

## **Anexo 4**

### **Sistemas Inteligentes de Transporte (ITS)**

#### **1. Introducción**

El presente documento define las especificaciones técnicas, requerimientos funcionales y no funcionales de los Sistemas Inteligentes de Transporte (en adelante “ITS”, por sus siglas en inglés “Intelligent Transportation System”) que se dividirán en sistemas ITS a bordo de la flota, estableciendo sus características, funcionalidades y requerimientos mínimos de la tecnología, independientemente de la tipología del bus.

El objetivo de desplegar esta tecnología es mejorar la calidad del servicio del sistema, brindando medios que permitan garantizar la seguridad física y operacional tanto de los usuarios como de los prestadores de la operación, así como mejorar la experiencia de viaje masificando el acceso a la información institucional y operativa de interés al usuario y facilitando servicios que permitan el aprovechamiento del tiempo a bordo de su ruta.

La flota cuenta con varios ITS, uno de ellos enfocado en el sistema integrado de recaudo, control e información y servicio al usuario (SIRCI), que son los ITS SIRCI y los cuales no serán abordados en este documento. Este anexo técnico se centra exclusivamente en los “ITS NO SIRCI”, es decir, otros ITS que requiere el componente troncal de Sistema Integrado de Transporte Público de Bogotá D.C. y que al final, se articulan a diversos sistemas ITS que coexisten y se relacionan con los demás Anexos de este proceso.

Los ITS se asocian a sistemas y subsistemas los cuales atienden diversos servicios asociados a la norma ISO 14813-1, estos subsistemas se abordan a continuación:

- (i) El primero es el Sistema tecnológico de seguridad -en adelante STS- se enfoca en atender las disposiciones del Gobierno Nacional en la ley 1801 de 2016 (Código Nacional de Policía y Convivencia) a partir del artículo 146 (parágrafo 2) sobre la disposición de sistemas de video vigilancia al interior de los buses.
- (ii) El segundo es el Sistema inteligente de gestión de la operación (SI-GO) enfocado en brindar información de valor que sirve para varios propósitos en la entidad y para los usuarios, asociados a los esquemas de telemetría del vehículo, analítica de video, procesos de interoperabilidad en la flota vehicular y difusión de información.
- (iii) El tercero es el Sistema de Comunicaciones (SC) centrado en atender los escenarios de transmisión y recepción de datos de los ITS embarcados en la flota vehicular, así como de proveer los servicios de conectividad de internet para los usuarios del vehículo.
- (iv) El cuarto es el Sistema Bus-Estación centrado en atender la articulación del sistema de apertura de puertas del vehículo hacia las estaciones del componente troncal del Sistema Integrado de Transporte Público de Bogotá D.C.
- (v) El quinto es la interfaz para el sistema avanzado de asistencia al conductor (ADAS) centrado en la seguridad y la comodidad del conductor y basado en diversidad de sensores avanzados u otros dispositivos que, mediante el procesamiento de datos, permite monitorizar al vehículo localmente y asistir en la conducción. Este componente está articulado con el STS en los componentes definidos inicialmente en el anexo de vehículos en el apartado de ADAS. Esta interfaz habilita la transmisión de datos entre este sistema de asistencia a la conducción y el ITS No SIRCI desplegado a bordo del vehículo.

- (vi) El sexto es el Sistema de Alimentación y Respaldo Eléctrico (SARE), el cual está centrado en articular las características eléctricas que deben apoyar y garantizar el suministro energético para los ITS abordo de la flota.
- (vii) El séptimo es el Sistema ITS del patio (SITSP) centrado en la información que los vehículos entregarán a la infraestructura del patio, esta información será consumida desde el Centro de Gestión en adelante CDEG de TRANSPASENIO S.A. (“**Transmilenio**”) como este disponga y mediante un esquema de servicios web, todo esto, para afianzar el escenario operacional del sistema. Este sistema debe articularse con el ITS energético del patio para tener la información completa de todas las electrolíneas si este esquema de suministro energético y el esquema de consumo de energía del patio.

Cabe destacar que el esquema de transmisión de datos que se abordará en cada uno de los subconjuntos ITS es un elemento transversal clave para todo el Proyecto, por tanto, debe tenerse en cuenta para los esquemas de funcionamiento de los elementos ITS no SIRCI de los buses.

Considerando lo establecido en la ley 1801 de 2016, el Ente Gestor está alineado a disposiciones técnicas asociadas al despliegue de ITS en el mundo, por lo cual la entidad acoge la norma ISO[2] 14813-1, en lo que respecta al dominio de gestión de tráfico y operaciones, al dominio de seguridad nacional y al dominio de sistemas de transporte público y, en este sentido, el STS de los buses troncales objeto del presente proceso atenderá inicialmente estos propósitos.

Dado que el Ente Gestor dispondrá de un CDEG para recibir y procesar la información proveniente de los ITS a bordo de cada bus, el actor encargado de los ITS en el vehículo debe validar por su cuenta y riesgo los requerimientos aquí definidos y complementar los elementos que a su criterio considere necesarios, teniendo de referencia la articulación con el Ente Gestor para que sea posible atender las necesidades del Sistema, incluyendo los niveles de servicio.

## 2. Definiciones

**ANALITICA DE DATOS:** Es el proceso de examinar, limpiar, transformar y modelar datos con el objetivo de descubrir información útil, llegar a conclusiones y apoyar la toma de decisiones informadas. Este campo interdisciplinario combina técnicas de estadística, matemáticas, informática y conocimiento del dominio específico para analizar conjuntos de datos grandes y complejos. La analítica de datos puede dividirse en varias categorías, como descriptiva (qué ha pasado), diagnóstica (por qué ha pasado), predictiva (qué pasará) y prescriptiva (qué se debe hacer), cada una de las cuales ofrece un nivel creciente de valor y complejidad en la interpretación de los datos. A través de herramientas y tecnologías avanzadas, la analítica de datos permite a las organizaciones mejorar su eficiencia operativa, optimizar procesos, identificar nuevas oportunidades y mitigar riesgos.

CA: Autoridad Certificadora

**CANBUS (Controller Area Network Bus):** Es un protocolo de comunicaciones desarrollado por la firma alemana Robert Bosch GmbH, basado en una topología bus para la transmisión de mensajes en entornos distribuidos. Además, ofrece una solución a la gestión de la comunicación entre múltiples CPUs. Aplicado, entre otros, en la industria automotriz.

**CCTV (Closed Circuit TeleVision):** Es una tecnología de videovigilancia diseñada para supervisar una diversidad de ambientes y actividades.

CEN TS13149 (European Committee for Standardization): Estándar de la comunidad europea que define los linimentos de los sistemas de control y programación de viajes de vehículos de carretera.

CENTRO DE GESTIÓN - CDEG: Es la Plataforma Tecnológica de Transmilenio (SITP) que consta de una infraestructura en nube, la cual recibe, procesa y almacena las tramas de datos generadas y transmitidas por los dispositivos ITS No SIRCI a bordo de la flota, así como las tramas provenientes de los dispositivos instalados en estaciones del componente troncal de Sistema Integrado de Transporte Público de Bogotá D.C., para la gestión de las puertas de acceso a los vehículos. Esta plataforma cuenta con una capa de visualización georreferenciada de dichos datos que, a partir de funcionalidades desarrolladas sobre la misma, permite identificar eventos y generar alarmas que facilitan el monitoreo y la toma de decisiones durante la operación, para mejorar la seguridad y la calidad del servicio a los usuarios.

CEPE/ONU (Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa): Se estableció en 1947 para promocionar la cooperación económica entre sus Estados Miembros. Es una de las cinco comisiones regionales bajo la dirección administrativa de las sedes de las Naciones Unidas. Tiene 56 Estados Miembros, e informa al Consejo Económico y Social de las Naciones Unidas (ECOSOC). Además de los países europeos, incluye a EE. UU., Canadá, Israel, Turquía y las repúblicas de Asia central.

ECU (Engine Control Unit): Es un dispositivo de control electrónico aplicado en la industria automotriz que administra varios aspectos de la operación de combustión interna del motor y aspectos funcionales de un vehículo. Generalmente se conectan entre sí mediante bus de campo CANBUS.

EMC (Electromagnetic Compatibility): Rama de la tecnología electrónica y de telecomunicaciones que estudia los mecanismos para eliminar, disminuir y prevenir los efectos de acoplamiento entre un equipo eléctrico o electrónico y su entorno electromagnético, aún desde su diseño, basándose en normas y regulaciones asegurando la confiabilidad y seguridad de todos los tipos de sistemas en el lugar donde sean instalados y bajo un ambiente electromagnético específico.

ENDPOINT: Es un dispositivo físico o servicio en nube, normalmente representado lógicamente por una URL, que permite la conexión con una red de datos, así como el intercambio de información entre los dos extremos de la comunicación. A través del uso de diferentes protocolos de comunicación, diccionario de datos y tramas, permite que dos sistemas interactúen entre sí.

EN50155 II: Estándar que define los requisitos de inmunidad eléctrica y física, definido en componentes y conectores, aplicado en sistemas de alarma. diseñados para su uso dentro y alrededor de edificios en entornos residenciales, comerciales, industriales ligeros e industriales, así como en los sistemas de control de acceso, para aplicaciones de seguridad.

EN50155: Es una norma internacional que define el tipo de chasis y blindaje físico de los equipos electrónicos utilizados en la industria automotriz en especial para aplicaciones ferroviarias. La norma cubre aspectos de este equipo electrónico, incluidos la temperatura, la humedad, golpes, vibraciones y otros parámetros.

FOV (Field of View): En el caso de instrumentos ópticos o cámaras de visión se refiere al ángulo abarcable a través del cual un sensor puede detectar la radiación electromagnética que se desee capturar.

**FPS (Frames per Second):** Es la frecuencia a la que aparecen imágenes consecutivas llamadas fotogramas en una pantalla. El término se aplica por igual a cámaras de video y video, gráficos de computadora y sistemas de captura de movimiento. La frecuencia de cuadros también se puede llamar frecuencia de cuadros y se expresa en Hercios.

**GPS (Global Positioning System):** Es un sistema de geolocalización que permite determinar en toda la Tierra la posición de cualquier objeto (una persona, un vehículo) con una precisión de hasta centímetros (si se utiliza GPS diferencial).

**IEC (International Electrotechnical Commission):** Es una organización de normalización en los campos: eléctrico, electrónico y tecnologías relacionadas.

**IEEE 802.3 AF:** Se refiere al estándar del comité 802.3 donde se aprobó la cláusula 33 (12 de junio de 2003). Esta cláusula se titula Energía del equipo terminal de datos (DTE) a través de la Interfaz dependiente de los medios (MDI) y define las características del Dispositivo Alimentado (PD) y el Equipo de Suministro de Energía (PSE), definiéndose llevar alimentación al dispositivo terminal de datos a través de la acometida de datos.

**IK (Impact Kinetic):** Sistema de codificación para indicar el grado de protección que resiste una luminaria contra impactos mecánicos nocivos. Utilizado generalmente en luminarias de exterior o industriales debido a que son instalados en zonas de constante exposición a golpes o vandalismo. Los grados de protección IK están basados en la norma europea, equivalente a la norma internacional IEC 62262 (2002).

**INTEROPERABILIDAD:** Es la interacción e intercambio de datos de acuerdo con un método o semántica definida, a través de la integración de tecnología y regulación normativa, entre dos o más sistemas (computadores, medios de comunicación, redes, software, y otros componentes de tecnología de información), la interoperabilidad semántica requiere que la información sea significativa y altamente útil. ISO 2382.

**IP (Protection Ingress Protection):** Definido por el estándar internacional IEC 60529, el cual clasifica el grado de protección de sólidos (como polvo) y líquidos (como agua) que las luminarias deben tener según su función.

**IPv4/IPv6:** El protocolo fundamental de Internet. Porta datagramas de la fuente al destino. El nivel de transporte parte el flujo de datos en datagramas. Durante su transmisión se puede partir un datagrama en fragmentos que se montan de nuevo en el destino.

**ITS (Sistemas Inteligentes de Transporte):** Conjunto de soluciones tecnológicas informáticas y de telecomunicaciones que recolectan, almacenan, procesan y distribuyen información, y se deben diseñar para mejorar la operación, la gestión y la seguridad del transporte y el tránsito”.

**METODOLOGIA EN V:** Modelo de desarrollo recomendado para la implementación de proyectos ITS, incorporado en los estándares ISO15288, ISO/IEC TR 19760, y EIA 632. Este modelo describe el ciclo de vida, las etapas y actividades para la ejecución de proyectos ITS.

**MIL-STD-810G:** Es un estándar que ha definido una serie de pruebas diseñadas por los militares de EE. UU. para probar los límites de sus equipos en diversas condiciones en las que se espera que se utilicen

(medio ambiente) o se transporten (choques). La prueba varía según la naturaleza, el tamaño y el peso del equipo probado.

**MTBF (Mean Time Between Failures):** Es la media aritmética o promedio del tiempo entre fallos de un sistema. El MTBF es típicamente parte de un modelo que asume que el sistema fallido se repara inmediatamente (el tiempo transcurrido es cero), como parte de un proceso de renovación.

**MTD (Maximum Tolerable period of Disruption):** Dentro de la continuidad de negocios, estará compuesto por un tiempo de recuperación objetivo (RTO o Recovery Time Objective), parámetro habitualmente de carácter técnico, más un periodo de normalización de las actividades en el que el personal responsable de la actividad comienza a funcionar.

**NEUTRALIDAD TECNOLÓGICA:** Es la capacidad que debe integrar el Concesionario, los actores tecnológicos en conjunto con lo que estipule el Ente Gestor, para generar escenarios abiertos en tecnología que estén bajo estándares técnicos y que permitan satisfacer los servicios esperados en el contexto tecnológico de ITS. Para ello, esto se enfoca sobre la elección de la tecnología más apropiada y adecuada a las necesidades y requerimientos expuestos para el desarrollo del proyecto, todo esto, en aras de que no se quede atado a temas de protocolos propietarios u otro hecho que genere dependencia explícitas de equipamientos.

**NTP (Network Time Protocol):** Es un protocolo de Internet para sincronizar los relojes de los sistemas informáticos a través del enrutamiento de paquetes en redes con latencia variable.

**NUBE Cloud Computing:** Conocida también como servicios en la nube, informática en la nube, nube de cómputo, nube de conceptos o simplemente "la nube", es un paradigma que permite ofrecer servicios de computación a través de una red, que usualmente es Internet.

**NVR (Network Video Recorder):** Es un dispositivo físico o un software que se instala en una computadora que permite la grabación y administración de imágenes digitales las cuales son enviadas generalmente desde cámaras de tecnología IP.

**OBD (On Board Diagnostics):** es un sistema de diagnóstico a bordo en vehículos (coches y camiones). Actualmente se emplean los estándares OBD-II (Estados Unidos), EOBD (Europa) y JOBD (Japón) que aportan un monitoreo y control completo del motor y otros dispositivos del vehículo. Los vehículos pesados poseen una norma diferente, regulada por la SAE, conocida como J1939.

**OBD II:** es la segunda generación del sistema de diagnóstico a bordo, sucesor de OBD I. Alerta al conductor cuando el nivel de las emisiones es 1.5 mayor a las diseñadas. A diferencia de OBD I, OBD II detecta fallos eléctricos, químicos y mecánicos que pueden afectar al nivel de emisiones del vehículo.

**OEM (Original Equipment Manufacturer):** Se refiere a la empresa que manufactura productos que luego son comprados por otra y vendidos al por menor bajo la marca de la empresa compradora, a veces conocida como empresa Re envasadora.

**ONVIF (Open Network Video Interface Forum):** Es un foro global y abierto de la industria que proporciona, promueve y facilita el desarrollo y uso las interfaces estandarizadas globales para una interoperabilidad efectiva de productos de vigilancia y seguridad física basados en conectividad IP. Su propósito es el

desarrollar un estándar sobre cómo los productos IP dentro de la videovigilancia y otras áreas de seguridad física pueden comunicarse entre sí. Fue creada en 2008 por Axis Communications, Bosch Security Systems y Sony.

OTA (Over-the-Air programming): Se refiere a varios métodos de distribución de forma inalámbrica de software nuevo, ajustes de configuración e incluso actualización de claves de cifrado para dispositivos como teléfonos celulares, decodificadores o equipos de comunicación de voz seguros (radios de 2 vías cifradas). Una característica importante de OTA es que una ubicación central puede enviar una actualización a todos los usuarios que no pueden rechazar, anular o alterar esa actualización, y que la actualización se aplica de inmediato a todos los usuarios del canal. Un usuario podría "rechazar" la OTA, pero el "administrador de canales" también podría "expulsarlos" del canal automáticamente.

REST (Representational State Transfer): La transferencia de estado representacional es un estilo de arquitectura software para sistemas hipermedia distribuidos como la World Wide Web. El término se originó en el año 2000, en una tesis doctoral sobre la web escrita por Roy Fielding, uno de los principales autores de la especificación del protocolo HTTP y ha pasado a ser ampliamente utilizado por la comunidad de desarrollo. Originalmente se refirió a un conjunto de principios de arquitectura, pero en la actualidad se usa en el sentido más amplio para describir cualquier interfaz entre sistemas que utilice directamente HTTP para obtener datos o indicar la ejecución de operaciones sobre los datos, en cualquier formato (XML, JSON, entre otros) sin las abstracciones adicionales de los protocolos basados en patrones de intercambio de mensajes, como por ejemplo SOAP.

RFID ( Radio Frequency Identification): Es un sistema de almacenamiento y recuperación de datos remoto que usa dispositivos denominados etiquetas, tarjetas o transpondedores RFID. El propósito fundamental de la tecnología RFID es transmitir la identidad de un objeto (similar a un número de serie único) mediante ondas de radio. Las tecnologías RFID se agrupan dentro de las denominadas Auto ID (Automatic Identification, o Identificación Automática).

SAE (Society of Automotive Engineers): Es la organización enfocada en la movilidad de los profesionales en la ingeniería aeroespacial, automoción, y todas las industrias comerciales especializadas en la construcción de los vehículos. El principal objetivo de la sociedad es el desarrollo de los estándares para todos los tipos de vehículos, incluyendo coches, camiones, barcos, aviones, etc. Cada uno que se interese por los factores humanos y los estándares ergonómicos, puede ser miembro de esta organización.

SIRCI: Sistema Integrado de Recaudo, Control de Flota e Información al usuario, compuesto por un 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 provisto por el Concesionario que resulte adjudicatario de dicha concesión y será el Ente Gestor.

SSH (Secure Shell): Es el nombre de un protocolo y del programa que lo implementa cuya principal función es el acceso remoto a un servidor por medio de un canal seguro en el que toda la información está cifrada. **TELEMETRÍA** Es la capacidad que tienen un sistema para adquirir datos a través de la medición de cantidades físicas, haciendo uso de instrumentos electrónicos, los cuales transmiten esos datos a un receptor con el objetivo de almacenarlos, procesarlos y visualizarlos, de tal manera que esos datos se usen para la toma asertiva de acciones.

UNECE (United Nations Economic Commission): Se estableció en 1947 para promocionar la cooperación económica entre sus Estados Miembros. Es una de las cinco comisiones regionales bajo la dirección administrativa de las sedes de las Naciones Unidas.

USB (Universal Serial Bus): Es un bus de comunicaciones que sigue un estándar que define los cables, conectores y protocolos usados en un bus para conectar, comunicar y proveer de alimentación eléctrica entre computadoras, periféricos y dispositivos electrónicos.

VELOCIDAD SUFICIENTE: Criterio de transmisión y recepción de datos que debe garantizar la descarga y subida de información en las mejores condiciones, es decir con calidad, velocidad y ancho de banda; para todos los equipos utilizados en las soluciones de ITS que hacen parte de este anexo.

VDC (Volts Direct Current): Unidad de voltaje en corriente directa.

VMS (Video Management System): Es un componente de un sistema de cámaras de seguridad que realiza las funciones de recopilar video de cámaras y otras fuentes, graba / almacena ese video en un dispositivo de almacenamiento y proporciona una interfaz para ver el video en vivo y acceder al video grabado. Puede ser el componente de software de un grabador de video en red o de un grabador de video digital, aunque en general un VMS tiende a ser más sofisticado y brinda más opciones y capacidades que un dispositivo NVR.

### 3. Nomenclatura técnica de los dispositivos de la solución ITS

A continuación, se presenta la nomenclatura que será utilizada en los requerimientos de la solución ITS:

**Tabla 1. Nomenclatura técnica dispositivos ITS**

TERMINO	DEFINICIÓN
HWS	Hardware de supervisión
HWV	Hardware de gestión de videos movil embarcado tipo NVR
HWC	Hardware de comunicaciones
HWR	Hardware del Rutero
HWRA	Hardware del Radio
CONTAINER	Tecnología que se usa para agrupar una aplicación con todos sus archivos necesarios en un entorno de ejecución.

BARRAJE EQUIPOTENCIAL	Conocido como barra de tierra, es un elemento conductor metálico que conecta diversos elementos de una instalación eléctrica al sistema de puesta a tierra. Su función principal es equiparar el potencial eléctrico de estos elementos, minimizando el riesgo de descargas eléctricas y protegiendo los equipos ITS de daños por sobretensiones.
TOPS	TOPS (Tera Operations Per Second): Es una medida de rendimiento en computación que indica billones de operaciones por segundo
OBC	Computador de a bordo de altas prestaciones enfocado en analítica de video entre otros

#### 4. Metodología en V

Este anexo técnico contiene las funcionalidades mínimas de los subconjuntos tecnológicos de ITS – No SIRCI y ha sido construido con base en la metodología que está fundamentada en el estándar internacional para el desarrollo de sistemas<sup>1</sup> ISO/IEC/IEEE 29148-2011 (Systems and software engineering – Life cycle processes – Requirements engineering), ISO/IEC/IEEE 15288-2015 (Systems and software engineering — System life cycle processes) y en el Modelo de Desarrollo en V propuesto en el documento “Systems Engineering Guidebook for Intelligent Transportation Systems”.

El modelo de desarrollo en V o Metodología en V define no sólo el proceso de especificación-diseño-desarrollo, sino que también incluye los procedimientos de validación, homologación y verificación de las especificaciones y diseños; razón por la cual el Concesionario de Provisión y el Concesionario de Operación, deberán cumplir lo establecido en la norma citada, y presentar los soportes técnicos necesarios de acuerdo con los requerimientos estipulados en este documento, siguiendo los estándares para el planteamiento adecuado de las soluciones y servicios ITS. Asimismo, esta metodología puede articularse al escenario de SRUM<sup>2</sup> lo que permite afinación de la solución ITS por lo que el actor estratégico que participe en el diseño, implementación y puesta en operación del ITS deberá tenerlo en cuenta.

La prestación de servicios ITS debe establecerse como un parámetro de cuando la solución ITS se ha desplegado y está operativa y tiene la capacidad de generar información ya sea hacia el propio prestador del servicio como hacia terceros que deseen usarla (Con consentimiento del Ente Gestor). El Ente Gestor brindará los lineamientos necesarios para el consumo de servicios ofrecidos por el sistema ITS que considere, en el ámbito de integración e interoperabilidad frente a las soluciones desplegadas por el Ente Gestor.

#### 4. Sistemas que componen los ITS no SIRCI y su integración con el CDEG

<sup>1</sup> Tomado desde la FHWA (<https://ops.fhwa.dot.gov/publications/seitsguide/seguide.pdf>)

<sup>2</sup> Tomado desde la FHWA <https://rosap.nhtl.bts.gov/view/dot/32681>

La implementación de una solución de ITS en los buses del Sistema Integrado de Transporte Público de Bogotá D.C., tiene como objetivo optimizar la operación, aumentar la seguridad y mejorar la experiencia del usuario mediante la integración de tecnologías avanzadas en diversas áreas del servicio. A continuación, se presenta una descripción inicial de los sistemas que componen esta solución.

- a. Sistema Tecnológico De Seguridad (STS):** Este sistema está basado en desplegar un CCTV al interior del bus y el sistema está compuesto por un hardware de video (HWA) y diversas cámaras de tipo IP que están ubicadas en diversas posiciones del bus y sirven para el desarrollo de acciones de vigilancia del vehículo. Este sistema también está destinado a grabar lo que ocurre en todo momento en el vehículo. su hardware de operación es un HWV.
- b. Sistema Inteligente De Gestión De La Operación (SIGO):** Este sistema está destinado a realizar varias labores para apoyar la operación del vehículo y adicionalmente, apoyar los procesos operacionales que se derivan por el uso del transporte público de la ciudad por parte de los usuarios. El sistema está compuesto por 4 subsistemas que permiten al SIGO cumplir con los objetivos para los cuales fue diseñado. Los subsistemas son:
- Subsistema de Monitoreo de Telemetría (SMT),
  - Subsistema de Análisis de Video (SAV)
  - Subsistema de Interoperabilidad (SI-ITS)
  - Subsistema de difusión local (SDL).

Este sistema utilizará un computador a bordo de muy altas prestaciones enfocado en poder alinear esfuerzos del Ente Gestor en inteligencia artificial y analítica tanto local como en tiempo real. En este sentido, las soluciones que se ejecuten en este sistema y sus subsistemas deberán ser contenerizadas en aras de poder alcanzar el máximo rendimiento y procesamiento para lo que busca cada subsistema que a continuación será descrito. Por último, es importante resaltar que su hardware de operación será el OBC (computador a bordo).

- I. Subsistema de Monitoreo de Telemetría (SMT):** Este subsistema se articula con el escenario que plantea el comité técnico TC 22 de la ISO (Organización Internacional de Normalización) dedicado a la estandarización en el campo de los vehículos de carretera, incluidos todos sus aspectos de diseño, producción, operación y mantenimiento de los vehículos.

Asimismo, este subsistema toma ventaja del estándar ISO 11898, el cual define el protocolo de comunicación conocido como Controller Area Network (CAN), protocolo crucial para la comunicación en tiempo real de los componentes electrónicos de un vehículo, permitiendo la transmisión de datos entre diferentes sistemas de control y sensores. Este protocolo es un elemento esencial en el que se basa este subsistema para articular información proveniente desde las diferentes ECU del vehículo.

Este subsistema requiere tener alineación con los componentes de los vehículos relacionados con:

- Motor y sistema de propulsión
- Sistema eléctrico y electrónico
- Sistema de tracción y dirección

- Sistema de frenado
- Carrocería y chasis
- Estructura del chasis
- Sistema de control climático y confort
- Sistema de entretenimiento y navegación
- Sistemas de seguridad activa y pasiva
- Sistema de iluminación y señalización
- Sistema de control de emisiones

Este subsistema, en coherencia con lo anterior, debe alinearse a los estándares del escenario automotriz expuesto por la sociedad de ingenieros automotrices (SAE) desde la cual se resaltan los estándares del tipo SAE J1939, J1587, J1708 los cuales, apoyan los componentes de comunicación en el vehículo y están basados en la red CAN y son utilizados principalmente para la comunicación y diagnóstico entre los módulos de control del motor, transmisión y otros sistemas del vehículo descritos anteriormente. Las variables del CANBUS en que estará basado este dispositivo se articulan a lo que disponga el anexo de vehículos las cuales son aproximadamente más de 100 variables y esto deberá seguir los esquemas de SAE J1939. Igualmente, este sistema estará obteniendo información cada segundo la cual, debe almacenarse en el OBC del vehículo para ser transmitida una vez el vehículo llegue al patio, esto debe hacerse diariamente para todos los vehículos de la flota.

Esta información solo se almacenará en el patio 7 días y se podrá reescribir cada vez que pasen estos días. En aras de guardar homogeneidad con lo que se tiene dispuesto en la flota, Transmilenio mantendrá las tramas de 20 segundos y 60 segundos las cuales pueden ser consultadas por los interesados en los otros procesos que ha realizado el Ente Gestor. Por último, se requiere que el vehículo envíe información al CDEG solo cuando está en operación y no debe enviarla mientras este en el patio. Aun así, en referencia a lo inmediatamente anterior, el ITS del patio requerirá poder entregar información de carga de cada vehículo y de la eficiencia energética del patio.

- II. **Subsistema de Análisis de Video (SAV):** El Subsistema de Análisis de Video SAV tiene como objetivo principal monitorear y analizar las imágenes captadas por las cámaras de CCTV instaladas en los vehículos que hacen parte del Sistema Integrado de Transporte Público de Bogotá D.C. Este sistema esta articulado con el sistema tecnológico de seguridad (STS) a través de una interfaz que debe permitir el uso de la información de cada una de las cámaras que componen el CCTV para aplicar algoritmos avanzados de analítica de video que permitan al Ente Gestor determinar comportamientos o situaciones atípicas que se presenten en la flota vehicular. Adicionalmente este sistema también incorpora servicios basados en localización que deben atender las necesidades del Ente Gestor en relación con la ubicación del vehículo en determinadas zonas de la ciudad o lugares de interés que pueden ser configurables a discreción por parte del Ente Gestor, en aras de generar información de valor que es utilizada para la gestión de la operación de Transmilenio.

Por otro parte, y como se describió anteriormente este sistema debe tener la capacidad de procesar la información de video de situaciones atípicas las cuales están asociadas a los siguientes:

- Comportamientos de violencia dentro del vehículo (Riña, hurto, agresión, etc.)

- Comportamientos bruscos o inadecuados que puedan generar incomodidad o riesgo para los pasajeros
- Detectar la presencia de aglomeraciones de personas dentro del vehículo,

Para lo anterior Transmilenio, dentro de sus desarrollos de analítica de video y del entrenamiento de esta solución generará subconjuntos de clasificación que identifican lo mencionado y con ello, se establecerán criterios para cada una de las situaciones atípicas descritas anteriormente. Por último, hay que destacar que este componente requiere contar con un hardware de muy altas prestaciones y que sea capaz de ser utilizado en entornos complejos como son los vehículos que hacen parte de este proceso. Por lo tanto, en aras de poder procesar toda la información de los streams de las cámaras, deberá permitir generar escenarios contenerizados administrados por el Ente Gestor para realizar análisis experimentales que le permitan a la entidad consolidar información que derive al mejoramiento del servicio y demás bondades que benefician el sistema Transmilenio.

**III. Subsistema de Interoperabilidad SI-ITS:** Este subsistema está enfocado en permitir la interoperabilidad de los diferentes dispositivos ITS al interior del vehículo, por ejemplo, sirve de pasarela para articular la información desplegada en el rutero del vehículo y que la misma pueda ser enviada al CDEG de Transmilenio. Asimismo, este subsistema tiene como fin generar la identificación del conductor a través de un identificador de huella o de tarjeta tipo RFID en aras de determinar quién opera el vehículo. Debe tener la capacidad de recibir información desde el CDEG para que esta sea desplegada en el rutero del vehículo y/o en las pantallas que hacen parte del SDL (descrito a continuación) lo que quiere decir, que debe tener un componente de software que integre información hacia este sistema. También será el encargado de atender una entrada de datos vía pantalla táctil (tipo HMI) para que el operador del vehículo pueda manipular y modificar los mensajes que se dispondrán en el rutero del bus y con esto, se genere información clara para el usuario.

Por lo anterior, este subsistema debe permitir la gestión avanzada de rutas, confirmación de identificación del conductor, envío de confirmación al CDEG e identificación biométrica, así:

- Gestión Avanzada de Rutas: Permitir la selección y visualización de la ruta específica a desplegar en los ruterios del vehículo, facilitando una navegación precisa y actualizada para los conductores y los usuarios.
- Confirmación de Identificación del Conductor: Verificar la identidad del conductor a través de métodos biométricos como la huella dactilar o tarjeta inteligente, garantizando la autorización y seguridad del personal operativo.
- Difusión de Mensajes Visuales y Auditivos: Proporcionar una interfaz para la difusión de mensajes visuales y auditivos desde el CDEG y otros sistemas locales, asegurando una comunicación clara y efectiva tanto para el conductor como para los usuarios.
- Envío de Confirmación al CDEG: Transmitir de manera instantánea y segura la confirmación de la identificación del conductor al CDEG, incluyendo una foto para verificación positiva o negativa, asegurando el cumplimiento de los protocolos de seguridad y operación.
- Identificación por Huella Dactilar o Tarjeta Inteligente: Implementar sistemas avanzados de identificación biométrica que permitan la detección precisa de huellas dactilares y la verificación con bases de datos locales para la identificación del conductor, con la presentación inmediata de mensajes de confirmación en la interfaz HMI. Si por algún motivo no es posible la detección

de la huella dactilar, este dispositivo deberá estar en capacidad de realizar la identificación a través de la lectura de la respectiva Tarjeta Inteligente asociada a un conductor específico. Se entiende que el uso de Tarjeta Inteligente es la excepción.

**IV. Subsistema de Difusión Local (SDL):** Este subsistema está enfocado en la difusión local de información al interior del vehículo y tiene la capacidad de controlar y gestionar diferentes hardware así: pantallas embarcadas en los vagones del vehículo, esquema de amplificación para articular el audio al interior del bus, también controla el sistema de megafonía del vehículo y está encargado de desplegar información en la pantalla relacionada con diferentes propósitos que estime el Ente Gestor (por ejemplo: la próxima estación o parada del vehículo, entre muchos otros). Adicionalmente, debe tener la capacidad de mostrar en la pantalla el video de algunas cámaras del vehículo para que las personas sepan que están siendo vigiladas. Por último, este subsistema, tiene entre otros, la capacidad de reproducir información multimedia para los usuarios y ser el host del portal cautivo para el usuario del componente troncal del Sistema Integrado de Transporte Público de Bogotá D.C.

**d. Sistema de Comunicaciones:** El sistema de comunicaciones está enfocado en soportar y garantizar los canales de comunicación adecuados en ancho de banda y velocidad para que los esquemas de hardware/software de todos los elementos ITS no SIRCI funcionen correctamente. Este sistema debe incorporar elementos esenciales como rutas de comunicación redundantes o routers con capacidad de dual homing, antenas Wifi, antenas GNSS, antenas celulares con soporte de 4G y 5G, así como puntos de acceso Wifi, y debe incluir las siguientes capacidades:

- Conectividad ininterrumpida: Proporcionar una conexión estable y sin interrupciones mediante la implementación de redundancia por hardware (Dual Homing), asegurando así una alta disponibilidad y fiabilidad de los servicios de comunicación.
- Acceso a internet a bordo: Facilitar acceso a internet de alta velocidad a bordo para los usuarios a través de Wifi Access Point, permitiendo a los pasajeros disfrutar de los servicios ofrecidos por la Transmilenio.
- Seguimiento y gestión eficiente del vehículo: Esto implica el uso de antenas GNSS para la localización precisa del vehículo en tiempo real.
- Comunicaciones avanzadas: Integrar antenas celulares 4G y 5G para garantizar una conectividad rápida y confiable, mejorando la capacidad de comunicación del vehículo en áreas urbanas y suburbanas.
- Mejora de la experiencia del pasajero: Proporcionar un entorno digital cómodo y conectado para los pasajeros, mediante la provisión de acceso a internet y servicios digitales que enriquezcan su experiencia durante el viaje.

Por otra parte, este sistema tiene en cuenta también la red que debe desplegarse de forma interna en el vehículo, es decir, una red integrada que conecta todos los dispositivos ITS dentro del bus, asegurando una comunicación fluida y eficiente.

Se recuerda que este sistema es el responsable de proveer un único esquema de datos de navegación GPS, es decir, lo referente al geoposicionamiento. De hecho, todo el hardware/software asociado a la solución ITS deberá estar articulado en términos de sincronización con el GPS que tenga este

dispositivo, incluso, el escenario de streaming de video proveniente del hardware de video debe estar articulado al posicionamiento que ofrezca este sistema.

Por otra parte, el Concesionario debe realizar un acuerdo estratégico o un contrato de servicio de telecomunicaciones con el(los) actor(es) que considere pertinente, a fin de brindar la prestación del servicio en condiciones óptimas, con un proveedor que suministre un canal de comunicaciones con capacidad suficiente (ancho de banda y de transferencia) para transmitir y recibir de manera permanente los datos requeridos, se deberá garantizar la continuidad del servicio para lo cual los planes de datos se deben mantener operativos, por lo tanto, la estructura de la solución deberá ser dimensionada y diseñada por el integrador de la red externa de comunicaciones garantizando la continuidad en la prestación del servicio.

El pago del canal de comunicaciones estará a cargo del concesionario de operación designado por Transmilenio. En el caso que se presenten retrasos en la transmisión y/o recepción de información, es decir, que exista un problema o inconveniente ya sea por la capacidad que del ancho de banda u otro problema, el concesionario de operación designado por Transmilenio, bajo las directrices del Ente Gestor y/o intervector deberá solicitar mejoras al canal de comunicaciones, las cuales deberán realizarse en menos de seis (6) horas después de la solicitud del Ente Gestor y/o intervector, de hecho, el concesionario de operación designado por Transmilenio deberá notificar inmediatamente al Ente Gestor y/o intervector, cuando todo este operativo y se cumpla con el criterio de transmisión y/o recepción de información lo cual será validado por el Ente Gestor y/o intervector, y al mismo tiempo, si el canal continúa con inconvenientes, el concesionario de operación designado por Transmilenio, deberá estar informando permanentemente la situación del canal de comunicaciones como mínimo cada 20 minutos y, si se recupera el canal de transmisión o recepción de información antes de los 20 minutos, se debe notificar su estado inmediatamente al Ente Gestor y/o intervector. Si el problema persiste más allá de las 6 horas el concesionario de operación designado por Transmilenio deberá tomar las medidas necesarias para articularse en términos de operación y hacer uso de la flota de reserva para solucionar el problema, si fuese el caso de algún daño de hardware. En otro caso, si el problema es de la red general de telecomunicaciones, se deberán presentar los soportes para tal fin y será el Ente Gestor y/o intervector quien determine que directrices seguir para los términos de operación del sistema. Asimismo, puede ser posible que el Concesionario de Provisión cuente con una red virtual propia para enfrentar esta funcionalidad, en cuyo caso, corresponderá al concesionario de operación designado por Transmilenio a, adelantar las gestiones con el concesionario de provisión para las mejoras a que haya lugar, antes del tiempo indicado. El concesionario de Provisión debe atender las solicitudes de ajustes, tanto al HW como al SW de la solución ITS No SIRCI referente al Sistema de Comunicaciones (SC) cuando el Concesionario de Operación así lo requiera, de tal manera que se solucionen fallas o en su defecto se tomen acciones de mejora encaminadas a la optimización de los canales.

Si durante el tiempo de la indisponibilidad, existiera algún evento de seguridad, el concesionario de operación designado por Transmilenio, deberá utilizar los otros mecanismos de comunicaciones con los que dispone el bus para notificar la situación al Ente Gestor y/o intervector. Durante el tiempo que se presente la indisponibilidad también se harán las mediciones de los ANS de ITS, los cuales solo serán exonerados aquellos registros de evidencias de seguridad que se puedan presentar y que el concesionario de operación designado por Transmilenio, allegue en un plazo máximo de veinticuatro (24) horas al Ente Gestor y/o intervector las grabaciones que se pudieron generar durante el suceso siempre y cuando se haya pulsado el botón de emergencia durante ese evento lo

cual estará registrado en el STS, si esto no ocurre, se aplicaran los descuentos que arrojen las mediciones del ANS de ITS durante el tiempo que dure la indisponibilidad.

Adicionalmente, debe considerarse la conexión a internet por parte de los usuarios de los buses, para esto se deberá dimensionar el ancho de banda y la capacidad de descarga, debido a que los usuarios podrán realizar una navegación normal en internet limitada por Streaming de vídeo, para que no haya un consumo excesivo de ancho de banda y por un tiempo de conexión parametrizable o ilimitado según lo defina el Ente Gestor. La navegación debe ser a velocidad suficiente para ofrecer a los usuarios un buen servicio mientras estos viajan a sus destinos, por ejemplo, puede aceptarse conexiones a redes sociales, Whatsapp, o aplicaciones de mensajería similares y navegación normal en internet limitada por Streaming de video (Realizado esto por configuraciones específicas de los equipos que controlen el tráfico de datos, apertura y cierre de puertos, firewall u otra configuración), todo esto, para evitar grandes consumos de datos.

Este sistema ofrece mayores servicios al usuario, de hecho, debe ser parametrizable un portal cautivo para que el usuario pueda acceder a internet. Igualmente, este sistema debe contemplar un esquema de entretenimiento y debe articularse al menos a una aplicación Web con la que los usuarios podrán interactuar para el acceso a diversos servicios.

- e. **Sistema bus-estación:** Es un sistema heredado que el concesionario de operación designado por Transmilenio debe instalar en el vehículo, este dispositivo articula la información de la carrocería (puertas abiertas o cerradas del bus), específicamente cuenta con salidas y entradas del tipo GPIO para integrar la señal de puerta abierta o puerta cerrada o del conjunto de puertas que existen en el vehículo, incluida la puerta de emergencia. Este dispositivo está basado en un microcontrolador tipo XBEE que tienen almacenado la tipología del vehículo, su placa y un identificador del vehículo, una vez el conductor presione u obture el botón de abrir puertas en el vehículo este microcontrolador XBEE recibe esta señal y posteriormente activa su transmisión vía ZIGBEE para que otro dispositivo fuera del bus reciba esta señal y se proceda con la apertura de la puerta de la estación, es importante mencionar que la solución solo deberá ser implementada en el componente del bus. Sin embargo, este sistema podrá ser eventualmente mejorado de acuerdo con lo que defina el Ente Gestor.
- f. **Interfaz con el sistema avanzado de asistencia al conductor (ADAS):** Esta interfaz tiene como fin garantizar la interoperabilidad del sistema avanzado de asistencia al conductor (ADAS) con el CDEG, esto para garantizar el envío de situaciones atípicas relacionadas con algunos eventos (fatiga, entre otros expuestos en otro anexo que hace parte del esquema de vehículos). El sistema avanzado de asistencia al conductor (ADAS) tendrá acciones directas in situ para los conductores en aras de cumplir con su cometido de asistencia al conductor y solamente algunas situaciones serán enviadas al CDEG, estos eventos estarán dispuestos en el anexo de vehículos. Solo como aclaración, este sistema es propio del vehículo y tendrá salidas tipo actuador en la cabina del vehículo o señales audibles para el conductor para que ayude y asista al conductor.
- g. **Sistema de alimentación y respaldo eléctrico de ITS no SIRCI (SARE):** Este sistema es el encargado de suministrar la energía necesaria y mantenerla estable para todos los sistemas y subsistemas aquí descritos, con el fin de garantizar su operación de forma adecuada. Este sistema al estar incorporado en un vehículo eléctrico deberá contar con una batería independiente para este fin, y esta, debe estar articulada en términos de carga con el circuito que proceda para que mantenga

cargada esta batería. Adicional a lo anterior, la solución ITS por cualquier motivo si pierde energización del sistema principal debe tener un elemento de conmutación que entre en forma de respaldo para apoyar el suministro eléctrico de toda la solución ITS, lo cual deberá ser monitorizado por el sistema de detección de fallas.

- h. Sistema ITS del patio (SITSP):** Este sistema tiene como fin recibir la información proveniente de los buses cada vez que estos llegan para realizar las diferentes actividades que se desarrollan en el patio. Como se describió anteriormente, cada vehículo de esta flota estará almacenando información de forma constante y la misma, deberá ser enviada de forma diaria a la sistema ITS del patio, el cual tendrá un esquema de comunicaciones robusto y como mínimo operando a 5GHz para que la transmisión de datos entre vehículos y patio sea garantizada y se cuente con toda la información que exigen las áreas usuarias que realizar la gestión del sistema en términos operacionales. Está infraestructura también será la encargada de almacenar los videos marcados, deberá disponer de un VMS, para que el Ente Gestor pueda consumir los servicios de esta plataforma o los servicios de descarga bajo demanda de cualquier información que se encuentre almacenada en el patio y que sea de interés del Ente Gestor desde sus áreas usuarias. Este sistema deberá estar articulado con el ITS del patio en términos energéticos por lo que aparte de la información del vehículo se requerirá articular la información proveniente del sistema energético dispuesto y que administra el patio.

Para su información, quien administre el patio en este aspecto deberá articularse con el integrador tecnológico responsable de la solución ITS para obtener información de consumo de energía eléctrica en el vehículo y las electrolineras, o lo que se estime conveniente que el Ente Gestor defina, lo cual deberá ser entregado con el diccionario de datos que se defina por parte de la entidad en atención a los parámetros o variables que entregue la electrolinera y que sean suministrados por su interfaz de comunicaciones o como la solución de energía disponga en acuerdo con en el Ente Gestor.

Este sistema deberá estar diseñado para funcionar como una solución serverless y solo una vez al día se obtendrá información. Esta solución del tipo ITS del patio deberá tener la capacidad de determinar el consumo energético de cada electrolinera. En coherencia con lo anterior, el ITS del patio se debe articular al SITSP en función del diccionario de datos que establezca el Ente Gestor para este fin, mediante una solución de servicios web bajo demanda o una vez de forma diaria.

## **5. Contexto arquitectural de la solución ITS**

**5.1. Arquitectura hardware, software, seguridad, almacenamiento, comunicaciones, eléctrica:** En el desarrollo de una solución tecnológica del ITS integral para el vehículo y con lo que respecta a los patios, es fundamental abordar una variedad de componentes que, al trabajar en conjunto, aseguran un funcionamiento óptimo, seguro y eficiente del sistema. Estos componentes incluyen la **arquitectura hardware**, que proporciona la base física y los recursos computacionales; el **software**, que permite la interacción y operación de las aplicaciones; la **seguridad**, que protege los datos y asegura la integridad del sistema; el **almacenamiento**, que garantiza la gestión y conservación de la información; las **comunicaciones**, que facilitan la transferencia de datos entre distintos sistemas y usuarios; y finalmente, la **infraestructura eléctrica**, que alimenta y mantiene el funcionamiento continuo de todos los elementos anteriores. Cada uno de estos aspectos es esencial y su correcta integración es crucial para el éxito de cualquier solución tecnológica avanzada. Igualmente destacar que todo esto debe estar completamente articulado con los demás anexos que hacen parte de este proceso.

A continuación, se dispondrá la hoja de requerimientos por cada una de estas arquitecturas las cuales, los interesados podrán tomar de base para dimensionar su solución ITS y costos. Se recuerda que debe revisarse bien lo que se busca cada sistema y subsistema ya que, en coherencia con las funcionalidades expuestas a nivel general, se deberá articular la solución ITS para la flota.

## 5.2. Requerimientos Arquitectura de Hardware

REQUERIMIENTO	DESCRIPCIÓN
REQ001	La solución ITS requiere un Hardware de Supervisión para la Gestión de Video Embarcado (HWV) tipo NVR que atienda la gestión de video obtenido desde las cámaras propias del CCTV dispuestas en el vehículo
REQ002	El HWV debe tener CPU con velocidad y capacidad de memorias caches pertinentes y suficiente, que permita garantizar el procesamiento de operaciones y/o datos para realizar su propósito de gestión de video
REQ003	El HWV debe tener como mínimo una memoria RAM del tipo DDR4/5 de al menos 4GB para gestionar debidamente los procesos que este requiere
REQ004	El HWV debe tener y cumplir con características de un equipo embarcado que se enfrenta a la vibración e impactos en un vehículo por lo que requerirá contar con certificación MIL-STD-810G con el método 514.8 categoría 4 aprobado.
REQ005	El HWV debe cumplir con certificaciones de compatibilidad electromagnética EN50155
REQ006	El HWV debe contar con la menos 2 puertos USB 3.0 o superior
REQ007	El HWV debe contar con al menos dos puertos Ethernet del tipo GIGABIT con manejo de IPv4 e IPV6 dual stack

REQUERIMIENTO	DESCRIPCIÓN
REQ008	El HWV debe estar en la capacidad de incorporar puertos tipo POE, POE+ o Hi-POE suficientes para energizar las cámaras que interactúan con este dispositivo y deben cumplir la norma IEEE 802.3at o IEEE 802.3bt en coherencia con el consumo de las cámaras de video. De ser necesario, el HWV podrá hacer uso de un Switch de Red externo con iguales características tales como POE, POE+ o Hi-POE y otras descritas con anterioridad. Este Switch de Red debe permitir la gestión del número de camaras establecidas por el Ente Gestor para cubrir la totalidad del espacio en el Bus.
REQ009	El HWV debe contar con conectores especiales para los cables LAN a nivel del tipo aeronáutico M12. Estos deben ser suficientes al menos para gestionar la cantidad de cámaras requeridas por cuerpo del vehículo.
REQ010	EL HWV debe tener una interfaz de tipo HDMI, VGA, DisplayPort que permita acceder a la salida de video de este dispositivo y que sea compatible con las pantallas o "displays" instalados a bordo, o equipamiento para procesos de depuración.
REQ011	El HWV debe tener al menos una interfaz de comunicación que puede ser conmutable entre las tecnologías seriales del tipo RS232/RS485
REQ012	EL HWV debe poder entregar el video en formatos de contenedor de video tipo MP4, AVI, MKV, MOV. Es necesario tener presente que para el envío de videos al CDEG, estos deben hacer uso de MP4.
REQ013	El HWV debe contar con puertos de propósito general de tipo GPIO de entrada (4) y salida (4) para integrar señales (TTL/CMOS 5VDC o de 12VDC) al mismo que permitan configurar a posterior nuevas funcionalidades o lo que defina el Ente Gestor
REQ014	El HWV debe contar con una salida de audio de tipo 3.5 mm que debe poder llevarse a un escenario de amplificación
REQ015	El HWV requiere tener la capacidad de ser gestionado por un sistema operativo de código libre (Open Source) el cual no podrá estar cerrado para posibles implementaciones que requiera el Ente Gestor.
REQ016	El HWV debe tener configurado un usuario y password que permita al Ente Gestor vía consola y vía web poder acceder fácilmente al equipo y descargar los videos que este requiere, bajo los esquemas de seguridad pertinentes
REQ017	El HWV debe contar con un botón de apagado o encendido. El equipo debe tener una protección eléctrica mediante fusible preferentemente incorporada desde fabrica para su adecuada instalación y operación en coherencia con su consumo de corriente

REQUERIMIENTO	DESCRIPCIÓN
REQ018	El HWV debe estar en capacidad de trabajar a una temperatura de operación que este entre los -20°C a 60°C o de grado superior, en las condiciones de un vehículo de transporte público que se desplaza por la ciudad.
REQ019	El HWV debe tener un grado de protección como mínimo de IP54
REQ020	El HWV debe tener la capacidad de manejar protocolos como SSH (Secure Shell), SNMP (Simple Network Management Protocol), TCP (Transmission Control Protocol), UDP (User Datagram Protocol), DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol), DNS (Domain Name System), HTTP/HTTPS (HyperText Transfer Protocol / Secure), FTP/SFTP (File Transfer Protocol / Secure File Transfer Protocol), NTP (Network Time Protocol), SSL/TLS (Secure Sockets Layer / Transport Layer Security), IPsec (Internet Protocol Security), 802.1X, RTSP (Real-Time Streaming Protocol), ONVIF (Open Network Video Interface Forum) S y G, RTP (Real-time Transport Protocol), RTMP (Real-Time Messaging Protocol), HLS (HTTP Live Streaming), NFS (Network File System), SMB/CIFS (Server Message Block / Common Internet File System), iSCSI (Internet Small Computer Systems Interface), FUSE (Filesystem in Userspace), Protocolos de Diagnóstico y Mantenimiento ICMP (Internet Control Message Protocol), TFTP (Trivial File Transfer Protocol), docker, LDAP (Lightweight Directory Access Protocol), QoS (Quality of Service); entre otros a sociados a la suite de protocolos TCP/IP
REQ021	El HWV debe contar con leds indicadores de verificación de operación de encendido
REQ022	EL HWV debe tener un voltaje de operación que debe estar en el rango de 9VDC a 36 VDC
REQ023	El OBC es un hardware que debe soportar altas prestaciones de procesamiento al menos 200 TOPS que garanticen el tratamiento independiente de streaming de video, así como funcionalidades complementarias alineadas a cada sistema, definidas en: plataforma de computación para IA en el borde, capacidad de atención en aplicaciones avanzadas en tiempo real, tareas de inteligencia artificial y machine learning, las cuales requieren un alto rendimiento y procesamiento en el dispositivo.
REQ024	El OBC debe tener la memoria suficiente para poder procesar streaming de video en tiempo real y de forma paralela. Esta memoria debe ser de una capacidad mínima de 64GB en tecnología LPDDR5
REQ025	El OBC debe contar con una GPU de altas prestaciones que pueda atender múltiples hilos para procesamiento en tiempo real.

REQUERIMIENTO	DESCRIPCIÓN
REQ026	El OBC debe contar como mínimo 12 cores y tener en cache primaria y secundaria la memoria suficiente para atender los requerimientos de cada subsistema
REQ027	El OBC debe soportar codificadores de video del tipo H265, H264 ,AV1, 4K
REQ028	El OBC debe contar con al menos dos (2) puertos de red del tipo RJ45 a nivel de Gigabit
REQ029	El OBC debe tener interfaces de comunicación de red tipo PoE IEEE 802.3at o PoE+ que sea capaz de soportar un nivel superior a 100W
REQ030	El OBC debe contar con puertos USB al menos uno (1) de versión 3.1 o superior, al menos dos (2) puertos USB 2.0 y un (1) puerto USB tipo C
REQ031	El OBC debe contar como mínimo con un puerto de video del tipo DisplayPort o HDMI u otro. Es necesario que esta selección del tipo de conector sea coherente con la selección del conector de las Pantallas de Difusión de Información (PDI) seleccionadas.
REQ032	El OBC debe tener al menos una interfaz de comunicación que puede ser conmutable entre las tecnologías seriales del tipo RS232/RS485
REQ033	El OBC debe contar con al menos dos interfaces CAN 2.0, las cuales deben hacer parte de la board principal de este equipo. No se aceptarán periféricos que hagan las veces de interfaz entre canales CAN y/o USB o similares.
REQ034	El OBC debe contar con al menos un puerto del tipo GPIO el cual esté en la capacidad de gestionar entradas y salidas digitales de al menos 4 canales
REQ035	El OBC de forma interna debe contar con una interfaz de buses PCI express para que se apoyen temas de almacenamiento, comunicaciones u otros fines que beneficien al Ente Gestor en el apoyo a la implementación y operación del ITS No SIRCI, según éste lo requiera.
REQ036	Las interfaces de comunicaciones y suministro eléctrico deben ser cableadas y los conectores con características FAKRA o ISO 20860 o de aviación o equivalente tipo M12, para lo cual el OBC debe contar con un terminal para suministro de energía de este orden, y el rango de operación de este dispositivo debe estar entre 8VDC y 48VDC con control de encendido.
REQ037	El OBC debe contar con indicadores LED asociados al estado de encendido y procesamiento.

REQUERIMIENTO	DESCRIPCIÓN
REQ038	El OBC debe funcionar en operación en un rango de temperatura entre -20°C y 60°C, en las condiciones de un vehículo de transporte público que se desplaza por la ciudad.
REQ039	El OBC debe operar en un rango de humedad relativa entre el 10% y el 90% sin condensación. En las condiciones de un vehículo de transporte público que se desplaza por la ciudad.
REQ040	El OBC debe cumplir con la certificación MIL STD 810H y atender el método 514.8 categoría 4, lo anterior para vibración.
REQ041	El OBC debe cumplir lo definido en el estándar IEC61373 asociado a EN50155 para escenarios de vibración.
REQ042	El OBC debe cumplir con la certificación MIL STD 810H y atender el método 516.8 referente a prueba de choque.
REQ043	El OBC debe cumplir con lo exigido sobre compatibilidad electromagnética, según la norma EN50155.
REQ044	El OBC debe soportar diversas versiones de sistemas operativos, que se deriven de las principales distribuciones de linux y mantener estas de acuerdo a la última versión estable o LTS.
REQ045	Se requiere que la solución ITS cuente con Cámaras IP - protocolo IPv4 e IPv6 en dual stack, estándar IEEE 802.3 AF Tipo 1. Debe ser compatible con ONVIF (ONVIF® Profile G, ONVIF® Profile M, ONVIF® Profile S y ONVIF® Profile T) profile S/G versión 2.0 o superior, e incorporar capacidades de IPv4, IPv6, USGv6, HTTP, HTTPS, HTTP/2, TLS, QoS Layer 3 DiffServ, FTP, SFTP, CIFS/SMB, SMTP, mDNS (Bonjour), UPnP, SNMP, v1/v2c/v3 (MIB-II), DNS/DNSv6, DDNS, NTP, RTSP, RTP, SRTP, TCP, UDP, IGMPv1/v2/v3, RTCP, ICMP, DHCPv4/v6, ARP, SOCKS, LLDP, CDP.
REQ046	Las cámaras IP deben tener una resolución de 1080p o superior que maneje una relación aspecto 4:3 y 16:9
REQ047	Las cámaras deben tener características a prueba de vandalismo, mínimo IK8 y con protección física mínima IP56.
REQ048	La calidad de la imagen y/o video proveniente de las cámaras no debe afectarse por las diferentes condiciones climáticas.
REQ049	Las cámaras IP deben estar en capacidad de capturar imágenes y video en términos de iluminación mínima o nocturna, sin depender de la iluminación artificial del vehículo.
REQ050	Las cámaras IP deben tener la funcionalidad de ser energizadas por PoE, PoE+ IEEE 802.3af/802.3at
REQ051	Las cámaras IP deben manejar un sensor tipo CMOS RGB de barrido progresivo al menos de 1/2.9"
REQ052	Las cámaras IP deben tener un objetivo de al menos 3.6 mm

REQUERIMIENTO	DESCRIPCIÓN
REQ053	Las cámaras IP deben tener una velocidad de obturación de al menos 1/19000 s a 1/5s
REQ054	Las cámaras IP pueden contar con una solución SoC (System On Chip) de al menos 1GB RAM y capacidad de memoria flash al menos de 256 MB.
REQ055	Las cámaras IP deben soportar formatos de compresión de video H.264 (MPEG-4) o H.265
REQ056	La resolución de las cámaras IP debe ser de 1920x1080 y variable a 640x360
REQ057	La cantidad de cuadros por segundo (FPS) del video, generado por las cámaras IP, deben ser de 25 a 30 imágenes por segundo en todas las resoluciones al momento de la grabación en Disco Duro de Estado Sólido (SSD) en el HWV. Para la transmisión de video al Centro de Gestión, este podrá ser parametrizado a una cantidad de FPS de menor resolución, la cual es de 8 FPS como máximo.
REQ058	Las cámaras IP deben tener hasta 4 transmisiones de video únicas, simultáneas y configurables (H.264, H.265), estas transmisiones deben estar articuladas con la gestión que hace el HWV. Estos accesos deben estar gestionados en entornos seguros a través del Administrador ITS y lo que defina el Ente Gestor.
REQ059	Las cámaras IP debe contar con un escenario de manejo de eventos del tipo HTTP, HTTPS, TCP y correo electrónico.
REQ060	Las cámaras IP deben cumplir con lo exigido sobre compatibilidad electromagnética (EMC), según la norma EN55032.
REQ061	Las cámaras IP deben contar con un índice de protección mínimo IP66 y NEMA 250 tipo 4X e IK10
REQ062	El HWS debe ser un equipo de cómputo embebido del tipo SBC (Single Board Computer), de nivel industrial, que soporte un sistema operativo de software libre, el cual sea comprobada su compatibilidad y estabilidad con este HWS.
REQ063	El HWS debe tener una CPU suficiente para atender de forma múltiple la recolección de información de estados de los dispositivos y servicios que se generan alrededor de la solución ITS. Esta por lo menos debe ser una CPU Quad-Core
REQ064	El HWS debe tener una memoria RAM mínima de 8GB en LPDDR4X o superior
REQ065	El HWS debe contar con una GPU que puede compartir memoria con la memoria RAM
REQ066	El HWS debe contar con puertos USB mínimo 3.0 que permita la conexión universal y flexible para conectar una amplia gama de dispositivos

REQUERIMIENTO	DESCRIPCIÓN
REQ067	El HWS debe contar con la capacidad de conectividad a través de la wifi (802.11ax) ,Bluetooth 5 y conector ethernet a Gigabit
REQ068	El HWS debe tener un puerto de tipo HDMI o microHDMI para salida de video
REQ069	El HWS debe contener puertos GPIO con posibilidades de contar con interfaces i2C, SPI y otros similares.
REQ070	El HWS debe contar con una salida de audio de tipo 3.5mm
REQ071	El HWS debe tener un voltaje de suministro de energía que puede oscilar entre 9VDC y 48VDC
REQ072	El HWS debe poder operar en un rango de temperatura entre -20°C y 60°C
REQ073	El HWS en su conjunto debe operar con un índice de protección igual o superior a IP30
REQ074	El vehículo debe incorporar un Botón de Pánico que a efectos de su accionamiento, genere una señal eléctrica de cambio de estado, la cual debe estar articulada con el OBC, el HWV y el HWS, de tal manera que estos equipos actúen en consecuencia a lo definido para cada cual.
REQ075	El OBC debe contar con un Índice de protección mínimo IP54
REQ076	El Botón de Pánico debe estar ubicado en un lugar de fácil accionar para el conductor. No debe interferir con palancas, pedales u otros dispositivos necesarios para la operación del bus y debe estar sobre una superficie fija que lo separe del suelo del bus, preferiblemente cold rolled, con pintura electroestática o acero inoxidable
REQ077	Los ruterros deben ser de diversos tamaños y cantidades. El Ente Gestor es quien en la etapa de ingeniería de detalle previa a la fabricación de los vehículos, avalará los dispositivos presentados y su instalación posterior en la flota con base en pruebas de funcionalidad, calidad de imagen que este produzca y la interfaz para programación que permita hacer simulaciones de funcionamiento en diferentes configuraciones para verificar requisitos funcionales como múltiples líneas de texto, pictogramas, caracteres especiales, diversos tamaños de fuente, colores, etc. Esta programación de rutas y simulaciones a lugar, también deben ser ejecutadas a través de la HMI del conductor.
REQ078	Los ruterros deben tener una cantidad mínima de LED (filas x columnas), tener unas dimensiones máximas de distancia entre LED (pitch) y unas dimensiones de espacio visible mínimo como se indica en la tabla a continuación. Se validará la condición de visibilidad a 100 metros de los ruterros con su configuración más grande de letra disponible.

REQUERIMIENTO	DESCRIPCIÓN
REQ079	Los ruterros deben tener un sensor lumínico que regule automáticamente su intensidad de luz a partir de las condiciones lumínicas del exterior.
REQ080	Los ruterros deben contar con sistemas de ventilación de tal forma que no se presente anti empañamiento mediante serigrafía calefactora en el vidrio que los proteja (ver figura). Todos los ruterros deben estar protegidos por tapas plásticas con diseño que minimice las aristas vivas y evite potenciales accidentes con los ocupantes. Estas tapas deben poseer un espacio con las dimensiones suficientes para contener el aviso de numeración interna conforme a lo especificado por el manual de normas graficas del sistema. Todo rutero debe ser de fácil mantenimiento y reemplazo en caso de ser necesario (diseño acorde a criterios de mantenibilidad)
REQ081	El HW-RUT debe actuar como controlador "in situ" del rutero y debe implementar y disponer de los medios de hardware suficientes tales como CPU y demás elementos, que le permitan enviar y recibir información hacia y desde diferentes fuentes tales como el Centro de Gestión, el HMI del conductor, dispositivos de hardware u otros que determine el Ente Gestor, con el fin de que sea posible cambiar el mensaje a desplegar en el rutero.
REQ082	El HW-RUT debe contar con interfaces de comunicación del tipo CANBUS, wifi, interfaces seriales del tipo RS232, RS485,USB y ofrecer conexión ethernet para que mediante sockets ofrezca la funcionalidad de configuración y manipulación remota. Adicionalmente, los ruterros que se despliegan en el vehículo deben estar en red y todos los que se desplieguen deben ser manipulados remotamente como lo determine el Ente Gestor. Este dispositivo debe estar articulado al OBC y debe generar interoperabilidad de este hardware con lo que determine el SI-ITS.
REQ083	Todos los ruterros (frontales, laterales y posteriores) deben tener la capacidad de mostrar pictogramas incorporables desde la programación de rutas a desplegar que sea definida por Transmilenio, así como eventos especiales como extra-textos con pictogramas. El texto y los pictogramas se deben presentar en cualquier área del rutero al mismo tiempo, lo que significa que la matriz de LED debe ser parametrizable a discreción del Ente Gestor.
REQ084	Los ruterros deben instalarse en un circuito eléctrico independiente con las protecciones eléctricas adecuadas
REQ085	El HW-RUT debe contar con puertos de salida para enviar información de su estado operativo al controlador del ruterros y por ende al HWS de acuerdo con los diccionarios de datos que se definan.

REQUERIMIENTO	DESCRIPCIÓN
REQ086	Los ruterros deben estar conectados al sistema de respaldo energético que tengan los ITS NO SIRCI
REQ087	Los ruterros deben ser tipo LED con incorporación de color tipo monocromático LED blanco únicamente en el número de la ruta.
REQ088	El HW-RUT debe interactuar con el HDMI del conductor para permitir seleccionar, desplegar y visualizar la ruta que el vehículo tenga en su programación, así como la supervisión y gestión de este HW-RUT.
REQ089	Los ruterros deben tener al menos un ángulo de visión de 120 ° (Horizontal) y 120° (Vertical)
REQ090	Los ruterros deben tener una compatibilidad electromagnética demostrada mediante la homologación bajo UN/ECE R10 y homologación de comportamiento cuando hay fuego conforme a (UN/ECE R118, FMVSS 302, ISO 6941 u otro estándar internacional equivalente) y se deben suministrar todos los reportes de ensayos y resultados anexos a las homologaciones respectivas
REQ091	El ruterro debe tener un tiempo medio entre fallas (MTBF), de mínimo sesenta mil (60000) horas.
REQ092	Los ruterros deben conectarse en red de alta velocidad, la cual puede ser de tipo serial
REQ093	El vehículo debe incorporar puertos USB tipo A y Tipo C por silla. El número total de puertos USB debe corresponder con la cantidad total de sillas manteniendo un 50% de cada tipo de puerto USB entre A y C, incluyendo el puesto de la silla de ruedas ubicado en el área de movilidad reducida y la silla del conductor.
REQ094	El vehículo debe contar con al menos una Pantalla de Difusión de Información (PDI) por vagón para exposición de contenido audiovisual.
REQ095	La PDI debe contar con puerto HDMI (puede ser al menos de 24, 32 o 37 pulgadas)
REQ096	La PDI debe funcionar a 24 VDC con la fuente de alimentación ITS, teniendo de referencia los esquemas de protección eléctrica pertinentes para todos los equipos internos.
REQ097	La PDI debe garantizar que la señal de audio y video generada por el dispositivo OBC debe ser replicada y/o amplificada, de ser necesario, para cada PDI a bordo instaladas en el vehículo, de modo que se mantenga su pertinente fidelidad de audio y video.

REQUERIMIENTO	DESCRIPCIÓN
REQ098	Los parlantes deben permitir la divulgación de mensajes provenientes de los sistemas de hardware que se determinen, por lo que el concesionario de provisión debe considerar todos estos elementos, y articular la solución de audio hacia la salida amplificada para que esta sea divulgada al interior del vehículo.
REQ099	Los parlantes deben ser ubicados de tal forma que la fidelidad del sonido sea adecuada para los usuarios y esto debe contemplarse de acuerdo con cada una de las tipologías de cada bus.
REQ100	Los niveles de sonido deben ser definidos y aprobados por el Ente Gestor y ajustados por el hardware eliminando la posibilidad de manipulación por parte del conductor.
REQ101	La emisión de sonido debe realizarse con base a las diversas fuentes de sonido descritas en este documento.
REQ102	Ante condiciones de máximo uso del vehículo, los parlantes deben permitir que el audio sea escuchado desde todas las posiciones al interior del bus y para ello se requiere un análisis con sonómetros para este fin o como determine el Ente Gestor.
REQ103	El Ente Gestor evaluará la fidelidad del sonido en las diversas tipologías de los vehículos troncales y para ello, se debe contar con el acompañamiento de un profesional en ingeniería de sonido quien expondrá y dará las pautas técnicas para equilibrar el sonido al interior del vehículo. Para ello, este profesional debe medir mediante instrumentación el escenario frecuencial y de potencia que se generará en los vehículos de diferentes tipologías
REQ104	El Ente Gestor será quien valide la fidelidad del amplificador y evalúe la calidad de sonido en función de las necesidades de los usuarios, teniendo en cuenta la referencia establecida por el profesional de ingeniería de sonido
REQ105	El amplificador de sonido debe aumentar la amplitud de la señal de sonido emitida por el Panel de Información al Pasajero (PIP), principalmente y de otros dispositivos a bordo según la prioridad dada.
REQ106	El amplificador de sonido debe permitir la configuración de la amplitud y potencia a aumentar, la cual debe ser fijada siguiendo las directrices del ingeniero de sonido.

REQUERIMIENTO	DESCRIPCIÓN
REQ107	El sistema de amplificación de sonido debe permitir la gestión centralizada y automatizada de diversas fuentes de audio, a través de una entrada de sonido para cada uno de estas fuentes, lo cual habilita la difusión de mensajes informativos y alertas haciendo uso de los parlantes dispuestos al interior del vehículo.
REQ108	El amplificador de sonido debe permitir la selección individual de cada una de las fuentes de entrada, en atención a un esquema de priorización el cual será definido por el Ente Gestor, este también incluye mensajes del SIRCI. En atención a lo anterior, este sistema de priorización estará en la capacidad de interrumpir un mensaje que se encuentre en reproducción para así, difundir el audio priorizado.
REQ109	La amplificación de sonido debe realizarse en función de las necesidades de difusión de información al interior de cada una de las tipologías de buses
REQ110	la PDI ubicada en cada cuerpo del vehículo debe tener la capacidad de que esta sea dividida en segmentos para mostrar información de interés a los usuarios.
REQ111	El sonido del contenido audiovisual desplegado en las PDI debe estar articulado con el amplificador de sonido del vehículo.
REQ112	Las PDI deben articularse al OBC para permitir su control y generar los contenidos a lugar
REQ113	El Concesionario de Provisión debe considerar hardware adicional tipo splitter de video de 4K de una entrada y varias salidas donde se posibilite copiar la entrada de video al menos 4 puertos o varias salidas HDMI para que se difunda la señal de video con la información hacia los usuarios y sin retardo.
REQ114	La PDI debe soportar diferentes formatos analógicos de video tales como NTSC/PAL y formatos digitales de video tales como MPEG en sus diferentes versiones, MOV, AVI, etc.
REQ115	El HWC debe tener la capacidad de configuraciones de redundancia, incluyendo soporte para conmutación por error y balanceo de carga, asegurando la continuidad del servicio en caso de fallos de red.

REQUERIMIENTO	DESCRIPCIÓN
REQ116	Los puertos para conectividad LAN (Local Area Network) que debe ofrecer el dispositivo HWC, corresponden a interface GigaEthernet (1000BaseCX) en estándar IEEE802.3ab , con conectores físicos tipo M12 (tipo aviación) o similar. En consideración y dado el caso, se aceptará, bajo estudio previo del Ente Gestor, conversores de conectividad física RJ45 a M12. El dispositivo HWC debe ofrecer como mínimo tres (3) puertos LAN de las características previamente descritas.
REQ117	El HWC debe tener integrado un modem celular que permita la conectividad WAN, para poder acceder a internet de alta velocidad desde cualquier lugar con cobertura celular o en áreas con opciones limitadas. El módem celular debe soportar dual SIM en tecnología 5G, LTE, 4G o 3G para su conectividad WAN. Adicionalmente el dispositivo debe permitir configurar una SIM preferente de acceso de comunicación WAN.
REQ118	El HWC debe tener soporte para múltiples SSID y segmentación de red para separar el tráfico de datos según el uso y las necesidades de seguridad. Adicionalmente, el HWC debe soportar protocolos de acceso inalámbrico WiFi correspondiente a WPPA2 o WPPA3 o 802.1X
REQ119	El HWC debe tener un sistema operativo basado en software libre tipo Linux que soporte un servidor Web para propósitos de generar el portal cautivo, orientado a ofrecer un servicio acceso de Internet a los pasajeros a bordo del vehículo. Adicionalmente debe tener herramientas software avanzado en conectividad Web definidas en WebAccess/DMP – Remote Device Provisioning, Monitoring & Management Platform y WebAccess/VPN – Advanced Secure Networking Platform
REQ120	El HWC debe contar con GNSS que soporte como mínimo los sistemas satelitales asociados GPS, GLONASS, BeiDou, Galileo y QZSS.
REQ121	El HWC debe cumplir con la normatividad EN50155 y la EN6100-6-2 para inmunidad EMC, adicionalmente debe cumplir la normatividad MIL STD-810G, E-Mark, EN45545-2, CE, RoHS3.GCF, NCC, RCM. EN301511, IP30 mínimo como protección física.
REQ122	El HWC debe soportar protocolos Networking como mínimo DHCP, NAT/PAT, SSH, VRRP, PPPoE, SNMP, SMTP, Dynamic DNS client, DNS proxy, VLAN, QoS, *DMVPN, NTP Client/Server, Routing Protocols RIP, BGP, OSPF, IS-IS, NHRP, Backup Routes, Port Forwarding, Host Port Routing, Ethernet Bridging, Load Balancing, IPv6 Dual Stack e IPv4

REQUERIMIENTO	DESCRIPCIÓN
REQ123	El HWC debe soportar como mínimo los siguientes protocolos Seguridad de conectividad: HTTPS, SSH, SFTP, DMZ, Firewall (IP Filtering, MAC address filtering, Inbound and outbound Port filtering) VPN Tunneling – WireGuard, OpenVPN, *EasyVPN, IPsec with IKEv1 and IKEv2, GRE, L2TP y PPTP
REQ124	El HWC debe soportar protocolos de acceso inalámbrico WIFI correspondientes a WPPA2 o WPPA3 o 802.1X
REQ125	El Concesionario de Provisión debe tener previsto que El Ente Gestor desplegará el esquema de centro de emisión radial (vía Streaming a través de internet o como determine el Ente Gestor), con el objetivo de masificar la información a los usuarios, sobre novedades, noticias, emergencias o incluso esquemas publicitarios entre otros. Se resalta que al momento de desplegar este dispositivo se debe contar con un sistema selector de audio con esta entrada para que sea escuchada al interior del bus en su sistema de audio (Amplificación y Parlantes).
REQ126	El Concesionario de Provisión debe tener de base este requerimiento en aras de incorporar a posteriori un esquema de mini receptor que articule la señal que el Ente Gestor disponga para este fin.
REQ127	La solución ITS del SDL (Subsistema de Difusión Local) debe contar con un Hardware que permita la comunicación/despliegue de mensajes de voz hacia los pasajeros, por ejemplo, en situaciones de contingencia, en donde incluso los conductores puedan hablar por altavoz a los pasajeros para brindar información.
REQ128	El Sistema Bus-Estación (SBE) debe gestionar la información de las puertas del bus (estado abiertas o cerradas) mediante señales GPIO.
REQ129	El vehículo debe contar con un transponder, una interfaz de diagnóstico (indicadores visual) para el conductor y Tags RFID.
REQ130	El Sistema Bus-Estación (SBE) debe contar con salidas y entradas del tipo GPIO para integrar la señal de puerta abierta o puerta cerrada o del conjunto de puertas que existe en el vehículo, incluida la puerta de emergencia.
REQ131	El Sistema Bus-Estación (SBE) debe almacenar información sobre la tipología, placa e identificador (ID) del vehículo mediante un transponder.
REQ132	Cuando se obture el botón de abrir puertas en el vehículo, el transponder debe enviar una señal con el estado de las puertas.
REQ133	El protocolo de comunicaciones debe estar basado en el estándar IEEE 802.15.4 operando en las bandas de 2.4 GHz.

REQUERIMIENTO	DESCRIPCIÓN
REQ134	El vehículo debe disponer de las etiquetas Tags RFID en los lugares que el Ente Gestor disponga.
REQ135	Los Tags RFID deben permitir la identificación del vehículo y confirmar su posición en una de las paradas de la estación.
REQ136	El transponder debe detectar el estado de señal de puertas en el vehículo y enviar las solicitudes de forma inalámbrica de apertura y cierre de puertas de parada y así lograr la sincronización entre vehículo y Estación.
REQ137	La interfaz de diagnóstico (indicadores visual) debe tener 3 indicadores, rojo, verde y amarillo.
REQ138	El indicador rojo de la interfaz de diagnóstico debe indicar que el transponder esta encendido.
REQ139	El indicador verde de la interfaz de diagnóstico debe indicar que la puerta o puertas del vehículo están abiertas.
REQ140	El indicador amarillo de la interfaz de diagnóstico cuando este intermitente debe indicar que el transponder del vehículo está buscando conexión con el transponder de la estación.
REQ141	El indicador amarillo de la interfaz de diagnóstico cuando este fijo debe indicar que se ha establecido conexión entre los transponder.
REQ142	La Solución ITS debe contar con escenarios de comunicación LAN en su interior y para ello el número de equipos y cableado de la solución dependerá su escenario arquitectural al interior del vehículo
REQ143	El vehículo debe contar con un sistema de protección eléctrica independiente para este aditamento en aras de evitar algún posible corto para proteger toda la red de puertos USB.
REQ144	Los puertos USB de forma general deben poderse activar o desactivar desde un switch central ubicado en la cabina del vehículo, todo esto, en aras de ejecutar algunos procesos internos o para procesos de mantenimiento que requieran que estos puertos estén desactivados
REQ145	Se requiere que los puertos USB cuenten con un led piloto que verifique el estado de encendido y funcionamiento por sillas.
REQ146	Se requiere en el vehículo un visualizador electrónico para los usuarios donde se identifique siempre el estado ON/OFF de los puertos USB esto igualmente debe ser articulado hacia la pantalla del OBC.
REQ147	El interruptor que habilita el funcionamiento de los puertos USB (tipo A y C) debe ser monitorizable desde el dispositivo central a través del CANBUS, Esta monitorización es parametrizable por parte del Ente Gestor y la data a ser transmitida al Centro de Gestión será definida en el Diccionario de Datos,

REQUERIMIENTO	DESCRIPCIÓN
REQ148	Los puertos USB deben estar ubicados en una parte visible y fácilmente accesible para el usuario que se encuentre sentado en la respectiva silla.
REQ149	Los puertos USB deben estar dimensionados de acuerdo con número de sillas y deben ser tipo A y C, incluida la silla del conductor.
REQ150	La ubicación de los puertos USB depende de la tipología de los buses y esta será avalada por parte del Ente Gestor.
REQ151	Se requiere que los puertos USB cuenten con un led piloto que verifique el estado de encendido y funcionamiento.
REQ152	El cableado, propio de la red eléctrica que alimenta los puertos USB de recarga, debe estar protegido y no debe estar expuesto a la vista de los usuarios. En adición, este cableado debe cumplir con las exigencias normativas respecto al calibre y su transporte de cantidad de energía, garantizando siempre la seguridad eléctrica y física de los pasajeros y del vehículo.
REQ153	Se debe garantizar la seguridad de los puertos USB contra vandalismo, hurto y otras acciones que los puedan afectar.
REQ154	Se requiere que en hardware se maneje USB tipo A versión 2.0 y Tipo C
REQ155	Se requiere que la corriente mínima de 2000 mA para ambos tipo A y para Tipo C
REQ156	Se requiere que lo que sea utilizado para el escenario del conector USB este se articule a temperaturas de rango extendido entre -40°C to +60°C
REQ157	Mínimo 1 por cada silla existente con ambos conectores USB, uno tipo A y otro tipo C.
REQ158	Se requiere que el proponente tome los lineamientos establecidos SAE J2973 (USB tipo A) y SAE J3138 (USB tipo C) para este fin
REQ159	El Subsistema de Interoperabilidad (SI-ITS) debe implementar una unidad de reconocimiento biométrico, la cual permita la identificación del conductor. Esta identificación debe estar asociada con el inicio y fin de la operación/conducción del vehículo por parte del operador/conductor. Estos datos de identificación de conductor, e inicio y fin de operación, deben enviarse al CDEG en atención al Diccionario de Datos definido por el Ente Gestor.
REQ160	La Unidad de Reconocimiento Biométrico (UR-Bio) debe estar soportado con un procesador de velocidad mínima de 1GHZ tipo QuadCore o superior, Memoria Flash mínima 2GB, Memoria RAM mínima de 256B. El dispositivo debe tener un grado de protección mínima IP67 bajo la normativa IEC 60529, y mínima a prueba de vandalismo IK09 bajo la normativa IEC 62262.

REQUERIMIENTO	DESCRIPCIÓN
REQ161	La Unidad de Reconocimiento Biométrico (UR-Bio) debe soportar las siguientes interfaces de comunicación mínimas: RS232, RS485, Fast Ethernet IEEE802.3 en protocolo TCP/IP.
REQ162	La Unidad de Reconocimiento Biométrico (UR-Bio) debe estar conformada en forma integrada por un lector de reconocimiento de huella y un lector de tarjeta validadora, la cual esta última debe ser entregada por el concesionario de operación. La actividad registro de los usuarios conductores para el lector de reconocimiento de huella debe ser responsabilidad del concesionario de operación.
REQ163	La identificación del conductor debe ser de modalidad de doble autenticación tanto para lectura de huella como de la tarjeta de identificación.
REQ164	La Unidad de Reconocimiento Biométrico (UR-Bi) debe permitir el leer un dedo designado del conductor que inicia la operación del vehículo. En sus características debe aplicar: resolución mínima de 500dpi, plantillas formatos de reconocimiento bajo la normatividad ANSI 378, ANSI378 + patentado sea el caso; ISO 19794-2; número de usuarios mínimo 500000 (1:1) y 100000 (1:N); número de plantillas mínimo 1000000 (1:1) y 200,000 (1:N) para 2 plantillas por dedo; mínimo numero registros de 100000 en texto; certificado y compatible con MINEX NIST para Extractor y Buscador de coincidencias, sensor óptico OPS para detección de dedo vivo LFD (Live Finger Detection) multispectral bajo la normatividad NIST, emisor audible de multitono, tiempo de comparación máximo de 1:1 $\leq 1$ s; 1:3000 $\leq 1.5$ s; Nivel de seguridad mínimo Nivel 4 para FAR $\leq 0.001$ % y FRR $\leq 0.01$ % de acuerdo a ISO/IEC 19790; sensor óptico OPS con resistencia al agua y polvo, especializado para ambientes exteriores.
REQ165	La Unidad de Reconocimiento Biométrico (UR-Bi) debe ser compatible con las tecnologías de tarjetas lectoras: HID multiclass EM/HID Prox/MIFARE/iCLASS/DESFire/FeliCa/NFC para frecuencias de dos bandas LF (125 kHz), HF (13.56 MHz) de doble banda. El numero de usuarios mínimo debe ser 50000; cumplimiento de la normativa ISO 19794-2, distancia lectura en inducción entre 30 mm a 100mm.
REQ166	Se requiere que los elementos a utilizar en la solución ITS en su totalidad sean pesados en báscula certificada que cumpla con la norma 17025 en conjunto con su cableado para estimar el peso de los componentes ITS, esto con fines de articular lo referente a la solución con respecto a las normativas de peso de los vehículos eléctricos de gran tamaño

REQUERIMIENTO	DESCRIPCIÓN
REQ167	Todos los elementos de los dispositivos ITS deben estar muy bien organizados al interior del Bus y no deben estar al alcance de los usuarios para su manipulación.
REQ168	Para el mantenimiento de los equipos aquí descritos, el actor estratégico debe usar las áreas de instalación y las adecuaciones del Concesionario(s) del SIRCI .
REQ169	El vehículo debe incorporar un HW-RAD que esta enfocado en atender el escenario de Streaming de audio y debe estar articulado al amplificador de audio del vehículo. Este dispositivo debe ser un sistema embebido con sistema operativo que permita gestionar la señal de Streaming que envía el Ente Gestor para ser difundida en el vehículo a través de los parlantes del vehículo
REQ170	El escenario de sincronismo de la solución ITS debe estar articulado al RTC del OBC o en su defecto al del HWV

**Tabla 2. Requerimientos arquitectura de Hardware**

### 5.3 REQUERIMIENTOS DE ARQUITECTURA DE SOFTWARE

REQUERIMIENTO	DESCRIPCIÓN
REQ001	El OBC debe recibir automáticamente, del CDG de Transmilenio, un archivo JSON el cual contiene la información geo-referenciada de las troncales del sistema TransMilenio, agrupada por tramos. Este archivo de geo-referenciación podrá ser actualizado por Transmilenio en cualquier momento y a criterio este mismo. Este archivo debe persistir en el disco duro de estado sólido
REQ002	El OBC debe tomar este archivo JSON que contiene la información de geo-referenciación, de tal manera que sea usado como parte de la generación de estados hacia el CDEG, tales como velocidades que superen el umbral en un tramo identificado en el mencionado archivo.
REQ003	El OBC debe estar en la capacidad de adquirir datos en continuo, a través de la red CANBus dispuesta tanto por Chasis como por Carrocería. Estos datos deben estar disponibles para consulta en cualquier momento, sin restricción alguna por parte del fabricante del vehículo.
REQ004	El OBC debe adquirir los datos dispuestos en la red CANBus de Chasis y Carrocería de acuerdo a una frecuencia de muestreo de datos de al menos 1 dato adquirido por segundo, lo cual será definida por Transmilenio de manera automática. Esta frecuencia de muestreo será enviada al OBC dentro de la trama de parametrización de "Adquisición de Datos", entre otros atributos.
REQ005	La trama de parametrización de "Adquisición de Datos" será un archivo JSON enviado al vehículo, a través de protocolo MQTT asociado al Broker IoT definido por Transmilenio.
REQ006	Esta trama de parametrización de "Adquisición de Datos" contendrá la información necesaria de tal manera que el OBC tenga las instrucciones de frecuencia de muestreo asociada a la variables a ser adquiridas a través del CANBus de Chasis y/o Carrocería. Con el acta de inicio firmada, se dará entrega del Diccionario de Datos, el cual incluirá la definición de este archivo JSON de parametrización de "Adquisición de Datos"

REQUERIMIENTO	DESCRIPCIÓN
REQ007	El software que corre en el OBC, debe implementar un módulo de "Detección de Excesos de Velocidad", el cual debe estar en la capacidad de supervisar la variable de velocidad de desplazamiento del vehículo adquirida a través del CANBus, a una frecuencia definida en la trama de parametrización de "Adquisición de Datos". Una vez adquirido el dato del CANBus, este será comparado con la información Geo-espacial enviada desde el CDEG, la cual contiene los atributos de velocidad máxima por tramo. Una vez excedido el límite de velocidad por tramo, el OBC debe enviar al CDEG una trama indicando que el vehículo ha superado el límite de velocidad. Esta trama estará definida en su estructura en el Diccionario de Datos que se enviará una vez se cuente con la firma del acta de inicio del contrato
REQ008	El software que corre en el OBC, debe implementar un módulo de "Detección de Aceleración Longitudinal", el cual debe estar en la capacidad de supervisar la variable de aceleración longitudinal del vehículo, adquirida a través del CANBus, a una frecuencia definida en la trama de parametrización de "Adquisición de Datos". Una vez adquirido el dato del CANBus, este será comparado con la información Geo-espacial enviada desde el CDEG, la cual contiene los atributos de aceleración máxima positiva y negativa. Una vez excedido el límite de aceleración máxima positiva o negativa, el OBC debe enviar al CDEG una trama indicando que el vehículo ha superado el límite de aceleración, ya sea positiva o negativa. Esta trama estará definida en su estructura en el Diccionario de Datos que se enviará una vez se cuente con la firma del acta de inicio del contrato
REQ009	El software que corre en el OBC, debe implementar un módulo de "Detección de Apertura de Puertas", el cual debe estar en la capacidad de supervisar el estado de la señal de puertas, entregado a través de la red CANBus de carrocería. Este estado de señal de puertas debe contemplar una lógica mediante la cual el OBC identifique el estado de todas las puertas del vehículo, generando la trama de apertura de puertas con los atributos referentes al estado de cada una de las hojas de las puertas, que hagan parte de la carrocería del vehículo. Este módulo de "Detección de Apertura de Puertas", debe enviar al CDEG una trama, cada vez que se detecte la apertura de una puerta, ya sea que el vehículo se encuentre detenido o en movimiento a cualquier velocidad.

REQUERIMIENTO	DESCRIPCIÓN
REQ010	El software que corre en el OBC, debe implementar un módulo de "Estimación de Ocupación", el cual debe estar en la capacidad de supervisar la variable de peso por eje del vehículo, entregado a través de la red CANBus de chasis. De acuerdo a la frecuencia de muestreo definida en la trama de "Parametrización de Adquisición de Datos" este módulo debe comparar el dato adquirido con el polígono de la estación definido en el archivo de información Geo-espacial, a velocidad cero y con el estado de la última puerta/hoja cerrada, se debe enviar al CDEG la trama de parada en estación con los datos de la estimación de ocupación y de requerirse, se debe enviar otra trama a título de alarma, cuando exista un exceso de peso del vehículo. En la trama de Parada en Estación y en la trama de Alarma de Exceso de Peso, se debe incluir un atributo referente a la activación o no del Sistema Neumático.
REQ011	El software que corre en el OBC, debe implementar un módulo de "Detección del estado del Rutero", el cual debe estar en la capacidad de supervisar el estado del rutero el cual se define si está en modo de falla (definido por el fabricante), entregado a través de la red de conexión al controlador del rutero. De acuerdo a la frecuencia de muestreo definida en la trama de "Parametrización de Adquisición de Datos" este módulo debe comparar el dato adquirido con el polígono de la estación definido en el archivo de información Geo-espacial.
REQ012	<p>El software que corre en el OBC, debe implementar un módulo de "Detección de Detención Prolongada", el cual debe estar en la capacidad de supervisar las variables de velocidad de desplazamiento del vehículo adquirida a través del CANBus, a una frecuencia definida en la trama de parametrización de "Adquisición de Datos", geolocalización adquirida a través de las antenas del Sistema GNSS. Una vez adquirido el datos del CANBus y las antenas, estos será comparado con la información Geo-espacial enviada desde el CDEG, la cual contiene los atributos de velocidad máxima por tramo. Una vez excedido un tiempo X, el cual es parametrizable por el CDEG a través de la trama de "Parametrización General" en el cual el vehículo se mantiene en la misma geolocalización y con una velocidad igual a cero. El OBC debe enviar al CDEG una trama indicando que el vehículo se encuentra en estado de detención prolongada. Esta trama estará definida en su estructura en el Diccionario de Datos que se enviará una vez se cuente con la firma del acta de inicio del contrato.</p> <p>En el caso, en donde el vehículo de desplace en un tramo, con una velocidad de desplazamiento menor al rango de velocidad de operación definido para este tramo en particular, debe enviar una trama con el estado de "Detección Prolongada".</p>

REQUERIMIENTO	DESCRIPCIÓN
REQ013	El software que corre en el OBC, debe implementar un módulo de "Detección de activación de Door Brake", el cual debe estar en la capacidad de supervisar el estado de activación (on/off) del sistema de Door Brake adquirida a través del CANBus o CANcarroceria, a una frecuencia definida en la trama de parametrización de "Adquisición de Datos". El estado de activación del sistema Door Brake solo debe ser reportado cuando exista un cambio de On a Off o viceversa. Esta trama estará definida en su estructura en el Diccionario de Datos que se enviará una vez se cuente con la firma del acta de inicio del contrato.
REQ014	El software que corre en el OBC, debe identificar la señal de generación del Botón de Pánico cuando se produzca dentro de la geo-cerca del patio, en estos casos no debe enviar la información al CDEG ya que se presentará como un falso positivo.
REQ015	El software que corre en el OBC, debe recibir del sistema TPMS las condiciones de presión de cada una de las ruedas del vehículo y debe estar en capacidad de identificar cuando la presión se encuentre por debajo del parámetro establecido en la trama de definida. El OBC debe enviar al CDEG una trama indicando que alguna de las llantas del vehículo se encuentra por en el límite de presión o por debajo de este. Esta trama estará definida en su estructura en el Diccionario de Datos que se enviará una vez se cuente con la firma del acta de inicio del contrato
REQ016	El Software que corre en el OBC, debe estar en capacidad de tomar datos tanto del CANBus de chasis y/o carrocería y/o otros periféricos, de tal manera que se envíen tramas periódicas al CDEG de acuerdo con la frecuencia definida para cada una de la tramas que contengan esta naturaleza. Cada una de estas tramas debe contener información geo-referenciada provenientes del sistema GNSS, contendrá la identificación del vehículo, la identificación del conductor, la fecha hora de lectura del dato y la fecha hora del envío del datos al CDEG.
REQ017	El software que corre en el OBC, debe generar una trama definida previamente en el Diccionario de Datos que se enviará una vez se cuente con la firma del acta de inicio del contrato, en la cual se registrará las coordenadas GPS del vehículo con frecuencia de 20 segundos, en la cual debe enviar al CDEG el último dato capturado con la geo-referenciación del vehículo.
REQ018	El software que corre en el OBC, debe generar una trama definida previamente en el Diccionario de Datos que se enviará una vez se cuente con la firma del acta de inicio del contrato, en la cual se registrará la velocidad del vehículo con frecuencia de 20 segundos, en la cual debe enviar al CDEG el último dato de velocidad capturado del vehículo.

REQUERIMIENTO	DESCRIPCIÓN
REQ019	El software que corre en el OBC, debe implementar un módulo de "Adquisición de Variables en Tiempo Real en Alta Frecuencia", el cual debe contar con la capacidad de adquirir, recibir y almacenar de manera local, con una alta frecuencia de muestreo las n variables tomadas a través de la red CANBus de chasis y/o carrocería. La frecuencia a implementar estará definida en la trama de parametrización de "Adquisición de Datos". El tiempo mínimo de adquisición de datos sobre el CANBus será de 1 segundo, el cual podrá incrementarse de acuerdo a los parámetros definidos en la trama "Adquisición de Datos"
REQ020	El software que corre en el OBC, en el módulo de "Adquisición de Variables en Tiempo Real en Alta Frecuencia", debe guardar estos datos en el sistema de almacenamiento local del OBC.
REQ021	En el modulo "Adquisición de Variables en Tiempo Real en Alta Frecuencia", debe contar con la capacidad de enviar la información almacenada de forma local en cada vehículo a la infraestructura de almacenamiento en patio, una vez el vehículo llegue a este y se conecte a la red WiFi del patio.
REQ022	El Sistema Operativo que corre en el OBC, debe implementar una tecnología orientada a Contenedores ("Containers") de tal manera que este equipo de cómputo permita el despliegue de imágenes de software sobre estos contenedores, con el objetivo de aprovechar la infraestructura TI física que ofrece el mencionado computador. El OBC debe estar disponible para un despliegue remoto en patio, de estos contenedores por parte de Transmilenio o quien este disponga. Las aplicaciones que corran en estos contenedores, podrán ser propiedad de Transmilenio o en su defecto serán autorizadas por Transmilenio para su despliegue. Estos contenedores deben tener al menos acceso a la red CANBus de chasis y carrocería del vehículo, y también al Streaming de video y audio de todas las cámaras conectadas al HWV. El concesionario estará en libertad de implementar sus aplicaciones a través de contenedores o de otra tecnología según sus propios diseños y desarrollos.
REQ023	El OBC debe disponer de un Contenedor en el cual Transmilenio o a quién este delegue, despliegue una(s) aplicaciones(es) orientadas hacia la detección inteligente de eventos de seguridad (SIDEEST), para lo cual debe tener acceso al video-Streaming de la cámaras internas del vehículo a través del HWV.
REQ024	El OBC debe disponer de un Contenedor en el cual Transmilenio o a quién este delegue, despliegue una(s) aplicaciones(es) orientadas hacia la detección del nivel de confort de los pasajeros, para lo cual debe tener acceso a las variables de CANBus de aceleración longitudinal, axial y sensores de peso por medio de los cuales se pueda estimar la ocupación del vehículo.

REQUERIMIENTO	DESCRIPCIÓN
REQ025	El OBC debe disponer de un Contenedor en el cual Transmilenio o a quién este delegue, despliegue una(s) aplicaciones(es) orientadas hacia la detección de aglomeraciones de personas en el exterior del vehículo, para lo cual debe tener acceso al viedo-streaming de las cámaras exteriores del vehículo (frontal, trasera u otra que Transmilenio defina)
REQ026	El OBC debe disponer de un Contenedor en el cual Transmilenio o a quién este delegue, despliegue una(s) aplicaciones(es) orientadas hacia la detección de infracciones de tránsito identificadas en el exterior del vehículo y dirigidas hacia los vehículos particulares, para lo cual debe tener acceso al viedo-streaming de las cámaras exteriores del vehículo (frontal, trasera u otra que Transmilenio defina).
REQ027	El software que corre en el OBC, debe implementar un módulo de "Detección de ausencia de Video y/o Audio en las cámaras del CCTV", el cual debe estar en la capacidad de detectar ausencia en el stream de video y/o audio de las cámaras conectadas al HWV así como la detección de la ausencia de conexión con la mencionadas cámaras. Estos estados deben ser enviados al CDEG, de acuerdo al Diccionario de Datos entregados por Transmilenio al momento de la firma del acta de inicio.
REQ028	El HMI (pantalla de información del ITS No SIRCI al conductor), debe servir como interfaz para el despliegue del texto de ruta sobre los denominados ruterios por parte del conductor. El conductor estará en la capacidad de listar la rutas disponibles y seleccionar la ruta adecuada a su plan de viaje. Esta selección de ruta, será enviada como ID de Ruta hacia el OBC, de tal manera que todas las tramas en su encabezado "header", contengan esta identificación. Cuando no exista ruta seleccionada, se debe enviar al OBC un dato "No Disponible".
REQ029	El HMI (pantalla de información del ITS No SIRCI al conductor), debe servir como interfaz para visualizar hacia el conductor, la confirmación del proceso de identificación por huella dactilar y/o tarjeta inteligente, presentando el correspondiente ID de conductor y de esta manera tener la opción de aceptación o rechazo. Esta selección de aceptación o rechazo de la identificación presentada al conductor, será enviada como ID de Conductor, así como el estado de aceptación/rechazo ejecutado por el mismo. Es necesario que estos dos datos (ID y aceptación/rechazo) sea enviados hacia el OBC, de tal manera que todas las tramas en su encabezado "header", contengan esta identificación y su aceptación/rechazo. Cuando no exista ID de conductor, se debe enviar al OBC un dato definido como "No Disponible". Como elemento de apoyo a la identificación, el OBC debe solicitar al HWV la foto de la cámara del conductor, una vez este de aceptación o rechazo a la identificación presenta al conductor en el HMI.
REQ030	El HMI (pantalla de información del ITS No SIRCI al conductor), debe tener la capacidad de recibir y desplegar mensajes de texto y/o auditivos originados desde el CDEG.

REQUERIMIENTO	DESCRIPCIÓN
REQ031	La Unidad de Reconocimiento Biométrico (UR-Bio) debe enviar al HMI el ID de conductor, una vez éste presente su huella. Esta huella será detectada y cotejada con la base de datos de huellas que deben estar almacenadas en este sistema.
REQ032	El HWV debe estar en la capacidad de responder a través de protocolo RTSP, en esquemas seguros, a las peticiones de stream de video desde el CDEG. Estas peticiones pueden ser de acceso simultáneo hasta un máximo de 3 cámaras al tiempo.
REQ033	El HWV debe estar en la capacidad de responder a comandos de visualización de video almacenado hasta mínimo 5 minutos anteriores al momento del acceso a las diferentes cámaras a las cuales se realice la petición, en selección de una a una, de ser necesario, con el objetivo de visualizar remotamente, a una resolución mínima de 8 FPS, situaciones acontecidas en el pasado. Este acceso es remoto y podrá realizarse a través del cliente web que dispongan los fabricantes del HWV o en su defecto haciendo uso de un protocolo del tipo RTSP. Este acceso podrá realizarse estando el vehículo en movimiento sobre las troncales y/o en reposo cuando este se encuentre en el Patio asignado a su concesión de operación.
REQ034	El canal de comunicaciones debe aportar los datos necesarios para presentar en la interfaz de usuario del CDEG, datos asociados a la transmisión del video por demanda. Estos datos son la velocidad del canal en bps (bits-per-second) y la cantidad de FPS transmitidos.
REQ035	El equipo de Hardware de Supervisión (HWS) debe tener una interfaz de comunicación con el OBC y con el HWV, del tal manera que constantemente esté interrogando sobre el estado de salud de estos equipos de HW. Una vez identifique un estado anómalo de desempeño, éste debe ser enviado al CDEG a través de la interfaz de comunicaciones establecida entre este HWS, el Router de comunicaciones y el Broker IoT del CDEG. Estos comportamientos anómalos de desempeño, estarán definidos en el Diccionario de Datos, el cual será entregado al concesionario una vez se firme el acta de inicio.
REQ036	El software que corre en el HWS (Hardware de Supervisión), debe implementar un módulo de almacenamiento en disco de las tramas relacionadas con la supervisión de los sistemas de infraestructura física tanto del HWV como del OBC, con el objetivo de monitorear el "performance" de los dispositivos mencionados con anterioridad.
REQ037	El OBC debe contar con la capacidad de generar y enviar al CDEG de Transmilenio el EV1. Parada en estación/paradero, una vez se cumplan las condiciones definidas por Transmilenio para su generación. Esta trama estará definida en su estructura en el Diccionario de Datos que se enviará una vez se cuente con la firma del acta de inicio del contrato.

REQUERIMIENTO	DESCRIPCIÓN
REQ038	El OBC debe contar con la capacidad de generar y enviar al CDEG de Transmilenio el EV2. Cambio de apertura o cierre de puertas, una vez se cumplan las condiciones definidas por Transmilenio para su generación. Esta trama estará definida en su estructura en el Diccionario de Datos que se enviará una vez se cuente con la firma del acta de inicio del contrato.
REQ039	El OBC debe contar con la capacidad de generar y enviar al CDEG de Transmilenio el EV6. Encendido de vehículo, una vez se cumplan las condiciones definidas por Transmilenio para su generación. Esta trama estará definida en su estructura en el Diccionario de Datos que se enviará una vez se cuente con la firma del acta de inicio del contrato.
REQ040	El OBC debe contar con la capacidad de generar y enviar al CDEG de Transmilenio el EV7. Apagado de vehículo, una vez se cumplan las condiciones definidas por Transmilenio para su generación. Esta trama estará definida en su estructura en el Diccionario de Datos que se enviará una vez se cuente con la firma del acta de inicio del contrato.
REQ041	El OBC debe contar con la capacidad de generar y enviar al CDEG de Transmilenio el EV8. Cambio de conductor, una vez se cumplan las condiciones definidas por Transmilenio para su generación. Esta trama estará definida en su estructura en el Diccionario de Datos que se enviará una vez se cuente con la firma del acta de inicio del contrato.
REQ042	El OBC debe contar con la capacidad de generar y enviar al CDEG de Transmilenio el EV9. Activación de Botón de Pánico, una vez se cumplan las condiciones definidas por Transmilenio para su generación. Esta trama estará definida en su estructura en el Diccionario de Datos que se enviará una vez se cuente con la firma del acta de inicio del contrato.
REQ043	El OBC debe contar con la capacidad de generar y enviar al CDEG de Transmilenio el EV10. Accidente o colisión, una vez se cumplan las condiciones definidas por Transmilenio para su generación. Esta trama estará definida en su estructura en el Diccionario de Datos que se enviará una vez se cuente con la firma del acta de inicio del contrato.
REQ044	El OBC debe contar con la capacidad de generar y enviar al CDEG de Transmilenio el EV11. Por demanda, una vez se cumplan las condiciones definidas por Transmilenio para su generación. Esta trama estará definida en su estructura en el Diccionario de Datos que se enviará una vez se cuente con la firma del acta de inicio del contrato.
REQ045	El OBC debe contar con la capacidad de generar y enviar al CDEG de Transmilenio el EV12. Desconexión de energía principal del STS, una vez se cumplan las condiciones definidas por Transmilenio para su generación. Esta trama estará definida en su estructura en el Diccionario de Datos que se enviará una vez se cuente con la firma del acta de inicio del contrato.

REQUERIMIENTO	DESCRIPCIÓN
REQ046	El OBC debe contar con la capacidad de generar y enviar al CDEG de Transmilenio el EV13. Evento de encendido del STS, una vez se cumplan las condiciones definidas por Transmilenio para su generación. Esta trama estará definida en su estructura en el Diccionario de Datos que se enviará una vez se cuente con la firma del acta de inicio del contrato.
REQ047	El OBC debe contar con la capacidad de generar y enviar al CDEG de Transmilenio el EV14. Evento de apagado del STS, una vez se cumplan las condiciones definidas por Transmilenio para su generación. Esta trama estará definida en su estructura en el Diccionario de Datos que se enviará una vez se cuente con la firma del acta de inicio del contrato.
REQ048	El OBC debe contar con la capacidad de generar y enviar al CDEG de Transmilenio el EV15. Inicio de operación, una vez se cumplan las condiciones definidas por Transmilenio para su generación. Esta trama estará definida en su estructura en el Diccionario de Datos que se enviará una vez se cuente con la firma del acta de inicio del contrato.
REQ049	El OBC debe contar con la capacidad de generar y enviar al CDEG de Transmilenio el EV16. Fin de operación, una vez se cumplan las condiciones definidas por Transmilenio para su generación. Esta trama estará definida en su estructura en el Diccionario de Datos que se enviará una vez se cuente con la firma del acta de inicio del contrato.
REQ050	El OBC debe contar con la capacidad de generar y enviar al CDEG de Transmilenio el EV17. Reconexión de energía principal del STS, una vez se cumplan las condiciones definidas por Transmilenio para su generación. Esta trama estará definida en su estructura en el Diccionario de Datos que se enviará una vez se cuente con la firma del acta de inicio del contrato.
REQ051	El OBC debe contar con la capacidad de generar y enviar al CDEG de Transmilenio el EV18. Silla vacía del conductor, una vez se cumplan las condiciones definidas por Transmilenio para su generación. Esta trama estará definida en su estructura en el Diccionario de Datos que se enviará una vez se cuente con la firma del acta de inicio del contrato.
REQ052	El OBC debe contar con la capacidad de generar y enviar al CDEG de Transmilenio el EV19. Detección comportamiento anómalo conductor, una vez se cumplan las condiciones definidas por Transmilenio para su generación. Esta trama estará definida en su estructura en el Diccionario de Datos que se enviará una vez se cuente con la firma del acta de inicio del contrato.
REQ053	El OBC debe contar con la capacidad de generar y enviar al CDEG de Transmilenio el EV20. Inicio de Proceso de Carga, una vez se cumplan las condiciones definidas por Transmilenio para su generación. Esta trama estará definida en su estructura en el Diccionario de Datos que se enviará una vez se cuente con la firma del acta de inicio del contrato.

REQUERIMIENTO	DESCRIPCIÓN
REQ054	El OBC debe contar con la capacidad de generar y enviar al CDEG de Transmilenio el EV21. Finalización de Proceso de Carga, una vez se cumplan las condiciones definidas por Transmilenio para su generación. Esta trama estará definida en su estructura en el Diccionario de Datos que se enviará una vez se cuente con la firma del acta de inicio del contrato.
REQ055	El OBC debe contar con la capacidad de generar y enviar al CDEG de Transmilenio la ALA 1. Aceleración brusca, una vez se cumplan las condiciones definidas por Transmilenio para su generación. Esta trama estará definida en su estructura en el Diccionario de Datos que se enviará una vez se cuente con la firma del acta de inicio del contrato.
REQ056	El OBC debe contar con la capacidad de generar y enviar al CDEG de Transmilenio la ALA 2. Frenada brusca, una vez se cumplan las condiciones definidas por Transmilenio para su generación. Esta trama estará definida en su estructura en el Diccionario de Datos que se enviará una vez se cuente con la firma del acta de inicio del contrato.
REQ057	El OBC debe contar con la capacidad de generar y enviar al CDEG de Transmilenio la ALA 3. Exceso de velocidad, una vez se cumplan las condiciones definidas por Transmilenio para su generación. Esta trama estará definida en su estructura en el Diccionario de Datos que se enviará una vez se cuente con la firma del acta de inicio del contrato.
REQ058	El OBC debe contar con la capacidad de generar y enviar al CDEG de Transmilenio la ALA 4. Exceso de peso, una vez se cumplan las condiciones definidas por Transmilenio para su generación. Esta trama estará definida en su estructura en el Diccionario de Datos que se enviará una vez se cuente con la firma del acta de inicio del contrato.
REQ059	El OBC debe contar con la capacidad de generar y enviar al CDEG de Transmilenio la ALA 5. Ausencia de imagen cámara de conductor, una vez se cumplan las condiciones definidas por Transmilenio para su generación. Esta trama estará definida en su estructura en el Diccionario de Datos que se enviará una vez se cuente con la firma del acta de inicio del contrato.
REQ060	El OBC debe contar con la capacidad de generar y enviar al CDEG de Transmilenio la ALA 6. Ausencia de imagen de alguna cámara del CCTV distinta a la del conductor, una vez se cumplan las condiciones definidas por Transmilenio para su generación. Esta trama estará definida en su estructura en el Diccionario de Datos que se enviará una vez se cuente con la firma del acta de inicio del contrato.
REQ061	El OBC debe contar con la capacidad de generar y enviar al CDEG de Transmilenio la ALA 7. Giro brusco, una vez se cumplan las condiciones definidas por Transmilenio para su generación. Esta trama estará definida en su estructura en el Diccionario de Datos que se enviará una vez se cuente con la firma del acta de inicio del contrato.

REQUERIMIENTO	DESCRIPCIÓN
REQ062	El OBC debe contar con la capacidad de generar y enviar al CDEG de Transmilenio la ALA 8. Estado cinturón seguridad, una vez se cumplan las condiciones definidas por Transmilenio para su generación. Esta trama estará definida en su estructura en el Diccionario de Datos que se enviará una vez se cuente con la firma del acta de inicio del contrato.
REQ063	El OBC debe contar con la capacidad de generar y enviar al CDEG de Transmilenio la ALA 9. Ausencia de respuesta del sistema de divulgación de Infoentrenimiento, una vez se cumplan las condiciones definidas por Transmilenio para su generación. Esta trama estará definida en su estructura en el Diccionario de Datos que se enviará una vez se cuente con la firma del acta de inicio del contrato.
REQ064	El OBC debe contar con la capacidad de generar y enviar al CDEG de Transmilenio la ALA 10. Desgaste de las pastillas de freno, una vez se cumplan las condiciones definidas por Transmilenio para su generación. Esta trama estará definida en su estructura en el Diccionario de Datos que se enviará una vez se cuente con la firma del acta de inicio del contrato.
REQ065	El OBC debe contar con la capacidad de generar y enviar al CDEG de Transmilenio tramas periódicas cada 20s y 60s, con las variables de telemetría de Canbus que defina Transmilenio. Estas tramas estarán definidas en su estructura en el Diccionario de Datos que se enviará una vez se cuente con la firma del acta de inicio del contrato.
REQ066	El OBC debe disponer de un Contenedor en el cual Transmilenio o a quién este delegue, despliegue una(s) aplicaciones(es) orientadas hacia la detección de omisiones de parada identificadas en el exterior del vehículo, para lo cual debe tener acceso al video-streaming de las cámaras exteriores del vehículo (frontal u otra que Transmilenio defina)
REQ067	El OBC debe implementar la visualización de la velocidad actual del vehículo, a través de la pantalla de visualización. La visualización de la velocidad debe tener un tiempo de refresco de esta velocidad de tal manera que sea legible para el pasajero a bordo del vehículo.
REQ069	El HWV debe estar en la capacidad de adquirir o enviar datos, así como gestionar sus estados (I/O) a través del puerto de propósito general GPIO, de tal manera que se puedan integrar con diferentes funcionalidades de SW al interior de este dispositivo.
REQ070	El HWV debe estar en la capacidad de correr SW sobre el Sistema Operativo, el cual debe ser código libre (Open Source). Este SW debe estar diseñado, desarrollado e implementado por el concesionario y/o a quién este delegue, bajo prácticas de seguridad pertinentes. Este SW debe ser verificado y validado en su funcionalidad por el Ente Gestor o a quién este delegue, previo a su despliegue.

REQUERIMIENTO	DESCRIPCIÓN
REQ071	El HWV debe implementar un proceso automático que identifique la inserción de una memoria del tipo USB, con un sistema de protección del tipo "Hardware Key" el cual deberá descargar los videos de todas las cámaras, de acuerdo a la ventana de tiempo definida por Transmilenio, la cual debe ser parametrizable, a través de la tramas de parametrización/configuración.
REQ72	El HWS debe implementar un proceso automático que esté monitorizando continuamente el desempeño del Sistema Operativo, tanto del HWV como del OBC. Una vez se identifiquen unos estados no deseados, estos deben ser reportados al CDEG a través del Diccionario de Datos definido para tal fin.
REQ73	El OBC debe implementar un proceso automático de recepción de comandos enviados por el CDEG y, en este entendido, hacer una consulta al HWV o en su defecto a la cámara IP, de tal manera que su respuesta sea la configuración de esta, en el momento justo de la petición. La estructura del comando, estará definida en el Diccionario de Datos, el cual será entregado al concesionario una vez se firme el acta de inicio.
REQ74	El HWV debe implementar un proceso automático que identifique la obturación del botón de pánico, a través de la señal eléctrica de entrada dispuesta sobre los puertos GPIO. Esta señal de obturación deberá activar las acciones pertinentes para el alistamiento y posterior envío de los videos al CDEG, según lo indique el Diccionario de Datos.
REQ75	El HWV debe implementar un proceso automático que tome el video con audio, de cada una de la cámaras instaladas en el vehículo, de los 5 minutos antes y los 5 minutos después de identificar la señal eléctrica de obturación del botón de pánico.
REQ76	El HWS debe implementar un proceso automático que identifique la obturación del botón de pánico, a través de la señal eléctrica de entrada dispuesta sobre los puertos GPIO. Esta señal de obturación debe activar las acciones pertinentes para el monitoreo de los procesos que corran en el HWV y el OBC, y que son parte del proceso de envío de mensajes y videos al CDEG, según lo indique el Diccionario de Datos.
REQ77	El OBC debe incluir la funcionalidad que permita el cargue del contenido audiovisual de forma automática con una conexión remota por medio de un acceso cliente otorgado al Ente Gestor o a quien este designe, o en los casos excepcionales de forma manual a través del descargue de datos mediante los diferentes puertos locales y gestionada por el administrador ITS, de tal manera que este contenido sea visualizado en las PDI según la frecuencia y programación definida por el Ente Gestor.

#### 5.4 REQUERIMIENTOS DE COMUNICACIONES Y SEGURIDAD

REQUERIMIENTO	DESCRIPCIÓN
REQ001	EL hardware del OBC, el HWV (grabador de video), el HWS (equipo de supervisión) y el HWC debe contar con puertos de comunicación RJ45/M12 (Ethernet) para la integración de dispositivos de comunicaciones LAN para su intercomunicación manejando velocidades de 10/100/1000 Mbps.
REQ002	EL hardware del OBC, el HWV y el HWS debe estar conectados a una red ethernet interna, a través de un Switch de comunicaciones con todos sus puertos 10/100/1000 Mbps, lo cual implementa una LAN local. Estos dispositivos estarán conectados a través de la mencionada LAN al Router del vehículo, el cual dará acceso a la red WAN, la cual estará integrada a la APN del proveedor de servicios de internet.
REQ003	Los dispositivos OBC, HWV, HWS, HWC debe tener puertos de comunicación por medio de los cuales se pueda acceder a través de SSH bajos esquemas seguros, de tal manera que se pueda acceder al sistema operativo y también realizar tareas de debug de ser necesario.
REQ004	El OBC debe tener puertos de comunicación por medio de los cuales se pueda acceder a través de SSH bajos esquemas seguros, de tal manera que se pueda acceder al sistema operativo y también realizar tareas de debug, de ser necesario.
REQ005	El Router del Vehículo (HWC) debe implementar canales de comunicación segura a través de túneles y/o el manejo de certificados que permitan realizar autenticación y cifrado hacia la interfaz de comunicaciones del CDEG, tales como MQTT, HTTPS, RTSP y demás definidos por el Ente Gestor.
REQ006	El Router del Vehículo (HWC) debe permitir la gestión de seguridad perimetral tipo Firewall, que tenga control de la información que ingresa y sale de la red LAN del vehículo y su interfaz con el ISP (Prestador de Servicios de Internet) y por supuesto su acceso a Internet.
REQ007	El Router del Vehículo (HWC) debe implementar reglas orientadas al control de acceso a páginas y sitios web no deseados o reconocidos como inseguros. Esto debe implementarse a través de
REQ008	El Router del Vehículo (HWC) debe tener la capacidad de implementar la funcionalidad de Access Point (AP) para habilitar la conexión de usuarios a internet a través de Wifi (802.11 ac), haciendo uso tanto de las bandas de 5GHz como de 2.4GHz en simultáneo.
REQ009	El Vehículo debe estar dotado de una red WiFi que tenga cobertura en todos los cuerpos del mismo. Esto podrá realizarse a través de repetidores WiFi, los cuales permitan la conexión con un mismo SSID para cualquier pasajero que se encuentre dentro del vehículo.

REQUERIMIENTO	DESCRIPCIÓN
REQ010	El pasajero al interior del vehículo, debe conectarse a través de un esquema tipo portal cautivo o hotspot, el cual le permita tomar datos básicos del pasajero y habilitar la conexión a internet por WiFi durante un tiempo limitado.
REQ011	Los sistemas de seguridad y comunicaciones a bordo del vehículo debe contar con un perfil de Administrador, con roles y credenciales suficientes para tener control y gestión de la información que se genera e intercambia con las diferentes interfaces LAN y WAN. Transmilenio podrá consultar todos los niveles de seguridad de acceso a través de éste Administrador.
REQ012	EL patio asignado al concesionario de operación debe implementar una red Wifi de gran alcance, de tal manera que todos los vehículo de la concesión tengan cobertura y puedan acceder a los servicios dispuestos en esta red para intercambio de datos/información. Esta red debe contar con la posibilidad de habilitar niveles de autenticación y cifrado WPA2 ó WPA3 para la intercomunicación de vehículos.
REQ013	Cada vehículo de la concesión, a través del Router, debe detectar automáticamente la red wifi de Patio y de esta manera hacer una conmutación automática entre el modo AP (Access Point) y el modo Cliente WiFi, de tal manera que se configure como un dispositivo incluido dentro de la red LAN Wifi de patio.
REQ014	Una vez el vehículo se conecta a la red Wifi LAN del patio, la cual debe ser de alta disponibilidad, quedando habilitado para la descarga automática y segura de videos y datos de telemetría en atención a las exigencias de este documento en referencia a Telemetría Local y Videos marcados.
REQ015	El Vehículo que se encuentre en patio, debe permitir el acceso remoto desde el Centro de Datos de patio, así como desde el CDEG, hacia el sistema de gestión de video, con el objetivo de buscar, extraer y descargar material audio visual, que se requiera.
REQ016	El concesionario debe implementar en el patio asignado un sistema de cómputo con capacidad de comunicaciones hacia el ISP (Proveedor de servicios de Internet) de tal manera que pueda acceder a una red de alta velocidad que permita conexión al CDEG, de manera segura y en tiempo real
REQ017	El concesionario debe implementar un esquema de seguridad perimetral con sus respectivas políticas de seguridad, el cual esté en capacidad de gestionar reglas que permitan control sobre la data/información que ingrese y salga del sistema de cómputo en patio
REQ018	El concesionario debe implementar un esquema de gestión LAN en donde se implementen políticas de de comunicación entre los diferentes segmentos internos de red y sus diferentes dispositivos internos interconectados. Adicionalmente el concesionario debe implementar políticas de gestión de enrutamiento en el ámbito de conectividad WAN
REQ019	El concesionario debe implementar canales de comunicación a través de túneles seguros entre el sistema de computo en patio y el CDEG de Transmilenio.

REQUERIMIENTO	DESCRIPCIÓN
REQ020	El sistema de cómputo en patio debe tener la capacidad de instalar un sistema de gestión de video, de tal manera que se puedan acceder a cada uno de los HWV y realizar acciones de consulta, extracción y descarga de datos audiovisuales y dejar estas descargas a disposición de Transmilenio en los repositorios que éste defina. En adición este sistema de gestión de video, debe permitir conexión remota segura a través de clientes habilitados para este propósito. Estos accesos se deben realizar a través de la red LAN de patio (cableada e inalámbrica Wifi) de alta disponibilidad (HA).
REQ021	El sistema de seguridad y comunicaciones a de la infraestructura IT en patio, debe tener un Administrador, con roles y credenciales suficientes para tener control y gestión de la información que se genera e intercambia con las diferentes interfaces LAN y WAN. Transmilenio podrá consultar todos los niveles de seguridad de acceso a través de éste Administrador.
REQ022	Asegurar que todas las conexiones internas y externas (para usuarios y Centro de Gestión) se realicen a través de una forma adecuada de autenticación y asegurar que este control no se pueda evadir
REQ023	Validar la identidad de los usuarios a través de los mecanismos de autenticación de identidad provistos por el sistema.
REQ024	Establecer el túnel cifrado en dos vías entre el Centro de Gestión y El STS utilizando certificados digitales de una entidad certificadora (CA) cerrada administrada por el Centro de Gestión.
REQ025	Establecer el túnel cifrado en dos vías entre el STDI y el Centro de Gestión o el sistema a que haya lugar que controle este dispositivo. Así mismo debe ser posible que este sistema pueda utilizar certificados digitales de una entidad certificadora (CA) para el despliegue de información.
REQ026	Autorización limitada a los roles y configuración en el sistema.
REQ027	Asegurar que en el sistema se hayan definido claramente los tipos de usuarios (roles) y los privilegios (políticas de acceso).
REQ028	Asegurar que se apliquen los principios de diseño del mínimo privilegio en la operación del sistema.
REQ029	Asegurar que los mecanismos de autorización trabajen correctamente fallan de forma segura y no puedan ser evadidos.
REQ030	Asegurar que la autorización sea validada en cada petición y/o transacción.
REQ031	Asegurar que exista un mecanismo de validación de datos que inicialmente valide la forma o sintaxis de los datos y que luego realice verificaciones sintácticas de acuerdo con dominio del dato correlaciones o similares a las que haya lugar.
REQ032	Asegurar que todos los datos estén bien formados y contengan sólo los caracteres permitidos (mientras sea posible) y exigidos por El Ente Gestor.
REQ033	Asegurar que haya consistencia en las validaciones realizadas.
REQ034	Todos los datos enviados sin importar qué tipos de datos sean o a qué correspondan siempre deben ser examinados y validados.

REQUERIMIENTO	DESCRIPCIÓN
REQ035	Asegurar que todas las excepciones y las condiciones de error sean manejadas apropiadamente.
REQ036	Asegurar que los recursos sean liberados si ocurre algún error y el sistema regrese a un estado seguro.
REQ037	Asegurar que no se registre información crítica o protegida en los logs en el evento de algún error.
REQ038	Asegurar que no se registre información crítica o protegida en los logs como las cookies un método GET de HTTP entre otros.
REQ039	Asegurar que los errores del sistema y accesos fallidos sean registrados.
REQ040	Asegurar que el sistema no tenga habilitada la opción de debug la cual no sólo registra los logs de debug
REQ041	Asegurar que el sistema implemente el principio de separación de funciones para que permita hacer seguimiento a los accesos no autorizados a la información o al abuso de los privilegios administrativos en el sistema.
REQ042	Asegurar que no se transmita información crítica o que deba ser protegida de forma clara o en texto plano
REQ043	Asegurar que el sistema implemente algoritmos o métodos criptográficamente seguros de fuente abierta y ampliamente aceptados no algoritmos criptográficos propios.
REQ044	Se deben tener varias llaves criptográficas separando la función o uso de cada una de ellas.
REQ045	Verificar la estructura de los archivos de código y asegurar que no haya componentes que puedan ser directamente accedidos que estén disponibles allí para el usuario.
REQ046	Verificar los mecanismos para las asignaciones de memoria y asegurar que se realice la liberación de esta.
REQ047	Asegurar que todas las decisiones lógicas tengan una cláusula o caso por defecto.
REQ048	Asegurar que no haya ningún kit de ambiente de desarrollo en los directorios ya desplegados para producción.
REQ049	Asegurar que las llamadas al sistema operativo o llamadas a archivos tengan contemplado el manejo de los posibles errores que puedan presentarse.
REQ050	Asegurar que el sistema implemente el principio de separación de funciones con controles de auditoría que permitan hacer seguimiento a los accesos no autorizados a la información o al abuso de los privilegios administrativos en el sistema.
REQ051	Asegurar que El STS no tenga habilitados más puertos físicos ni dispositivos o protocolos de comunicaciones que aquellos que han sido identificados y dispuestos para conectarse al Centro de Gestión y a la red del lugar de estacionamiento (con o sin redundancia en conexión) y para conectar los sensores y CANBUS del vehículo.

REQUERIMIENTO	DESCRIPCIÓN
REQ052	Asegurar que El STS pueda conectarse únicamente a redes WiFi preestablecidas y que hayan sido agregadas y autorizadas mediante usuarios con privilegios de administrador
REQ053	Asegurar que los vehículos cuenten con un canal de comunicaciones con la capacidad suficiente (de ancho de banda y de transferencia) para transmitir y recibir de manera permanente los datos requeridos.
REQ054	Asegurar que el identificador de sesión sea lo suficientemente complejo para cumplir con los requisitos sobre su solidez.
REQ055	Asegurar que el sistema haga seguimiento adecuado a las sesiones y que maneje su estado correctamente.
REQ056	Validar qué acciones toma la aplicación si se utiliza un identificador de sesión inválido y asegurar que en ninguna circunstancia se permita el acceso al sistema de esta forma no autorizada.
REQ057	Asegurar que se cumpla el procedimiento para invalidar y/o terminar una sesión de forma adecuada.
REQ058	Asegurar que no se puedan tener múltiples sesiones abiertas para el mismo usuario simultáneamente y que la apertura de una nueva sesión genere el cierre de la anterior.
REQ059	Asegurar que si se cumple el tiempo de inactividad (timeout) se cierre la sesión.
REQ060	El HWV debe permitir el acceso a su Sistema Operativo, a través de usuarios otorgados al concesionario y/o a quien este delegue, con permisos suficientes para edición, supervisión y debug, que le permitan, tanto al desarrollador del SW como al Administrador IT, tener acceso a funcionalidad de este dispositivo, a través de comandos del tipo CLI (Interfaz de Línea de Comandos)
REQ061	El OBC debe contar con un esquema de seguridad para la gestión de los puertos USB, en donde el Administrador del ITS estará en capacidad de habilitar o no la conexión de dispositivos USB a este equipo. No obstante debe permitir el acceso de una memoria USB para la extracción de videos a través de Hardware Key
REQ062	El HWC debe permitir su conectividad remota con sus interfaces LAN, WAN y WLAN para su configuración o conexión bajo esquemas de cifrado y seguridad pertinente.

## 5.5 REQUERIMIENTOS ARQUITECTURA DE ALMACENAMIENTO

REQUERIMIENTO	DESCRIPCIÓN
REQ001	El HWV debe contar como mínimo con un almacenamiento en disco duro de estado sólido (SSD, por sus siglas en inglés) de al menos 3 TeraBytes de capacidad instalado en el vehículo.
REQ002	El HWV debe tener la capacidad de almacenar la información de video usando codec de compresión de video asociados a H.264, H.265 o H.265+, VP9, MPEG-2. La selección del codec de compresión, debe estar acorde a lo exigido en tamaño de almacenamiento del disco duro de estado sólido. Es necesario tener presente que para el envío de videos al CDEG, estos deben hacer uso de H.264, H.265 y H.625+.
REQ003	El HWV del vehículo debe almacenar los videos de todas las cámaras de forma continua por 45 días calendario
REQ004	El HWV del vehículo debe almacenar los videos haciendo uso de un mecanismo de buffer con ventana deslizante equivalente al tiempo de retención (45 días calendario).
REQ005	El HWV del vehículo debe contar como mínimo de un 10% de almacenamiento libre incluido en el almacenamiento total.
REQ006	El HWV debe administrar el almacenamiento de la información (videos y sus metadatos), en una estructura de árbol de carpetas organizadas cronológicamente por fecha (YYYYMMDD), a partir de la raíz que evite su perdida, corrupción o desbordamiento por límite de indexación.
REQ007	El HWV debe contar como mínimo con una interfaz de comunicación que permita la extracción de información (videos y/o archivos) para los casos de contingencia por perdida de conectividad u otros eventos que conlleven a la extracción manual de la información allí contenida por medio de una conexión segura.
REQ008	El HWS debe contar con un almacenamiento suficiente de al menos 128GB de tipo SSD. Estas tecnologías de almacenamiento deben soportar un nivel industrial, teniendo en cuenta que estos equipos están embarcados en el vehículo y desplazándose por la ciudad de Bogotá y sus alrededores.
REQ009	El sistema de almacenamiento del HWS debe garantizar la velocidad de lectura y escritura que atienda las necesidades de adquisición de datos para la supervisión de los diferentes componentes a lugar.
REQ010	El sistema de almacenamiento del HWS debe estar en capacidad de soportar encriptación de datos como AES de 256 y esquemas de cifrado que garanticen la seguridad de la información.
REQ011	El sistema de almacenamiento del HWS debe contar con funciones de protección de datos ante perdida de energía.
REQ012	El sistema de almacenamiento del HWS debe garantizar la certificación de cumplimiento de estándares CE, FCC y RoHS.
REQ013	El sistema de almacenamiento del HWS debe garantizar su operación en rangos de temperatura de entre -20°C a 60°C.

REQUERIMIENTO	DESCRIPCIÓN
REQ014	El sistema de almacenamiento del HWS debe contar con un Tiempo Medio Entre Fallas (MTBF, por sus siglas en inglés), mínimo de 100000 horas.
REQ015	El sistema de almacenamiento del HWS debe soportar una resistencia a impactos y golpes de acuerdo a la normativa IEC 60068-2-27
REQ016	El sistema de almacenamiento del HWS debe soportar vibraciones de acuerdo a la normativa IEC 60068-2-64
REQ017	El sistema de almacenamiento del HWS en el vehículo debe contar como mínimo de un 10% de almacenamiento libre incluido en el almacenamiento total.
REQ018	El HWS del vehículo debe almacenar la información del monitoreo del performance de dispositivos IT de forma continua durante 45 días calendario.
REQ019	El HWS en el vehículo debe almacenar la información del monitoreo de performance de dispositivos IT haciendo uso de un mecanismo de buffer con ventana deslizante equivalente al tiempo de retención (45 días calendario).
REQ020	El OBC debe contar como mínimo con una capacidad de almacenamiento en disco duro de estado sólido (SSD, por sus siglas en inglés) de 1 TeraBytes de capacidad instalado en el vehículo.
REQ021	El sistema de almacenamiento de tipo SSD del OBC debe contar con una interfaz NVMe con formato M.2 y conector PCIe.
REQ022	El sistema de almacenamiento de tipo SSD del OBC debe contar con una velocidad de escritura secuencial mínima de 1500 MB/s (NVMe) y una velocidad de lectura secuencial mínima de 2000 MB/s (NVMe).
REQ023	El sistema de almacenamiento de tipo SSD del OBC debe contar con una velocidad de escritura aleatoria mínima de 60000 IOPS y una velocidad de lectura aleatoria mínima de 70000 IOPS.
REQ024	El sistema de almacenamiento tipo SSD del OBC debe soportar encriptación de datos como AES de 256 y esquemas de cifrado que garanticen la seguridad de la información.
REQ025	El sistema de almacenamiento tipo SSD del OBC debe contar con funciones de protección de datos ante pérdida de energía.
REQ026	El sistema de almacenamiento de tipo SSD del OBC debe garantizar la certificación de cumplimiento de estándares como CE, FCC y RoHS.
REQ027	El sistema de almacenamiento de tipo SSD del OBC debe garantizar su operación en rangos de temperatura de entre -20°C a 60°C.
REQ028	El sistema de almacenamiento de tipo SSD del OBC debe contar con un Tiempo Medio Entre Fallas (MTBF, por sus siglas en inglés), mínimo de 100000 horas.
REQ029	El sistema de almacenamiento de tipo SSD del OBC debe soportar una resistencia a impactos y soportar golpes de hasta 1500G/0.5 ms.
REQ030	El sistema de almacenamiento de tipo SSD del OBC debe soportar vibraciones de hasta 20G (10-2000 Hz).

REQUERIMIENTO	DESCRIPCIÓN
REQ031	El OBC debe contener/almacenar como mínimo los archivos correspondientes al Sistema Operativo (OS, por sus siglas en Inglés), aplicaciones requeridas para su funcionamiento, contenedores, archivos de telemetría tipo JSON, archivos con data Geoespacial, datos Biométricos de identificación del conductor, videos institucionales y de publicidad. Estos archivos deben ser almacenados de acuerdo al subsistema o contenedor que corresponda.
REQ032	El OBC debe administrar el almacenamiento de la información (datos y/o archivos) en una estructura de árbol de carpetas organizadas cronológicamente por fecha (YYYYMMDD) a partir de la raíz que evite su pérdida, corrupción o desbordamiento por limite de indexación, en función de lo que se determine por contenedor y subsistema.
REQ033	El OBC del vehículo debe almacenar de forma continua por 45 días calendario los datos y archivos enviados por todos los dispositivos, subsistemas y sensores interconectados a él .
REQ034	El OBC del vehículo debe almacenar los datos y archivos enviados por todos los dispositivos, subsistemas y sensores interconectados a él, haciendo uso de un mecanismo de buffer con ventana deslizante equivalente al tiempo de retención (45 días calendario).
REQ035	El OBC del vehículo debe contar como mínimo de un 10% de almacenamiento libre incluido en el almacenamiento total.
REQ036	El OBC debe contar con mínimo con una interfaz de comunicación que permita la extracción de información para los casos de contingencia por pérdida de conectividad u otros eventos que conlleven a la extracción manual de la información allí contenida. Dentro de un ambiente seguro de extracción de datos.
REQ037	La data de texto, videos o imágenes almacenados en los dispositivos HWV, HWS y OBC, de ser requerido por el Ente Gestor, deben ser almacenados haciendo uso de mecanismos de encriptación. En caso de ser almacenados con mecanismos de encriptación, el concesionario debe disponer de los recursos necesarios para la respectiva desencriptación.
REQ038	El Concesionario debe contar con un Centro de Datos ubicado en las instalaciones del patio que contenga soluciones de almacenamiento que garanticen el acopio de toda la data y videos proveniente de cada uno de los vehículos de la flota.
REQ039	El sistema de almacenamiento en patio debe administrar el almacenamiento de la información (datos, videos y/o archivos), en una estructura de catalogación por carpetas que evite la pérdida, corrupción o desbordamiento por limite de indexación.
REQ040	La flota de vehículos del Concesionario debe descargar/transmitir la data recopilada del día de operación a la infraestructura (Centro de Datos) ubicada en el patio, a través de la red wifi de alta velocidad desplegada en este sitio.

REQUERIMIENTO	DESCRIPCIÓN
REQ041	El sistema de almacenamiento del centro de datos del patio debe mantener la información (datos y videos), disponible para consulta por al menos 7 días calendario.
REQ042	El concesionario debe tomar las acciones respectivas en el sistema de almacenamiento del centro de datos ubicado en el patio que eviten o mitiguen el riesgo de perdidas de datos/información a través de tecnologías de redundancia, teniendo en cuenta parámetros como RPO y RTO asociados a Continuidad de Negocio.
REQ043	El Sistema de almacenamiento del centro de datos ubicado en el patio debe hacer uso de un mecanismo de buffer con ventana deslizante equivalente al tiempo de retención (7 días calendario).
REQ044	El Sistema de almacenamiento del centro de datos ubicado en el patio debe contar con tecnologías de almacenamiento en arreglos de discos duros de estado sólido (SSD, por sus siglas en inglés) con la capacidad necesaria para almacenar la información correspondiente a sistema operativo de la solución, aplicaciones base, información descargada automáticamente de videos marcados en operación (Evento 9 y Evento10, 5 min antes y 5 min después de cada evento), telemetría de alta frecuencia, solicitudes de video y demás que el Ente Gestor requiera.
REQ045	El sistema de almacenamiento de tipo SSD del centro de datos debe contar con una interfaz NVMe con formato M.2 y conector PCIe.
REQ046	El sistema de almacenamiento de tipo SSD del centro de datos debe contar con una velocidad de escritura secuencial mínima de 1500 MB/s (NVMe) y una velocidad de lectura secuencial mínima de 2000 MB/s (NVMe).
REQ047	El sistema de almacenamiento de tipo SSD del centro de datos debe contar con una velocidad de escritura aleatoria mínima de 60000 IOPS y una velocidad de lectura aleatoria mínima de 70000 IOPS.
REQ048	El sistema de almacenamiento tipo SSD del centro de datos debe soportar encriptación de datos como AES de 256 y esquemas de cifrado que garanticen la seguridad de la información.
REQ049	El sistema de almacenamiento tipo SSD del centro de datos debe contar con funciones de protección de datos ante pérdida de energía.
REQ050	El sistema de almacenamiento de tipo SSD del centro de datos debe garantizar la certificación de cumplimiento de standares industriales como CE, FCC, RoHS.
REQ051	El sistema de almacenamiento de tipo SSD del centro de datos debe garantizar su operación en rangos de temperatura de entre -20°C a 60°C.
REQ052	El sistema de almacenamiento de tipo SSD del centro de datos debe contar con un Tiempo Medio Entre Fallas (MTBF, por sus siglas en inglés), mínimo de 100000 horas.
REQ053	El sistema de almacenamiento de tipo SSD del centro de datos debe soportar una resistencia a impactos y soportar golpes de hasta 1500G/0.5 ms.

REQUERIMIENTO	DESCRIPCIÓN
REQ054	El sistema de almacenamiento de tipo SSD del centro de datos debe soportar vibraciones de hasta 20G (10-2000 Hz).
REQ055	El sistema de almacenamiento de tipo SSD del centro de datos ubicado en el patio debe contar como mínimo de un 10% de almacenamiento libre incluido en el almacenamiento total.
REQ056	La data de texto, videos o imágenes almacenados en el Sistema de almacenamiento del centro de datos ubicado en el patio, de ser requerido por el Ente Gestor, deben ser almacenados haciendo uso de mecanismos de encriptación. En caso de ser almacenados con mecanismos de encriptación, el concesionario debe disponer de los recursos necesarios para la respectiva desencriptación.
REQ057	El centro de datos del patio debe contar con una base de datos tipo relacional que almacenará los datos de telemetría de alta frecuencia.
REQ058	La solución informática del centro de datos del patio debe contar con un software que permita realizar la inserción de los datos de telemetría de alta frecuencia a la base de datos relacional.
REQ059	La base de datos relacional del centro de datos del patio debe almacenar la información en un esquema de tablas por tipo de variable, dichas tablas deben contar con particionamiento por día y agrupamiento por identificador de vehículo.
REQ060	La solución informática del centro de datos del patio debe contar con una API de tipo REST, que a través de la exposición de un End Point, permita la consulta y exporte de los datos almacenados en la base de datos relacional. Los resultados de las consultas se deben ser generadas en formatos tipo csv y/o xlsx. Este intercambio de datos entre el CDEG y el centro de datos del patio debe atender lo dispuesto en el diccionario de datos definido por el ente gestor el cual se entregará al momento de la firma del acta de inicio.
REQ061	El almacenamiento de la base de datos relacional debe contar con tecnologías de almacenamiento en arreglos de discos de estado sólido (SSD, por sus siglas en inglés) con la capacidad necesaria para almacenar la información de la telemetría de alta frecuencia generada por toda la flota del concesionario.
REQ062	El concesionario debe suministrar usuarios con privilegios de consulta al Ente Gestor sin restricción de tiempo, para poder acceder a la data almacenada en la base de datos relacional del centro de datos del patio.
REQ063	El almacenamiento de la base de datos relacional debe contar con 10% de almacenamiento libre incluido en el almacenamiento total.
REQ064	El Sistema de almacenamiento de la base de datos relacional debe garantizar un tiempo de retención de 15 días calendario.
REQ065	El Servidor VMS desplegado dentro del centro de datos del patio, debe permitir la descarga de los videos que solicite el Ente Gestor a demanda en formato AVI, MP4 o similar, y su posterior transferencia al CDEG en atención a lo definido por este.



EMPRESA DE TRANSPORTE DEL  
**TERCER MILENIO**  
TRANSMILENIO S.A

REQUERIMIENTO	DESCRIPCIÓN
REQ066	El administrador ITS debe garantizar los accesos seguros tanto locales como remotos al VMS, de tal manera que se generen y otorguen las respectivas credenciales hacia el Ente Gestor.
REQ067	El servidor VMS debe contar con almacenamiento suficiente para permitir las consultas y descargas, tanto remotas como locales, que el Ente Gestor solicite.

## 5.6 REQUERIMIENTOS ARQUITECTURA ELÉCTRICA

REQUERIMIENTO	DESCRIPCIÓN
REQ001	El sistema de gestión energética debe garantizar la continuidad de la prestación del servicio de todo el equipamiento ITS NO SIRCI y sus funcionalidades al momento de ausencia del sistema principal de energía o algún otro suceso que deje sin alimentación los ITS NO SIRCI.
REQ002	El sistema de gestión energética debe tener tres subsistemas, el banco de baterías de respaldo ITS NO SIRCI, el sistema inteligente de mapa de carga y el sistema de conmutación.
REQ003	El sistema de gestión energética debe recibir como entrada el voltaje de chasis del vehículo y debe ofrecer una salida que debe estar conectada a la entrada del sistema principal de alimentación del ITS NO SIRCI.
REQ004	Las baterías de respaldo ITS NO SIRCI tienen como propósito ofrecer una autonomía al ITS NO SIRCI, de modo que deben mantenerse en su plena carga nominal.
REQ005	Las baterías de respaldo ITS NO SIRCI deben ser de uso exclusivo para los elementos ITS NO SIRCI durante toda la vigencia contractual; es decir, que no podrán ser utilizadas para la alimentación de otros dispositivos como por ejemplo las plataformas de acceso para personas con movilidad reducida e iluminación u otro accesorio del vehículo.
REQ006	Las baterías de respaldo ITS NO SIRCI deben ser de tipo UPS DC-DC de descarga profunda de tipología AGM o gel y libre de mantenimiento. El Ente Gestor considerará baterías con nuevas tecnologías que cumplan con las funcionalidades de un sistema de respaldo UPS.
REQ007	Los ciclos de carga mínimo de las baterías de respaldo ITS NO SIRCI deben ser de al menos 400 ciclos de carga.
REQ008	El banco de baterías de respaldo ITS NO SIRCI debe estar conformado por un conjunto de baterías, donde su terminal negativo del banco debe estar conectado a la masa del vehículo y el terminal positivo del banco debe estar conectado al sistema de gestión energética.
REQ009	El banco de baterías de respaldo ITS NO SIRCI debe tener un fusible de protección conectado al terminal positivo del mismo para propósitos de protección eléctrica. Adicionalmente, en conexión en serie debe tener un interruptor tipo llave que permitan conectar o desconectar las baterías de respaldo ITS NO SIRCI manualmente del sistema de gestión energética.
REQ010	La capacidad amperaje hora mínimo del banco de baterías de respaldo ITS NO SIRCI debe corresponder según estudio por parte del integrador tecnológico que implementa la solución, con previa revisión del Ente Gestor. El valor mínimo corresponde al valor de dicho estudio más el 20%. El Ente Gestor será autónomo de ajustar este valor según necesidad de la solución ITS NO SIRCI

REQUERIMIENTO	DESCRIPCIÓN
REQ011	El banco de baterías de respaldo ITS NO SIRCI deben suministrar la alimentación de respaldo a los sistemas ITS NO SIRCI instalados a bordo hasta un tiempo operacional mínimo de dieciocho (18) horas. El sistema de respaldo energético cubrirá contempla todos los elementos ITS NO SIRCI, es decir, para las pruebas que se realizaran para este fin, el sistema debe soportar todos los equipos ITS NO SIRCI sin excepción.
REQ012	El subsistema inteligente de mapa de carga debe garantizar que las baterías se carguen en un esquema según especificaciones tanto en voltaje y corriente, y tiempos establecidos por el fabricante de la batería en su tecnología.
REQ013	El subsistema de conmutación debe permitir conectar las baterías al sistema inteligente de mapa de carga y conectar simultáneamente los dispositivos ITS NO SIRCI al voltaje de chasis del vehículo, en el escenario de carga energética de las baterías de respaldo ITS NO SIRCI.
REQ014	Adicionalmente, el subsistema de conmutación debe desconectarse del subsistema inteligente de mapa de carga y conectarse sistema ITS NO SIRCI en los escenarios en los cuales sea necesario un respaldo energético del ITS NO SIRCI a bordo.
REQ015	Este sistema de gestión energética inteligente debe estar articulado hacia el ITS NO SIRCI vía CANBUS con las variables que se defina para este fin (como mínimo el voltaje de las baterías y cuando el sistema de gestión energética inteligente está en funcionamiento y conmutando) siguiendo el escenario de diccionario de datos contemplado desde la entidad.
REQ016	La información que debe entregar el sistema de gestión energética al CANBUS debe corresponder a: voltaje del banco de baterías de respaldo ITS NO SIRCI, el voltaje de cada batería de respaldo ITS NO SIRCI, corriente del banco de baterías de respaldo ITS NO SIRCI y el estado del sistema de gestión energética cuando este realizando el respaldo energético al ITS NO SIRCI o cuando las baterías de respaldo ITS NO SIRCI se estén cargando.
REQ017	El sistema de alimentación principal del sistema ITS NO SIRCI debe garantizar la alimentación de tipo regulado a cada componente del sistema ITS NO SIRCI.
REQ018	El sistema de alimentación principal del sistema ITS NO SIRCI debe garantizar esquemas de protección eléctrica tanto de voltaje y corriente en su suministro.
REQ019	El sistema de alimentación principal del sistema ITS NO SIRCI debe tener un esquema de alimentación distribuida en distintas áreas de alimentación del equipamiento ITS NO SIRCI.

REQUERIMIENTO	DESCRIPCIÓN
REQ020	El sistema de alimentación principal del sistema ITS NO SIRCI debe recibir como entrada la salida de la etapa previa correspondiente al sistema de gestión energética y debe ofrecer seis (6) salidas que conecta cada una a un grupo de equipos ITS NO SIRCI que conforman un área de alimentación.
REQ021	El sistema de alimentación principal del sistema ITS NO SIRCI debe tener cuatro subsistemas, el braker (interruptor totalizador), el regulador DC-DC, la caja de fusibles y la distribución eléctrica.
REQ022	El Braker (interruptor totalizador) deber permitir la energización o desenergización de manera manual de todo el ITS NO SIRCI.
REQ023	El Braker (interruptor totalizador) debe tener protecciones a nivel de interruptor térmico para evitar sobre corriente.
REQ024	El sistema de regulación DC-DC debe ofrecer seis (6) salidas de alimentación distribuida.
REQ025	El sistema de regulación DC-DC debe recibir como entrada la salida de la etapa previa del braker y debe ofrecer seis (6) salidas de alimentación distribuida.
REQ026	Cada salida de regulación DC-DC debe alimentar reguladamente un subsistema conformado por un grupo de dispositivos que hacen parte del ITS NO SIRCI.
REQ027	Cada salida del sistema de regulación debe tener un dispositivo que regule el voltaje.
REQ028	Cada salida del regulador DC-DC debe tener un sistema de limitador de sobrevoltaje y un sistema que evite corrientes de retorno. .
REQ029	El sistema de regulación DC-DC debe cumplir la norma R10 de la Organización de Naciones Unidas - ONU como equipamiento a bordo., así como la normatividad: IP65, IK04 UL and cUL approved to UL/CSA†62368-1, TUV (EN62368-1) Mark EMI: Meets FCC Part 15, EN55032 Class A standards IEC 61000-4-29, EN61000-4-5, Meets EN61000 immunity and transient standards Shock & vibration: Meets IPC 9592 Category 2, Class II Mil Std. 810G, Method 516.4 Procedure I, Method 514.5 Procedure I ANSI/UL* 62368-1 and CAN/CSA† C22.2 No. 62368-1 Recognized, DIN VDE‡ 0868-1/A11:2017 (EN62368-1:2014/A11:2017) Compliant to RoHS Directive 2011/65/EU and amended Directive (EU) 2015/863 Compliant to REACH Directive (EC) No 1907/2006
REQ030	El subsistemas de carga inteligente por mapa y subsistema de conmutación debe cumplir la siguiente normatividad: IP65, IK04 EN 61000-6-3, EN 55014-1, EN 61000-6-2, EN 61000-6-1, EN 55014-2 ECE R10-5

REQUERIMIENTO	DESCRIPCIÓN
REQ031	La entrada del sistema de regulación DC-DC debe tener un sistema de limitación de voltaje o sobretensión.
REQ032	La caja de fusibles debe tener recibir como entrada las seis (6) salidas previas del regulador DC-DC y debe ofrecer seis (6) salidas que conecta cada una a un grupo de equipos ITS NO SIRCI que conforman un área de alimentación.
REQ033	La caja de fusibles debe ofrecer una protección en escenarios de sobre corriente en cada línea de alimentación distribuida hacia el equipamiento ITS NO SIRCI.
REQ034	El conjunto de fusibles deben estar en un habitáculo o caja de paso con características de aislamiento correspondiente.
REQ035	La caja de fusible debe tener unas características de aislamiento eléctrico.
REQ036	Cada línea de salida de la caja de fusible debe ofrecer una cometida a cada grupo de equipos ITS NO SIRCI que conforman un área de alimentación.
REQ037	La cometida de salida 1 de la caja de fusibles alimentará los siguientes equipos: OBC y SysCom.
REQ038	La cometida de salida 2 de la caja de fusibles alimentará los siguientes equipos: ADAS, HWV, HMI y equipo Networking
REQ039	La cometida de salida 3 de la caja de fusibles alimentará los siguientes equipos: cámaras (PoE y CCTV)
REQ040	La cometida de salida 4 de la caja de fusibles alimentará los siguientes equipos: HWS, Bus Estación
REQ041	La cometida de salida 5 de la caja de fusibles alimentará los siguientes equipos: Controlador de rutero
REQ042	La cometida de salida 6 de la caja de fusibles alimentará los siguientes equipos: SDL
REQ043	La instalación eléctrica debe contener un barraje equipotencial, el cual debe ir conexión común los chasis o terminales de masa de cada uno de los equipos que conforman el equipamiento ITS NO SIRCI a bordo
REQ044	Para la instalación eléctrica se debe utilizar cable blindado. Las características del calibre en su calibre y máximo valor corriente nomina debe ser definido a partir del análisis y estudio según el consumo eléctrico del sistema ITS instalado a bordo, con una margen de seguridad superior al 20%.
REQ045	Las interfaces de comunicaciones y suministro eléctrico deben ser cableadas y los conectores con características FAKRA o ISO 20860 o de aviación o equivalente tipo M12
REQ046	La instalación eléctrica debe tener canaletas ranuradas, donde se separe la acometida de alimentación con la acometida de datos. Las canaletas deben estar fabricadas con materiales pertinentes para instalaciones de características automotrices, con propiedades autoextinguibles y retardantes al fuego, de modo que no emitan gases tóxicos o humo.