

ANEXO TÉCNICO

1. Definiciones

AMB: Es la sigla que identifica al Área Metropolitana de Barranquilla, que a su vez es la autoridad de las diferentes modalidades de transporte público en el territorio.

RCC: Es la Solución Tecnológica para el Recaudo, Control, Información al Usuario y Comunicaciones de soporte para el Transporte Público Colectivo del AMB.

SIITP: Sistema Integrador de Información del Transporte Público del Área Metropolitana de Barranquilla. Es la solución implementada por el AMB para integrar información de las diferentes modalidades de transporte bajo su autoridad. La información del RCC deberá integrarse al SIITP.

TPC: Es la sigla que identifica al transporte público colectivo y que sirve para hacer referencia al servicio y/o a las empresas y cooperativas que lo prestan.

Operador de Transporte: Es la empresa o cooperativa de TPC o la representación de un grupo vinculado mediante convenio de operación.

Contratista o Integrador: Es la empresa encargada de proveer e implementar la solución RCC, con su respectivo hardware, software, alojamiento de aplicaciones y datos, además del servicio inalámbrico de datos para buses y usuarios, además, una vez implementada la solución debe dar soporte sobre todos sus componentes hasta la finalización del contrato en el año 2021.

Operador Tecnológico: Puede ser el AMB o a quien este delegue las actividades de Operación de la Solución Tecnológica provista por el Contratista, debiendo involucrarse en la transferencia de conocimiento, para la posterior operación, soporte, mantenimiento e incluso actualización de la solución RCC.

Comité Operativo del Convenio: Esta conformado por dos (2) representantes del Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones / Fondo Único de Tecnologías de la Información, un (1) representante del Ministerio De Transporte y un (1) representante del Área Metropolitana De Barranquilla. Las recomendaciones y decisiones del comité deberán ser aprobadas de manera unánime. El comité operativo tendrá funciones de análisis y evaluación de los informes, seguimiento y recomendaciones al Plan del Proyecto y sobre los procesos de selección en el marco del convenio, entre otras.

Clearing: La funcionalidad de clearing, se refiere al proceso de validación y compensación financiera de los diferentes sistemas y actores que interactúan para realizar la prestación del servicio público de transporte colectivo y que utilizan la solución RCC. Dicho proceso está directamente relacionado con la política de tarifas y los acuerdos contractuales o reglas de negocio que definen la participación de cada actor.

Multi - operador: La funcionalidad Multi-Operador de la Solución RCC debe permitir que cada una de las empresas de transporte utilice sus propias reglas de negocio en cuanto a la distribución de participación interna de los vinculados (propietarios o cooperados) a la empresa TPC.



2. Objetivos generales del Proyecto

- a) Realizar las actividades necesarias y tendientes a la planeación, instalación, operación, administración y mantenimiento de la infraestructura correspondiente al sistema de RECAUDO, CONTROL, INFORMACIÓN AL USUARIO Y COMUNICACIONES – RCC al interior del Área Metropolitana de Barranquilla en desarrollo del proyecto ciudades inteligentes para la solución de retos y problemáticas sociales a través del aprovechamiento de tecnologías de la información y las comunicaciones.
- b) Permitir a los ciudadanos el acceso a la tecnología de manera fácil y confiable mediante el uso Wi-fi, a bordo de buses motivando la inclusión social digital a los usuarios de transporte público que en su mayoría son de bajos ingresos, con aplicaciones y servicios que les permita mejorar su calidad de vida e integrar a la comunidad a través del uso de internet siguiendo los lineamientos que el Ministerio TIC ha desarrollado para su promoción.
- c) Garantizar el suministro de internet, así como promover y apropiar el uso y masificación de las TIC.
- d) Que el AMB utilice herramientas TICs para inspección, vigilancia y control del servicio de transporte y la calidad brindada por las empresas de transporte.
- e) Impulsar la transformación digital y desarrollo Big Data e inteligencia de negocio en el sector.
- f) Garantizar la implementación de estándares interoperables para la integración de soluciones tecnológicas habilitadas por las empresas de transporte, el Sistema Integrado de Información de Transporte Público -SIITP- del AMB, los proyectos Smart City de Barranquilla y demás ciudades del AMB y los proyectos o lineamientos de los SIT concebidos por Ministerio de Transporte.
- g) Promover la transición del pago del servicio de transporte, de efectivo a pago electrónico bajo diferentes modalidades como QR, EMV, Mifare, de manera que se reduzcan las posibilidades de contagio por virus u otros agentes al contacto entre usuarios y prestadores de servicio.
- h) Que el AMB sea la propietaria del Mapping de medios de pago y conserve su custodia, administración y actualización con independencia de proveedores.
- i) Que el AMB conserve la propiedad sobre los datos e información generada por la operación y de cumplimiento de política nacional de datos abiertos.

3. Alcance

3.1. Condiciones técnicas a considerar en el alcance

La solución a implementar deberá cumplir con las siguientes condiciones técnicas generales que corresponden a los lineamientos del Ministerio de Transporte para la implementación y operación de sistemas de recaudo centralizado en los sistemas de transporte.

a. Interoperabilidad: Se debe garantizar que el sistema RCC adopte el estándar de interoperabilidad dispuesto por el AMB con un enfoque común para la prestación de servicios de intercambio de información del SIITP del AMB, la cual está diseñada e implementada bajo los lineamientos de la norma ISO 24014-1:2015 (Public transport — Interoperable fare management) e ISO 14827-3:2019 (Sistemas de información y control de transporte — Interfaces

de datos entre centros de información y sistemas de control de transporte — Parte 3: Interfaces de datos entre centros para sistemas de transporte inteligente (ITS) mediante XML), y sea igualmente interoperable con las soluciones y servicios tecnológicos a bordo de los autobuses que han implementado la mayoría de las empresas del TPC. El diseño debe considerar la interoperabilidad con la plataforma tecnológica del proyecto Smart City que viene adelantando el Distrito de Barranquilla.

b. Propiedad de la información: El AMB será propietaria de todos los datos e información derivada y/o recolectada de cualquiera de los componentes tecnológicos del sistema RCC del transporte público y deberá tener acceso a cada sistema para consultar y usar los datos, brutos y procesados, provenientes de dichos componentes. El diseño debe tener en cuenta las políticas nacionales que promueven que las autoridades sean propietarias de la información de los servicios de la ciudad, debiendo propender por la divulgación de estos bajo el principio de datos abiertos del que trata la ley 1712 de 2014.

Todos los datos y toda la información que generen los sistemas incluidos en este documento son propiedad del Área Metropolitana de Barranquilla y por ninguna razón serán admisibles acuerdos de confidencialidad o secretos industriales para limitar el acceso o tenencia de la misma al AMB. De igual forma, no puede existir explotación comercial de la información por parte de terceros sin la autorización previa y expresa del AMB.

c. Sistema de información de ciudad para el transporte público: El AMB, pondrá a disposición del RCC y de los municipios que conforman el AMB un sistema que recolecte e integre toda la información de los diferentes componentes tecnológicos de su respectivo sistema de transporte público involucrados en la operación de recaudo, que para el caso del AMB es el SIITP.

d. Sistema de información al usuario: Corresponde al componente de la solución tecnológica del RCC tiene como fin generar un elemento de consulta de información al usuario o para el AMB u otro actor que se considere, sobre diversidad de servicios de los Sistemas Inteligentes de Transporte –ITS, asociados a los servicios de información al viajero con relación al Sistema de Recaudo Centralizado (SRC), antes del viaje, durante el viaje o con posterioridad al mismo.

e. Servicios hacia el Sistema Inteligente Nacional para la Infraestructura, de Tránsito y Transporte - SINITT. La solución tecnológica RCC deberá implementar los mecanismos necesarios, de acuerdo a los lineamientos establecidos por el Ministerio de Transporte, con el fin de permitir la integración con el Sistema Inteligente Nacional para la Infraestructura de Tránsito y Transporte -SINITT, en aras de que permita e impulse la generación de política pública nacional del servicio público de transporte.

f. Concurrencia de múltiples operadores de recaudo y/o proveedores tecnológicos. La solución debe garantizar las condiciones tecnológicas y comerciales que permitan la concurrencia de múltiples operadores de recaudo y/o proveedores tecnológicos en un mismo sistema de transporte.

g. Estándar de interoperabilidad para los sistemas de recaudo de transporte público. El AMB, bajo los lineamientos del Ministerio de Transporte, exigirá la adopción del estándar de interoperabilidad del SIITP, que deberá ser cumplido por la solución RCC de transporte público que operen en el área metropolitana de Barranquilla y velará porque los componentes del estándar de interoperabilidad no constituyan, en modo de alguno, factores de exclusión



injustificados, contrarios a la normatividad en materia de libre iniciativa privada y libre competencia. El estándar deberá incluir los componentes institucional, comercial y tecnológico.

3.2. Arquitectura del ecosistema de transporte del AMB

La solución tecnológica que se implemente debe operar como una plataforma modular, integrada, interoperable y cooperativa bajo arquitectura de microservicios. Los diversos subsistemas de la plataforma tecnológica deben atender la totalidad de los requerimientos de enrutamiento, procesamiento, almacenamiento y autorización de todas las transacciones generadas en el Sistema RCC y deberán alojarse de manera virtual con empresas especializadas en Hosting corporativo, siempre que se encuentre certificado para prestar el servicio. En la Figura 8 se puede identificar el diseño funcional de la plataforma tecnológica.

El diseño debe considerar la interoperabilidad con la plataforma tecnológica del proyecto Smart City que viene adelantando la ciudad de Barranquilla. También debe tener en cuenta las políticas nacionales que permiten que las autoridades sean propietarias de la información de los servicios de la ciudad, debiendo propender por la divulgación de estos bajo el principio de datos abiertos del que trata la ley 1712 de 2014 (ver Figura 6 y Figura 7)

Figura 6. Principios de Datos Abiertos



Fuente: https://gobiernodigital.gov.co/623/articles-9407_guia_datos.pdf

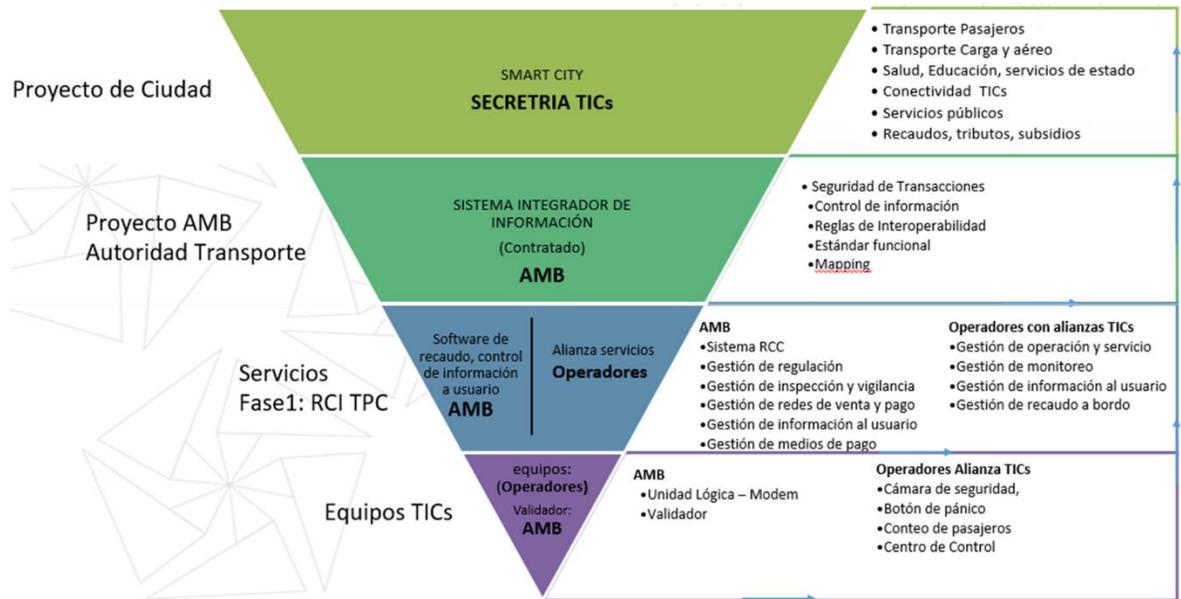
Figura 7. Ecosistema de Actores de Datos Abiertos



Fuente: https://gobiernodigital.gov.co/623/articles-9407_guia_datos.pdf

Desde el punto de vista legal, la regulación de los sistemas de transporte y recaudo integrado ha tenido presencia en los últimos cuatro planes de desarrollo, haciendo ajustes en pro de su sostenibilidad, integrando los avances tecnológicos, las condiciones de financiación y las necesidades de interoperabilidad de los SIT que se implementen a nivel nacional y el Sistema Inteligente Nacional para la Infraestructura, el Transporte y Tránsito -SINITT para el aprovechamiento de recursos e información, entre otros ajustes necesarios para el desarrollo y evolución de los sistemas de transporte público.

La Ley 1955 de 2019, Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022 “Pacto por Colombia, pacto por la equidad”, se refiere a la tecnología para transporte público involucrando en su Artículo 117 los conceptos de interoperabilidad y recaudo centralizado, propiedad de la información, además de darle alcance a los sistemas para control de flota, información y servicios al usuario. Todo lo cual sirve de antecedente al diseño de capas propuesto en este documento (Figura 8).



Fuente: Elaboración propia.

3.2.1. Capa superior (Horizontal e integradora de todos los sistemas de la plataforma)

El AMB contrató un Sistema Integrador de Información de Transporte Público (SIITP), al cual deberá integrarse todos los servicios, aplicaciones y equipos para el recaudo, control de la operación e información al usuario, así como todas las modalidades de transporte público que operan bajo la autoridad del AMB, las redes de venta y los actores del sistema.

El propósito del SIITP es darle autonomía e independencia al AMB, teniendo el control del estándar de las aplicaciones, comunicación con billeteras virtuales, recaudo en efectivo, pago mixto y especialmente el Mapping del medio de pago de la ciudad garantizando la interoperabilidad, independencia de marcas de equipos, escalabilidad de la solución y facilitando la vinculación de nuevos actores, como bancos, redes de venta externas, servicios de terceros, desarrollos de empresas de telecomunicaciones, APP's de emprendedores que giren en torno a la movilidad y los servicios públicos, sin estar sujeto a restricciones y condiciones del proveedor de la plataforma de recaudo, o permitiendo recibir otros medios de pago a través de las redes externas para recarga de saldos, incluso con otros medios de pago.

El diseño, parametrización, operación y administración de esta capa es gestionada por el AMB.

El diseño en capas está orientado a permitir que el AMB cumpla el rol de propietario, tanto de la información que genera el sistema, como de la seguridad de las transacciones y el Mapping del medio de pago de ciudad, de los estándares y aplicaciones que garantizan la interoperabilidad entre actores y dispositivos, armonizando los conceptos del Decreto 1079 de 2015 y Ley 1955 de 2019 respecto a los Sistemas Inteligentes de Transporte y los Sistemas Centralizados de Recaudo.

El SIITP tiene como funciones:

- Medir, controlar y comunicar el estado de los indicadores que se hayan definido con cada participante del ecosistema de transporte, para garantizar la correcta operación de este.
- Hacer la validación de la tecnología a implementar en el recaudo, control de flota e información al usuario, para garantizar idoneidad e interoperabilidad.
- Gestionar, custodiar y mantener el Mapping de la ciudad que permita incorporar funcionalidades que instrumenten políticas públicas y usos de interés público.
- Definir y actualizar los compromisos de confidencialidad y protocolos de seguridad para garantizar el funcionamiento del sistema de recaudo, control de flota e información al usuario.
- Controlar la incorporación de otros medios o mecanismos de pago de servicios de transporte que estén en funcionamiento, así como también su homologación con el Mapping de ciudad.
- Controlar la integración de los sistemas, en un entorno de relación equilibrado atendiendo siempre a la simplificación de los procesos, el respeto y cuidado de la propiedad intelectual y los intereses de ciudad.
- Garantizar la confidencialidad de la documentación sobre los aspectos y detalles de tecnología de información y operacionales de los medios de pago y equipos relacionados en repositorios de acceso restringido.
- Controlar los cambios a realizarse de manera que garanticen la confiabilidad de los desarrollos derivados.
- Construir el modelo de la arquitectura de recaudo, control e información al usuario que se suministrará a las empresas y actores de la movilidad urbana, como referencia para la participación de cada uno de los integrantes del sistema en relación con las redes de recaudo, redes de recarga, administrador del sistema financiero, redes de pago, sistema de gestión de flota e información al usuario.
- Coordinar la Integración del recaudo y el control de la operación del servicio para la operación del Transporte Público, así mismo facilitar la consolidación del sistema de información al usuario.
- Integrar los sistemas que se implementen o se planeen implementar en el territorio a futuro para la gestión de sistema de bicicletas públicas, taxis, transporte público fluvial, entre otros.
- Autorizar la incorporación de aplicaciones de otros negocios a medios de pago vinculados a la operación del transporte público, previa validación técnico/operativa.
- Proporcionar las interfaces requeridas para el intercambio de información entre los operadores y el SIITP.
- Habilitar la plataforma tecnológica para que reciba solicitudes externas, específicamente en lo relacionado con los mecanismos de seguridad de los medios de pago.
- Garantizar la interoperabilidad de los servicios en torno a la movilidad.
- Recibir de la unidad lógica, todas las variables operativas y transacciones de uso en el sistema de transporte.
- Recopilar la información de los movimientos bancarios:
- Conciliación de la información de pagos con la información de recaudo:
- Coordinar, vigilar, registrar y controlar la operación de Control de Flota de los operadores de transporte.

El SIITP es el sistema horizontal en el cual converge la información de las aplicaciones de los diferentes actores que se complementan para prestar el servicio de transporte, integrando verticalmente las aplicaciones especializadas de cada actor según el rol que desempeña en la movilidad de la ciudad o en el negocio de transporte público. El SIITP permite que se puedan aprovechar los sistemas existentes y la información que estos generan para integrarlos en su panel de control de información y presentarlo al AMB y demás autoridades.

La integración vertical consiste en la vinculación de aplicaciones de sistemas y servicios diferentes hacia la capa del SIITP a la cual consideramos como horizontal y que permite el flujo de información entre verticales facilitando que todo forme parte de un mismo ecosistema, sin que la operación o fallas de un servicio obligue la suspensión de otro.

3.2.2. Capa central

La Capa Central de la plataforma tecnológica del sistema de recaudo, control de flota, información al usuario y comunicaciones, RCC, se construye con el ánimo de contar con un tercero especializado en la implementación y operación de tecnologías para el recaudo y control de flota para sistemas de transporte, pero cuyo sistema, sea propio o una integración de soluciones de terceros, deberá cumplir con los estándares definidos en la Capa Superior.

La capa superior permite cambiar la solución u Operador Tecnológico de capa central en caso de presentar bajos niveles de servicio al usuario, sin que ello genere trauma o pueda el Contratista, o a posteriori el Operador Tecnológico, argumentar exclusividad o propiedad sobre la información, las tarjetas, la red de venta o el control de acceso, entre otros componentes del sistema.

Los principales componentes de la Capa Central se concentran en:

- Aplicaciones especializadas para RCC
- Servicios de alojamiento de aplicaciones y datos
- Servicios de Comunicaciones
- Distribución, venta y recarga de medios de pago en canales propios o de terceros
- Soporte tecnológico a autoridad y operadores de transporte, mantenimiento de equipos y aplicaciones
- Atención al usuario (pasajero) del servicio de transporte.
- Actualización y/o renovación de hardware y software de la plataforma tecnológica.

Para que la Capa Central pueda integrarse de manera natural con la Capa Superior deberá considerar entre sus características de diseño y funcional lo siguiente:

- Contar con una arquitectura modular que ofrezca la posibilidad de crear una solución a la medida o realizar ajustes a la medida y que facilite el desarrollo e integración continua.
- Ser diseñado específicamente para una arquitectura de computación en la nube.
- Contar con interfaces WEB de fácil navegación y altamente intuitivas al estar orientadas a cada perfil de usuario.
- Contar con la posibilidad de importar datos desde sistemas externos.
- Permitir el análisis nativo de datos operativos.
- Permitir realizar ajustes de perfil, roles y privilegios individuales por usuario.



- Documentar y utilizar estándares que facilitan el tratamiento, consulta y uso de los datos generados por la aplicación en esta capa, cuando para ello no exista un estándar definido en la capa superior.
- Contar con una administración de políticas tarifarias.
- Realizar el procesamiento de datos y elaborar informes.
- Realizar el registro de las transacciones y la liquidación por cada actor del sistema.
- La solución debe implementar infraestructura tecnológica que incluya controles que salvaguarden la seguridad de la información como:
 - Canales de comunicación seguros (TLS/SSL).
 - Identificación y autenticación de todos los componentes del sistema.
 - Segmentación de redes y segmentación de ambientes de despliegue.
 - ACL entre redes y componentes del sistema (firewalls, tablas de enrutamiento, namespaces).
 - Logging.
 - Segregación de acceso a los componentes del sistema (roles, grupos, usuarios).
 - Flexibilidad, escalabilidad, elasticidad y robustez inherente a un sistema basado en microservicios.

En el modelo RCC del AMB el Contratista tendrá la responsabilidad de suministrar e implementar el software de la solución RCC, configurarla, capacitar, ponerla en operación y garantizar su adecuado funcionamiento hasta diciembre de 2021. La operación de la plataforma a partir del año 2022, o incluso antes si se considera conveniente, el soporte, actualización y renovación deberá ser realizado por el Operador Tecnológico.

3.2.3. Capa inferior

En esta capa se encuentran todos los equipos a bordo de los buses, y demás modalidades de transporte que se integren al SIITP, que son necesarios para la interacción final y prestación de servicio al usuario, y que deben interactuar y compartir información con los equipos y aplicaciones de la Capa Central bajo el gobierno de la Capa Superior y los estándares allí definidos.

Los componentes principales de esta capa se encuentran representados por todos los equipos a bordo y de zonas de servicio, como puntos de atención al usuario, centros de control, terminal de despacho, patios o talleres, su soporte tecnológico, mantenimiento y reposición, además de los respectivos cables, arneses, conectores, ductos y demás elementos necesarios para la instalación, fijación, alimentación eléctrica e interconexión entre los equipos a bordo y la unidad lógica o los equipos de las zonas de servicio y el conmutador o switch de transacciones hacia la capa central.

El conjunto de equipos a bordo debe permitir recopilar la información operativa del vehículo, como variables de aceleración, kilómetros recorridos, frenadas bruscas, apertura de puertas (cuando aplique) y todas aquellas variables que puedan obtenerse del computador del fabricante del vehículo a través de la interfaz que disponga para ello, preferiblemente CAN¹ cuando ello sea posible.

Los equipos de sitio permiten al usuario del servicio de transporte principalmente recargar su medio de pago, validar el pago para el acceso o uso del servicio y obtener información sobre la operación.

¹ El CAN bus o bus CAN, del inglés Controller Area Network es un protocolo estándar que sirve para la comunicación entre puertos y subsistemas de diferentes fabricantes sobre una red común o bus y que ha monopolizado las comunicaciones en la industria automotriz.

Para el modelo RCC del AMB los equipos de capa inferior son aquellos dispuestos por las empresas de TPC y el validador y unidad lógica o unidad integrada que adiciona el Contratista.

3.2.4. Arquitectura de servicios en la nube

Dado que los sistemas alojados en la nube han demostrado ser una alternativa altamente costo eficiente y considerando que el concepto de la solución construida para el sistema RCC del AMB tiene como principio básico minimizar la inversión en infraestructura, utilizando la menor cantidad de equipos a bordo de los buses, reaprovechando los centros de control existentes y por supuesto no invirtiendo en centros de datos propios, por lo cual el alojamiento del componente central de software y datos de la solución debe ser en la nube, así como su procesamiento, constituyendo el complemento de la solución RCC.

El enfoque de la solución requerida debe estar orientado a su funcionalidad de manera nativa en la nube, para lo cual es necesario que desde el diseño mismo del componente software de la solución, apartarse de la arquitectura monolítica tradicional, en la que todos los elementos estaban contenidos en una sola aplicación, ya que cuanto más grande es la aplicación, más difícil es solucionar los problemas que se presentan y agregar funciones nuevas rápidamente. En cambio, si las aplicaciones se diseñan como servicios o bajo el concepto de microservicios y APIs², se resuelven dichos problemas y se impulsa el desarrollo y la capacidad de respuesta, obteniendo mejor respuesta de los servicios y canales dispuestos en la nube y reduciendo la exigencia de procesamiento por cada evento que se registra entre los componentes de borde y los servicios centrales que se alojan en la nube.

Por lo anterior la solución a implementar debe estar basada preferiblemente en microservicios, que son tanto un estilo de arquitectura como un modo de programar software. Con los microservicios, las aplicaciones se dividen en sus elementos más pequeños e independientes entre sí. A diferencia del enfoque tradicional y monolítico de las aplicaciones, en el que todo se compila en una sola pieza, los microservicios son elementos independientes que funcionan en conjunto para llevar a cabo las mismas tareas. Cada uno de esos elementos o procesos es un microservicio. Este enfoque de desarrollo de software valora el nivel de detalle, la sencillez y la capacidad para compartir un proceso similar en varias aplicaciones, siendo un elemento fundamental de la optimización del desarrollo de aplicaciones hacia un modelo nativo de la nube.

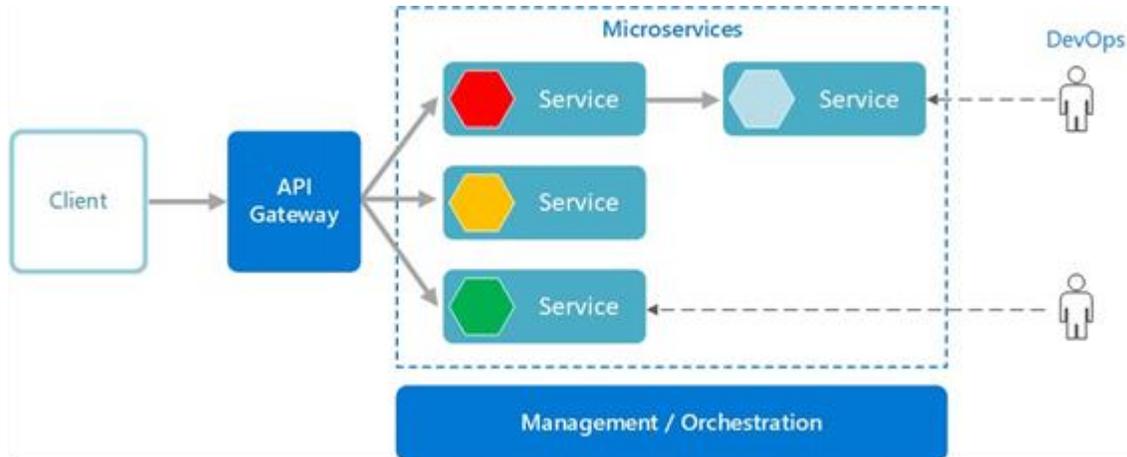
En un modelo de solución orientado a la nube, la arquitectura microservicios proporciona escalabilidad, garantizando el crecimiento de las multimodalidades de transporte y de servicios al interior del mismo TPC.

Es por ello que se recomienda que la solución este diseñada bajo el concepto de DDD (domain driven design) dividiendo la solución en Microservicios autónomos que se integran de forma fácil y transparente, donde cada Microservicio debe existir como una entidad reactiva, es decir, que reacciona a algunos eventos y emite otros eventos. El abastecimiento de eventos visualiza los estados de la solución como una colección de eventos en el tiempo, cada Microservicio genera y/o escucha estos eventos, reacciona a ellos y ejecuta las rutinas necesarias.

² Por sus Siglas en Ingles- Aplicación Programming Interface - Plataforma que se encarga de enlazar o vincular software.

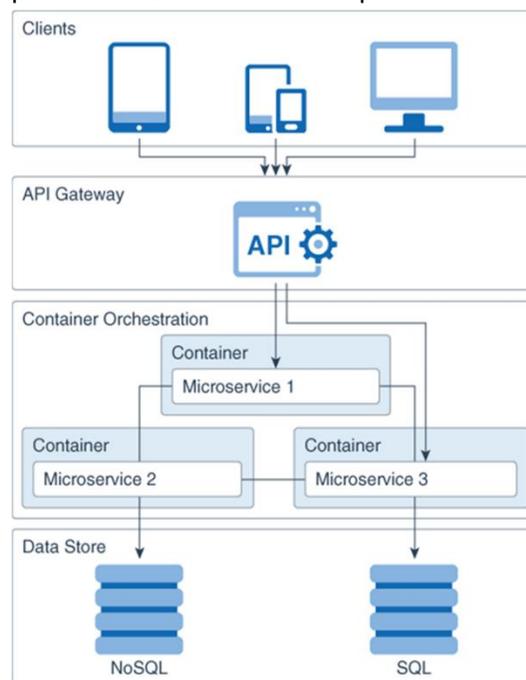
La arquitectura de microservicios (MSA³) fue la utilizada para la implementación del SIITP, por lo cual es importante aplicar dicha arquitectura al proyecto, de forma transversal a las tres (3) capas del modelo de gestión de transporte del AMB descrito anteriormente. (ver Figura 3).

Figura 3. Arquitectura de microservicios (MSA)



Fuente: En línea <https://docs.microsoft.com/es-es/azure/architecture/guide/architecture-styles/microservices>

Figura 11. Arquitectura de microservicios aplicada a la Capa Central



³ Sigla del inglés Micro Services Architecture, se basa en una colección de servicios autónomos y pequeños. Los servicios son independientes entre sí y cada uno debe implementar una funcionalidad de negocio individual.

Fuente: Editado de Oracle <https://docs.oracle.com/es/solutions/learn-architecture-microservice/index.html#GUID5830BC1D-CC15-4A3A-B9ED-8A8D84067D7A>

Con el propósito de garantizar la transversalidad entre diferentes nubes ya sea entre el SIITP y el RCC o por migraciones posteriores del RCC a otro proveedor de servicios, toda la solución debe estar basada en contenedores Docker⁴ para ser orquestado por el motor Kubernetes bajo el cual funciona el SIITP, AWS Fargate⁵ u otros con prestaciones similares.

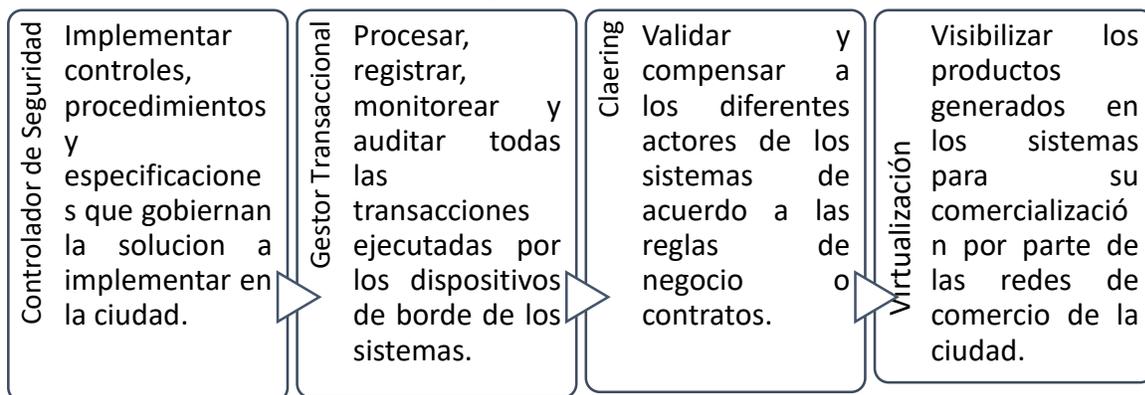
El motor de kubernetes⁶ es compatible de forma nativa con AZURE y GCP, y se puede desplegar e implementar en AMAZON, entre otros proveedores de servicio de alojamiento y producción en la nube. Con Kube se elimina muchos de los procesos manuales involucrados en la implementación y escalabilidad de las aplicaciones en contenedores, permitiendo crear y administrar con facilidad y eficacia clúster de grupos de hosts. Estos clústeres pueden abarcar y orquestar contenedores en múltiples hosts en nubes públicas, privadas o híbridas.

Por este motivo, el SIITP utiliza Kubernetes como plataforma ideal para alojar aplicaciones nativas de la nube que requieren una expansión rápida, como la transmisión de datos en tiempo real. El resto de las herramientas propias de la nube, como buses de mensajería que se agreguen a través del RCC, deben ser implementados en las librerías comunes para agregar soporte a otros proveedores de servicios en la nube.

Kubernetes también debe integrarse a las conexiones en red, el almacenamiento, la seguridad, la telemetría y otros servicios para proporcionar integralidad a la infraestructura de contenedores de la solución RCC.

La arquitectura de microservicios utilizada se orienta hacia el uso de procesamiento compartido en la nube. Por tanto, el arquitecto del sistema deberá considerar las funcionalidades principales y diseñarlas como servicios independientes. A manera de ejemplo, En la Figura 12, se presentan cuatro grandes servicios que están conformados por otros microservicios.

Figura 12. Microservicios.



⁴ Docker es un proyecto de código abierto que automatiza el despliegue de aplicaciones dentro de contenedores de software, proporcionando una capa adicional de abstracción y automatización de virtualización de aplicaciones en múltiples sistemas operativos.

⁵ AWS Fargate es un motor informático sin servidor que funciona tanto con Amazon Elastic Container Service (ECS) como con Amazon Elastic Kubernetes Service (EKS).

⁶ Kubernetes o "kube", es una plataforma open source que automatiza las operaciones de los contenedores de sistemas abiertos como Linux.

Fuente. Elaboración propia

En una arquitectura de microservicios, los servicios se ejecutan en varios servidores. La comunicación entre estos servicios se realiza mediante protocolos como HTTP⁷, AMQP⁸ y TCP⁹. Los mensajes HTTP/REST y asíncronos son los protocolos más utilizados.

3.3. Solución Tecnológica RCC

La Solución Tecnológica RCC que deberá proveer el contratista es una combinación de hardware y software especializado, para el recaudo, el control y la información al usuario, además de comunicaciones y servicios en la nube, que a nivel de equipamiento a bordo del bus se concentra en la implementación en los buses del TPC de un validador de medios de pago y una unidad lógica con múltiples puertos para integrar los equipos a bordo adquiridos por las empresas de TPC o un equipo que cumpla las dos funciones de integración y validación de medios de pago, permitiendo tener control de los tres componentes que mayor valor agregan a los actores del sistema de transporte, es decir, el recaudo electrónico, el control de la operación y la información al usuario.

El RCC debe permitir al AMB tener control y trazabilidad sobre la información de demanda del sistema, los sitios y horarios de mayor afluencia, el cumplimiento de los servicios, rutas y oferta en los diferentes días y horas del día, entre otros datos operativos como el cumplimiento de las condiciones de operación autorizada para cada ruta y empresa de transporte público colectivo.

Por lo anterior, es necesario que el contratista con base en su experiencia y capacidad técnica realice las actividades que aseguren una adecuada gerencia de integración tecnológica para la provisión e implementación de una solución integral de software, hardware y comunicaciones que bajo estándares de interoperabilidad validados por el AMB, permitan integrar la unidad lógica a proveer con las soluciones tecnológicas adquiridas por las empresas de TPC, principalmente el equipamiento a bordo representando por sensores para conteo de pasajeros y botón de pánico. Así mismo, integrar las funcionalidades del software de RCC con los centros de control y despacho de la operación tanto de las empresas de TPC como del AMB. Este proceso de integración se complementa con la definición e implementación de interfases o APIs que faciliten el intercambio de información entre aplicaciones y dispositivos de diferentes proveedores y marcas que actualmente funcionan, que deberán coexistir e integrarse verticalmente con el sistema SIITP del AMB.

3.4. Sistema de recaudo

3.4.1. Descripción General y Objetivos

El sistema de recaudo que debe proveer el Contratista debe contar con funcionalidad de clearing Multi-operador y contar con funcionalidades de tarificación de acuerdo con las reglas de negocio

⁷ Abreviatura de la forma inglesa Hypertext Transfer Protocol, 'protocolo de transferencia de hipertextos', que se utiliza en algunas direcciones de internet.

⁸ Abreviatura del inglés Advanced Message Queuing Protocol, es un protocolo de estándar abierto en la capa de aplicaciones de un sistema de comunicación. Las características que le definen son la orientación a mensajes, encolamiento ("queuing"), enrutamiento, exactitud y seguridad.

⁹ Abreviatura del inglés Transmission Control Protocol, que significa Protocolo de Control de Transmisión, es uno de los principales protocolos de la capa de transporte del internet. Posibilita la administración de datos que vienen del nivel más bajo del modelo, o van hacia él.

establecidas por el AMB y funcionalidades de compensación de acuerdo con las reglas de negocio establecidas en los convenios y contratos de operación y/o concesión si llegará a existir.

El AMB deberá tener acceso de root a la base de datos que articula las transacciones en el esquema de recaudo.

3.4.2. Subsistema de Tarificación

Este Subsistema debe estar en capacidad de permitir al AMB definir las reglas de negocio para el cálculo del cobro de la tarifa a un usuario en un determinado servicio o conjunto de servicios de transporte. El AMB en su rol de autoridad define las tarifas para los diferentes usuarios, como estudiantes, tercera edad, movilidad reducida, funcionarios, entre otros; por diferentes modalidades de servicio como TPC, SITM, SITP, Rio Bus, entre otros; por características del servicio, como horarios, tipo de día, condiciones del vehículo e incluso por distancia, aunque estas modalidades no se utilizan en el AMB.

Esta desagregación de la tarifa de otros subsistemas facilita la integración y crecimiento del sistema, permitiendo agregar servicios de pago de terceros a los cuales se les debe entregar como parámetro de entrada el valor correspondiente a la tarifa que le aplica al usuario. Un servicio bancario con EMV por ejemplo, se encarga de gestionar toda la seguridad de las transacciones y convenios con la banca para aplicar el descuento al tarjetahabiente, sin embargo, el valor que va a descontar no forma parte de la información que maneja y debe ser provisto por el subsistema de tarificación.

Los Equipos de Recaudo y los medios de pago, deben permitir la actualización, modificación y creación de nuevas Estructuras Tarifarias, de modo que se puedan atender dinámicamente los requerimientos que establezca el AMB para el Sistema RCC. Estas modificaciones deben poder ser implementadas automáticamente a través de configuración de parámetros en el sistema central, y replicados remotamente en todos los validadores, sin intervención humana.

3.4.3. Subsistema de servicios compartidos

Este Subsistema debe estar en capacidad de exponer canales seguros y servicios web para compartir información de cuentas de los usuarios y/o recibir información de las recargas realizadas a las cuentas de los usuarios del TPC, desde los diferentes canales que se habiliten por el mismo Contratista o con redes y cadenas de terceros, para lo cual se podrá utilizar los siguientes canales:

HTTP REST: Servicios RESTful para consultas y mutaciones. Implementa json-schema para validar los datos de transferencia, http-basic-auth para la autenticación y SSL para cifrado de comunicación.

HTTP/WS GraphQL: Servicios bajo lenguaje GraphQL para consultas y mutaciones y canal asíncrono bajo WebSocket para actualizaciones desde el servidor al cliente GraphQL. Implementa esquemas GraphQL para validar los datos de transferencia, OAuth2 openID connect para la autenticación y SSL para cifrado de comunicación.

MQTT (Message Queue Telemetry Transport) es un protocolo de transporte de mensajes Cliente/Servidor basado en publicaciones y suscripciones a los denominados “tópicos”. Cada vez que un mensaje es publicado será recibido por los demás dispositivos adheridos a un tópico del protocolo. Debe ser usado en el sistema para los dispositivos embarcados, siendo al mismo tiempo un protocolo para servicios IoT.

3.4.4. Subsistema de gestión de redes de venta

Este Subsistema permite el registro de cada una de las redes de venta y recarga de saldos a las cuentas de los usuarios, las cuales deberán estar asociadas a las tarjetas emitidas por el sistema. Aunque se propende por estándares interoperables, por razones de seguridad, será posible que cada red pueda tener condiciones diferentes para la definición de los canales de autenticación y la forma de identificar cada punto de su red para el reporte de la información individual o grupal de datos de recargas.

Este subsistema debe utilizar los canales HTTP REST o HTTP/WS GraphQL, asegurados con SSL y con un token JWT como medio identificación y autorización. Dicho token debe ser adquirido al autenticarse con el servidor OAuth2 desde el cual se entrega un token como respuesta. Cuando el token este próximo a vencerse se debe renovar contra el servidor de OAuth2.

El token JWT debe ser transmitido con cada petición realizada por cualquiera de los canales dado que es el mecanismo del sistema para identificar y verificar la autenticidad de la petición.

Cada motor de base de datos desplegado por microservicio está protegido por usuario y contraseña, dichas credenciales están alojadas en el motor de Kubernetes como secretos.

Los motores no tienen ningún tipo de puerto expuesto al exterior de Kubernetes, lo cual evita cualquier tipo de conexión desde afuera.

La solución está protegida utilizando JWT, el token es adquirido por el usuario al momento de autenticarse mediante OAuth2 openID-connect, y este es verificado y validado en cada una de las tres capas por la que pasa cada petición (Frontend¹⁰, API, y Backend¹¹)

3.4.5. Subsistema de Compensación o Clearing

Este Subsistema debe estar en capacidad de permitir al AMB registrar y/o modificar las reglas de negocio establecidas de acuerdo con la distribución de la tarifa técnica entre los actores y empresas del TPC para el cálculo de distribución de participaciones o compensaciones resultado de la prestación del servicio por parte de cada actor y hasta el concurrido de lo producido en el periodo de compensación. El AMB en su rol de autoridad realiza el cálculo de la tarifa técnica de acuerdo con lo establecido en la resolución 4350 del Ministerio de Transporte y define el valor de cada uno de los componentes que conforman dicha tarifa.

La solución después de recolectar en línea y en tiempo real, los datos de todas las transacciones, realizadas a través de los diferentes medios de pago, debe calcular el ingreso diario total, el cual será enviado al AMB y Operadores de Transporte diariamente. La metodología de cálculo y todo proceso, reporte, consulta, procedimiento del sistema de recaudo debe ser abierto y auditable con medios de comprobación parciales, como total de validaciones por sitio, conciliación de movimientos y saldos en medios, entre otros, que permitan comprobar los informes totales.

¹⁰ En diseño de software, front-end es la parte que interactúa directamente con el usuario; mientras que back-end comprende los componentes que procesan la salida del front-end. La separación de los sistemas de software en "front-end" y "back-end", es una abstracción que sirve para mantener separadas las diferentes partes de un sistema.

¹¹ El backend es la parte del desarrollo web que se encarga de que toda la lógica de un proceso de una petición de usuario funcione. Es el conjunto de acciones que pasan en una aplicación pero que no vemos.

La importancia de la conciliación de las transacciones radica en la operación de clearing, que debe ser una funcionalidad del sistema que se encarga de realizar los procesos de validación y compensación financiera de los diferentes sistemas y actores.

El Clearing está directamente relacionado con la política de tarifas definida y la participación en los sistemas, por lo cual, el esquema de compensación depende del tipo de acuerdos contractuales entre los diferentes actores de cada modalidad de transporte que se integran verticalmente al SIITP, por tanto, todas las operaciones deberán ser conocidas por el AMB.

Este componente debe permitir matricular y gestionar diferentes proveedores que brinden el servicio de comercialización de los productos, limitándolos por monto, número de transacciones o tiempo e integrando cada proveedor al canal del clearing del sistema. Adicionalmente el Contratista debe implementar una granja de artefactos de seguridad (SAMs) con el fin de minimizar y controlar el riesgo de exponer el elemento de seguridad del sistema; lo que brinda al sistema la capacidad de implementar mayor capilaridad.

El Contratista debe dimensionar la necesidad de virtualización de forma tal que permita al AMB, o a quien éste determine, recibir la conciliación del recaudo en cualquier momento de la operación y diariamente al finalizar la misma, sin que estos plazos se vean afectados por la ejecución de otras aplicaciones o procedimientos.

3.4.6. Especificaciones Generales del Medio de Pago.

Uno de los medios de pago para acceder al Sistema de Transporte Público del AMB será la tarjeta inteligente con interface sin contacto, en adelante denominadas “Tarjeta Inteligente sin Contacto (TISC)” y/o EMV y QR. Sin embargo, el sistema deberá estar habilitado para recibir y registrar electrónicamente transacciones en efectivo, además de integrarse con otras redes y medios de pago existentes en el AMB como códigos QR de billeteras virtuales a través de dispositivos móviles y pago en efectivo, este último durante dos (2) años, por lo cual el Contratista deberá habilitar la interfaz con al menos dos sistemas de recarga y pagos con QR que operen en el mercado colombiano.

El primer lote de tarjetas será provisto por el AMB y posteriormente por el Operador Tecnológico que se vincule al RCC, sin embargo, las Tarjetas del sistema tendrán un costo para el usuario, previamente aprobado por el AMB con base en el precio de reposición, a fin de estimular y propiciar un adecuado cuidado y custodia de las Tarjetas por parte del usuario del sistema de transporte. Esto permite la implementación de esquemas de fidelización que contribuyan al uso continuo y recurrente de la TISC por parte del usuario, ayudando a evitar sobrecostos para el sistema derivados del mal uso del medio de pago. En todo caso, el costo a cobrar a los usuarios del sistema por las tarjetas recargables será superior al costo de adquisición y al valor de dos pasajes, lo que permite la implementación del servicio a crédito¹². Este valor podrá ser inferior al monto crédito que se apruebe al usuario cuando el AMB lo considere estratégico para mejorar la prestación del servicio.

El valor que pague el usuario por el lote de Tarjetas distribuidas a cargo del Operador Tecnológico en la etapa de operación regular se considerará un depósito permanente, el cual entrará a formar parte de un fondo para adquisición de nuevo medio de pago. El AMB podrá realizar aportes al fondo

¹² De esta manera, los usuarios no encontrarán un incentivo para dejar las tarjetas con el crédito y, en vez de cubrirlo, decidan comprar otra tarjeta cuyo costo es cubierto con el viaje que realizaron a crédito.

de tarjetas para realizar campañas de fidelización de usuarios, distribuyendo TISC a su criterio dentro del Sistema de Transporte Público del AMB.

Cuando la tarjeta sea personalizada, el depósito realizado por el usuario al adquirir su Tarjeta recargable le permitirá ingresar eventual y esporádicamente al sistema bajo la modalidad de crédito, hasta por el valor que defina el AMB, para lo cual deberá validar la capacidad de cobertura del crédito para realizar la distribución de ingresos entre los Operadores de transporte. Una vez el usuario haga uso de la opción de acceso a crédito al sistema, la Tarjeta quedará en estado “suspendido”, hasta que el usuario la recargue por el valor del crédito y un viaje adicional mediante cualquiera de las opciones de recarga del sistema RCC.

El AMB procurará incentivar el uso de medios de pago electrónicos en el sistema y disminuir el uso de efectivo como medio de pago, para lo que podrá autorizar tarifas diferenciales, programa de puntos y trasbordos¹³ entre otras medidas.

La billetera virtual del RCC, la cual debe ser accesible desde la APP Móvil del numeral 3.6.2, debe permitir el acceso de los usuarios al sistema integrado de transporte público a través de la generación de códigos QR para la transacción.

La billetera virtual asociada a los aplicativos en los dispositivos móviles de los usuarios debe contar con una clave privada y un sistema de recuperación de clave en caso de olvido o bloqueo por parte del usuario.

Las Tarjetas y las billeteras virtuales deben permitir múltiples recargas de viajes y/ o valores y deben permitir limitar el número de viajes y/ o valores recargados a un número máximo parametrizable autorizado por el AMB.

La Tarjeta y las billeteras virtuales debe tener la capacidad para soportar, almacenar, actualizar y ampliar la Estructura Tarifaria, según lo determine el AMB.

El Sistema de Recaudo debe permitir la flexibilidad para que se pueda cambiar de proveedor de Tarjetas sin que represente un cargo adicional o limitación técnica, comercial u operativa para el Sistema.

Las tarjetas bancarias con estándar EMV requerirán la realización de acuerdos previos entre banco adquirente y el AMB, en la que se definan aspectos como la certificación del cumplimiento del estándar EMV, la certificación del protocolo de interoperabilidad con el SIITP, la definición del costo de transacción, la definición de reglas de negocio aplicables a la transacción entre los que se encuentran: los mensajes de respuesta por transacciones no realizadas, la cantidad de reintentos, la cantidad de eventos permitidos sin consulta de saldo, entre otros, así como los costos de cada actividad para la implementación y el responsable de asumirlo.

En caso de que el AMB logre realizar acuerdo con algún adquirente del sector bancario para implementar tarjetas bancarias con estándar EMV como medio de pago, el Contratista deberá facilitar las interfaces para la implementación de esta alternativa en la solución RCC.

¹³ Acción Física desarrollada por el Usuario al momento de realizar el cambio de ruta para llegar a su destino. Los puntos de transbordos deberán ser paraderos georreferenciados en el Sistema.

El pago realizado mediante EMV o billeteras virtuales de terceros representa un ingreso por uso del servicio de transporte pagado con un medio aceptado por el sistema y que no afecta la cuenta de transporte de un usuario específico. Si el usuario utiliza estos mismos canales para recargar su billetera o cuenta del RCC, esta transacción se considerará un ingreso en depósito registrado a la cuenta particular del usuario, la cual se convertirá en ingreso por uso del servicio una vez el medio de pago del RCC recargado se presente en el validador de un bus y ruta específica, momento en el cual se realizará el respectivo débito a la cuenta del usuario en el RCC.

3.4.7. Subsistema de Control de Inventario y seguridad de Medios de Pago del Sistema

El Contratista debe implantar un sistema de control de inventario de los medios de pago del Sistema de Transporte Público del AMB que permita tener un control centralizado e integral de la totalidad de los medios de pago del transporte público del AMB.

Las actividades asociadas al control de inventario del medio de pago implican la adquisición, pre-inicialización, inicialización, distribución y personalización del medio de pago. Actividades estas que son previas al registro de movimientos de carta, uso y actualización de saldo.

3.4.7.1. Funciones y mecanismos de seguridad

Los datos entre los equipos de recaudo localizados a bordo de los buses, puntos de venta externos, estaciones de transferencia o portales y la base de datos central debe ser transmitida, debidamente cifrada, y provista de mecanismos de autenticación provistos por el SIITP que la protejan contra apropiación indebida y/o intervención y alteración por parte de terceros. Para esto, debe incluirse la asignación de números consecutivos que identifiquen unívocamente cada transacción, y debe contar con mecanismos de verificación de integridad de la información de cada registro transmitido y recibido.

Este procedimiento, no obstante, no debe bloquear el acceso a la información al AMB, ni a sus Auditores o Interventores. Para ello el Contratista debe suministrar los mecanismos o herramientas que permitan analizar los datos requeridos por el AMB en los segmentos del sistema en que la información viaje cifrada o protegida. La transmisión de los archivos deberá ser automática con software que, a través de alarmas, identifique cuando no sean transmitidos debidamente.

El sistema de Recaudo a utilizar debe estar construido sobre una arquitectura jerárquica basada en autenticación de dispositivos y medios de pago realizada con tecnología de módulos SAM. Esto garantiza la debida autenticación y validación de cada uno de los elementos del sistema, tales como los computadores del centro de control del AMB, los equipos de inicialización de tarjetas y los validadores de medio de pago. El Contratista debe tener experiencia en la implementación de sistemas basados en seguridad y autenticación de módulos SAM bajo estándar Mifare Plus o Desfire.

El sistema de recaudo debe ser capaz de identificar automáticamente los intentos de generación de transacciones fraudulentas y debe reportar dichos eventos al administrador.

El sistema debe adicionalmente incluir en listas negras los dispositivos o Tarjetas que hayan intentado generar o hayan generado transacciones fraudulentas. Las listas negras deben poder manejar hasta un 50% de los medios de pago emitidos, sin comprometer los tiempos de respuesta de las transacciones de validación.

Todas las transacciones entre los equipos que hacen parte del sistema de recaudo deben ser autenticadas a través de SAM.

Todas las transacciones de venta generadas en el sistema deben procesarse en línea, pero con las restricciones de la red de los operadores privados de telecomunicaciones.

3.4.7.2. Detección de fraude del sistema

El sistema de seguridad debe controlar el intento de fraude en medios de pago verificando, con el mecanismo dispuesto por el SIITP del AMB y los que apruebe ante recomendación del Contratista, que el número de validaciones realizadas a la fecha de corte no exceda el número de recargas o ventas realizadas a la misma fecha.

Las inconsistencias inicialmente encontradas serán cargadas en una lista interna de trabajo denominada “Lista Gris”, a partir de la cual el Contratista y posteriormente el Operador Tecnológico realizará el análisis individualizado de cada inconsistencia.

En el caso de concluirse que existen efectivamente inconsistencias en el uso de un medio de pago, el sistema debe contar con la funcionalidad para incluirlo en la “Lista Negra” del sistema de recaudo, y difundirlas a los validadores y puntos de venta para que su uso quede automáticamente inhabilitado.

En particular, el sistema debe realizar una conciliación diaria para cada número de serie de cualquier medio de pago autorizado en el sistema para verificar que el total de validaciones realizadas a la fecha no exceda el total de cargas o derechos de viaje autorizados, tanto por número de viajes autorizados, periodo de viaje permitido o valor precargado en el medio de pago.

Aquellos medios de pago incluidos en la Lista Negra que intenten realizar transacciones en los validadores o Puntos de Venta deben ser automáticamente marcados como permanentemente bloqueados y generar inmediatamente una alarma al centro de control. Esto, con el fin de permitir retirarlos de la Lista Negra porque han quedado permanentemente inhabilitados y de tomar acciones preventivas con apoyo del personal de campo. Para estos efectos, los validadores y Puntos de Venta deben generar un registro de la transacción de bloqueo realizado sobre cada medio de pago.

El sistema RCC debe disponer de un sistema automático de monitoreo con alarmas que comuniquen cualquier inconsistencia ocurrida en la operación.

3.4.7.3. Listas de medios de pago inhabilitados

Adicionalmente a los medios de pago que presenten inconsistencias de uso en sus transacciones, el sistema de seguridad debe almacenar los registros de todos los medios de pago reportados como perdidos o robados y transmitirlos como mínimo, diariamente a los equipos de validación y recarga del sistema.

3.4.8. Subsistema de Gestión Transaccional

El Contratista debe implantar un sistema encargado de procesar, registrar, auditar y monitorear todas las transacciones ejecutadas por los dispositivos de borde de los sistemas de recaudo. Este componente permite el diseño, simulación y difusión de las políticas tarifarias de los diferentes

sistemas de recaudo de la ciudad permitiendo contemplar las características de integraciones tarifarias y/o cobro por tramos.

Este módulo debe implementar la funcionalidad de monitor transaccional permitiendo ver en tiempo real el comportamiento del sistema por tipo de transacción. Adicionalmente debe permitir realizar la trazabilidad transaccional de la solución, auditando de forma automática y permanente el origen y veracidad de transacciones reportadas por los dispositivos de borde.

Una de las principales características de este módulo es la generación de alertas tempranas que ayudan a la identificación transacciones invalidas o realizadas en dispositivos no autorizados. Este módulo es el encargado de emitir la autorización para que los dispositivos de borde de los sistemas puedan realizar los diferentes tipos de transacciones que se soporten en la solución.

Las principales transacciones del sistema son:

- Recarga de saldo: transacciones realizadas en los puntos de venta carga o máquinas de recarga; estas transacciones en operación normal se realizan en línea con el sistema central, pero el sistema debe soportar la funcionalidad de recargas fuera de línea como una operación degradada evitando contratiempos al usuario.
- Consumo de saldo: transacciones de consumo realizadas por el usuario en los diferentes sistemas.
- Préstamo de saldo: transacciones que garantizan el acceso al sistema de transporte de los usuarios. (Crédito al usuario).
- Ajustes de saldo: transacciones realizadas para compensar al usuario o al sistema ante la ocurrencia de un evento tal como pérdida o nueva emisión del medio.

Para cada una de las transacciones descritas se debe diseñar la secuencia de escritura que se implementará en el medio.

3.5. Sistema de control

3.5.1. Descripción General y Objetivos

La funcionalidad GPS de Localización y Control de Flota es una herramienta de gestión multi-operador, capaz de generar información posicional de los vehículos del sistema mediante triangulación de señales satelitales para ayudar a controlar y optimizar la operación de la flota. Además de registrar la ruta efectivamente seguida por cada vehículo con precisión +/-10 metros, el sistema GPS de localización y control vehicular debe permitir documentar y registrar posicionalmente otros eventos de interés para el Sistema de Transporte Público del AMB tales como: Lugar y hora de detención del vehículo, evento de acceso, descenso y validación, medición de velocidad en ruta, entre otros, para lo cual el Contratista debe garantizar la integración entre componentes a bordo que permitan vincular la georreferenciación de cada evento con los dispositivos a bordo que capturan el evento.

De igual forma, esta funcionalidad es aplicable al control y localización de funcionarios que actúan como personal de apoyo en campo cuando son dotados de terminales de comunicaciones con funcionalidad GPS incorporada.

La información generada por el sistema GPS y transmitida desde cada bus hacia el centro de control, debe permitir a los técnicos de control realizar el siguiente tipo de controles:

- a) Medición del cumplimiento del horario e informes asociados.
- b) Seguimiento y control de los recorridos exactos efectuados por los distintos buses.
- c) Identificación del lugar y tiempo de parada.
- d) Velocidad media y máxima desarrollada por el vehículo en cada segmento.
- e) Localización y visualización de los buses sobre mapas georreferenciados y diagramas de líneas con base en la información GPS transmitida en tiempo real (actualización cada 30 segundos o menos).
- f) Desvíos de ruta y/o horarios.
- g) Novedades que no permiten finalizar un servicio o iniciarlo de manera no programada, entre otras.

La solución de control de flota que se propone para el AMB, implica el uso de los centros de control de cada operador y el del AMB, el primero con fines de control de su propia operación y relación con los conductores que laboran para el Operador de Transporte y el segundo con fines de regulación de la actividad transportadora y del cumplimiento de los indicadores de calidad y servicio al usuario incluidos en las normas y en las habilitaciones de ruta de cada empresa y cooperativa de TPC.

El almacenamiento de ubicaciones de cada dispositivo se exige bajo el estándar IGAC o RFC 7946 geoJSON, este último debido a que permite enriquecer la data de localización con información adicional y además los motores de base de datos del SIITP están optimizados para realizar consultas geo referenciadas de forma nativa bajo geoJSON.

El sistema de control está conformado por los siguientes subsistemas: a) Programación operativa de flota, b) Asignación y despacho, y c) Control y regulación de flota.

3.5.2. Subsistema de Programación de Flota

Este Subsistema debe estar encapacidad de permitir al AMB en compañía del Operador de Transporte, establecer adecuadamente la programación de la flota para atender la demanda de pasajeros del sistema. Para ello el subsistema de Programación Operativa debe permitir realizar las siguientes actividades:

- a) Definir y establecer en el aplicativo los tipos de servicios, tablas de despacho, frecuencias, e itinerarios requeridos para atender la demanda.
- b) Asociar virtualmente en el aplicativo la flota de vehículos requerida con el fin de satisfacer los requerimientos citados en el literal anterior.
- c) El Contratista debe como parte de sus responsabilidades realizar la transferencia tecnológica al AMB y empresas TPC para que puedan operar el sistema de Programación Operativa con plena autonomía y con pleno dominio de la totalidad de las funcionalidades incluidas en la herramienta, para lo cual debe realizar la capacitación a los funcionarios encargados de la operación de cada empresa, previo a la puesta en operación total del sistema RCC.

3.5.3. Subsistema de Asignación y Despacho.

Este Subsistema, con base en el inventario de recursos disponibles, vehículos y conductores, debe permitir a los operadores de transporte realizar la asignación de recursos a las tablas de servicio generadas con el apoyo del subsistema de Programación de Flota. Dicha asignación se puede realizar en dos momentos diferentes:

- a) Preasignación, cuando se realiza con anticipación de uno o más días, de manera que tanto el jefe de mantenimiento y/o de operación pueda planear el mantenimiento de los vehículos y la rotación de las jornadas de trabajo de los conductores, pudiendo estos últimos planear anticipadamente sus actividades laborales y personales.
- b) Asignación en el punto de despacho, se realiza generalmente por novedades que se presentan al momento de iniciar el servicio, como falla en el vehículo, falla del validador¹⁴, enfermedad del conductor, suspensión del conductor y otras contingencias que obliguen a ajustar la asignación anticipada.

El técnico de despacho del Operador de Transporte, debe ser provisto de un front end web, que se pueda visualizar en dispositivo móvil y que como mínimo le permita: 1- Visualizar el turno en el que se va a asignar el vehículo y/o conductor, 2-Seleccionar el código de la novedad que da lugar a la asignación en punto de despacho y 3-Seleccionar el Código del vehículo y/o del conductor a asignar.

3.5.4. Subsistema de Control y Regulación de Flota

El Sistema de Control y Regulación de Flota debe permitir al Operador de Transporte, una vez cargada la programación y realizada la asignación con los detalles de cada bus y conductor que realizará cada uno de los servicios, debe permitir monitorear automáticamente y en tiempo real la ejecución del servicio que está prestando cada bus en su ruta, de acuerdo con la información del conductor y ruta asociada a la tarjeta maestra¹⁵ del operador identificada por el validador del bus u otra alternativa propuesta por el contratista y con base en la información posicional que envían las unidades lógicas equipadas con GPS instaladas a bordo de cada bus, para poder comparar la ejecución del servicio con lo planeado y generar alertas y mensajes automáticos que permitan a los técnicos del centro de control de los operadores intervenir en tiempo real en coordinación con su personal de operaciones dispuesto en campo, cuando sea necesario, para controlar y regular el servicio. Esta información también podrá ser consultada por el AMB, con filtros por rutas, empresas, zonas o todo el servicio, además de la funcionalidad de consulta estadística del comportamiento del servicio.

Este Subsistema debe estar en condiciones de permitirle al Operador de Transporte:

- a) Hacer el seguimiento de los buses del sistema en tiempo real.
- b) Detectar cualquier desviación de la operación respecto la programación operativa.
- c) Controlar la llegada y salida de los buses a las estaciones de transferencia y/o patios y talleres con la posibilidad de transmitir información en cualquier momento de la operación.
- d) Generar la información gerencial y operacional requerida para la gestión del sistema por parte del Operador de Transporte.
- e) Permitir y facilitar la integración de información del Subsistema de control de flota con otros subsistemas.
- f) Controlar en tiempo real al personal de apoyo a la operación que determine el operador y el AMB cuando utilicen terminales provistos de GPS.

¹⁴ Las fallas asociadas a los equipos tecnológicos abordo no deben impedir la prestación del servicio, salvo que afecten la seguridad del conductor y los usuarios. En cualquier caso, las fallas tecnológicas que impidan el cobro de la tarifa deben ser atendidas por el Operador Tecnológico de acuerdo al MTTR del equipo.

¹⁵ Tarjeta de identificación de conductor, con capacidad de generar validaciones a bordo de los autobuses y que permita como primer mecanismo propuesto, el pago en efectivo de un pasaje por parte de un Usuario. La tarjeta permitirá al Sistema identificar y loquear al conductor al inicio y fin de cada recorrido y al conductor cargar las programaciones o tablas de despacho predefinidas.

- g) Comunicarse con los conductores para generar acciones de control en operación, cuando la solución cuente con los dispositivos de comunicación que así lo permitan.
- h) El Contratista previo a la puesta en operación total del sistema RCC y como parte de sus responsabilidades, debe realizar la transferencia tecnológica al “Operador de Transporte” para que este pueda operar el sistema de Control de Flota con plena autonomía y con pleno dominio de la totalidad de las funcionalidades incluidas en la herramienta, para lo cual debe realizar la capacitación a los funcionarios encargados de la operación.
- i) Exportar todos los datos y/o aquellos indicados y/o requeridos, en todo momento, por el AMB bajo los formatos solicitados (diccionarios de datos) teniendo en cuenta los roles y niveles de consulta establecidos para el operador.
Adoptar el estándar que las autoridades nacionales del sector definan para el suministro de datos a plataformas interoperables de información o para la integración a sistema inteligentes de información pública.

Todas las actividades de control podrán ser ejecutadas por el AMB en casos eventuales o por contingencias en la operación.

Así mismo, este Subsistema debe estar en condiciones de permitirle a la autoridad de Transporte:

- a) Hacer el seguimiento del cumplimiento de los servicios por parte de los operadores.
- b) Detectar cualquier desviación de la operación respecto de la programación operativa y de las normas de operación definidas por el AMB.
- c) Obtener información de desempeño de la operación requerida para efectuar la liquidación de la remuneración y/o la determinación de los respectivos niveles de servicio de la operación.
- d) Generar la información gerencial y operacional requerida para la gestión del sistema por parte del AMB.
- e) Controlar en tiempo real al personal de apoyo a la operación que determine el AMB y que utilice terminales provistos de GPS.
- f) El Contratista previo a la puesta en operación total del sistema RCC y como parte de sus responsabilidades debe realizar la transferencia tecnológica al AMB para que este pueda operar el sistema de Control de Flota con plena autonomía y dominio de la totalidad de las funcionalidades incluidas en la herramienta, para lo cual debe realizar la capacitación a los funcionarios encargados de la operación.

3.5.5. Funcionalidades Mínimas Requeridas para el Sistema de Control y Regulación de Flota

Las funcionalidades y características mínimas requeridas para el Sistema Control y Regulación de Flota del Sistema de Transporte Público del AMB son:

- a) Capacidad de monitoreo centralizado de la posición y eventos de la flota en tiempo real desde el centro de control del Sistema de Transporte Público del AMB.
- b) Capacidad de localización de los buses sobre su ruta y comparación automática y asistida por el computador central de control y gestión de flota de lo programado versus lo realizado en tiempo real por el bus, con la respectiva generación de alertas y mensajes que permitan realizar la regulación.
- c) Capacidad de medición del cumplimiento el horario y generación de informes asociados en tiempo real.

- d) Capacidad de seguimiento y control de los recorridos efectuados por los distintos buses en tiempo real con generación de informes, reportes de kilometraje efectivamente recorrido y pasajeros movilizados.
- e) Capacidad de monitoreo y documentación de eventos en tiempo real tales como accionamiento del botón de pánico y los demás que reporten el equipo a bordo, para que puedan ser visualizadas por los respectivos Centros de Control.
- f) Los datos posicionales GPS generados y transmitidos por cada bus al Centro de Control, así como todos los datos generados en la operación del bus deben ser almacenados en la Nube.
- g) El sistema de Gestión y Control de Flota debe permitir consultar en línea la información de cada anualidad vigente y como mínimo (1) un año independientemente del esquema de almacenamiento de información escogido por el Contratista.
- h) La aplicación de Control y Regulación de Flota debe permitir realizar la edición de los datos estructurales del sistema y de los datos de referencia de las rutas y puntos de interés.
- i) La aplicación de Control y Regulación de Flota debe permitir al AMB realizar el análisis y gestión de los datos de ruta obtenidos de las unidades lógicas instaladas a bordo de los autobuses para a partir de ellos realizar ajustes y cambios en la planeación de los ciclos posteriores.
- j) La aplicación de control de flota debe contar con el front end adecuado que permita a los operadores de los buses recibir las alarmas y eventos en tiempo real para que estos puedan tomar decisiones y reaccionar frente a los eventos reportados por el sistema y/o el AMB (Esta funcionalidad será utilizada cuando las empresas TPC y/o la autoridad implementen consolas de conductor).
- k) La aplicación de control de flota debe permitir el envío de información de operación al final del día a los operadores de los buses para que estos puedan conocer su desempeño y actividad operativa diaria.
- l) El sistema de Control y Regulación de Flota debe enviar al Centro de Control la información de accionamiento por parte del conductor del botón de emergencia.
- m) El sistema de Control y Regulación de Flota debe contar con la funcionalidad para mantener un registro de la totalidad de los mensajes enviados y/ o recibidos por el Centro de Control y/o el conductor, para cuando se habiliten consolas de conductor a bordo.

3.5.6. Informes de Gestión Disponibles en el Sistema de Control y Regulación de Flota.

La aplicación instalada en el Centro de Control y Regulación de Flota para el tratamiento de la información generada y recibida de las unidades lógicas abordo permitirá disponer de los siguientes informes gerenciales para conocer el cumplimiento de cada servicio de bus realizado en cada ruta, con filtros/resúmenes de franja horario y/o equipo:

- a) Los kilómetros programados y efectivamente recorridos.
- b) Número de servicios programados y efectivamente realizados por el bus por fecha.
- c) Tiempos entre paradas.
- d) Tiempo total de la ruta.
- e) Viajes o vueltas programados y efectivamente realizados.
- f) Intervalos de despacho (salida) por franja horaria.
- g) Horas de salida /llegada a las Terminales, Patios y Talleres.
- h) Desviación entre Horas de llegada o de recorrido programadas y hora de llegada o de recorrido real.

- i) Paradas realizadas totales.
- j) Velocidad de operación promedio por segmento y para todo el recorrido.
- k) Tiempos de detención por paradas.
- l) Número de eventos por tipo, conductor y empresa operadora.
- m) Otros datos considerados de importancia para la correcta operación y programación del sistema.
- n) El Sistema de Control y Gestión de Flota debe generar los siguientes informes de incumplimiento o excepciones:
 - Desvíos de ruta no autorizados.
 - Recorridos de ruta incompletos.
 - Exceso de la velocidad limitada en los tramos.
 - Exceso de tiempo de detención de un bus.
 - Recorrido(s) fuera del área de influencia que tiene cada operador de bus del sistema.
 - Otros informes “ad-hoc” que determine el AMB a partir de los datos existentes en las bases de datos del sistema.
 - Número de vehículos en ruta inferior a capacidad transportadora autorizada.
 - Desvíos por franja horaria de la media de Intervalos de servicio respecto al intervalo autorizado.

3.5.7. Mecanismo para Identificación de la Llegada de los buses a las Terminales, Paraderos, Patios y Talleres.

- a) La detección de llegada y salida de los buses de las Terminales, Paraderos, Patios y Talleres del sistema se controlará mediante la transmisión del evento de aproximación geográfica GPS al punto preestablecido.
- b) Para estos efectos la unidad lógica embarcada debe permitir el almacenamiento de la estructura de las líneas de todo el sistema y sus respectivos puntos de parada de referencia, para poder generar en tiempo real los eventos posicionales que describen la llegada y salida de los buses a las Terminales.
- c) Esta información debe ser utilizada para construir una matriz de puntos de transbordos validos entre rutas, para ser usado cuando las empresas TPC realicen los respectivos convenios, de manera que un usuario pueda pasar de una ruta a otra, siempre que la correspondencia de trasbordo exista y este asociado a una coordenada GPS valida.

3.6. Sistema de información al usuario

El Sistema de Información al Usuario, funciona a partir de la información generada en la operación por el Subsistema de programación y el Subsistema de control, de manera que los usuarios puedan planear sus viajes con base en el programa de servicios y puedan hacer uso del servicio con base en la información de la ejecución de la operación ajustada a la realidad. Para ello el contratista debe proveer una APP móviles y un micrositio Web, a través de las cuales se podrá además recargar su cuenta de usuario y canalizar cualquier consulta, petición, queja y/o recibir orientación e información.

3.6.1. Sistema de Información Web al Usuario:

- a) El Contratista debe implementar un sistema de información al Usuario vía WEB, que le permita a los usuarios acceder y conocer las rutas, servicios, frecuencias, horarios, estadísticas generales del sistema, estado actual del sistema, planear un viaje con base en la información en tiempo real de la ejecución de la operación y demás información relevante derivada de la operación del Sistema de Transporte Público del AMB. Esta APP debe poder ser utilizada desde computadores comerciales, tabletas y dispositivos móviles o Smart Phones.
- b) La APP debe permitir a los Usuarios del sistema consultar el estado y saldo de su medio de pago, el cual debe estar actualizado en línea y desplegar por lo menos las últimas diez (10) transacciones realizadas y los dos (2) días anteriores a la consultar.

3.6.2. APP Móvil

La plataforma Móvil debe permitir al usuario desde un computador o celular, acceder en tiempo real a todas las rutas, datos del sistema y tiempo estimado de llegada de los próximos autobuses al punto donde realiza la consulta. Puede ser un aplicativo propio o integrado con Moovit o Google y otras aplicaciones de terceros de amplia aceptación. La aplicación móvil solicitada debe permitir al usuario recibir información en tiempo real de la operación, que le permita realizar al menos las siguientes acciones:

- a) Ver la ubicación de paraderos, rutas que pasan por el paradero y permitir la definición de recorridos desde y hacia este paradero.
- b) Ver las rutas del sistema y sus horarios.
- c) Mirar en detalle las rutas que ha seleccionado el usuario y tiempos de viaje.
- d) Próximos buses en llegar al paradero donde se encuentra ubicado el usuario o desde cualquier coordenada GPS desde la que lance la consulta el usuario, indicándole el punto de parada más cercano desde el cual corresponde la respuesta a su consulta.
- e) Calcular la mejor opción de ruta por origen – destino de acuerdo con el paradero actual (o seleccionado) y el paradero o punto de llegada.
- f) Conocer el bus y placa que va a tomar y seguir su recorrido a bordo, para lo cual el usuario puede indicar el vehículo en el que realiza el recorrido o puede ser detectado por la APP.
- g) Saber el tiempo de llegada al paradero de destino.
- h) Recibir notificación de eventos y contingencias asociados a la ruta en la que se encuentra y eventos generales por contingencias del servicio. Estas notificaciones pueden ser deshabilitadas por el usuario.

La APP móvil debe permitir a los usuarios conectarse y navegar de manera gratuita en internet a bordo de autobuses a través de su dispositivo móvil durante un periodo máximo de 60 minutos por dispositivo-vehiculodía, para lo cual el usuario deberá registrarse en la APP Móvil y sitio dispuesto por la solución RCC.

Dicha APP deberá tener en su backend un componente compatible con la arquitectura basada en microservicios y con la arquitectura de datos propia del SIITP para garantizar la interoperabilidad con los diferentes componentes del sistema. El AMB proveerá las API's y estándares para cumplir este requisito y lograr su integración vertical al SIITP.

3.6.3. Punto de Atención al Usuario

La solución debe soportar la posibilidad de brindar información a través de puntos de atención al usuario habilitado por el Operador Tecnológico (quien se vinculará posteriormente) para recibir todas las consultas o reclamos sobre el servicio de transporte relacionadas con el recaudo, la información y aplicaciones de usuario y en general todo lo relacionado con la tecnología que soporta el servicio de transporte.

3.7. Gerencia de integración y otros servicios

El contratista deberá realizar la gerencia de integración del proyecto, brindar los servicios de alojamiento de datos y aplicaciones, además de proveer datos e internet a los usuarios del sistema. En la siguiente imagen se representan los componentes principales de los actores del sistema entre los cuales se realizan proceso de integración que implican el desarrollo y uso de APIs e interfaces.

3.7.1. Alojamiento de aplicaciones y datos y sistema de comunicaciones inalámbricas de



datos

El contratista durante el año 2021 debe suministrar o contratar con un tercero (operador de telecomunicaciones) el servicio de alojamiento de aplicaciones y datos, además de un sistema de comunicaciones móviles de datos, este último para la transmisión de datos de posicionamiento, actualización de listas, reportes de evento, validación de todas las transacciones a bordo y brindar servicio wifi a bordo a los usuarios de transporte.

El servicio de comunicaciones para los datos operativos debe contar con una APN exclusiva para atender la operación de misión crítica que representa el RCC y ser independiente del servicio para suministrar internet vía WiFi a los usuarios de transporte. Esta responsabilidad quedará a cargo del Operador Tecnológico que se contrate a partir del año 2022, debiendo presentar al AMB el estudio de cobertura con relación a las rutas de TPC del territorio a fin de seleccionar la opción más conveniente para él servicio.

El Contratista debe asumir los costos de la infraestructura de nube a que haya lugar para el alojamiento, ejecución y operación de los datos y aplicaciones, así como los costos de los servicios de soporte en la vigencia del contrato. Por ejemplo, los servicios de seguridad, no siendo esta lista extensiva sino a manera ejemplarizante.

3.7.2. Servicio de atención (Help Desk) y esquemas de soporte y mantenimiento

- a) Este servicio debe estar a disposición del Sistema de Transporte Público del AMB 24 horas / día, los 365 días del año a partir de la etapa de operación.
- b) El Contratista colocará a disposición del AMB en el centro de Control del Sistema de Transporte Público del AMB como mínimo un usuario de consulta del historial y la gestión de Help Desk, lo cual será soportado a partir del año 2022 por el Operador tecnológico que se contrate de manera posterior al contrato de implementación.

3.7.3. Mantenimiento

El Contratista de la Solución Tecnológica deberá informar con su propuesta el costo anual de soporte y mantenimiento de equipos y software, el cual podrá ser contratado directamente o realizado por personal técnico del Operador Tecnológico, por personal local que cuente con la correspondiente formación y autorización realizada por los proveedores.

El equipo validador y la unidad lógica deberán contar con garantía mínima de cinco (5) años. Los elementos averiados se enviarán al Contratista dentro del periodo de garantía de los dispositivos para que realice la reparación de estos, y posteriormente los devuelvan para incluirlos nuevamente en el lote de repuestos de soporte del Operador Tecnológico.

El Contratista deberá suministrar la matriz de obsolescencia, la descripción de los periodos y esquema de actualización y la matriz de escalamiento para la atención de garantías. Así mismo, deberá garantizar el soporte tecnológico de accesorios y aplicaciones durante al menos siete (7) años y contar con disponibilidad para suministro de stock de seguridad de equipos terminados y stock de componentes electrónicos a una tasa mínima del tres por ciento (3%), servicio que será contratado por el Operador Tecnológico, observando las mejores prácticas ITIL.

3.7.3.1. Actualización de software

El Contratista debe incluir en su propuesta el costo de soporte y actualización anual de software, el cual deberá licenciarse a nombre del AMB.

3.7.3.2. Servicio de Atención al Cliente Interno

Para todos los efectos de este documento se consideran Clientes Internos del Sistema RCC a las empresas y operadores de TPC y sus funcionarios y contratistas relacionados con la prestación del servicio que son usuarios del sistema RCC ya sea en sus componentes de software, hardware o comunicaciones y que en desarrollo de su actividad además de tener la obligación de utilizar la solución RCC deben reportar al Operador Tecnológico cualquier evento de falla o problema en la operación relacionado con el uso y/o funcionamiento esperado de cualquiera de los componentes utilizados para que dicho evento o situación sea corregida dentro de los tiempos estipulados en el presente anexo o en el acuerdo de niveles de servicio que se incluya en el contrato del Operador Tecnológico.

El contratista deberá brindar soporte y servicio al cliente interno en los tiempos definidos en el siguiente cuadro de acuerdo con el nivel de severidad del caso reportado y a partir de la notificación del mismo, así:

Tabla 1. Plazos de atención del Sistema Soporte

PLAZOS DE ATENCIÓN DEL SISTEMA DE SOPORTE	
Nivel de severidad	Plazo en horas para la solución del problema*
1	2
2	4
3	24
4	48

Tabla 2. Severidad - descripción del Impacto del Sistema de Soporte

NIVEL DE SEVERIDAD	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO
1	Problema impide que AMB individualmente o las empresas asociadas u operadores de servicio tengan acceso al hardware, software, a la red o a las aplicaciones del sistema.
2	Problema hace que AMB individualmente o las empresas asociadas u operadores de servicio operen en nivel seriamente degradado de función o desempeño.
3	Problema causa a AMB individualmente o a las empresas asociadas u operadores de servicio tengan inconvenientes operacionales menores o intermitentes.
4	Problema no crea impacto operacional para AMB individualmente o para las empresas asociadas u operadores de servicio.

3.7.3.3. Servicio de Atención al Cliente Externo

Para efectos del presente anexo, se considera usuario externo al pasajero o cliente del servicio de transporte público colectivo, quien podrá solicitar soporte sobre asuntos relacionados con el medio de pago, los planes de viaje y su ejecución.

Este servicio deberá ser prestado por el contratista acorde al cronograma de implementación del proyecto del año 2021 y a partir del año 2022 será atendido por el Operador Tecnológico, por lo cual se deberá contar con un sistema informático de peticiones, quejas y reclamos, por medio del cual se canalicen las inquietudes de los usuarios, en referencia al sistema de recaudo y transporte.

El servicio PQR del TPC a la comunidad usuaria se hará mediante los canales y líneas de servicio del sistema PQR del AMB, para lo cual se deberá contar con acceso a la información de los registros de cada usuario a fin de atender oportunamente cada evento reportado.

El AMB Tendrá acceso continuo a todos los registros del sistema PQR y podrá volver a abrir casos, si considera que no han sido adecuadamente cerrados.

3.7.3.4. Manuales

- a) El Contratista de la Solución Tecnológica deberá proporcionar los manuales y documentación requerida para el entrenamiento y capacitación del AMB y los Operadores de Transporte, para el uso y operación del sistema, además de los manuales para el mantenimiento de los equipos del sistema, los cuales serán trasladados al Operador Tecnológico del RCC.
- b) El contratista deberá entregar diagramas de alto y bajo nivel de la solución RCC, considerando software, hardware y comunicaciones.
- c) Los manuales deben cubrir los temas de capacitación descritos en el numeral 5.3 del presente anexo.
- d) Los manuales de componentes primarios del sistema, el catálogo ilustrado de partes, los manuales del aplicativo y el manual de los equipos de diagnóstico, de prueba y herramientas especiales podrán entregarse en inglés o en castellano; el manual de operaciones, el manual de mantenimiento y reparación, y el manual del taller de mantenimiento deberán entregarse en castellano.
- e) Los manuales deberán cubrir tanto el equipo como el aplicativo asociado con el sistema de recaudo, control de flota, información al usuario y comunicaciones.
- f) Todos los manuales deberán tener un número único.
- g) El desarrollo de manual y el material de capacitación deberá realizarse simultáneamente con el proceso implementación y deberá entregarse un mes antes del inicio de la operación de la Solución RCC.

3.7.3.5. Taller de Mantenimiento

El Operador Tecnológico que se vincule con posterioridad a la implementación del RCC deberá contar con un taller de mantenimiento dedicado exclusivamente al soporte técnico del Sistema RCC para distintos horizontes de tiempo: corto, mediano y largo plazo, para los cual se definirá una programación.

El Taller de Mantenimiento forma parte del Sistema de Mantenimiento que tendrá las siguientes características generales:

- Una estación de mantenimiento que debe concentrar los reportes para la administración de la totalidad de los Equipos a cargo del Operador Tecnológico.
- Uno o más unidades de equipos a bordo de autobuses.
- El Subsistema de mantenimiento debe identificar los Equipos a cargo del Operador Tecnológico que requieran mantenimiento automáticamente y sin intervención humana.

El sistema de mantenimiento provisto por el Contratista deberá tener las siguientes funcionalidades:

- El Subsistema de mantenimiento debe tener información histórica de mantenimiento que deberá reposar en la hoja de vida de cada uno de los Equipos del sistema RCC, y sus respectivos subsistemas, módulos o tarjetas que los componen, incluyendo los reemplazos realizados, todos ellos identificados a través del respectivo número de serie.
- El Subsistema de mantenimiento debe, adicionalmente, manejar la información de mantenimiento preventivo y correctivo realizado al Sistema RCC y demás componentes, dispositivos y subsistemas que le integren.
- El AMB podrá auditar la información referente a las actividades descritas en este numeral a través del SIITP y/o con terceros especializados.
- En todo caso, el subsistema de mantenimiento debe contar con licencias suficientes para que a través de este se pueda realizar la gestión y control detallado del mantenimiento de la flota de buses vinculada al Sistema.

3.7.4. Inteligencia de negocio, datos estadísticos y reportes

El Contratista debe implementar un subsistema de inteligencia de negocio que le permita al AMB en su rol de autoridad producir reportes de todas las transacciones generadas por la solución RCC, que brinde al AMB a través de un tablero de control información y funciones como:

- Optimización de recursos
- Identificación de patrones de comportamiento y detección de fraude a partir de MachineLearning
- Reconstrucción de eventos

Este subsistema tiene la responsabilidad dotar al AMB de una herramienta única que mediante inteligencia artificial y minería de datos permita correlacionar toda la información generada por las diferentes aplicaciones existentes y almacenada en el gestor de eventos de control y/o monitoreo GPS de vehículos de transporte público de pasajeros en sus diferentes modos, brindando al AMB información clave y estadística en tiempo real, que coadyuve en sus actividades de inspección, control y regulación en cumplimiento de su rol de autoridad de transporte.

Este módulo debe permitir la verificación del cumplimiento de los servicios de transporte programados, además de la verificación de la información de conteo de pasajeros, entre otros datos de interés que puedan estar generando las aplicaciones utilizadas por las empresas de transporte público.

Adicionalmente debe brindar la capacidad de medir, controlar y comunicar el estado de los indicadores que se hayan definido con cada participante del ecosistema de transporte, inicialmente con los transportadores del TPC, para garantizar la correcta operación.

Así mismo el subsistema debe permitir genera reportes de los sistemas de pago utilizados como medio de acceso al Sistema de transporte público colectivo del AMB, por ejemplo, los flujos y patrones de comportamiento de los usuarios y de los equipos a bordo, el historial de los usos de los equipos, las alarmas técnicas, la frecuencia y localización de errores, entre otros indicadores.

El Contratista debe presentar una lista detallada de reportes estadísticos del sistema y una descripción de las interfaces de usuario de este.

Se debe proveer un catálogo de reportes enfocados al monitoreo, supervisión, gestión y fiscalización de la operación del Sistema de Recaudo y sus componentes, así como también de la Red de Comercialización y Atención Post-Venta.

Los reportes pueden incluir:

- Reporte de operación de Red de comercialización
 - Horarios de apertura y cierre
 - Periodos sin conexión con el sistema central
 - Tarjetas vendidas
 - Valor promedio de recarga y total recargado
 - Transacciones por periodos por tipo de transacción
 - Registro de recargas y ventas por periodos y canal de atención.
- Reporte de operación de la Red de Validación
 - Funcionamiento dispositivo de validación
 - Localización de errores • Horario de apertura y cierre
 - Cantidad de validaciones y valor • Usos por franja horaria, ruta, bus, conductor, tipo de día
 - Usos por puntos de validación georreferenciados.
- Reportes operativos de usuario
 - Presentación de gráficos de resultado de la operación
 - Estadística de alarmas o eventos configurables, como velocidad excedida o desviación de rutas, puertas abiertas.
 - Distancia recorrida por ruta, bus, conductor, franjas de tiempo y periodos del calendario.
 - Tiempo de operación diaria del vehículo y consumos de combustible
 - Matriz de ascensos y descensos
 - Densidad de carga o Tramo más cargado por franja horaria y día, entre otros.
 - Tiempos de recorrido, mínimos, promedio y máximo.
 - Afluencia por recorrido por franja horaria y día.
- Reportes operativos de vehículos y conductores
 - Consumos de combustible
 - Mantenimientos preventivos

- Servicios prestados
- Vigencia de documentos legales del vehículo para su operación
- Programa de mantenimiento
- Calificación de conductores
- Cumplimiento de requerimientos legales de conductor.
- Reportes de clearing
 - Cantidad de pasajeros validados por forma de pago, empresa, ruta, bus, conductor
 - Valor de recargas por red y canal de recarga
 - Valor de validaciones por tipo de usuario o tarifa diferencial
 - Valor de compensaciones realizadas por periodo
 - Valor de créditos vigentes y comportamiento del crédito.
- Reportes de calidad del servicio
 - Cumplimiento o variación de planes de servicio
 - Intervalos de servicio
 - Número de vehículos en operación por ruta y franja horaria
 - Número de kilómetros programados vs realizados
 - % de ocupación de vehículos por empresa, ruta, tipología
 - Tiempos y distancias promedio, entre otros.

3.8. Especificaciones de equipos RCC.

Las especificaciones técnicas de los equipos, pretende que cumplan con la funcionalidad y eficiencia necesaria para el proyecto. Los valores de dichas especificaciones obedecen al mínimo requerido en el Sistema de Transporte Público del AMB. Además del suministro de los equipos detallados a continuación, el Contratista deberá proveer todos los cables, conectores, arneses y demás accesorios para la debida instalación a bordo, actividad que también se encuentra a cargo del Contratista.

3.9. Unidad Lógica a bordo

3.9.1. Características físicas y funcionales.

- a) La Unidad Lógica a Bordo debe ser alimentada directamente por la batería del autobús (12 VDC o 24 VDC, dependiendo del equipo y la red de alimentación de la que disponga el autobús), y debe permanecer encendida aun cuando el motor este detenido. Se debe instalar un interruptor con llave de seguridad para desactivarla durante largos periodos de inactividad o contar con un sistema de fácil instalación para removerla.
- b) La unidad lógica a bordo debe contar con sistema Operativo Linux 4.9 o Android 5.1 o superior.
- c) La Unidad Lógica a Bordo debe incluir un receptor de GPS, para registrar la posición del autobús.

- d) La Unidad Lógica a Bordo debe incluir un área de memoria no volátil flash de mínimo 4GB encargada del almacenamiento temporal de los datos mientras que estos son descargados correcta y oportunamente al sistema central cuando se recupera la conexión.
- e) La antena del módulo de comunicaciones de la Unidad Lógica a Bordo se ubicará en la misma unidad, por lo cual debe ser resistente a intentos de vandalismo.
- f) Los conectores de la instalación de la Unidad Lógica a Bordo deben ser de tipo industrial, resistentes y compatibles con el ambiente característico del autobús, además deben estar protegidos y fuera del alcance de personas no autorizadas para manipularlos.
- g) La Unidad Lógica a Bordo debe disponer de un mínimo de 4 Puertos GPIO de I/O para monitoreo de entradas o interruptores discretos para control de eventos tales como alarma activada por el botón de pánico, activación de dispositivos, etc., de los cuales, 2 deben ser deben manejar señales de 12 a 48 VDC y 2 deben manejar señales de 9 a 24 VDC. Estos puertos deben ser abiertos a contacto seco u otra opción que evite modificaciones por problemas de acoples de voltaje.
- h) La Unidad Lógica a Bordo debe disponer de un mínimo de 2 Puertos de comunicaciones seriales RS485 o CAN para conexión del validador y/o otros dispositivos a Bordo.
- i) La Unidad Lógica a Bordo debe disponer de un mínimo de 2 Puertos de comunicaciones seriales RS232 para conexión de los equipos de comunicaciones.
- j) Módulo de comunicación 3G/GPRS/4G integrado con soporte de hasta 2 SIM Cards, las cuales deben trabajar en modo activo-pasivo, de modo que entren a operar automáticamente de acuerdo una en respaldo de la otra y deben contar con mecanismo de autenticación y verificación de funcionamiento y disponibilidad;
- k) La unidad lógica debe manejar IPv6 con enfoques de dual stack.
- l) La unidad lógica debe permitir conexión SSH en sitio que permita corroborar el acceso a toda la data.
- m) La unidad lógica a Bordo debe tener protección de vidrio templado en la pantalla, carcasa rugerizada con puntos de anclaje reforzados metálicamente.
- n) La unidad lógica a Bordo debe contar con un nivel de protección IP-54¹⁶.
- o) MTBF de 30.000 horas.
- p) La Unidad Lógica a Bordo debe tener función de monitoreo para mantenimiento.
- q) Así mismo, los equipos instalados dentro del autobús deben tener protección contra las vibraciones presentadas en ruta, de tal forma que esta no llegue a interferir en el normal funcionamiento de los mismos.
- r) Las unidades lógicas instaladas a bordo deberán estar dimensionadas, diseñadas y certificadas para operar durante mínimo siete (7) años bajo las condiciones ambientales de humedad y salinidad características de la ciudad de Barranquilla.
- s) El AMB con el apoyo del Operador Tecnológico será responsable por la descarga de la información generada y almacenada en la Unidad Lógica a Bordo correspondiente a los recorridos realizados por los autobuses, de tal forma que debe garantizar su

¹⁶ El grado de protección IP hace referencia a la norma internacional CEI 60529 Degrees of Protection¹ utilizado con mucha frecuencia en los datos técnicos de equipamiento eléctrico o electrónico. Las letras "IP" identifican al estándar (del inglés: Ingress Protection), el primer dígito numérico describe el nivel de protección ante polvo, en este caso: El polvo no puede entrar. El segundo dígito numérico describe el nivel de protección frente a líquidos, en éste caso no debe entrar agua lanzada con chorros a un promedio de 10 litros por minuto.

almacenamiento y/o transmisión seguros hasta tanto la información no se encuentre depositada en el computador central destinado para ello.

- t) Los procedimientos de mantenimiento correctivo, adaptativo y preventivo de las Unidades Lógicas de Bordo serán responsabilidad del AMB con el apoyo del Operador Tecnológico, de tal forma, que las Unidades Lógicas de Bordo deberán estar siempre en el 100% de su capacidad de funcionamiento y cumpliendo con todos los parámetros exigidos.
- u) La fecha y hora del equipo (Unidad Lógica de Bordo), debe poderse sincronizar con la información obtenida a través del receptor GPS.
- v) El formato utilizado para la generación y envío de registros del computador de Bordo al sistema central y sus respectivos protocolos deberá ser debidamente documentado al AMB dentro del proyecto SIITP para que se constituya en una información abierta y no propietaria.
- w) La descarga de datos de la Unidad Lógica de Bordo se realizará automáticamente de conformidad con los parámetros de interoperabilidad definidos por el SIITP para el RCC.
- x) La Unidad Lógica a Bordo solo podrá borrar la información después de confirmada la correcta recepción de los datos en el servidor central dispuesto para ello e intentará el reenvío de datos una vez detecte que el canal de conexión está habilitado, haciendo esta comprobación cada (5) minutos.

3.9.2. Mecanismo de Descarga de Datos de Validación, Conteo de Pasajeros y Otros.

La Unidad Lógica abordo debe descargar por medio inalámbrico vía red de comunicaciones, en línea y en tiempo real los datos de validación de los medios de pago realizada a bordo, datos generados por los contadores de pasajeros y demás información operativa necesaria para el subsistema de recaudo. La unidad lógica debe implementar mecanismos automáticos de retransmisión de transacciones. El recibo de las listas de cargas virtuales deberá hacerse en intervalos de 60 segundos como máximo. Al finalizar la ruta, se deberá generar un registro de cierre con la posición GPS del vehículo, indicando que se encuentra en patio y que todas las transacciones fueron descargadas, en caso contrario, el sistema deberá arrojar una alarma y el Operador Tecnológico deberá proceder a la descarga manual de información.

3.10. Validadores del Medio de Pago en los Buses

- a) Dentro de los autobuses del Sistema de Transporte Público del AMB se debe realizar la validación de los medios de pago descritos en el presente anexo técnico para habilitar el ingreso de los pasajeros verificando que estos poseen los derechos necesarios para permitir el ingreso al sistema.
- b) Esta validación a bordo de los buses en las diferentes rutas de la red del Sistema de Transporte Público del AMB, implica tener una solución que le brinde una alta disponibilidad al usuario para adquirir y recargar todos los medios de pago descritos en el presente anexo técnico, lo cual debe lograrse a través de una o varias redes de venta y carga externa, APPs y billeteras virtuales, página web, red bancaria, etc., adecuada a la demanda del Sistema de Transporte Público del AMB , teniendo en cuenta que los puntos de venta y/o carga deben

estar estratégicamente localizados con proximidad a los puntos de embarque de las rutas que circula por todo el territorio.

- c) Dado que el sistema de pago se concibe inicialmente como mixto, es decir, que se podrá recibir pago en efectivo, será necesario que el validador cuente con una antena adicional que se deberá instalar en un lugar de fácil acceso para el conductor, de manera que sea este quien realice el registro del pago del usuario en el sistema, información esta que posteriormente será conciliada con la data generada por los sensores para conteo de pasajeros, pudiendo hacer esta tarea directamente con los sensores apoyados con las cámaras a bordo.
- d) La Solución Tecnológica deberá permitir implementar una matriz de trasbordos para validar el derecho o no a realizar un trasbordo entre dos rutas en un punto de cruce de rutas o punto de interés determinado, dentro de un tiempo preestablecido y en un mismo sentido de viaje. Este beneficio no será aplicable al medio de pago efectivo.

3.10.1. Características Básicas del Hardware de los Equipos Validadores de los Buses

- a) El equipo debe Validar los medios de pago habilitados por el Contratista, contar con interface con el contador de pasajeros para registrar el ingreso pago del usuario o en caso contrario la evasión, generar los datos de registro de la transacción asociados al sistema de gestión de flota con la identificación del punto de parada y desplegar una alarma auditiva por ingreso no valido o evasión, para conocimiento del operador, control y/o ajuste.
- b) Debe disponer de Gabinete anti-vandalico y anti-vibración;
- c) Fuente de alimentación integrada, de serie vehicular 9 ~ 36Vdc;
- d) Procesador y memoria que permitan transacciones de validación en menos de 300 milisegundos.
- e) Sistema Operativo Linux 4.9 o Android 5.1 o superior.
- f) Módulo de comunicación Ethernet integrado;
- g) Módulo de comunicación Wi-Fi 802.11b/g (o en unidad logica), capaz de recuperar el estado con los mensajes que fueron persistidos, enviándolos a través de puntos de control con conexión WiFi en el recorrido del vehículo.
- h) Módulo de comunicación bluetooth integrado (o en unidad lógica);
- i) El validador debe manejar IPv6 con enfoques de dual stack.
- j) Display para informar el estado de la transacción.
- k) Salida y entrada de audio, para proporcionar sonorización en el interior del vehículo;
- l) Lectora de tarjeta Mifare Plus o Desfire sin contacto, ISO 14443 A/B;
- m) Lector de códigos QR
- n) Debe permitir la integración con la central electrónica del vehículo
 - Un puerto serial RS232 o,
 - Un puerto serial RS485 o,
 - Un puerto USB;
- o) Arquitectura modular que permita mantenimiento preventivo y correctivo con desmonte de tarjetas y el desmonte total para su reemplazo y mantenimiento.
- p) Protección IP54

- q) Soporte de temperatura hasta 60°
- r) Slots para módulos SAM
- s) Micro SD Industrial mínimo de 8GB para Almacenamiento de 7 días de transacciones.
- t) MTBF¹⁷ de 30.000 horas.
- u) MTTR¹⁸ menor de 30 minutos

El servicio de puntos de control WiFi como alternativa de redundancia será provisto por el AMB.

Se deberá validar que los dispositivos que se integran a la solución RCC cumpla con las características mínimas aquí descritas y garantizar su interoperabilidad, pudiendo integrarse en un mismo equipo.

3.10.2. Funcionalidades del Software de los Validadores para los Buses:

- a) Generación de eventos o transacciones técnicas, económicas y operativas requeridas por el Sistema de Recaudo.
- b) Cancelación del pasaje mediante descuento del viaje, valor o número de unidades equivalentes en las Tarjetas y demás medios de pago.
- c) Manejo de totales parciales manejados por turno y por cierre de operación.
- d) Capacidad de fragmentar la descarga de datos. Esto implica que el validador pueda transmitir parte de su información sin efectuar un cierre económico.
- e) Capacidad de carga en memoria de todas las líneas en las que puede operar el bus (lo puede tomar también de la consola de conductor o computador a bordo).
- f) Permitir la activación del código de línea en la que operará el bus para seleccionar automáticamente las tarifas en función de la línea seleccionada.
- g) Manejo de Lista negra de Tarjetas: el sistema central enviará a cada validador la lista de tarjetas que por distintos motivos queden sin permiso de operación.
- h) Manejo de Lista de recargar virtual.
- i) Manejo de líneas, conductores e inspectores permitidos. (lo puede tomar de la Consola de conductor o computador a bordo)
- j) Los validadores deben incorporar el Software necesario para descargar los datos de validación en el sistema central. Adicionalmente, debe contar con funcionalidades de reconstrucción de transacciones y rutinas de retransmisión para garantizar que los datos lleguen al software central.
- k) Capacidad de identificación y manejo de diferentes niveles de operadores.
- l) Lectura de diferentes estándares de QR (Según convenios que deberá ser al menos con un banco y una billetera).

¹⁷ El tiempo medio entre fallos (en inglés, mean time between failures, comúnmente abreviado MTBF) es la media aritmética (promedio) del tiempo entre fallos de un sistema.

¹⁸ Abreviatura del inglés "Mean Time To Repair", equivale al "Tiempo Medio Para Reparar" (MTTR) y es el tiempo promedio que toma reparar algo después de una falla.

3.10.3. Aplicaciones de Validación y Descuento de Tarjetas en los Validadores

Los validadores a bordo deben reconocer y manejar integralmente la estructura tarifaria del sistema y cambios que defina el AMB.

El modelo propuesto está basado en cuenta o ABT por las siglas en inglés “Account Base Ticketing” cuyo propósito es eliminar la necesidad de adicionar equipos de recarga con módulos SAM para la autenticación, permitiendo aprovechar las redes de venta consolidadas y distribuidas por todo el territorio en el que se presta el servicio de TPC. El propósito de este modelo es utilizar las redes de venta de terceros para realizar la carga de valores en las cuentas de los usuarios. El Contratista deberá garantizar la integración tecnológica de al menos dos redes comerciales de venta y recarga con alta penetración o capilaridad en el territorio. El Operador Tecnológico que se contrate para la fase de operación, será quien se encargue de ampliar la vinculación de las redes de terceros, las transacciones electrónicas virtuales, billeteras virtuales y/o las tarjetas bancarias bajo estándar EMV.

Entre las dos primeras redes comerciales de venta y recarga de cuentas se debe garantizar al menos la disposición de 1.000 puntos físicos de servicio vinculados al sistema RCC del TPC.

3.10.4. Recarga de saldos

Los Equipos de Recarga en los Puntos de Venta externos o puntos de recarga deben permitir la carga en línea de los saldos asociados a las cuentas/tarjetas/medios de pago autorizados y hacer la actualización de estos en las bases de datos de administración de saldos. También se debe permitir la carga en línea a través de la APP móvil para su respectiva gestión de pago mediante dispositivos móviles. El AMB procurará dar cobertura a todas las zonas en donde hay servicio de transporte, para lo que será necesario realizar convenios con plataforma de redes de venta existentes, casas de apuesta, corresponsales bancarios, entre otros y/o colocación de puntos propios de venta.

Cada Punto de Venta/Recarga pueden ser de dos tipos, 1-asociados al sistema central de recaudo y tener asignado un cupo maestro de recarga autorizado en línea en el cual la validación y reactivación de los cupos maestros de recarga asignados a cada punto de venta debe estar basada en un sistema de certificación y validación jerárquico soportado con módulos SAM, que deben operar en tiempo real con SAM’s implementados en el sistema central y en los equipos de capa media que autorizan los cupos a los puntos de recarga y 2- Recarga de cuentas en línea haciendo uso de las aplicaciones propias de cada red cuyas transacciones debe autenticarse a través del modelo de seguridad del SIITP.

Los usuarios podrán realizar compras y recargas de saldo para acceder al sistema a través de aplicativos móviles y pagina Web desde teléfono celular, Tablet o dispositivo móvil compatible.

3.10.5. Características Generales de los Puntos de Venta y Recarga de Cuentas.

a) Servicios prestados en los puntos de recarga:

- Cargar la lista de cuentas o consultarlas en un servicio provisto por el Contratista.
- Permitir el pago en efectivo para carga de la cuenta.

- Registro de transacciones en el Sistema de Transporte Público del AMB y la tarjeta puede llevar el saldo pudiendo ser verificado en las APPs móvil y web siempre que el usuario registre la tarjeta.
- Permitir la visualización del saldo.

b) Recarga a través de Página Web: El Contratista deberá suministrar los mecanismos necesarios y/o aplicación para la recarga de las tarjetas a través de una página web, habilitando diferentes modalidades de pago (tarjetas de crédito, pago PSE, entre otros). Los usuarios podrán también consultar saldo y observar el historial de transacciones sobre la cuenta una vez asocie una tarjeta a su cuenta.

Dado que las recargas virtuales, como el caso de las realizadas mediante la página web, solo actualizan el saldo de la cuenta del usuario en las bases de datos, pero no actualiza el saldo que viaja en la memoria de la tarjeta, el Operador Tecnológico deberá implementar una función de listas de difusión mediante las cuales en periodos máximo de sesenta (60) segundos se actualiza una lista que se conocerá como “lista blanca” en la cual se reporta todas las recargas virtuales de forma tal que cuando un usuario presente su tarjeta en el validador o consulte el saldo en un equipo autenticado en el sistema, se le realice la actualización o conciliación del saldo en su tarjeta.

En el caso del validador, este realizará la actualización de la carga virtual y de manera inmediata realizará el descuento correspondiente al cobro del valor del pasaje para que el usuario pueda hacer uso del servicio.

En esta misma página Web, se deberán incorporar todos los servicios de información de la operación del sistema como planeación de viajes, funcionamiento en línea del servicio, quejas y reclamos en otros aspectos relacionados con la operación y la prestación del servicio.

c) Mecanismos de autenticación de Medios de pagos:

- a. Tarjetas: Los Puntos de Venta podrán tener mecanismos de autenticación de Tarjetas basados en módulos SAM que impidan la realización de transacciones con Tarjetas inválidas. Pero también se podrá hacer uso de tarjetas personalizadas con saldos basados en cuenta, caso en el cual la autenticación se realizará a través de software entre el punto de venta y el servidor de seguridad. Cuando el usuario utilice tarjeta Mifare, la autenticación a bordo del bus deberá realizarse mediante módulos SAM del validador los cuales deberán disponer de dos (2) ranuras (Slots) para módulo SAM, uno para el sistema y otro para crecimiento y manejo de otras aplicaciones.
- b. Otros medios: El Contratista deberá implementar como medio de pago complementario los códigos QR y podrá habilitar pago con tarjetas bajo estándar EMV, caso en el cual se deberán realizar las respectivas alianzas con el banco adquiriente para la financiación del lector y certificación EMV del validador.

4. Agentes del sistema – Stakeholders

El Sistema se ha diseñado para conserva su funcionalidad con los actores que actualmente participan en la operación del transporte público colectivo, con cuya gestión se ha garantizado la continuidad al servicio incluso en época de aislamiento social y que reconocen la necesidad de hacer

una transformación hacia lo digital y de aprovechar las ventajas de las plataformas tecnológicas que les permita mitigar los costos que supone mejorar la calidad del servicio al usuario.

4.1. Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones

Es el máximo órgano rector en materia de TICs cuyos ejes del plan 2018-2022 se encuentran en armonía con los objetivos del proyecto SIRI.CO del AMB, tal es el caso de la inclusión social digital y la transformación digital del sector. El rol del Ministerio en este proyecto es de aportante de recursos para la contratación de este.

4.2. Ministerio de Transporte

Es la máxima autoridad nacional en materia de transporte y ha liderado la implementación de los Sistemas Integrados de Transporte Masivo del país, como es el caso de Transmetro en la ciudad de Barranquilla y propenden por la integración de los servicios de transporte y la intermodalidad. Dentro del convenio tripartito 1014-2020 El Ministerio participa brindando apoyo a través del grupo de Tecnologías de la Información (ITS), por lo cual, su rol en el proyecto está determinado por la competencia en el sector y por las practicas desarrolladas para la coordinación de proyectos en el sector de transporte público.

4.3. Área Metropolitana de Barranquilla

Es la autoridad de transporte metropolitano en los modos masivo, colectivo e individual, responsable de los estudios y actualización de la Tarifa, habilitación de empresas, autorización de rutas y con ello también es responsable de la inspección, vigilancia y control del servicio y el cumplimiento de las condiciones de habilitación para cada ruta autorizada, entre otras facultades y obligaciones que le competen en su rol de autoridad.

4.4. Empresas y Cooperativas de Transporte público colectivo

Son las 26 empresas debidamente habilitadas para prestar el servicio de transporte público colectivo en el área metropolitana de Barranquilla, de las cuales 23 se han agrupado en dos empresas operadoras Opecaribe y Operador 1, lo que ha facilitado la interacción con el sector y la suscripción de acuerdos y seguimiento a los planes de mejoramiento. Son estas empresas las que vienen dando pasos hacia la modernización haciendo uso de soluciones tecnológica y servicios nacionales para el control o conteo de pasajeros y el control de despachos y servicios mediante monitoreo a través de módems GPS, incluida la implementación de sus propios centros de control.

4.5. Emtel Telecomunicaciones E.S.P

Es la empresa responsable del desarrollo del software integrador de información, actividad que incluye la definición del mapping de ciudad, definición de estándares de interoperabilidad y en general la implementación y soporte del SIITP a partir de los lineamientos que sean impartidos por el AMB y las regulaciones y estándares definidos por el Ministerio de Transporte, así como su transferencia tecnológica.

4.6. Contratista de la Solución Tecnológica o RCC

Es el tercero o proveedor a contratar y que será responsable de la implementación de la Solución Tecnológica, lo que se describe como fase de implementación del RCC del AMB, incluyendo la gerencia de integración del proyecto y sus componentes, además del soporte al servicio desde la firma del acta de inicio hasta diciembre de 2021.

4.7. Operador Tecnológico

Es el tercero responsable de la prestación de los servicios tecnológicos y operativos en la fase de operación a partir del año 2022, haciendo uso del RCC de Capa Central e inferior, brindando mantenimiento y soporte a los usuarios internos y externos del sistema.

4.8. Redes de venta y recarga de medios de pago

Son las redes procesadoras de pago, las cadenas de supermercado, los bancos y franquicias, entre otros, que mediante convenios se vinculan por el Contratista y posteriormente por el Operador Tecnológico, para que los usuarios cuenten con múltiples opciones de recargar su cuenta o tarjeta cerca a su lugar de vivienda o destino, entendiendo que el TPC no cuenta con estaciones o sitios cerrados donde el usuario está obligado a llegar para tomar el servicio.

4.9. Conductor u operador de bus

Es el conductor vinculado a una empresa o cooperativa de TPC, encargado de prestar el servicio de transporte público, atender las instrucciones operativas de programación, despacho y control, cuidar el cumplimiento de las reglas de tránsito y transporte, además de recibir el pago cuando este se haga en efectivo y registrarlo electrónicamente o supervisar que el pago electrónico sea exitoso para controlar y aceptar o rechazar el ingreso al vehículo de una persona sin pagar.

4.10. Técnico operador de centro de control

Son los funcionarios del AMB o de las empresas de TPC encargados realizar las tareas de seguimiento y regulación de la prestación del servicio desde los centros de control implementados por cada una de las empresas.

4.11. Técnicos de soporte tecnológico

Es el tercero responsable de la prestación de los servicios tecnológicos y operativos en la fase de operación a partir del año 2022, haciendo uso del RCC de Capa Central e inferior, brindando mantenimiento y soporte a los usuarios internos y externos del sistema.

4.12. Usuario del servicio de TPC

Es toda la población residente y visitante del área metropolitana de Barranquilla que hace uso del servicio de TPC y todos aquellos con potencialidad de hacerlo y que pueden utilizar los servicios web ya sea para identificar la mejor ruta y programar su viaje.

5. Plan de capacitación y transferencia de conocimiento

El Contratista deberá definir su Plan de Capacitación, el cual deben ser de preferencia presencial, aunque se podrán aprobar sesiones virtuales. Dicho plan deberá ser validado por el AMB y/o el Comité Operativo del convenio antes de su implantación. La capacitación deberá ser impartida previo a la puesta en operación total del sistema RCC.

5.1. Apoyo del Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones

La Dirección de Gobierno Digital capacitará a todo el equipo designado por el AMB al proyecto en el Modelo de Ciudades y Territorios Inteligentes, así como en la Estrategia de Gobierno Digital y su oferta.

5.2. Contenido mínimo del plan de capacitación

El Contratista debe realizar capacitaciones al equipo técnico que designe el AMB y a los técnicos de programación, control y despacho de las empresas de TPC con el objetivo de capacitarlo en la tecnología utilizada, en la operación y en el mantenimiento de la solución RCC.

- a) La capacitación tecnológica para mantenimiento de equipos, deberá tener una carga horaria mínima de 50 horas y dirigido a un máximo de 10 personas del equipo técnico designado por el AMB.
- b) La capacitación tecnológica para operación de equipos, deberá tener una carga horaria mínima de 40 horas y dirigido a un máximo de 60 personas, incluidas el equipo técnico designado por el AMB y dos técnicos por cada empresa, cooperativa y operadora del TPC.
- c) La capacitación tecnológica para operación del software, deberá tener una carga horaria mínima de 40 horas y dirigido a un máximo de 60 personas, incluidas el equipo técnico designado por el AMB y dos técnicos por cada empresa, cooperativa y operadora del TPC. El Contratista debe proveer instructores calificados, materiales didácticos y demás recursos necesarios para la realización de las capacitaciones (manuales, instrumentación, equipos, etc.).

El Contratista debe proveer materiales de capacitación que permitan la pronta multiplicación de la información en cuanto a la operación de sistema, en la modalidad virtual.

El Contratista debe impartir las capacitaciones presenciales en la ciudad de Barranquilla.

Las capacitaciones y materiales didácticos serán provistos en idioma español.

Las capacitaciones deben contemplar al menos las siguientes etapas:

- a) Visión general
- b) Capacitación tecnológica
- c) Operación
- d) Mantenimiento en campo
- e) Mantenimiento en equipos
- f) Actualización del Software
- g) Mantenimiento de Software

El Contratista deberá detallar el programa de capacitación a impartir al personal que participará en el proyecto por parte del AMB y del TPC, incluido funcionarios y asesores, pudiendo participar funcionarios del Operador Tecnológico si este se vincula al proyecto antes de la etapa de capacitación del proyecto.

La capacitación deberá considerar la formación de los diferentes roles, detallando la duración de los cursos, el lugar, las fechas tentativas, los contenidos, el material de apoyo, la estrategia que aplicará para asegurar el éxito en la transferencia de conocimiento y las formas de evaluación de resultados.

El plan de capacitación debe incluir un procedimiento de evaluación al capacitador, que incluya por lo menos el material suministrado, la claridad del contenido, la ayuda audiovisual de apoyo, el cumplimiento de los objetivos, el nivel de satisfacción de los ejercicios prácticos. Lo anterior servirá como certificado de aceptación de la obligación a cargo del Contratista.

5.3. Temas de capacitación

Los temas de capacitación deberán ser al menos los siguientes:

Configuración y administración

- Módulo de administración y configuraciones
- Módulo de preparación y configuración de dispositivos
- Monitoreo y gestión de dispositivos
- Descarga de información por contingencias
- Interfaz de recargas de redes externas a cuentas TPC

Recaudo

- Introducción General Sistema de Recaudo
- Modelo de Seguridad Sistema Recaudo
- Módulo de Gestión de dispositivos
- Modelo de Difusiones recargas a cuenta
- Módulo de Gestión de Tarjetas
- Módulo de Clearing
- Gestión de Inconsistencias

Control

- Introducción general Sistema de Control
- Módulo de programación
- Módulo de asignación y despacho
- Módulo de control y regulación
- Módulo de estadísticas
- Gestión de Inconsistencias
- Módulo de comunicaciones vehículo – centros de control

Información al usuario

- Módulo de Atención a Clientes
- Micrositio web y APP Móvil
 - Función planeación de viaje
 - Función recarga virtual
 - Función solicitud de quejas
 - Función consulta de servicios próximos a una parada

Inteligencia de Negocio

- Generación de informes
- Analítica de datos
- Tablero de control y semáforos o termómetros

6. Gestión Transversal del Proyecto

La gestión transversal del proyecto se refiere a todas las acciones de tipo administrativo, tales como reuniones de seguimiento, reportes y repositorios, entre otros, que se deben generar para garantizar la correcta ejecución de las líneas de acción anteriores.

6.1. Equipo de trabajo vinculado.

Con el fin de garantizar el cumplimiento de todas las actividades del proyecto, el Contratista deberá contar con un equipo de trabajo que cumpla con el perfil, conocimiento y experiencia para la implementación del proyecto, contando de manera permanente con los siguientes cargos y perfiles:

- Director General

Profesional calificado para llevar a cabo funciones de director o especialista de proyectos, con experiencia profesional general mínima de 12 años de los cuales, por lo menos 10 años deben ser de experiencia específica.

- Director Técnico

Ingeniero con experiencia general mayor a 10 años. Experiencia específica de más de 5 años relacionada con el objeto del proyecto.

- Especialista en Comunicaciones

Profesional en alguna de las siguientes disciplinas: Ingeniería de Sistemas, Ciencias de la Computación, Ingeniería Electrónica o ser profesional con título universitario en pregrado en otras disciplinas, siempre que en este último caso cuente con especialización o maestría en área de tecnología de información o de sistemas. Mínimo 5 años de experiencia específica en telecomunicaciones. Demostrar experiencia en: Administración de redes de comunicaciones en LAN y WAN. Conocimiento y aplicación de herramientas para administración de redes datos. Conocimiento y aplicación de estrategias para optimización de redes de datos. Administración de acceso a Internet Administración de sistemas de seguridad (Firewall).

- Especialista en desarrollo de Aplicaciones de Sistemas de Información

Profesional en alguna de las siguientes disciplinas: Ingeniería de Sistemas, Ciencias de la Computación, Ingeniería Electrónica o ser profesional con título universitario en pregrado en otras disciplinas, siempre que en este último caso cuente con especialización o maestría en área de tecnología de información o de sistemas. Mínimo 3 años de experiencia en desarrollo de proyectos con tecnología web. Demostrar experiencia en: Uso de metodologías de desarrollo e implementación de sistemas de Información. Análisis y diseño de sistemas de información. Desarrollo de sistemas de información con tecnologías WEB Enable. Herramientas de desarrollo de sistemas de información.

- Especialista en desarrollo de Aplicaciones basado en microservicios

Profesional en alguna de las siguientes disciplinas: Ingeniería de Sistemas, Ciencias de la Computación, Ingeniería Electrónica o ser profesional con título universitario en pregrado en otras disciplinas, siempre que en este último caso cuente con especialización o maestría en área de tecnología de información o de sistemas. Mínimo 3 años de experiencia en proyectos de desarrollo de software orientado a microservicios.

- Ingeniero Especialista en Tecnología de Recaudo y Control de Flota

Profesional en ingeniería de Sistemas, Electrónica o Telecomunicaciones, especialista en tecnologías de la información con experiencia específica en temas relacionados con tecnologías de medios de pago y monitoreo satelital. Mínimo 10 años de experiencia general. Mínimo 5 años de experiencia específica en actividades de ingeniería, desarrollo de software, gestión o consultoría en ITS para transporte a partir de la fecha de obtención del título universitario de pregrado.

- Profesional de documentación

Profesional en un programa según clasificación del SNIES del Núcleo Básico de Conocimiento: Ciencia Política, Relaciones Internacionales o Administración, o Derecho y Afines, o Economía o Ingeniería de Sistemas, Telemática y afines, o Ingeniería Eléctrica y Afines, o Ingeniería Electrónica, Telecomunicaciones y Afines, o Ingeniería Industrial y Afines. Mínimo 5 años de experiencia general. Mínimo Dos (2) años de experiencia específica, en la que se demuestre haber participado en proyectos u ocupados cargos relacionadas con cualquiera de los siguientes temas: ciudades o territorios inteligentes, apropiación de la Política de Gobierno Digital/ Gobierno en línea, Transformación Digital para las entidades nacionales o territoriales, Tecnologías emergentes o Cuarta Revolución Industrial.

6.2. Realización de reuniones de seguimiento o mesas de trabajo.

Una vez seleccionado el Contratista, la primera reunión a realizarse (Kick off) será para la presentación del Plan de Trabajo y del cronograma por parte del contratista y su aprobación por parte del AMB dentro de los 7 días hábiles siguientes a la firma de acta de inicio¹⁹. En cualquier caso, el plan de trabajo debe quedar aprobado como máximo, una semana después de su presentación.

¹⁹ Remitirse al documento: Anexo 1 cronograma detallado de ejecución.

Posteriormente se realizarán reuniones o mesas de trabajo convocadas por el AMB, con la frecuencia que la atención del proyecto amerite.

Con este propósito, se deberá medir y presentar mensualmente al AMB indicadores de resultados y de percepción de los municipios que conforman el Área Metropolitana de Barranquilla del proyecto SIITP - RCC del TPC.

6.3. Indicadores de Resultados

6.3.1. Cobertura para la modernización del servicio de TPC Metropolitano

Este indicador se identificará como “índice de vehículos modernizados” y permite evidenciar el avance en la implementación del sistema RCC en la totalidad de los vehículos del TPC objetivo del proyecto, siendo la meta 2.700 unidades.

$IVM = \frac{\text{Número de vehículos TPC con equipos RCC implementados}}{2.700}$ El objetivo de este indicador es uno (1)

6.3.2. Cobertura de empresas o cooperativas de servicio de TPC metropolitano conectadas al SIITP

Este indicador se identificará como “índice de cobertura de empresas del TPC” y permite evidenciar la cobertura de las empresas o cooperativas de TPC conectadas al sistema inteligente de movilidad del AMB. Al respecto se debe considerar la totalidad de empresas y cooperativas con habilitación del AMB para la prestación del servicio de TPC en el Área Metropolitana de Barranquilla.

$ICE = \frac{\text{Número de empresas y cooperativas TPC conectadas al SIITP}}{26}$

El objetivo de este indicador es uno (1).

6.3.3. Cobertura de municipios con servicio de TPC metropolitano conectados al SIITP

Este indicador se identificará como “índice de cobertura metropolitana” y permite evidenciar la penetración del servicio de TPC conectado al sistema inteligente de movilidad del AMB, considerando la zona de cobertura de cada empresa o cooperativa de TPC. Al respecto se debe considerar los 3 entes territoriales del Área Metropolitana de Barranquilla que cuentan con servicio de TPC bajo la autoridad del AMB.

$ICM = \frac{\text{Número de entes territoriales del AMB conectados al SIITP}}{3}$

El objetivo de este indicador es tres (3).

6.3.4. Cobertura de población con acceso a internet móvil a bordo del sistema de TPC metropolitano.

Este indicador se identificará como “índice de viajeros con cobertura a internet móvil” y será medido considerando la cantidad de usuarios máximos que se movilizan en el sistema de TPC Metropolitano en un día hábil considerando un mes calendario como periodo de medición.

De acuerdo con la información reportada por las empresas de TPC al AMB, antes de la pandemia ocasionada por el COVID-19 la cantidad de viajes registrados por día hábil es aproximadamente de 500.000. Sin embargo, el reciente estudio elaborado por la Financiera de Desarrollo Nacional indica esta cifra es cercana a los 700.000 viajes, por lo cual cerca de 200.000 viajes no son reportados. No obstante, la cantidad de viajeros reportados en periodo de pandemia es cercano a 140.000 viajes por día hábil. Es importante monitorear la recuperación de la demanda y la accesibilidad de la comunidad al servicio de transporte.

$$IVC = \frac{\text{Numero de viajes registrados en el sistema RCC del TPC}}{500.000}$$

El objetivo de este indicador es igual o mayor que cero punto cinco (0.5) al finalizar el año 2021.

6.3.5. Cobertura de población con acceso a internet móvil a bordo del sistema de TPC metropolitano.

Este indicador se identificará como “índice de usuarios conectados a internet móvil” y será medido considerando el número máximo de conexiones diarias al servicio de internet móvil de los usuarios que se movilizan en el servicio de transporte público colectivo del AMB en cada periodo evaluado, considerando como periodo cada mes calendario a los hotspots de la solución RCC del TPC.

$$IUC = \frac{\text{No. de usuarios conectados a internet móvil}}{\text{No. de viajes registrados en el RCC}}$$

El objetivo de este indicador es igual o mayor que cero punto uno (0.1).

6.4. Prototipos funcionales

El contratista deberá generar un prototipo funcional con todos los componentes de la solución RCC, pero sin requerir instalación en el vehículo. Esto para que sea probada toda la solución antes de instalar y generar los esquemas de simulación que se requiera en aras de testear los requerimientos funcionales.

Por cada tipología vehicular, marca de equipos a bordo diferente y empresa operadora de TPC, se debe tener un esquema de prototipo de vehículo y de validación, en el que se identifique cómo se va a realizar las pruebas del prototipo y quienes participan en ella. Lo anterior con el propósito identificar las variaciones del modelo de integración y los ajustes necesarios que se deban realizar para lograr una integración efectiva entre los diferentes componentes y marcas de equipos a bordo, así como del centro de control con la solución RCC, previo al despliegue para la instalación en volumen de los equipos a bordo que debe adicionar el Contratista del RCC y proceder al proceso de enrolamiento de cada vehículo, empresa y conducto en el sistema.

El Contratista debe presentar un proceso detallado de vinculación y entrada en operación de cada vehículo en el sistema y esto debe ser aprobado por el AMB antes de iniciar su aplicación.

6.5. Presentación de informes periódicos de avance y Entregables

El Contratista deberá hacer entrega del plan de proyecto bajo la guía para la planeación, diseño e implementación de proyectos de sistemas inteligentes de transporte o ITS por sus siglas en inglés,

la cual se conoce como “metodología en V”, dentro de los 7 días siguientes a la firma del acta de inicio.

El Contratista presentará informes ejecutivos semanales de avance sobre el proyecto los cuales serán incluidos en un repositorio virtual creado para el acceso del AMB.

El Contratista garantizará la documentación permanente de los avances del proceso ejecutado que serán consignados en el repositorio antes mencionado.

En aplicación de las buenas prácticas de la gerencia de proyecto, todo informe de seguimiento ira acompañado de la respectiva curva S y el análisis de gestión de recursos.