de la Información y Comunicaciones – TIC y con personal certificado en las mejores prácticas ITIL para atención y solución de requerimientos de la Mesa de Ayuda.

9.3. LINEAMIENTO 3

En cumplimiento al Acuerdo 592 de 2015, los concesionarios de buses en conjunto a través de la Unidad de Gestión Tecnológica (UGT) o su equivalente, deben equipar a los buses, al centro de monitoreo maestro y al centro de datos, de toda la infraestructura TIC para implementar un Sistema Integrado de Circuito Cerrado de Televisión – CCTV conforme a estándares internacionales (e.g. American Public Transportation Association - Asociación Americana de Transporte Público APTA). En apego con las mejores prácticas, TRANSMILENIO S.A., requiere los siguientes componentes que como mínimo debe contener el Sistema CCTV:

- A bordo de los buses, se debe Instalar el número de Cámaras IP necesarias según la tipología del bus. Diseñadas para uso en transporte público de tipo mini domo con carcasa de policarbonato o metálica con base de aluminio y deberán cumplir con la certificación EN50155 Clase T3. La carcasa de la cámara deberá proporcionar la posibilidad de ajustar el ángulo de los módulos de la cámara a 15-90° en vertical, 30° en horizontal y 175° de rotación, así como de mantener una imagen que no sufra interferencias por la carcasa de la cámara.

Debe ser resistente a las manipulaciones, diseñada con diferentes tipos de cerramientos a prueba de vandalismo con certificación de Clasificación de cerramientos según norma IEC 60529 mínimo IP66 o superior, certificación IEC/EN 62262 IK08, contra choques vibración, golpe, sacudida y temperatura. Que disponga de las siguientes funcionalidades: Función de Amplio Rango Dinámico (WDR) con contraste dinámico; compresión H.264 (MPEG-4 Parte 10/AVC) con funcionalidad unicast y multicast y admitir tanto velocidad de bits constante (CBR), como velocidad de bits variable (VBR); sensor CMOS de tecnología “compensación de contraluz”; sensor de barrido progresivo; objetivo 2 megapíxel/HDTV como mínimo, que cumpla con la norma SMPTE ST 274 (HDTV 1080p) a un máximo de 30 fotogramas por segundo, con una relación de aspecto en formato panorámico 4:3 y 16:9; funcionalidad de vídeo inteligente “al límite”; audio simplex unidireccional compatible con algunos de los siguientes protocolos o estándares AAC LC a 8/16 khz, G.711 PCM a 8 khz, G.726 ADPCM a 8 khz o su equivalente; las transmisiones de vídeo, junto con las de audio, deben llevar un sello de fecha y hora, estos paquetes se deben enviar por el mismo cable tipo PoE bajo la norma IEEE 802.3 af con conector ruggedizado RJ45 o M12 D-coded ruggedizado resistente, a través de RTP (Real-time Transport Protocol – Protocolo de transporte en tiempo real); provista de una memoria microSD /microSDHC/microSDXC; deberán agregar “firma digital” cifradas al flujo de datos de vídeo; Interfaz de programación de aplicaciones (API) abierta para la integración de software, con la especificación ONVIF Profile S; compatible con los protocolos: IPv4/v6, HTTP, HTTPSb, SSL/TLSb, QoS Layer 3 DiffServ, FTP, CIFS/SMB, SMTP, Bonjour, UPnP™, SNMP v1/v2c/v3(MIB-II), DNS, DynDNS, NTP, RTSP, RTP, TCP, UDP, IGMP, RTCP, ICMP, DHCP, ARP, SOCKS, SSH; las cámaras deberán estar respaldadas por un mínimo de tres años de garantía del fabricante.

- A bordo de los buses, se debe instalar un mini servidor (Network Video Recorder –NVR) a bordo que provea servicios de conmutador de red inteligente con grabación local integrado que tenga la funcionalidad de gestionar vídeo y también que permita conectar sensores del bus y el BUSCAN para recolectar

información importante de la electrónica de los buses y que cumplan como mínimo con los siguientes estándares y certificaciones: estándar MIL-STD-810G procedimiento en modo operativo contra choques; Certificaciones CE, FCC Class A, E13, RoHS; estándar EN50155; protocolo IPv4/v6; estándar IEEE 802.3af Type 1; Método 514.6; Método 516.6; protección de corriente de 15KP30A TVS; norma ISO 7637-2 disturbios eléctricos de conducción y acoplamiento; IEEE 802.3af; Standard PoE con conectores M12.

El NVR debe contener bahías removibles para almacenamiento en Disco de Estado Sólido SSD y/o Hard Drive HDD especial para aplicaciones de sistemas de transporte, un disco (1) de 500 GB como mínimo para el sistema operativo y aplicaciones, y otro disco para almacenamiento de vídeo como mínimo de 2 TB asegurando que el sistema almacene al menos 20 h/día por al menos 30 días.

- A bordo de los buses, se debe instalar un (1) botón de pánico discreto en la consola del conductor (Suministrado por el SIRCI) y para el uso de pasajeros: dos (2) botones de pánico en bus articulado y tres (3) en bus biarticulado, distribuidos uno en cada vagón en lugares estratégicos de acuerdo a la tipología mencionada, con su correspondiente señalización. Los botones de pánico deben ir integrados al NVR del bus, en caso de que se accione alguno de ellos envíe la alerta del evento del vídeo de manera inmediata al centro de monitoreo maestro. Así mismo, como lo dispone el Acuerdo 592 de 2015 las alertas de vídeo deben ser visualizadas en tiempo real mediante el software de monitoreo web que se dispondrá en el Centro Automático de Despacho -CAD de la Policía Metropolitana de Bogotá, con el propósito que éste organismo tome las medidas del caso de manera oportuna e inmediata para hacer frente a cualquier situación que ponga en peligro la integridad de los usuarios o del conductor del bus.
- A bordo de los buses, se debe instalar una unidad GSM/GPS integrada al NVR, deberá estar equipado con un receptor móvil geodésico de posicionamiento global, para proporcionar la ubicación del autobús en movimiento, su velocidad y otros propósitos de ubicación a través del monitoreo CCTV.

- A bordo de los buses, se requiere disponer de los equipos necesarios para la apertura y cierre de puertas automáticas de las estaciones del Sistema. Dichos equipos deberán cumplir con las especificaciones definidas por el ente gestor y su instalación, mantenimiento y/o actualización será responsabilidad de los concesionarios.
- Garantizar todas las licencias de software de gestión de vídeo que se requieran para cada cámara y el software WEB centralizado para la administración, gestión, mantenimiento y monitorización del sistema CCTV de toda la flota de buses objeto de esta licitación.
- Disponer de un único Centro de Monitoreo Maestro dotado con mobiliario de los más altos estándares de ergonomía para este tipo de salas. Así como también, dotar, instalar, configurar y poner en operación todos los equipos necesarios (computadores con pantalla industrial, VideoWall, sistema de comunicación y en general todos los elementos, dispositivos, materiales e insumos requeridos para la implementación integral y puesta en funcionamiento del sistema CCTV en el centro de monitoreo maestro) para garantizar el monitoreo de la totalidad de la flota adjudicada objeto de esta licitación.
- Disponer de un único Centro de Datos con estándares de seguridad y disponibilidad mínimo TIER 3; el cuál será dotado, configurado y puesto en operación con todos los equipos centrales (servidores, bases de datos, sistema de almacenamiento masivo, switches, aire, ups, sistema de detección y extinción de incendios y en general todo el hardware y software que se requiera para implementar un centro de datos del nivel requerido) que garantice la integración, almacenamiento y alojamiento de aplicativos e información generada de todos los sistemas afectos a la concesión (CCTV, Gestión de conducción y eficiencia energética, WiFi con Analítica y los que a futuro se requieran implementar). Como alternativa al centro de datos físico requerido en párrafo anterior, los CONCESIONARIOS DE BUSES podrán optar por almacenamiento y computación en la nube o servicios de hosting o collocation; con servicios tipo PaaS, IaaS, que provean iguales o mejores características de funcionalidad y desempeño que la que la requerida para el centro de datos físico, tales como, entre otras: Máquinas Virtuales, Plataformas Manejadas, Almacenamiento Blob, Almacenamiento de Block, NoSQL Datastore, Bases de datos, Big Data

Analytics: Platform-as-a-Service, que permitan enfocarse en código y no preocuparse de realizar parches o mantenimiento. Máquinas Virtuales que provean la flexibilidad de construir cualquier servidor con la configuración de CPU, RAM, deseada o requerida. Servicios de Storage que provean almacenamiento de datos flexible con cache de borde global. El servicio en la nube debe proveer un desempeño consistente de la CPU, la Memoria y los Discos de Almacenamiento para minimizar los tiempos de latencia y servir repuestas rápidas a los usuarios. Las máquinas virtuales no deben quedar fuera de línea por mantenimientos programados sino que deben realizarse las migraciones en vivo. El servicio de la nube debe permitir el escalamiento automático de los servicios de almacenamiento y computación en la nube.

- Implementar y mantener en el tiempo de vigencia de la concesión, una solución de conectividad 4G o LTE con un proveedor de comunicación celular acreditado en Colombia u otra solución de conectividad implementada en cualquier tecnología aplicable que provea la solución de conectividad con los niveles adecuados, tiempos de respuesta y latencia (0 – 100 ms) y sin pérdida de paquetes para óptimo desempeño, con el propósito de transmitir en tiempo real los eventos de vídeo y datos del sistema de Gestión de conducción y eficiencia energética que se produzcan en cada uno de los buses de la totalidad de la flota adjudicada, desde el NVR a bordo de cada bus al centro de monitoreo maestro y al centro de datos de TRANSMILENIO S.A. Igualmente, permitirá ver en tiempo real las imágenes de video de un determinado bus desde el centro de monitoreo maestro. Así mismo, deberán implementar una solución de conectividad dedicada desde el CAD de la Policía hasta el Centro de Monitoreo Maestro, con el fin que a través del software web de monitoreo que se disponga a la Policía, le permita también recibir las alertas de vídeo en tiempo real de toda la flota de buses objeto de esta licitación.

9.4. LINEAMIENTO 4

Los concesionarios de buses en conjunto a través de la Unidad de Gestión Tecnológica (UGT) o su equivalente, deben equipar a los buses de un Software de gestión de conducción y eficiencia energética para poder permitir a TRANSMILENIO S.A. tener información directa sobre el desempeño de los buses. Este software debe ser instalado en cada bus en el mini servidor – NVR, que se utilice para el sistema

CCTV, para capturar los datos de la electrónica del bus BUSCAN (consumos de combustible, estados definidos del motor, velocidad, aceleración, frenadas, entre otros) y de los diferentes sensores incorporados al bus (de peso, apertura de puertas, medioambientales, entre otros). Así mismo, el software debe tener una versión WEB que se instalará en TRANSMILENIO S.A., en donde centralizará, almacenará y administrará la información generada de toda la flota objeto de esta licitación.

El software de administración debe incluir todos los reportes que el ente gestor requiera y un reporte dinámico que permita consultar la información de todos los buses en un rango de fecha y exportable a formato Excel File, Delimited Text o Access Database File, y que contenga como mínimo la siguiente estructura:

Fecha y hora, No. Bus, Concesionario, Conductor, tiempo de conducción, Kilometraje recorrido, velocidad, RPM, Ralentí, consumo de combustible, nivel de combustible, eventos, fallas, curvas bruscas, aceleraciones bruscas, frenados bruscos, emisiones contaminantes, eficacia ambiental, estimación carga de pasajeros, estimación calidad conducción.

En caso que TRANSMILENIO S.A., requiera incluir otro dato que no figure en la estructura antes citada y el mismo se encuentre en el repositorio, el reporte debe permitir su incorporación dinámicamente.

9.5. LINEAMIENTO 5

Los concesionarios de buses en conjunto a través de la Unidad de Gestión Tecnológica (UGT) o su equivalente, equiparán a cada bus y el centro de datos, de una solución integral de WiFi con Analítica suministrando todo el hardware (Acces points, routers, controladora centralizada WLAN, equipamiento centralizado para almacenamiento de datos, gestión y administración de la solución); software de analíticas de localización y presencia, de gestión y administración; y conectividad 4G/ LTE. Con la finalidad de proveer un servicio de WIFI a los pasajeros, generando valor con los siguientes propósitos:

i. Proveer Acceso WiFi a los usuarios: Permitir a los pasajeros obtener acceso a WiFi con servicios diferenciados como: Ofrecer acceso para invitados con base en zonas, y por medio de una página de bienvenida; Aumentar la exposición de la marca TransMilenio a través de registro en redes sociales.

ii. Capturar nuevos usuarios, así como conservar los actuales: Una vez que los clientes se conectan a la red WiFi, esa conexión abre un canal directo de comunicación que puede ayudar a entender mejor y ofrecer lo que los usuarios quieren. Puede utilizar esta información analítica para dar mejor información relevante y específica al usuario sobre: ubicación, servicios, ofertas, promociones, anuncios, entre otros. Así como también, puede fidelizar al usuario proporcionándole confort y una experiencia personalizada del uso del Wifi a bordo del bus.

iii. Permite el reconocimiento del código beacons de cada celular de los usuarios para los siguientes propósitos: Determinar cantidades de pasajeros en un determinado servicio, tiempos de permanencia promedios, definición de zonas para cálculo de estadísticas, información sobre correlación y matriz de origen – destino, entre otras funcionalidades.

9.6. LINEAMIENTO 6

En cumplimiento de la Sentencia n° 25000-23-15-000-2002-01685-01 del Consejo de Estado - Sección Primera, del 11 de Agosto de 2011, Los concesionarios de buses en conjunto a través de la Unidad de Gestión Tecnológica (UGT) o su equivalente, deben instalar sensores de peso en cada bus articulado, bi-articulado u otra tipología de bus que se disponga durante la vigencia de la concesión.

9.7. LINEAMIENTO 7

Los concesionarios de buses en conjunto a través de la Unidad de Gestión Tecnológica (UGT) o su equivalente, deben equipar a cada bus con un amplificador de audio diseñado para ofrecer un solución práctica y confiable, que permita, interconectar la red de altavoces del bus a la unidad lógica del sistema SIRCI

incorporada en el mismo, que proporcione una difusión de mensajes de voz de alta calidad a los pasajeros con especificaciones técnicas que garanticen la compatibilidad con el sistema SIRCI. Las especificaciones técnicas del amplificador, deben ser concertadas con el Concesionario SIRCI.

9.8. LINEAMIENTO 8

Dotar a cada bus con equipamiento TIC de información al usuario, estos dispositivos de información constituyen un requerimiento vital para garantizar inclusión de todos los tipos de población usuaria del sistema. Cada bus será dotado con el siguiente equipamiento TIC, el cual deberá ser compatible para su integración con el SIRCI:

9.8.1. PANEL INFORMADOR AL PASAJERO – PIP (SUMINISTRADO POR EL SIRCI)

Debe ubicarse un panel informativo de este tipo en cada sección rígida del bus (Vagón). Estos paneles transmiten los mensajes de texto emitidos por la unidad lógica del vehículo y entre otras variables anuncian: Destino, parada en estación actual, próximas dos paradas, hora y fecha y los demás mensajes que envíe el personal del Centro de Control de TRANSMILENIO S.A.

9.8.2. INFORMADORES DE AUDIO (SUMINISTRADOS POR EL SIRCI)

Deben ubicarse altavoces que transmitan los mensajes de voz emitidos por la unidad lógica del vehículo y entre otras variables anuncian: Servicio, Destino, parada en estación actual, próximas dos paradas, hora y fecha y los demás mensajes que envíe el personal del centro de control de TRANSMILENIO S.A.

9.8.3. INDICADORES DE DESTINO - RUTEROS O ITINERARIOS (SUMINISTRADO POR EL CONCESIONARIO DE BUSES)

Los buses deben contar con un indicador de destino frontal ubicado en la zona del vidrio panorámico delantero; un indicador de destino lateral por cada sección rígida del bus (Vagón) adyacente a la parte superior de una puerta de servicio (costado izquierdo del vehículo) y un indicador de destino trasero, ubicado en la última sección del bus en la parte superior derecha del vidrio panorámico posterior. Las

dimensiones y demás requerimientos de estos indicadores de destino se detallan en el Manual de Operación.

9.9. LINEAMIENTO 9

Los concesionarios de buses en conjunto a través de la Unidad de Gestión Tecnológica (UGT) o su equivalente, deben cumplir con el reporte de los indicadores de los Niveles de Acuerdo de Servicio – ANS, de toda la infraestructura TIC suministrada por los Concesionarios de buses durante la vigencia de la concesión (excepto SIRCI), y asumir las multas o desincentivos asociados al incumplimiento de los ANS para garantizar la disponibilidad, mantenimiento y niveles de servicio para atender los requerimientos de la infraestructura TIC.

9.10. LINEAMIENTO 10

Los concesionarios de buses en conjunto a través de la Unidad de Gestión Tecnológica (UGT) o su equivalente, deben cumplir con los siguientes lineamientos estándar:

- Para garantizar la fiabilidad, seguridad y compatibilidad electromagnética de los componentes eléctricos y electrónicos a bordo de los buses, los Concesionarios de buses deben certificar a través de un laboratorio especializado de “ensayos eléctricos y de EMC – Automoción”, la realización y resultados de las pruebas o ensayos de compatibilidad electromagnética a cada uno de los buses que serán vinculados a la operación, durante la vigencia de la concesión, éstos ensayos se realizarán a cada bus por lo menos una vez al año, en cumplimiento del literal p, numeral 19.2, de la Resolución N° 90708 de 2013 “Por la cual se expide el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE”.
- Cumplir con las disposiciones de garantía de calidad de toda la infraestructura TIC provista por los concesionarios de buses.

- Cumplir con la documentación exigida por el ente gestor en cuanto a la Ingeniería de detalle de implementación de cada sistema: en el que se indiquen los tiempos de estudios, fabricación, suministros, entrega, instalación, configuración, pruebas y puesta en servicio, manuales técnicos y de usuario, inventario del equipamiento TIC, especificaciones técnicas del fabricante de cada equipo y/o dispositivo suministrado, protocolos de operación e instalación del equipamiento TIC, protocolos de mantenimiento del equipamiento TIC, capacitación y garantías de todo el equipamiento TIC.
- Garantizar el estricto cumplimiento de la Ley de Derechos de Autor (Ley 23 de 1982 y las normas que la adicionen y/o modifiquen), especialmente el tema de Licenciamiento de Software y garantizar su actualización anual mediante contratos de soporte y actualización.
- Deberán realizar las actualizaciones e innovaciones tecnológicas, cada cinco (5) años, salvo que la obsolescencia de los equipos instalados requiera un tiempo menor; de todo el equipamiento TIC adquirido por los Concesionarios de buses durante la vigencia de la concesión, y que repercuta en una mejor funcionalidad, confiabilidad, disponibilidad o mejoramiento en la operación, seguridad y confort del Sistema troncal TransMilenio.
- Cumplir y suscribir los acuerdos de confidencialidad con cada Concesionario de buses, para salvaguardar toda la Información (vídeo, audio, datos) del Sistema troncal TransMilenio que sea incorporada o capturada por los sistemas de información y Bases de Datos (CCTV, Gestión de Conducción y Eficiencia Energética, WiFi y los que a futuro requiera implementar el Ente Gestor).
- Todos los derechos de propiedad y uso de la información producida por las Tecnologías de la Información y las comunicaciones a cargo de los Concesionarios de Buses durante la vigencia de la concesión, corresponden exclusivamente a TRANSMILENIO S.A., por lo tanto los concesionarios de buses en conjunto a través de la Unidad de Gestión Tecnológica (UGT) o su equivalente, deben proporcionar el fácil acceso a la información conforme lo requiera TRANSMILENIO S.A., en un término no mayor a 5 días hábiles, una vez radicado el requerimiento.
- Cumplir con los estándares, normas vigentes y políticas de seguridad informática.

- Cumplir con los lineamientos, periodo de las pruebas y cronogramas para establecer una etapa de pruebas de desempeño operacional de todos los sistemas afectos a la concesión a cargo de los CONCESIONARIOS DE BUSES, en la totalidad de la flota adjudicada y la misma se encuentre vinculada y en operación y/o en los patios. En las pruebas de desempeño operacional todos los sistemas deben ser probados bajo condiciones de funcionamiento real para garantizar que se cumplen los requisitos de funcionalidad y para medir el rendimiento de los mismos en condiciones de plena carga, fiabilidad y disponibilidad.

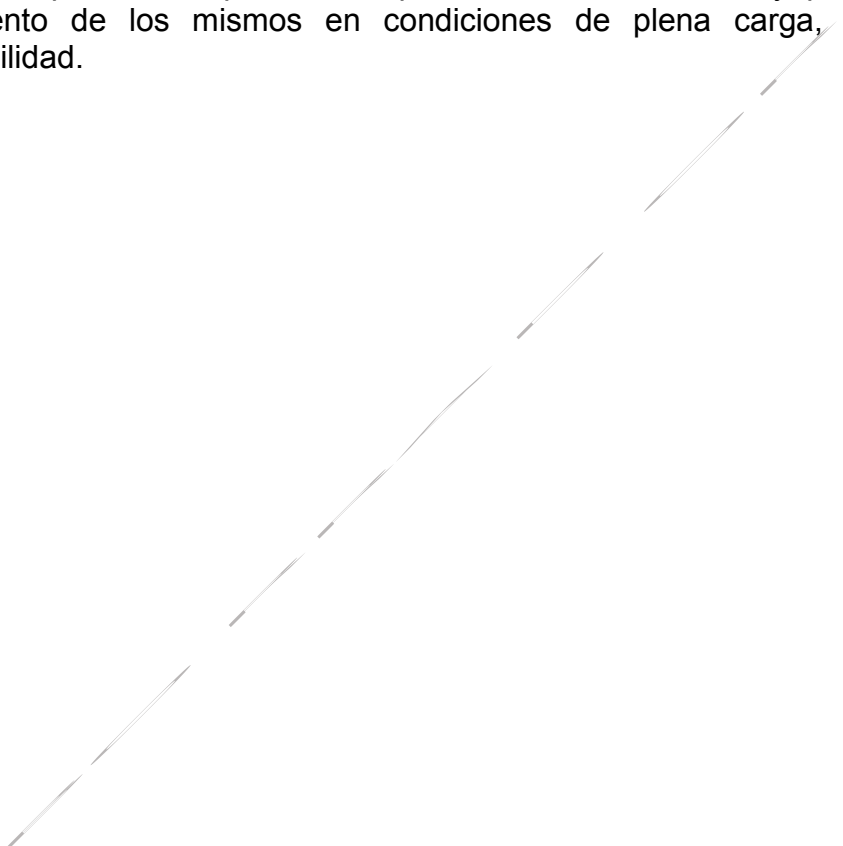
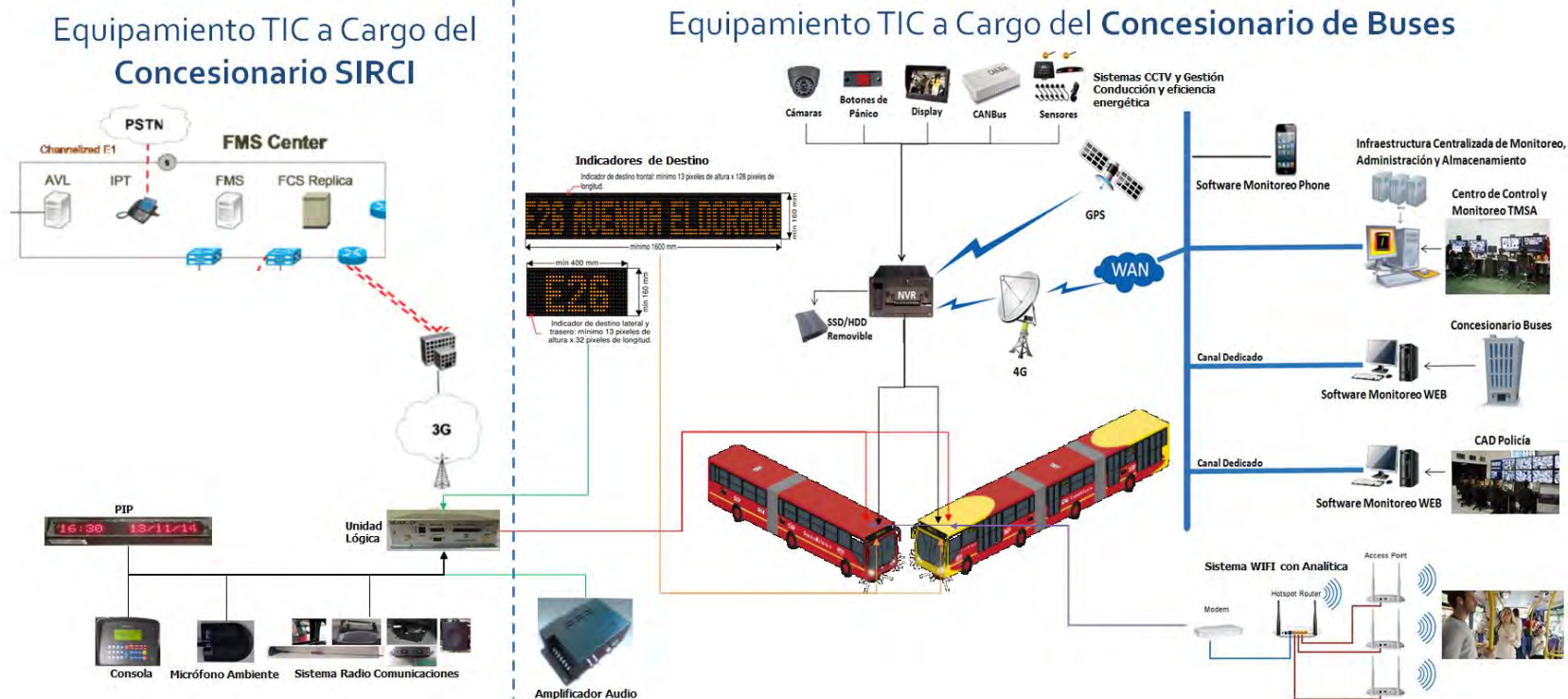


Figura 53. Arquitectura TIC a bordo del Bus y Centro de Monitoreo Maestro



Fuente. TRANSMILENIO S.A.

10. MANUAL DE OPERACIONES

El Manual de Operaciones es el documento adoptado mediante acto administrativo por el Ente Gestor, que contiene las reglas que deben seguir tanto el personal de TRANSMILENIO S.A. como los agentes que intervienen en la operación, para el correcto funcionamiento del Sistema Integrado de Transporte Público en su componente BRT (Troncal y Dual) en coordinación con las rutas de alimentación en las estaciones de integración (Portales y Estaciones intermedias).

El Ente Gestor se reserva el derecho y la autonomía para modificar el Manual de Operaciones, las especificaciones y reglamentación contenidas en el mismo, podrán ser revisadas y modificadas de manera unilateral por TransMilenio, las modificaciones no deben tener un carácter retroactivo y consideran periodos de transición u oportunidades de implantación.

El Manual de Operaciones abarca y es de obligatorio cumplimiento para todo el personal de TRANSMILENIO S.A. y para todo el personal de los Agentes del Sistema que intervengan o puedan llegar a intervenir en la operación del sistema.

El Manual de Operaciones abarca como mínimo el siguiente contenido:

OBJETO

ALCANCE

RESPONSABLE

DEFINICIONES

DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA

- Principios y objetivos del sistema integrado de transporte público
- Operación del sistema integrado de transporte público
- Infraestructura del sistema integrado de transporte público
- Mecanismos de regulación y control del sistema

Sistema de pago
Otros servicios

AUTORIDAD Y REGLAMENTACIÓN GENERAL

Autoridad
Personal obligado a cumplir el Manual
Conocimiento y aplicabilidad del Manual
Concepto de seguridad operacional
Idoneidad del personal
Autoridades en la operación
Aptitud mental y física del personal

ELEMENTOS OPERACIONALES DEL SISTEMA

Infraestructura vial
Corredores troncales
Corredores no troncales
Estaciones
Área de soporte técnico
Infraestructura del sistema
 Mantenimiento en infraestructura
 Mantenimiento en concesiones y contratos
Vehículos del sistema
 Requisitos e inspección para formalizar la vinculación de flota
 Mantenimiento e Inspección de vehículos
 Plan Estratégico De Mantenimiento
 Certificación Del Mantenimiento
 Inspección, supervisión y/o interventoría de vehículos
 Sistemas a inspeccionar
 Clasificación de faltas o defectos de los vehículos
 Criterios de inspección de vehículos
 Inmovilización de vehículos
Operación diaria
 Obligaciones generales relacionadas con la operación diaria

- Uso obligatorio de infraestructura y paradas
- Estándares para inicio del recorrido
- Estándares para el cumplimiento del servicio
- Aspectos relacionados con los conductores
 - Tarjetas de conducción del Sistema
 - Capacitación de conductores
 - Obligaciones, deberes y prácticas seguras de los conductores
- Señalización
 - Campo de aplicación
 - Clasificación
 - Señalización para pasajeros
 - Señalización informativa fuera de las estaciones y tótems
 - Señalización interna de las estaciones
 - Señalización operativa a seguir por parte de los conductores de los vehículos sobre la troncal y dual.
- Subsistema de recaudo
 - Generalidades y conocimiento del Sistema.
 - Objetivos del subsistema de recaudo
 - Tarifa
 - Operación del subsistema de recaudo
 - Estado de los equipos e infraestructura de las concesiones de recaudo
- Aspectos ambientales relacionados con la operación
 - Desempeño ambiental de la operación
 - Plan de gestión ambiental
 - Gestión ambiental en patios y/o sitios de gestión de flota

FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA

- Programación de servicios
 - Servicios troncales
 - Servicios alimentadores
 - Rutas intermunicipales
 - Estándares de operación

Programación operativa de los servicios troncales
 Procedimientos para la aprobación de la programación de los servicios troncales
 El programa de servicios de operación (P.S.O.)
 Operación de los vehículos en la infraestructura
 Operación en las estaciones de cabecera
 Operación al interior de las terminales de cabecera
 Operación en estaciones sencillas e intermedias
 Vehículos en marcha
 Prelación de circulación y velocidad en el sistema
 Sistema de control de la operación
 Funcionamiento
 Sistema de programación y control (SPC)
 Arquitectura del SPC

SEGURIDAD OPERACIONAL

Seguridad operacional vial
 El factor humano en el sistema
 Seguimiento a la accidentalidad vial y análisis de accidentes
 Boletines atentos
 Seguimiento operacional a la seguridad vial
 Verificación de hábitos de conducción o manejo preventivo
 Planes Estratégicos de seguridad vial
 Seguridad humana
 Seguridad industrial y salud ocupacional
 Manejo de emergencias y contingencias
 Jornadas de conducción

DESINCENTIVOS OPERATIVOS

10.1. ESQUEMA DE INCENTIVOS Y DESINCENTIVOS

El esquema contempla incentivos y desincentivos acordes a la gravedad o el impacto de la conducta que se quiere controlar, evitar o estimular.

10.1.1 DESINCENTIVOS OPERATIVOS

Penalizaciones que asume el concesionario al incurrir en faltas relacionadas con el desempeño operativo, técnico, ambiental y de seguridad. El impacto generado es puntual (moderado o bajo) y temporal (muy breve), tampoco hay interrupción en el servicio por causas atribuibles o que están bajo el control del concesionario

Las faltas que generan desincentivos serán las definidas en el manual de operaciones del sistema, al igual que el valor de las penalidades, el cual se tasaré en Salarios Mínimos Mensuales Legales Vigentes.

El procedimiento para el trámite y la aplicación de los desincentivos operativos será el definido en el Manual de Operaciones del componente troncal. En todo caso este debe garantizar el debido proceso, también debe ser lo suficientemente ágil y robusto legalmente para evitar que el procedimiento pueda ser usado por el concesionario para minimizar el impacto del desincentivo y tornarlo en un trámite sin capacidad de cumplir con su función de estimular buenas prácticas.

La utilización de indicadores de desempeño, como insumo para la aplicación de desincentivos, será definida en los contratos y anexos técnicos. No obstante podrán ser revisados y modificados de manera unilateral por TRANSMILENIO S.A.

Dependiendo de la gravedad de las conductas o la reincidencia, por actuaciones de los colaboradores vinculados a las empresas concesionarias, el Manual de Operaciones del componente troncal también debe contemplar medidas que conminen al concesionario de operación a tomar medidas frente a sus procesos internos y sus empleados.

El procedimiento para la aplicación de desincentivos contempla un esquema formal que permite la revisión y negociación de los reportes de incumplimiento a cambio de la implementación a cargo del concesionario de planes correctivos de acción.

La aceptación de desincentivos operativos contemplará descuentos, en un porcentaje, del valor a pagar por el desincentivo, esto para incentivar y agilizar el cobro de los mismos y evitar cartera en mora.

La sumatoria de los valores que debe pagar un concesionario por concepto de penalidades derivadas de los desincentivos operativos tendrá un tope máximo que garantice la no afectación del equilibrio financiero del concesionario, pero lo suficientemente significativa para que desestime las prácticas no adecuadas.

10.2. INOPERATIVIDAD DE PERSONAL DEL CONCESIONARIO

Los requerimientos internos disciplinarios del concesionario deberán acoplarse a los requerimientos de Transmilenio. El concesionario deberá adoptar las previsiones necesarias dentro de su esquema organizacional, reglamento interno de trabajo y manual de funciones, acordes con los desincentivos y de tal manera que le permita actuar frente a los empleados que sean responsables por conductas que generen desincentivos operativos.

En aquellos casos en los que se configuran de faltas graves o reincidencia, en los que el concesionario no pueda garantizar la aplicación de procesos de capacitación que garanticen un adecuado desempeño del colaborador, debe prever incluso la finalización del contrato laboral y tramitar la cancelación del documento que habilita al trabajador para realizar labores operativas en el sistema.

Contemplar mecanismos que permitan al concesionario tomar medidas al interior de su organización con sus colaboradores sin introducir vacíos jurídicos que resulten en dificultades legales para el gestor y el concesionario. Es importante evaluar las implicaciones jurídicas que tienen impactos de derecho laboral, demandas y derecho al debido proceso.

10.3 MULTAS

Las faltas que generan multas serán las definidas en el contrato de concesión y en la Ley, al igual que el valor de las multas, el cual se tasaré en Salarios Mínimos Mensuales Legales Vigentes.

Las multas corresponden a sanciones que asume el concesionario al incurrir en incumplimientos contractuales relacionados con el desempeño y actuaciones con las cuales afecta parámetros financieros, administrativos, legales, operativos, técnicos, ambientales y de seguridad, cuyo impacto sea alto y/o prolongado, pone en riesgo o genera interrupción en el servicio por causas atribuibles o que están bajo el control del concesionario.

El procedimiento para el trámite y la aplicación de las multas será el definido en la Ley cumpliendo con las normas definidas para tal fin. En todo caso este debe garantizar el debido proceso.

La reincidencia en multas, en los casos previstos en el contrato de concesión, será causal de terminación unilateral del contrato de concesión. Las políticas, consideraciones y procedimiento para tal fin serán las definidas en la minuta del contrato.

10.4. INCENTIVOS ECONÓMICOS

Los incentivos tendrán como objeto reconocer a los concesionarios que se destaquen por implementar políticas, estrategias, campañas, acciones, procesos o procedimientos que se traduzcan en niveles de desempeño, confiabilidad y seguridad, tanto en la operación de la flota como en la labor de los conductores a cargo, iguales o superiores a los estándares previstos en el contrato de concesión.

Los incentivos corresponden a valores adicionales, diferentes a la remuneración, que serán girados como estímulo al concesionario o grupo de concesionarios de operación que se destaquen por presentar los mejores indicadores de desempeño. Las formulas, la periodicidad y el procedimiento para la asignación y entrega de los incentivos económicos serán los definidos en los contratos de concesión y sus anexos técnicos.

Para definir el ranking de los concesionarios según su desempeño, deben considerarse indicadores, metas y objetivos de seguridad (índices de accidentalidad) y calidad (regularidad, puntualidad, varados, desincentivos), estandarizados y comparables entre concesiones independiente de los tamaños de flota o kilometrajes comerciales operados.

10.5. INCENTIVOS DE OTRA NATURALEZA

Siempre que haya viabilidad legal y técnica, de conformidad con el esquema definido en el contrato de concesión, podrá aplicarse como incentivo para aquellos concesionarios que presenten los mejores índices de desempeño, la prevalencia para la asignación temporal de rutas o zonas abandonadas por concesionarios con dificultades que generan la suspensión o liquidación de los contratos de concesión.

10.6. MANEJO DE INFORMACIÓN

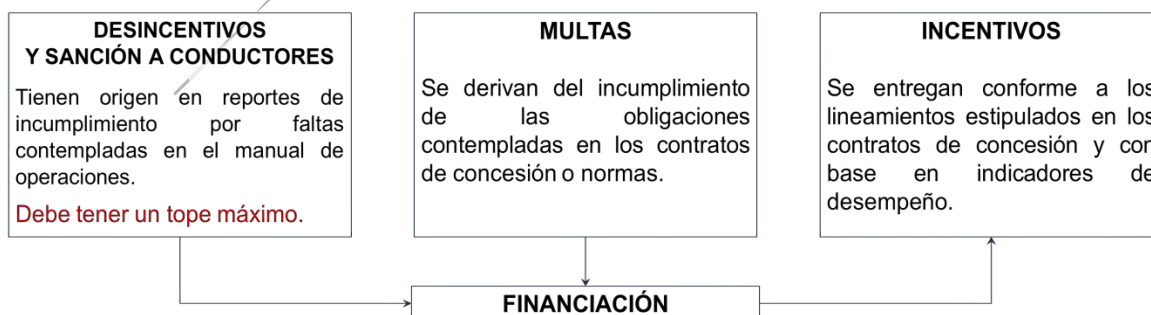
Los indicadores y objetivos serán consistentes con los valores que calcula SIRCI para garantizar la calidad de la información, la integridad de los datos, y minimizar los reprocesos, duplicidad de información e inconsistencias que pueden generar conflictos de gestión frente a los requerimientos contractuales pactados con el concesionario SIRCI.

Deben ser producto de herramientas de medición que garanticen la mayor precisión y exactitud. Esto debe armonizarse con las obligaciones que en esta materia tiene el concesionario de SIRCI.

10.7. DESTINACIÓN DE RECURSOS Y FINANCIACIÓN DE INCENTIVOS

La destinación de los recursos generados por la aplicación de multas y desincentivos a los concesionarios de operación, servirá como posible fuente de financiación de los incentivos a los que se refiere el contrato de concesión.

Figura 54. Esquema potencial de Financiación



Fuente. TRANSMILENIO S.A

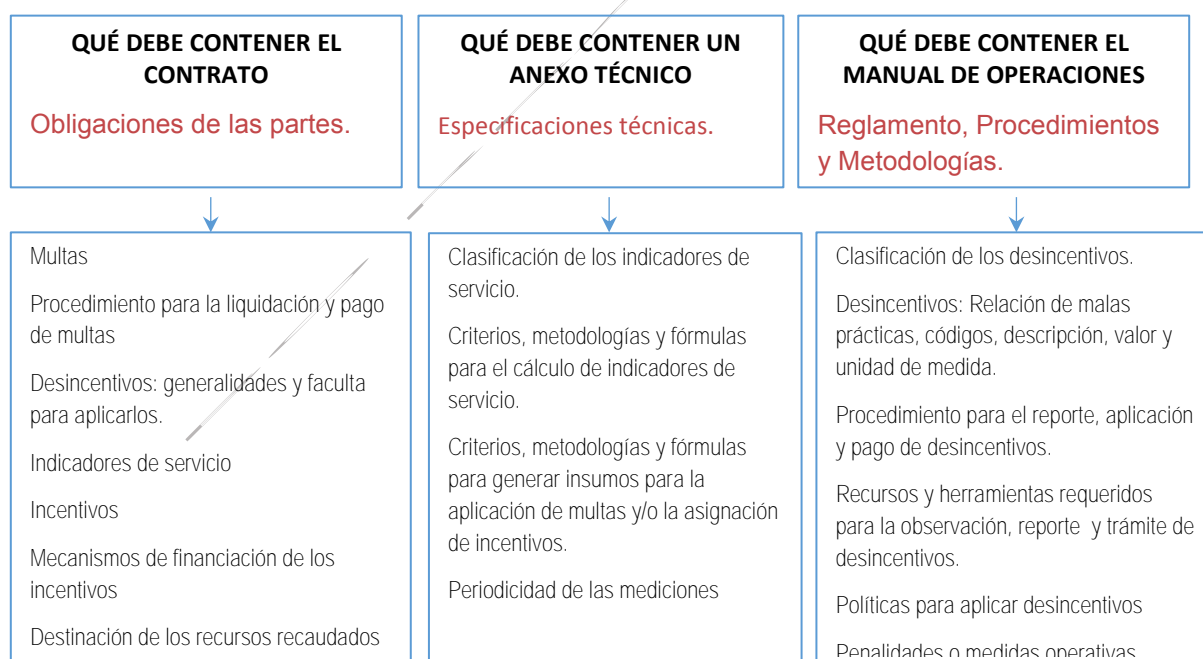
10.8. ORGANIZACIÓN DE LOS DOCUMENTOS CONTRACTUALES

Actualmente, se repite contenido en tres documentos: 1) minuta del contrato; 2) anexos técnicos; y 3) manual de operaciones. Esto genera:

- Restricciones y falta de flexibilidad para implementar cambios o actualizaciones, tendrían que modificarse los tres documentos.
- Redundancia y contradicciones entre los documentos.
- Si bien el sistema tiene un único manual de operaciones troncal, en la práctica y para varios aspectos, el manejo de las concesiones es diferente según la fase.

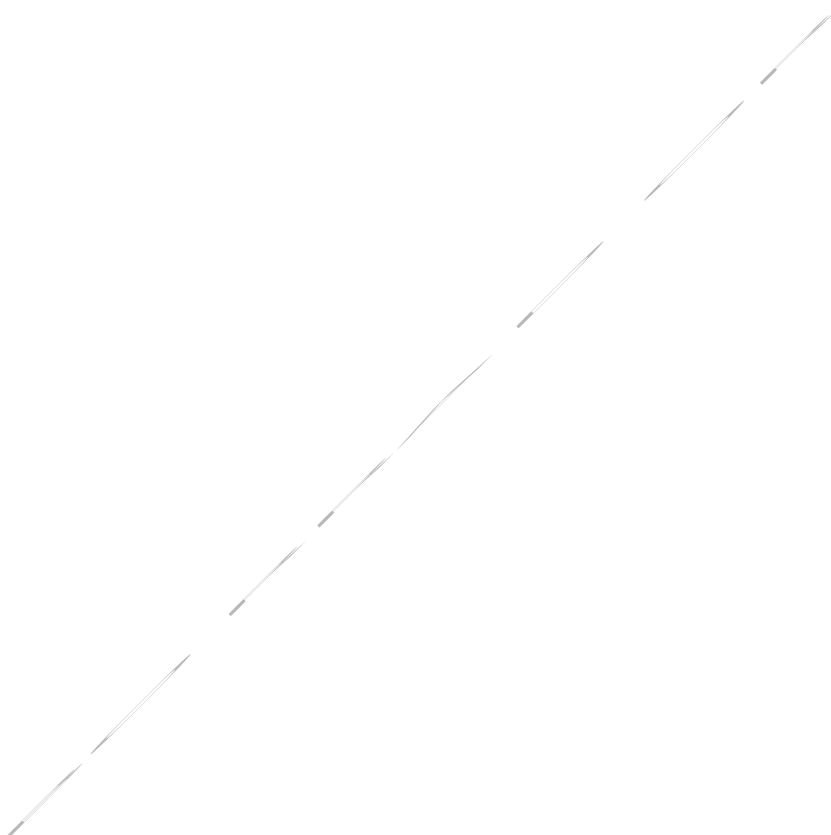
En cuanto a la organización de los documentos del contrato, se considera el siguiente esquema:

Figura 55. Distribución de Contenidos de Documentos de las Concesiones



Fuente. TRANSMILENIO S.A.

La minuta del contrato podrá estipular en el clausulado, de manera taxativa, que las especificaciones y reglamentación contenidas en los anexos técnicos o manuales, podrán ser revisadas y modificadas de manera unilateral por TRANSMILENIO S.A., desde luego las modificaciones no deben tener un carácter retroactivo y deben considerar periodos de transición u oportunidades de implantación.



11. ESQUEMAS DE EXPLOTACIÓN COLATERAL

Los sistemas de transporte masivo tienen múltiples oportunidades de generar ingresos adicionales al transporte propio de pasajeros, a través de la explotación de otras fuentes de valor asociados tales como: conocimiento, publicidad, explotación comercial de la infraestructura, marca y en general oportunidades no asociadas al mismo, las cuales son convenientes identificar a fin de que las decisiones futuras que se tomen y regulen el contrato de concesión contengan estos elementos.

Los particulares que celebran contratos con entidades del estado tienen legítimo derecho de obtener un lucro económico por el desarrollo de su actividad, sin perder de vista que su intervención es una forma de colaboración con las autoridades en el logro de los fines estatales y que además debe cumplir con un fin social, la cual implica obligaciones.

La operación del Sistema TransMilenio se desarrolla a partir de la actividad de varios operadores privados, vinculados al Sistema por contratos suscritos con TRANSMILENIO S.A., quienes normalmente aportan buses para que se desarrollen las actividades requeridas para la prestación del servicio público de transporte de pasajeros, a través de los corredores troncales existentes, en donde, la publicidad es el negocio colateral más evidente, pues se observa que varios sistemas de transporte masivo lo abordan, así como en general otros aspectos no asociados al transporte.

11.1. ANTECEDENTES

El valor de los negocios colaterales depende de dos variables fundamentales, la demanda real de pasajeros, que para el Sistema TransMilenio es alta, y el potencial del alcance percibido por los anunciantes, comercializadores de publicidad y otros clientes, por lo que en este documento se recopilan las acciones necesarias para la generación de ingresos adicionales por medio de la explotación colateral.

No obstante lo anterior, TRANSMILENIO S.A., teniendo en cuenta los antecedentes y la experiencia durante la ejecución de los anteriores contratos de concesión de operación troncal que se resume así: En los cuatro (4) primeros contratos de concesión de operación suscritos por TRANSMILENIO S.A., no se contemplaron aspectos relacionados con la exhibición de la publicidad al interior o al exterior de los vehículos o en los patios entregados en concesión, ni con la distribución de los ingresos provenientes de cualquier tipo de explotación colateral.

Aunado a lo previamente expuesto, la sentencia del Juzgado Veintiuno Administrativo del Circuito Judicial de Bogotá sobre la Acción Popular No. 2004-0045 (14 de diciembre de 2007) determinó que la decisión adoptada por TRANSMILENIO S.A. en los contratos de concesión de operación troncal de las Fases I y II de no establecer obligaciones o determinaciones contractuales relacionadas con la facultad de recibir la rentabilidad de la publicidad a favor de los concesionarios en la Fase I y II, no constituía la violación a la moralidad pública.



Por el contrario, esta sentencia determinó en sus considerandos que la explotación publicitaria no era el objeto principal de los contratos de concesión de operación troncal, inspirados en la prestación de un servicio público, si no que esta explotación colateral de la publicidad al interior y exterior de los buses vinculados a la operación troncal surgió en el desarrollo y transcurso de los contratos, donde TRANSMILENIO S.A., actúa como empresa comercial, y donde surgen en el desarrollo de sus negocios actividades fuera del servicio público que debe reglamentar como administrador.

11.2. NECESIDADES DEL SISTEMA

Por lo anterior, TRANSMILENIO S.A., en su calidad de Ente Gestor del Sistema TransMilenio, en esta nueva etapa entrará a regular los temas relacionados con cualquier tipo de explotación colateral tanto en los buses que vincule el CONCESIONARIO a la operación del componente troncal, como en la infraestructura (áreas de soporte técnico: patios, talleres, etc.) que entregue TRANSMILENIO S.A. al operador bajo la figura de concesión o administración.

Los principales aspectos que se pretenden regular, sin limitarse a los descritos en este documento, son los siguientes:

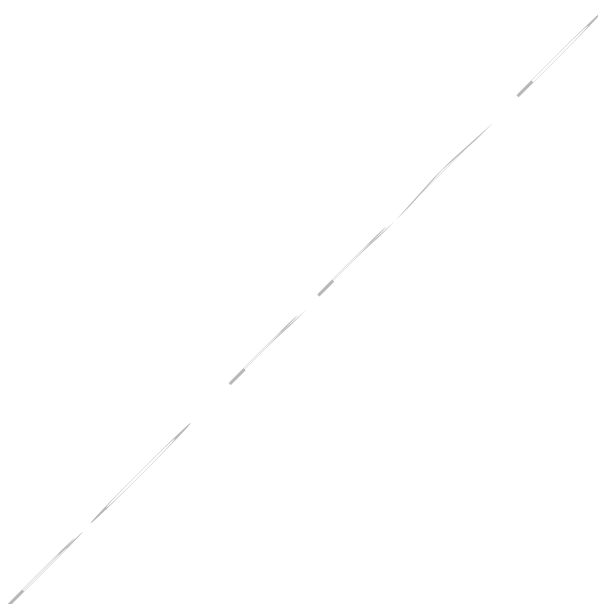
- Establecer el derecho exclusivo de TRANSMILENIO S.A. de explotar todos los negocios colaterales del Sistema, en particular la publicidad en buses, patios de operación y talleres u otros bienes inmuebles concesionados o entregados en concesión.
- Establecer el derecho exclusivo de TRANSMILENIO S.A. de explotar y fijar las condiciones legales, técnicas y económicas de todos los demás negocios colaterales del Sistema, que no estén contemplados en el presente documento, y que pudiesen surgir en un futuro durante la ejecución de los

	MEMORANDO DE PROYECTO Anexo 26	 ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ
---	---	--

Contratos de Concesión no exclusiva de la Operación Troncal del Sistema TransMilenio.

- Establecer contractualmente la participación económica que TRANSMILENIO S.A. recibirá sobre la explotación de cualquier tipo de negocio de explotación colateral al interior y al exterior de los vehículos vinculados por parte del CONCESIONARIO a la operación del Sistema TransMilenio, así como en cualquier infraestructura entregada en concesión y/o administración (patios, talleres, otros bienes inmuebles, etc.).
- Brindar el derecho al CONCESIONARIO de proponer a TRANSMILENIO S.A., la explotación de cualquier negocio de explotación colateral a la operación del Sistema (incluida la publicidad).
- Establecer la potestad de TRANSMILENIO S.A. de aprobar o improbar cualquier tipo de negocio de explotación colateral al interior y al exterior de los vehículos vinculados por parte del CONCESIONARIO de la operación del Sistema TransMilenio, y en la infraestructura entregada por TRANSMILENIO S.A. al CONCESIONARIO bajo la figura de concesión y/o administración.
- Brindar el derecho al CONCESIONARIO de suscribir acuerdos temporales con TRANSMILENIO S.A., en los cuales se establezcan de manera homogénea y unificada los criterios para su desarrollo por parte de todos los adjudicatarios, estos acuerdos incluirán las condiciones económicas, las especificaciones, descripciones, características, cantidades, el o los mecanismos de verificación de estos acuerdos (p.ej. la interventoría y/o auditoría externa que contratará TRANSMILENIO S.A. para tal efecto, así como las demás variables de cada negocio de explotación colateral).
- Establecer la potestad de TRANSMILENIO S.A., para que de conformidad con el esquema normativo vigente, los reglamentos, protocolos, procesos y procedimientos que regulen la realización y concertación de negocios colaterales para TRANSMILENIO S.A., sus formas de negociación, tarifas, acuerdos, convenios, asesorías, consultorías, y demás temas relacionados con cualquier forma de transacción para el desarrollo de ingresos, en virtud de los Contratos de Concesión no exclusiva de la Operación Troncal del Sistema TransMilenio.
- Definir el alcance y los demás aspectos relacionados con la publicidad y la promoción institucional de TRANSMILENIO S.A. y otras entidades de la Administración Distrital.
- Establecer los mecanismos para que el CONCESIONARIO pueda hacer uso autorizado de las marcas registradas de TRANSMILENIO S.A.

- Establecer la obligación del concesionario de cumplir todos los reglamentos, procedimientos, protocolos y demás documentos o actos administrativos que expida TRANSMILENIO S.A. relacionados con la imagen, seguridad y operación del Sistema TransMilenio, de manera que cualquier actividad de explotación colateral no interfiera o afecte la prestación del servicio público de transporte, la seguridad de los pasajeros del mismo, o a terceros.
- Establecer la indemnidad de TRANSMILENIO S.A. de cualquier perjuicio ocasionado por la ejecución y desarrollo de las actividades implícitas de cada tipo de negocio de explotación colateral.
- Establecer que el CONCESIONARIO desarrollará cualquier tipo de negocio de explotación colateral bajo su propia responsabilidad, por su cuenta y riesgo, los cuales deberán contar previamente de manera escrita y formal, con la viabilidad y aprobación técnica, económica, comercial y legal que para el particular establezca TRANSMILENIO S.A.



12 ASPECTOS DE LA REGULACIÓN ECONÓMICA

12.1. LA REGULACIÓN DEL TRANSPORTE MASIVO EN COLOMBIA

Tal como se explicó en las secciones anteriores el transportarse es una necesidad básica de la ciudadanía en la medida que permite un exitoso proceso de inserción en la sociedad; siendo la regulación de la prestación del servicio de transporte de pasajeros una de las funciones y deberes del Estado.

Frente a lo anterior, siguiendo los lineamientos del CONFIS 3167 de 2002, el transporte público urbano de pasajeros es un servicio planificado, regulado y controlado por el Estado; siendo que la prestación de dicho servicio se conserva como función de operadores privados dentro de una economía de mercado.

Así entonces, en Colombia, cada ciudad ha seguido los lineamientos globales para la configuración de sus SITM, sin embargo ha recreado sus propios criterios en lo referente a la configuración de esquemas para lograr la prestación del servicio de transporte de pasajeros, así como en cuanto a las respectivas estructuras contractuales.

Frente a lo anterior y en lo referente a los esquemas tarifarios adoptados por algunas de las principales ciudades del País, el estudio de FEDESARROLLO 2013 explica que existen diferencias entre los contratos de los SITM en cuanto al manejo de recursos y la integración de tarifas técnicas y/o de remuneración; siendo que la conformación de las mismas, además de cumplir con los parámetros reglamentados, responden a las coyunturas particulares de cada ciudad.

Tabla 18. Comparativo de Elementos de la Tarifa de Sistemas en Colombia

CIUDAD	TARIFAS TECNICAS – Sistemas BRT en Colombia			
	¿Incluye infraestructura?	¿Incluye chatarrización?	¿Incluye provisión de flota?	¿Incluye operación y mantenimiento?
Bucaramanga	SI	SI	SI	SI
Barranquilla	SI	SI	SI	SI
Pereira	SI	NO	SI	SI
Cali	SI	SI	SI	SI
Fuente: FEDESARROLLO, 2013				
Bogotá D.C.	NO	SI	SI	SI

Fuente. FEDESARROLLO 2013

Por su parte, la Ley 1682 de noviembre de 2013 adopta las medidas y disposiciones para los proyectos de infraestructura de transporte; estando dentro de los objetivos de la misma el construir un marco normativo que permita, facilite y viabilice construir y mantener una red de transporte moderna y eficiente para el país. Dentro de los principios esbozados por dicha ley es necesario resaltar el de *accesibilidad*, en lo referente tanto a las tarifas a los usuarios como a la infraestructura misma, *el de adaptación y mitigación al cambio climático*, *el de calidad del servicio*, *el de capacidad*, *el de competitividad*, *el de conectividad*, *el de eficiencia* *el de seguridad*, *el de sostenibilidad ambiental*.

Finalmente, los *planes de desarrollo nacional* han brindado una gran importancia al desarrollo de los Sistema Integrados de Transporte Masivo Urbano de Pasajeros; siendo el Plan de Desarrollo Nacional 2014-2018 “*Todos por un nuevo País*”- Ley 1753 de 2015- el último y el vigente, el cual ratifica la importancia y el apoyo a dichos sistemas a través de su artículo 32:

“Artículo 32. Apoyo a los sistemas de transporte. Modifíquese el artículo 132 de la Ley 1450 de 2011, el cual quedará así: “Artículo 132. Apoyo a los Sistemas de Transporte. El Gobierno nacional podrá apoyar los SITM, SETP, SITP, SISTR que se encuentren en operación, implementación y estructuración, de conformidad con el Marco Fiscal de Mediano Plazo y lo establecido en el artículo 14 de la Ley 86 de 1989 y en la Ley 310 de 1996. Así mismo, podrá apoyar las soluciones de transporte público de pasajeros en zonas urbanas, conurbadas o regionales que estén integradas en el sistema de ciudades que se vienen estructurando, implementando u operando en el país, siempre y cuando comprendan acciones orientadas a incrementar y regular el uso de modos no motorizados y de energías limpias (entendidos como el viaje a pie, bicicleta o tricimóvil, entre otros), integración con otros modos y modalidades, especialmente en zonas de última milla, y medidas contra la ilegalidad y la informalidad.(...)”

La misma ley, en su artículo 31 hace referencia a la “Financiación de Sistemas de Transporte” así:

“Artículo 31. Financiación de sistemas de transporte. Modifíquese el artículo 14 de la Ley 86 de 1989, el cual quedará así:

“Artículo 14. Los sistemas de transporte deben ser sostenibles. Para ello las tarifas que se cobren por la prestación del servicio de transporte público de pasajeros, sumadas a otras fuentes de financiación de origen territorial si las hubiere, deberán ser suficientes para cubrir los costos de operación, administración, mantenimiento, y reposición de los equipos. En ningún caso el Gobierno nacional podrá realizar transferencias para cubrir estos costos. Lo anterior, sin perjuicio de que las entidades territoriales y/o el Gobierno Nacional, dentro del Marco de Gasto de Mediano Plazo, en los casos en que cofinancie estos sistemas, puedan realizar inversiones en la etapa preoperativa en infraestructura física y adquisición inicial total o parcial de material rodante de sistemas de metro o de transporte férreo interurbano de pasajeros incentivando la incorporación de tecnologías limpias y la

accesibilidad a los vehículos para personas con movilidad reducida, estrategias de articulación y fomento de la movilidad en medios no motorizados, así como implementación de sistemas de recaudo, información y control de flota que garanticen la sostenibilidad del Sistema. (...).”

Por su parte, a nivel local, el Plan Maestro de Movilidad -PMM- del año 2006, formalizó la necesidad y el objetivo de resolver problemas presentes en la prestación del servicio público de transporte de pasajeros relativos a la sobreoferta, la falta de cubrimiento del servicio, la accidentalidad, la contaminación, la inseguridad, la ilegalidad, la falta de institucionalidad, entre otros.

Dicho objetivo del PMM fue recogido y ampliado por el Decreto Distrital 309 de 2009, por el cual se adoptó el Sistema Integrado de Transporte Público para Bogotá, D.C., (...); siendo resaltado el hecho que el SITP es el eje estructurante del Sistema de Movilidad de la ciudad; siendo la Empresa de Transporte del Tercer Milenio - TRANSMILENIO S.A el Ente Gestor del SITP, encargada de realizar *la planeación, gestión y control contractual del Sistema; el proceso de integración, evaluación y seguimiento de la operación y los procesos de selección necesarios para poner en marcha la migración del actual transporte público colectivo al transporte público masivo.*

Bajo este marco de acción, TRANSMILENIO S.A., es el responsable de la prestación del servicio público masivo urbano de transporte de pasajeros, llevado a cabo a través de esquemas público-privados entre el Ente Gestor y los concesionarios privados, quienes a través de procesos licitatorios, adquieren el derecho de explotación de los servicios por un determinado tiempo.

12.2. NECESIDADES DEL SISTEMA

Conforme lo anterior, es necesario resaltar que las estructuras de todas las concesiones para la prestación de servicio público de transporte de pasajeros del Sistema Integrado de Transporte Público de Bogotá D.C. -SITP- deben estar soportadas sobre los principios básicos de: costeabilidad, equilibrio, sostenibilidad,

integración y apertura tarifaria para poblaciones especiales, tal como lo reglamenta el Decreto Distrital 309 de 2009.

Al respecto, el modelo tarifario del SITP deberá considerar la capacidad de pago promedio de los usuarios; así como, deberá reflejar el monto necesario para remunerar los costos de operación que se le imputen en el diseño financiero, garantizando la eficiencia del Sistema. Así mismo, el modelo tarifario deberá garantizar la sostenibilidad financiera del Sistema en el tiempo; estando, cualquier licitación y/o contrato otorgado, acorde con las políticas presupuestales y recursos financieros del Distrito Capital. Finalmente, el diseño tarifario del SITP deberá integrar los costos de los servicios que se incorporen al Sistema y deberá estar abierto, tanto a su integración con sistemas de transporte de pasajeros intermunicipales, como a la implementación de tarifas para grupos poblacionales específicos (Decreto Distrital 309 de 2009)

Por otra parte, en lo referente a la coyuntura de los SITM tanto a nivel local como en Bogotá D.C. es preciso resaltar que a pesar de los aspectos positivos logrados a partir de la implementación de los mismos, referentes a la reducción de los tiempos de viaje, la reducción de la accidentalidad y la transformación urbana, se ha revelado una no sostenibilidad financiera generalizada de los operadores de transporte, (FEDESARROLLO, 2013).

En cuanto a esto último, es preciso resaltar las inquietudes expuestas por la ASOBANCARIA referentes a la suspensión en el acceso a los créditos que ha impuesto el sector financiero a las empresas de transporte público de pasajeros tanto del país como de Bogotá D.C..

Al respecto, ASOBANCARIA, a través de las comunicaciones del 11 de noviembre de 2015 y del 09 de junio de 2016 al Ministerio de Transporte; siendo dichas comunicaciones remitidas a TRANSMILENIO S.A. [1] , expresa:

[1] Ministerio de Transporte, Asunto: Solicitud información ASOBANCARIA, radicado Nr.2016ER29751 en TMSA, 2016

“El sector financiero ha participado en la financiación de los diferentes sistemas de transporte, contribuyendo así al desarrollo del país, sin embargo es preocupante que a pesar de los esfuerzos al refinanciar las deudas, los plazos en algunos casos se han extendido hasta la vigencia de la concesión, esto genera la no viabilidad para continuar con el cubrimiento de las necesidades de financiamiento que surjan a futuro, incluyendo la reposición de la flota.”

Conforme a lo anterior, basados tanto en el marco regulatorio, como en los retos que presenta la coyuntura actual, el objetivo del Ente Gestor es establecer una estructura contractual viable, que a su vez permita ajustar lo más posible el comportamiento de la firma al interés colectivo. Así mismo, recoger las experiencias en la implementación y operación de Sistemas de Transporte Masivo, en Bogotá, en otras ciudades de Colombia y a nivel internacional; las mayores eficiencias tanto en costos como en la operación; minimizar los posibles riesgos; diseñar esquemas de incentivos correctos para la prestación del mejor servicio; que sean claros y transparentes en su ejecución y que respondan a las necesidades sociales y ambientales de la Ciudad.

De acuerdo con lo anterior, a continuación se muestran algunos de los aspectos a ser analizados para la conformación de las nuevas licitaciones de prestación del servicio urbano de pasajeros masivo de transporte en Bogotá D.C.

12.3. SOBRE LA ESTRUCTURA PARA LA ORGANIZACIÓN DEL SERVICIO TRONCAL – ESQUEMAS DE ADQUISICIÓN Y/O GESTION DE FLOTA Y/O GESTION DE PATIOS

Conforme lo anteriormente mencionado, la(s) convocatoria(s) de la(s) licitación(es) deberán buscar un diseño orientado a:

- i) Capturar las eficiencias en la inversión y operación, que minimicen los riesgos en la prestación del servicio:**

- a. Un objetivo orientador del proceso licitatorio será la búsqueda de la eficiencia (técnica y económica) y de la calidad ambiental, tanto del combustible como de la tecnología.
- b. Se busca incentivar el interés de participar en la convocatoria pública para lograr la mayor cantidad posible de proponentes idóneos, que garantice un nivel importante de competencia.
- c. Se busca el establecimiento de incentivos a la eficiencia, de manera que dichas eficiencias se reflejen en los costos de prestación del servicio.
- d. La eficiencia también debe reconocer que en el mediano y largo plazos entrarán en operación nuevas troncales del SITP y la primera línea del metro.

ii) Facilitar el ingreso de tecnologías energéticamente y ambientalmente más eficientes y manejar adecuadamente las incertidumbres inherentes

- a. Se evaluará la flexibilidad de las ofertas para facilitar el ingreso de nuevas tecnologías que sean más eficientes desde el punto de vista energético, ambiental y de costos (de inversión y/o de operación).
- b. La incertidumbre de disponer de combustibles fósiles indica la conveniencia de buscar una diversificación de la flota con tecnologías que puedan funcionar con otros energéticos.
- c. El avance significativo de mejores tecnologías indica la pertinencia de considerar el periodo de duración de los contratos.

Con estos objetivos, se debe estudiar la manera más conveniente para la Ciudad de organizar la estructura de prestación del servicio, dada la coyuntura y las particularidades de mercado actual. Dentro de los análisis de esta estructura se deberán contemplar diversas posibilidades sobre integración/desintegración de las actividades de la cadena entendidas como: provisión de flota, operación y mantenimiento (O&M), manejo de patios, entre otras. Así, las estructuras pueden variar entre las siguientes opciones:

- Integración vertical de la cadena en uno o varios concesionarios como ocurre en la actualidad: mantener la integración de las actividades mencionadas

puede tener ventajas por economías de alcance y aglomeración, siempre y cuando haya un número suficiente de oferentes en la licitación y puedan trasladarse estas economías a las tarifas de remuneración. Sin embargo, deberá considerarse el cumplimiento de los requisitos para el buen funcionamiento del esquema, entre ellos:

- proponentes con capacidad financiera y experiencia operativa suficientes.
 - una evaluación explícita del riesgo de proveedor.
- Desintegración vertical (parcial o total) en proveedores independientes de las actividades de la cadena: busca implementar las eficiencias al separar el suministro de flota, la O&M del servicio y la gestión de patios. Frente a lo anterior, se deberán examinar esquemas que van desde el “renting”, el “leasing”, las diferentes y posibles configuraciones de “Vehículos de Propósito Especial –SPV- y hasta flota propia del concesionario, entre otros; siendo que la evaluación y selección de las modalidades de incorporación de flota deberá incluir un análisis con criterios económicos, análisis de riesgo y consideraciones de incertidumbre. Al respecto, entre algunas de las posibles ventajas a evaluar es posible mencionar:
 - La concentración del suministro de la flota podría permitir:
 - Generar ahorros en el precio de compra de los vehículos.
 - Reducir los requerimientos de reserva de buses para garantizar la confiabilidad del servicio.
 - Obtener condiciones de créditos más favorables.
 - Facilitar la movilidad de los vehículos en caso de que existan varios concesionarios de operación, reduciendo el riesgo de proveedor en este servicio.
 - Facilitar la incorporación progresiva de las nuevas tecnologías que se están consolidando a nivel mundial y que en un corto tiempo se espera que se impongan, pero que aún tienen costos elevados.

- Por su parte, el separar la O&M podría garantizar la especialización del operador en este eslabón y a mejorar la eficiencia.
- Finalmente, separar la gestión de patios podría facilitar su uso, independiente del concesionario de operación y del proveedor de buses, racionalizando así los costos. Además podría permitir un manejo más adecuado de la flota en operación, de la flota de reserva y de los kilómetros en vacío.

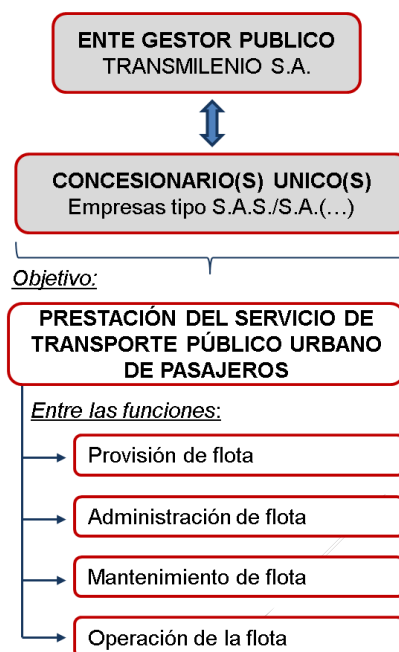
Por ultimo deberán analizarse los mecanismos de financiación de los establecimientos de crédito y del mercado de capitales.

12.4. ESQUEMAS DE CONCESIÓN ALTERNATIVOS

Frente a lo anterior, a manera de presentar solo algunas de opciones de esquema de funcionamiento de las concesiones para conseguir la óptima prestación del servicio de transporte público urbano de pasajeros, a ser estudiadas se observan las siguientes:

- **Esquema tradicional de concesión:** donde la empresa concesionaria abarca la ejecución de gran parte de las funciones relacionadas a la prestación del servicio de transporte de pasajeros relacionados desde la provisión y mantenimiento de la flota necesaria para la operación, hasta la operación misma.

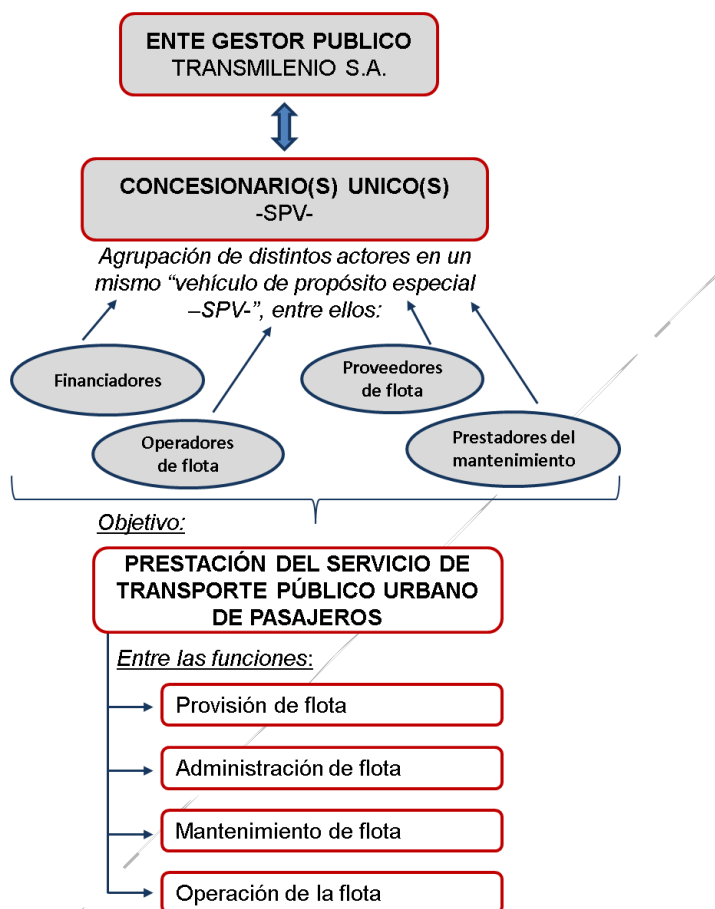
Figura 56. Esquema de Concesión Tradicional



Fuente. TRANSMILENIO S.A.

- **Esquema de SPV como concesionario(s) único(s):** donde se concede la prestación del servicio de transporte de pasajeros a un *vehículo de propósito especial* –SPV– que consta de la conglomeración de diferentes actores entre los cuales podrían estar los financiadores, los fabricantes, las empresas de operación, entre otras. Siendo las funciones de dicho SPV relacionadas de igual manera a la provisión y mantenimiento de la flota necesaria para la operación y a la operación de la misma.

Figura 57. Esquema de Concesión SPV



Fuente. TRANSMILENIO S.A.

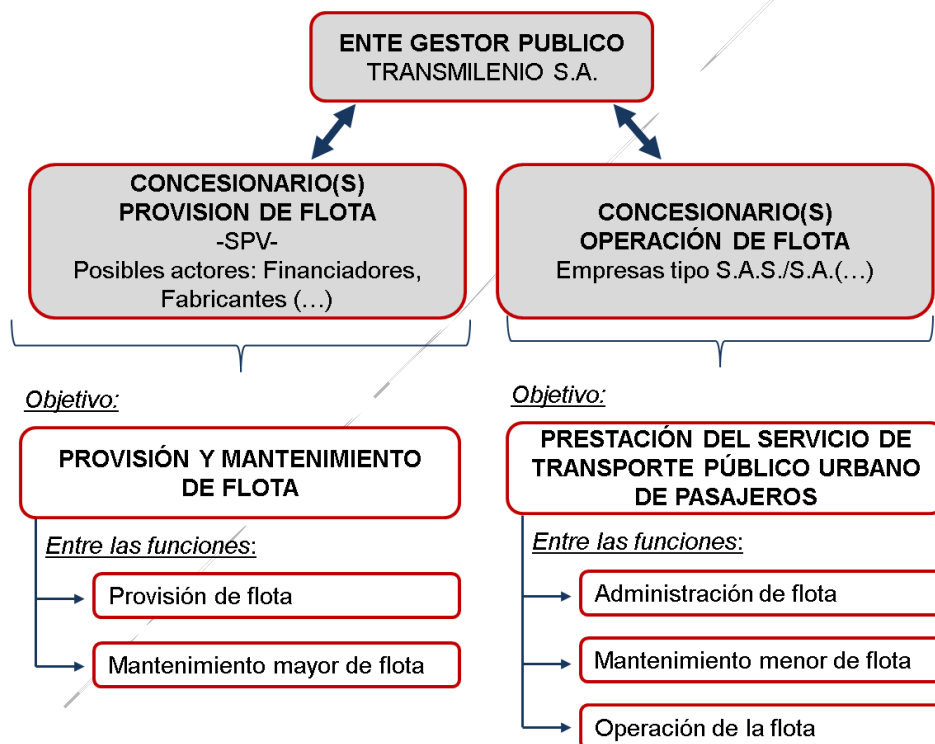
- **Esquema de especialización de los concesionarios según actividad:** donde se separan las obligaciones entre dos tipos de concesionarios.

Así, se concede el servicio de provisión de flota a un *vehículo de propósito especial* –SPV– que consta de la conglomeración de diferentes actores entre los cuales podrían estar los financiadores, los fabricantes, entre otras; siendo las funciones de dicho SPV relacionadas únicamente a la provisión y la realización de mantenimientos mayores, así como un esquema de

garantías que asegure la permanencia de la funcionalidad de los vehículos en operación.

Por otra parte, por separado a la provisión de flota, se concede la prestación del servicio de transporte de pasajeros; siendo las funciones de dicho concesionario relacionadas a la operación de la flota, así como a las actividades propias con la administración y mantenimiento menor.

Figura 59. Esquema de Concesión Especializado



Fuente. TRANSMILENIO S.A.

Por último, es preciso resaltar que siendo los esquemas mencionados opciones posibles de configuración de la prestación del servicio de transporte urbano de pasajeros, los mismos no son los únicos existentes; siendo necesario que se

culminen los estudios correspondientes que muestren la pertinencia de cada uno y la escogencia de la mejor opción.

12.5. SOBRE LA ESTRUCTURA DE REMUNERACIÓN

La conformación de las estructuras de remuneración debe generar los incentivos correctos con el fin de que los concesionarios cumplan de manera eficiente y efectiva las obligaciones contractuales y le permitan a la Administración Distrital la absorción de eficiencias en la prestación del servicio.

Actualmente, los concesionarios de la prestación del servicio troncal, a groso modo, obtienen una remuneración, compuesta por dos pagos:

- Pago por vehículo troncal: tarifa vehículo por tipología licitada y ajustada – TMVT¹² (\$/vehí) - multiplicado por la flota del operador, incluyendo flota de reserva NoVehT (vehí).
- Pago por kilómetros: tarifa kilometro por tipología licitada y ajustada por la respectiva canasta de costos - TKMT¹³ (\$/Km), multiplicada por la oferta económica realizada por el operador correspondiente (OE) y por los kilómetros programados y efectivamente recorridos por dicha flota (KMStronc). Para el pago por Km se realiza un ajuste que corrige la remuneración de tal forma que no se remunere la flota de reserva por encima del 7% (CFR).

La remuneración obtenida es afectada por el respectivo factor de calidad $f(Q)$.

Frente a lo anterior, y a pesar de presentarse resultados favorables en cuanto a claridad y facilidad de manejo del esquema de remuneración actualmente vigente, con la nueva licitación se analizarán nuevos esquemas de remuneración, tales como:

- Un pago fijo, que remunere los costos fijos de administración.

¹² Corresponde en magnitud a la recuperación de inversión en vehículos, impuestos vehículos, más una rentabilidad base.

¹³ Corresponde en magnitud a la remuneración por costos variables y fijos no cubiertos por TMVT.

- Un pago por vehículo, que remunere las inversiones realizadas en la adquisición de los vehículos por el CONCESIONARIO que suministra los buses, a la que se puede incluir la remuneración de los costos de mantenimiento, en el escenario en donde este CONCESIONARIO sea quien realice esta actividad.
- Un pago por kilómetro programado y recorrido que refleje únicamente el costo de la operación y su respectiva rentabilidad.

Los esquemas de remuneración que se determinen dependerán de las actividades y obligaciones que asuma cada concesionario, según el servicio o bien que suministre.

12.6. SOBRE LA ESTRUCTURA DE LOS FLUJOS DE RECURSOS

Los recursos generados para la remuneración de los concesionarios provienen principalmente del recaudo del valor de los pasajes cobrados como tarifa a los usuarios del servicio de transporte urbano masivo de pasajeros. Es potestad del Alcalde Mayor de Bogotá D.C su fijación:

Artículo 22°.- *“El Alcalde Mayor fijará mediante Decreto Distrital la tarifa al usuario y sus actualizaciones, con fundamento en la evaluación previa que adelante la Secretaría Distrital de Movilidad del estudio técnico y financiero presentado por el Ente Gestor, la cual se fundamentará en los principios y estructura del diseño contractual, financiero y tarifario adoptado para el SITP.*

Las actualizaciones de la tarifa al usuario requeridas, de acuerdo con las evaluaciones realizadas por la Secretaría Distrital de Movilidad, serán fijadas por el Alcalde Mayor en las oportunidades definidas o requeridas por tal autoridad.

Las condiciones de fijación de la tarifa y los supuestos de actualización estarán sujetas exclusivamente a los principios y estructura del sistema

tarifario, y harán parte de los contratos de concesión de los operadores de buses y recaudo, control e información y servicio al usuario del SITP”
(Decreto Distrital 309 de 2009).

También, de las transferencias del Distrito Capital, a través de la Secretaría Distrital de Hacienda, cuando el ingreso por tarifas al usuario no es suficiente para cubrir la remuneración de los concesionarios.

Conforme lo anterior, se propone un esquema transparente, claro y responsable del manejo de dichos recursos, plasmado a través de la conformación de fiducias.

12.7. DEFINICIÓN DE FIDUCIA

El Código de Comercio en su artículo 1226 del define la fiducia mercantil en los siguientes términos:

"La fiducia mercantil es un negocio jurídico en virtud del cual una persona, llamada fiduciante o fideicomitente, transfiere uno o más bienes especificados a otra llamada fiduciario, quien se obliga a administrarlos o enajenarlos para cumplir una finalidad determinada por el constituyente, en provecho de éste o de un tercero llamada beneficiario o fideicomisario.

"Una persona puede ser al mismo tiempo fiduciante y fideicomisario.

"Sólo los establecimientos de crédito y las sociedades fiduciarias, especialmente autorizados por la Superintendencia Bancaria, podrán tener la calidad de fiduciarios".

Mediante la celebración de un contrato de encargo fiduciario, el Fideicomitente encomienda a una sociedad fiduciaria la administración de bienes, o la entrega de los mismos para la ejecución de determinadas actividades. Así, el encargo fiduciario únicamente permite la entrega de los bienes, pero no la transferencia de la propiedad.

En los negocios de fiducia mercantil el fideicomitente entrega parte de sus bienes o de su patrimonio a la entidad fiduciaria para que la entidad que los administre; dicho patrimonio entregado en administración hace parte de un patrimonio autónomo que es diferente al patrimonio propio del fiduciario o administrador.

El patrimonio autónomo no se constituye como una persona jurídica, pero si es el receptor de derechos y obligaciones derivados de la ley o de los actos que se realicen en desarrollo del contrato fiduciario.

La sociedad fiduciaria actúa como vocera y administradora del patrimonio autónomo y lleva la personería en las actuaciones procesales administrativas o jurisdiccionales.

Los bienes que integran el patrimonio autónomo quedan separados de los activos del fiduciario, de los activos de otros negocios fiduciarios y de los propios del fideicomitente.

Los objetivos definidos por el fideicomitente para la administración de los bienes por parte del fiduciario, se desarrollan dentro de la figura de la confianza que el primero deposita en el segundo -es decir, en Sociedades Fiduciarias autorizadas por la Superintendencia Financiera, habida cuenta de sus capacidades, su experiencia o su good will, con una destinación o una finalidad determinada, de cuyos frutos se beneficiará el mismo constituyente o un tercero.

Como es de conocimiento público, a las sociedades fiduciarias les asiste el deber de informar y advertir a sus clientes los riesgos que puedan afectar al negocio y a los bienes fideicomitidos, limitaciones técnicas y otros aspectos que consideren negativos en el desarrollo del objeto del contrato; deber que no solo es obligatorio en la etapa precontractual, si no durante la ejecución del contrato y hasta la liquidación del mismo.

Así mismo, tienen el deber de brindar consejos u opiniones fundamentadas para que los clientes tengan conocimiento de los factores que puedan actuar a favor y en contra del negocio y así expresar su consentimiento con suficientes elementos de juicio¹⁴.

¹⁴ Véase: Superintendencia Financiera de Colombia. Circular externa 046 de septiembre 3 de 2008. Modificación al Capítulo Primero, Título Quinto de la Circular Básica Jurídica y a los Capítulos VIII y IX de la Circular Básica Contable y Financiera, aplicables a los negocios administrados por las sociedades fiduciaria.

12.8. ESQUEMA FIDUCIARIO DEL SITP Y SUS CONCESIONARIOS

Teniendo en cuenta que la concesión que se pretende licitar está enmarcada en el Sistema Integrado de Transporte Público –SITP–, el cual funciona a través de una relación público – privada normada por una serie de contratos de todos los actores del mismo, es esencial definir el marco de la administración de los recursos del mismo.

Frente a lo anterior, es posible decir que bajo un esquema básico la administración de los recursos del SITP deben estar bajo la responsabilidad de un tercero idóneo, diferente a los operadores de los modos de transporte integrados en el SITP, al concesionario de recaudo y la entidad gestora, que para estos efectos debe haber constituido un Patrimonio Autónomo al que llegan todos los recaudos por el servicio, los recursos del Distrito y de la Nación que por sus propósitos específicos se destinen a compensar, subsidiar o incentivar el uso del Sistema y a remunerar todos los actores del mismo.

Este esquema se complementa con la constitución de otros patrimonios autónomos para cada concesionario; siendo cada uno de estos últimos necesariamente de objeto único; y siendo el propósito específico de dichos patrimonios el de velar por que los recursos que se tengan que remunerar a cada concesionario sean utilizados por éstos, en los propósitos específicos definidos en los contratos de las concesiones.

A continuación, se presenta el esquema con el que actualmente se efectúa el recaudo que conforma el patrimonio Autónomo del SITP, constituido mediante el Contrato de Fiducia Mercantil Irrevocable de Administración y Pagos de los Recursos del SITP, su integración con los diferentes fondos que hacen parte de los contratos del SITP y la forma en que se deben hacer los pagos a cada uno de los concesionarios.



Para las futuras concesiones se analizará si cada concesionario, independientemente del servicio que brinde al Sistema, deberá constituir su propio patrimonio autónomo, teniendo en cuenta que el principio rector de la concesión y por ende de cualquier contrato accesorio que se derive del mismo, en lo que a éste le competa, debe ser el de garantizar la prestación del servicio público de transporte por encima de cualquier otro interés particular.

La contratación del patrimonio autónomo observará los siguientes principios básicos:

- i. Asegurar que la destinación de los recursos sea la prevista en el contrato de concesión suscrito por cada concesionario del SITP con TRANSMILENIO y en los documentos que lo integran, con el fin de lograr la adecuada ejecución del mismo.



- ii. Ser armónico con los contratos de concesión vigentes y esquemas fiduciarios existentes en el SITP, sin generar sobrepagos para el Sistema.
- iii. Disponer de los mecanismos y procedimientos idóneos para facilitar que el Ente Gestor ejerza el control del proyecto y asegure la continuidad del servicio en caso de una terminación anticipada de los contratos, de acuerdo con lo dispuesto en los contratos de concesión.

13. ASPECTOS AMBIENTALES

13.1. INTRODUCCIÓN

El Decreto 319 de 2006, por el cual se adopta el Plan Maestro de Movilidad para Bogotá Distrito Capital, señala como políticas en el corto, mediano y largo plazo promover la movilidad sostenible y competitiva, considerando el transporte público y todos sus componentes como el eje estructurador del sistema. Así mismo pretende desestimular el uso del vehículo particular, debido al bajo nivel de ocupación y su mínima participación porcentual en la demanda de viajes o recorridos y en contrapeso se busca la articulación de los diferentes modos de transporte para facilitar el acceso, la cobertura y la complementariedad del sistema de movilidad urbano, rural y regional como una meta del sistema de movilidad del Distrito. El objetivo es desarrollar una movilidad eficiente, de calidad, segura, equitativa, inteligente, articulada, respetuosa del medio ambiente, institucionalmente más coordinada, financiera y económicamente sostenible la ciudad.

En este sentido, TRANSMILENIO S.A. en su rol funcional de Ente Gestor del Sistema debe velar por la incorporación de la dimensión ambiental y esquemas de gestión ambiental integral para la operación de la flota y sus actividades conexas para propender por el cumplimiento de los requisitos normativos ambientales aplicables así como para aplicar los principios de sostenibilidad ambiental en el transporte.

El Sistema TransMilenio es un referente como una experiencia exitosa en transporte sostenible a nivel mundial y que motivan la continuación del modelo teniendo en cuenta los retos y oportunidades que se presentan con los cambios tecnológicos

para promover mejorar en la eficiencia ambiental y la disminución de los impactos negativos sobre el ambiente sin desligarlos de la necesidad de prestación del servicio bajo estándares de calidad, eficiencia y oportunidad.

Tal como lo ha demostrado la experiencia del Sistema TransMilenio, es muy importante que el sector transporte implemente acciones orientadas a mitigar su impacto sobre la calidad del ambiente; dichas acciones deben concentrarse específicamente en la reducción de la contaminación en la atmósfera. De acuerdo a los inventarios realizados y a las cifras reportadas por diversos entes investigativos y gubernamentales sobre el calentamiento global, se tiene que el sector transporte genera cerca del entre el 30 y el 40% de las emisiones de CO₂. En relación con la contaminación a nivel local, entre las fuentes móviles de la ciudad, los buses y camiones con motores diésel aportan cerca del 80% de las emisiones de material particulado, 60% de las emisiones de óxidos de nitrógeno, 65% de las emisiones de óxidos de azufre y 50% de las emisiones de monóxido de carbono¹⁵.

El Sistema TransMilenio pretende contribuir con el objetivo propuesto en el Plan Maestro de Movilidad (PMM) y el Plan Decenal de Descontaminación del Aire para Bogotá (PDDAB), que corresponde a la reducción de los niveles de contaminación ambiental que genera la operación de las fuentes móviles e incorporar criterios ambientales para producir un sistema de movilidad sostenible y eco-eficiente (objetivo No. 9) y en concordancia con los lineamientos de política establecidos en el Plan de Gestión Ambiental del Distrito Capital (PGA).

13.2. IDENTIFICACIÓN DE ASPECTOS AMBIENTALES, PARA CADA ETAPA DEL PROYECTO Y VALORACIÓN DE POSIBLES IMPACTOS AMBIENTALES SIGNIFICATIVOS.

En línea con el marco regulatorio nacional que rige la operación troncal del sistema de transporte masivo, los aspectos ambientales ligados a la operación de un sistema de buses, que generan impactos ambientales son, entre otros:

¹⁵ Néstor Y. Rojas, PhD. Aire y problemas ambientales de Bogotá.

Tabla 19. Impactos Ambientales por Etapa de Implementación del Sistema

ETAPA	ASPECTO	IMPACTO
ADECUACION Mejoramiento y adecuación de infraestructura existente	Generación de emisiones atmosféricas	Contaminación del Aire
	Generación de material particulado	Contaminación del Aire
	Generación de ruido y vibraciones	Contaminación Auditiva y alteración sobre comunidades.
	Generación de residuos no aprovechables	Sobrepresión del relleno sanitario
	Derrames de aceites, combustibles y otras sustancias	Contaminación del Suelo
	Generación de residuos peligrosos y especiales	Contaminación del Suelo
	Vertimientos no domésticos al suelo	Contaminación del Suelo
	Generación de residuos peligrosos y especiales	Contaminación del Agua
	Vertimientos no domésticos al alcantarillado	Contaminación del Agua
	Vertimientos no domésticos al suelo	Contaminación del Agua
OPERACIÓN	Consumo de combustible (flota)	Agotamiento de recursos naturales
	Consumo de energía (flota)	Agotamiento de Recursos Naturales Aumento de la demanda energética Afectación del precio del kW/h
	Generación de emisiones atmosféricas	Contaminación del aire

ETAPA	ASPECTO	IMPACTO
	Generación de residuos peligrosos y especiales	Contaminación del Suelo
	Generación de residuos con mayor grado de peligrosidad (baterías para motor eléctrico, componentes de electrónica de potencia)	Contaminación del Suelo
	Generación de residuos no aprovechables	Sobrepresión del relleno sanitario
	Generación de material particulado	Contaminación del aire
	Generación de ruido	Contaminación Auditiva
	Fugas de combustibles líquidos o gaseosos	Contaminación del aire, agua suelo
	Vertimientos no doméstico al alcantarillado	Contaminación del Agua
	Consumo de agua	Agotamiento de Recursos Naturales
	Consumo de energía (instalaciones)	Agotamiento de Recursos Naturales

Fuente. TRANSMILENIO S.A.

13.3. ESQUEMA DE MANEJO DE IMPACTOS AMBIENTALES – PLANES DE GESTIÓN AMBIENTAL

Dentro del componente de implementación de la gestión ambiental para la operación del sistema de transporte masivo, se requiere la incorporación de diversos instrumentos de gestión encaminados al control y seguimiento de los parámetros ambientales de actividades ligadas a la operación que pueden generar impactos ambientales, enmarcados dentro de los lineamientos de los modelos de gestión normalmente aceptados.

Cada concesionario del Sistema TransMilenio deberá elaborar estudios de impacto y manejo ambiental, y adoptar las medidas y ejecutar los planes y acciones que se hayan requerido o que se lleguen a requerir de acuerdo con la normatividad vigente, los requerimientos de las autoridades competentes y los parámetros exigidos por TRANSMILENIO S.A., para prevenir, mitigar, corregir y/o compensar los impactos ambientales derivados de las obras de adecuación, dotación y/o conservación para el funcionamiento del área de soporte técnico y/o patios de operación troncal, así como los impactos derivados de la gestión y operación de la flota.

Dentro de esta obligación general, se requiere a estas empresas elaborar los respectivos estudios y planes de carácter ambiental siguiendo entre otros, los siguientes lineamientos de gestión:

- i. Realizar estudios de carácter ambiental, con los cuales se diagnostique el estado ambiental del patio de operación y su área de influencia directa. (Línea base ambiental)
- ii. Identificación de aspectos ambientales e impactos ambientales propios de las actividades desarrolladas en el marco de la Concesión.
- iii. Valoración de impactos ambientales.
- iv. Elaboración e implementación de un Plan de manejo o de gestión, para los impactos ambientales significativos (Plan de Implementación del Plan de Gestión Ambiental con esquemas de seguimiento y control, que garantice el cumplimiento de las medidas y permita la identificación de impactos no previstos o acciones de contingencia asociadas).

El Plan de Gestión Ambiental deberá contener como mínimo, pero no limitado a ellos, los siguientes ítems:

- i. Introducción/objetivos/alcance
- ii. Descripción y contextualización
 - Caracterización preliminar de los patios (localización/ubicación/disponibilidad de recursos, redes, servicios/condición previa al proyecto/etc.)
 - Descripción detallada de las actividades a desarrollar en los patios
 - Identificación de requisitos normativos ambientales aplicables
- iii. Análisis ambiental/identificación y valoración de aspectos/impactos ambientales.

- El conocimiento del entorno: descripción de las características ambientales del área a intervenir. Identificación del estado actual de los componentes del medio biofísico (atmósfera, suelo, agua, vegetación, y paisaje)
 - Identificación de línea base ambiental
 - Identificación de actividades que involucran aspectos ambientales objeto de gestión ambiental.
 - Identificación de impactos ambientales sobre los diferentes recursos naturales que pueden ser afectadas por la operación la flota y las actividades de soporte y gestión de la operación.
 - Valoración de los impactos ambientales que puedan ocasionar las actividades a desarrollar en las áreas de soporte y/o patios.
- iv. Plan/medidas de manejo
- Descripción de programas/proyectos/acciones encaminados a prevenir, mitigar, controlar o compensar los impactos ambientales identificados, así como las medidas de manejo, corrección y restauración requeridas.
 - Plan de contingencias ambientales.
- v. Programa de implementación (programas de gestión)
- Incluir fichas de manejo o documentos específicos para la gestión de cada uno de los impactos identificados, para cada área/patio con que cuente el operador, que incluyan:
 - Programa de control y seguimiento de las actividades que involucran aspectos ambientales que pueden generar los impactos ambientales negativos identificados (contextualización y descripción de las medidas operativas y de gestión).
 - Indicadores de desempeño ambiental y operacional e indicadores de cumplimiento (evaluación de la gestión).
 - Los mecanismos y procedimientos para las actividades de control y seguimiento (incluye seguimiento a terceros con que se desarrollen actividades enmarcadas en la concesión).
 - Los cronogramas específicos de implementación (plan de acción) de cada una de las actividades previstas en el plan de manejo.
 - Recursos y responsables.
 - Programa de capacitaciones en temas ambientales. Deberá especificar como mínimo las temáticas ambientales a abordar, la población objetivo y cronograma específico de las capacitaciones en cada temática. El concesionario deberá contar con un procedimiento para el seguimiento a la efectividad de las capacitaciones y/o socializaciones impartidas y

deberá garantizar que los terceros que desarrollen actividades para el concesionario estén capacitados en temáticas ambientales con una periodicidad específica.

13.4. DESEMPEÑO AMBIENTAL DE LA OPERACIÓN

Para dar cumplimiento a los objetivos relacionados con la sostenibilidad ambiental del sistema de transporte, el plan de gestión ambiental a elaborar por parte de cada uno de los concesionarios estará orientado a implementar las acciones de seguimiento y control a las variables que permiten observar el desempeño ambiental de la operación.

Estas actividades deberán estar encaminadas a estructurar un sistema de indicadores que permitan observar el comportamiento de las variables de desempeño operativo que tienen incidencia ambiental. Dentro de estas variables, se encuentran, pero no se limitan, las relacionadas con:

- i. Eficiencia energética de la operación, definida como la distancia recorrida por la flota de buses por cada unidad de combustible y/o energía empleada [km/(unidad de volumen y/o energía) según corresponda]. Estrategias para alcanzar la mejor eficiencia energética en la operación.
- ii. Para flota operada con motores de combustión interna: Nivel de emisiones obtenido comparado con el estándar establecido en la normatividad ambiental. Se plantean indicadores de cumplimiento como de comparación frente al requisito.
- iii. Consumo de sistema pos tratamiento de emisiones (urea y otros consumibles, si aplica conforme la tecnología de flota). Distancia recorrida por unidad de volumen de consumo.
- iv. Uso eficiente de los recursos:
 - Consumo de insumos (consumibles) de la flota: lubricantes, refrigerantes, llantas, baterías, etc.
 - Consumo de agua para lavado de flota, para cada tipo de fuente y optimización del recurso: recirculación y uso de agua para el lavado de flota.
 - Otros relacionados con actividades de gestión de flota.

Es importante mencionar que en la minuta del contrato se establecerán las obligaciones específicas y otros aspectos detallados de las exigencias ambientales relacionadas con aspectos de infraestructura, vehículos, trámites y actividades de soporte entre otras que deberá cumplir el concesionario.

