



**MINTRANSPORTE**



**ANEXO TÉCNICO DE LA RESOLUCIÓN XXXXX DE  
XXXX “POR LA CUAL SE REGLAMENTA EL TÍTULO 4  
DE LA PARTE 5 DEL LIBRO 2 DEL DECRETO 1079 DE  
2015”**

**SISTEMA DE INTEROPERABILIDAD DE PEAJES Y  
RECAUDO ELECTRÓNICO VEHICULAR (IP/REV) PARA  
COLOMBIA**

**MINISTERIO DE TRANSPORTE  
SEPTIEMBRE DE 2015**

**BORRADOR**



## INDICE DEL ANEXO TÉCNICO DEL SISTEMA IP/REV

I. LISTA DE ABREVIATURAS .....	3
II. DEFINICIONES .....	5
INTRODUCCIÓN .....	9
<b>CAPÍTULO 1 - DESCRIPCIÓN DE LA METODOLOGÍA UTILIZADA.....</b>	<b>10</b>
1.1 DESCRIPCIÓN DE LA METODOLOGÍA UTILIZADA .....	11
1.2 DESCRIPCIÓN DEL DESARROLLO DE LA METODOLOGÍA .....	12
<b>CAPÍTULO 2 - CONCEPTO DE OPERACIÓN (CONOPS) .....</b>	<b>15</b>
2.1 GENERALIDADES .....	16
2.2 ALCANCE .....	16
2.3 DOCUMENTOS DE REFERENCIA .....	22
2.4. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL SISTEMA ACTUAL .....	25
2.5. NECESIDADES OPERACIONALES .....	32
2.6 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL SISTEMA IP/REV PROPUESTO .....	38
2.7 ENTORNO OPERACIONAL Y DE SOPORTE.....	47
2.8 ESCENARIOS OPERACIONALES.....	50
2.9 CONCLUSIONES.....	62
2.10 PLAN DE VALIDACIÓN DEL CONCEPTO DE OPERACIÓN DE INTEROPERABILIDAD DE PEAJES Y RECAUDO ELECTRÓNICO VEHICULAR (IP/REV) .....	63
<b>CAPÍTULO 3 - ESPECIFICACIÓN DE REQUISITOS DE SOFTWARE (ERS) .....</b>	<b>69</b>
3.1 GENERALIDADES .....	71
3.2 ALCANCE DEL CAPÍTULO.....	72
3.3 ALCANCE DEL SOFTWARE .....	72
3.4 PERSPECTIVA DEL SIGT.....	73
3.5 FUNCIONES DEL PRODUCTO.....	74
3.6 CARACTERÍSTICAS DEL USUARIO .....	76
3.7 RESTRICCIONES.....	76
3.8 SUPUESTOS Y DEPENDENCIAS .....	78
3.9 REFERENCIAS .....	79
3.10 REQUISITOS ESPECÍFICOS.....	79
3.11 VERIFICACIÓN .....	102
3.12 REQUISITOS DEL CENTRO DE DATOS DEL SIGT .....	106
<b>CAPÍTULO 4: ESPECIFICACIÓN DE REQUISITOS DE HARDWARE.....</b>	<b>109</b>
4.1 GENERALIDADES .....	110
4.2 ELEMENTOS DEL SISTEMA REV DEL OPERADOR.....	111
4.3 FRONT-END - INFRAESTRUCTURA PARA SERVICIO A NIVEL DE CARRIL REV O CARRIL MIXTO (MANUAL/REV) .....	112
4.4 FRONT-END - INFRAESTRUCTURA PARA EL SERVICIO A NIVEL DEL CENTRO DE CONTROL DE LA PLAZA DE PEAJE .....	132
4.5 PLAN DE PRUEBAS PARA ACEPTACIÓN DEL HARDWARE A NIVEL DE LA PLAZA DE PEAJE.....	138



## I. LISTA DE ABREVIATURAS

**ANI:** acrónimo de Agencia Nacional de Infraestructura.

**ALPR:** del inglés *Automatic Licence Plate Recognition*.

**B2B:** del inglés *Business-to-Business*, refiere a la interacción sistema-sistema.

**B2C:** del inglés *Business-to-Consumer*, refiere a la interacción usuario-sistema.

**CA:** del inglés *Certificate Authority* o Entidad Certificadora

**CICOTT:** acrónimo de Centro Inteligente de Control de Tránsito y Transporte.

**ConOps:** acrónimo de Concepto de Operación.

**COP:** acrónimo de Centro de Operación del Peaje.

**DB:** del inglés *Data Base*. En español, Base de Datos.

**DITRA:** acrónimo de Dirección de Tránsito y Transportes de la Policía Nacional.

**DRP:** del inglés *Disaster Recovery Plan*, Plan de Recuperación ante Desastres.

**ET:** acrónimo de Entidades Territoriales.

**EXT:** del inglés *Extension Conditions (failures and alternative courses)*, flujos alternativos de los casos de uso, a la secuencia normal de eventos.

**ERS:** Especificación de Requisitos de Software.

**FEC:** del inglés *Failed End Condition* o Condición cuando el objetivo del Caso de Uso no es alcanzado.

**GIAI:** del inglés *Global Individual Asset Identifier*.

**HW:** del inglés *Hardware*.

**INVIAS:** acrónimo de Instituto Nacional de Vías.

**IP/REV:** Interoperabilidad de Peajes / Recaudo electrónico vehicular.

**ITS:** del inglés *Intelligent Transport Systems*.

**ISO:** del inglés *International Standard Organization*.

**LPR:** del inglés *Licence Plate Recognition*.

**MT:** Ministerio de Transporte de Colombia.

**MTBF:** del inglés *Mean Time Between Failures* o Media Aritmética entre Fallas.

**MSS:** del inglés *Main Success Scenario*, flujo de eventos en caso de éxito.

**OBU:** del inglés *On Board Unit* o Unidad a Bordo.

**OP:** acrónimo de Operador de Peajes IP/REV.

**PRE:** acrónimo de Pre-condiciones.

**POST:** acrónimo de Post-condiciones.

**REC:** acrónimo de Entidad recaudadora.

**REV:** acrónimo de Recaudo Electrónico Vehicular.

**RFID:** del inglés *Radio-Frequency Identification*. Identificación por Radiofrecuencia.

**RSU:** del inglés *Roadside Unit*. Equipos instalados en la infraestructura vial.



**RUNT:** acrónimo de Registro Único Nacional de Tránsito.

**SEC:** del inglés *Success End Condition*. Condición cuando el objetivo del Caso de Uso es alcanzado con éxito.

**SI:** acrónimo de Sistema de Información.

**SiGT:** Subsistema para la Gestión de Transacciones a través de RFID.

**SINITT:** acrónimo de Sistema Inteligente Nacional para la Infraestructura, el Tránsito y el Transporte.

**SIT:** acrónimo de Sistemas Inteligentes para la Infraestructura, Tránsito y Transporte.

**SiGSI:** acrónimo de Sistema de Información para la Gestión para la Seguridad de la Información.

**S&I:** del inglés *Stakeholders & Interests*. Actores estratégicos e Intereses.

**SW:** del inglés Software.

**SOA:** del inglés *Service Oriented Architecture* o Arquitectura de Software Orientada a Servicios.

**SPOF:** del inglés *Single Point of Failure* o Punto Único de Fallo.

**SRS:** del inglés *Software Requirements Specification* o Especificación de Requisitos de Software.

**SUC:** del inglés *Subordinate Use Case(s)* o Caso(s) de Uso Subordinado(s)

**SUPERFINANCIERA:** Superintendencia Financiera de Colombia.

**SUPERINDUSTRIA:** Superintendencia de Industria y Comercio.

**SUPERTRANSPORTE:** Superintendencia de Puertos y Transporte.

**SyRS:** del inglés *System Requirements Specification* o Especificación de Requisitos del Sistema.

**TAG:** véase TAG RFID.

**TAG RFID:** en español etiqueta de RFID

**TID:** del inglés *Tag ID*, Identificador de la etiqueta RFID.

**TIE:** acrónimo de Tarjeta de Identificación Electrónica.

**TRIGGER:** la acción/evento que da inicio a un procedimiento.

**UML:** del inglés *Unified Modeling Language* o Language de Modelación Unificado

**WIM:** del inglés *Weight In Motion* o Pesaje Dinámico.



## II. DEFINICIONES

**Actor estratégico**<sup>1</sup>: persona natural o jurídica, pública o privada, relacionada directa o indirectamente con la regulación, desarrollo, implementación, gestión, control, administración, operación, recaudo o uso de los sistemas inteligentes para la infraestructura, el tránsito y el transporte (SIT). En el ámbito del desarrollo de software, un actor puede ser una persona, empresa u organización, programa o sistema informático, hardware o software, o ambos.

**CA:** Entidad Certificadora responsable de emitir y garantizar la validez de los certificados digitales utilizados por los Sistemas de Información (SI) involucrados.

**Carril REV:** dentro de un peaje, es el carril que tiene la tecnología para realizar el pago de la tasa de peaje utilizando medios electrónicos.

**Centro de Operación de Peajes (COP):** lugar físico desde donde se controla, configura, recoge, almacena y procesa la información de una o más plazas de peaje, incluyendo uno o más carriles REV, bajo responsabilidad del Operador REV (OP REV) De igual forma, permite que la información sea consultada de forma remota por las entidades del sector transporte o previa solicitud por parte del interesado, cuando requieran información de la concesión vial o del operador de peajes.

**ConOps:** Concepto de Operación del sistema. Es una definición inicial del sistema a partir de las necesidades, expectativas y requerimientos de las actores estratégicos (o stakeholders). Documenta cómo el sistema previsto va a operar y cómo imaginan que el sistema cumplirá con las necesidades y expectativas de las partes interesadas. El ConOps es elaborado según lo definido en el Documento "Propuesta Metodológica y Plan de Trabajo" elaborado por la Universidad Nacional y entregado en abril de 2015, como primer informe del presente Contrato. Este documento recoge las conclusiones publicadas en el "Systems Engineering for Intelligent Transportation Systems". Publicado por el US Department of Transportation en 2007.

**Clonación de TAG:** duplicación del TAG tomando toda la información de otro TAG legalmente expedido.

**Dispositivo a Bordo:** del inglés *On Board Unit (OBU)*. Es el equipo electrónico instalado en un vehículo, utilizado para interactuar con los Sistemas Inteligentes para la Infraestructura, el Tránsito y el Transporte o con los Subsistemas de Información para la Gestión. Para el caso específico de peajes electrónicos en Colombia se considera el Dispositivo a Bordo como la etiqueta de radiofrecuencia (TAG RFID) según el estándar ISO 18000-63.

**Emulación de TAG:** emisión de la información de un TAG legalmente expedido, utilizando un medio electrónico diferente al TAG.

**Entorno de peaje:** conjunto de acciones y actores estratégicos relacionados con la prestación del servicio de peajes.

**Falsificación de TAG:** acción o efecto de falsificar, que consiste en alterar o simular la verdad conllevando a efectos antijurídicos.

<sup>1</sup> Traducción libre del término inglés Stakeholder, utilizado en "Systems Engineering for Intelligent Transportation Systems". Publicado por el US Department of Transportation en 2007.



**Interoperabilidad:** es la interacción e intercambio de datos de acuerdo con un método definido, a través de la integración de tecnología y regulación normativa, entre dos o más sistemas (computadores, medios de comunicación, redes, software, y otros componentes de tecnología de información).

**Marca de Certificación de Interoperabilidad:** marca de certificación del Ministerio de Transporte que identifica, mediante un signo distintivo, la interoperabilidad a nivel Nacional del servicio de REV prestado por el actor.

**Modelo de interoperabilidad de peajes:** define las condiciones requeridas por el REV para que un usuario del sistema IP/REV pueda moverse entre operadores de peajes que ofrecen funcionalidades similares, aún cuando dichos operadores pertenezcan a diferentes entidades<sup>2</sup>.

**Novedad:** cambio en relación con la información registrada en una base de datos existente. En el caso de las entidades Recaudadoras, se refiere a la emisión (o invalidación) de un TAG, cambio en el saldo asociado o cualquier otro cambio que incide en el sistema IP/REV. En el caso de los operadores REV, se refiere al reporte de cobros por un bien o servicio o cualquier incidente en el sistema IP/REV.

**OBU:** es la Unidad a Bordo de un vehículo. Para el caso específico de peajes electrónicos en Colombia se considera el OBU como la etiqueta de radiofrecuencia (TAG RFID) según el estándar ISO 18000-63.

**Operador de Peajes IP/REV (OP IP/REV):** persona jurídica, habilitada por el Ministerio de Transporte, responsable de operar y garantizar el funcionamiento de los peajes IP/REV, proporcionando las herramientas, instalaciones, elementos (físicos y humanos), necesarios para el funcionamiento del sistema IP/REV.. Esta definición se amplía y contextualiza con mayor detalle en la sección 2.2.4. del Capítulo 2: Concepto de Operación, en la descripción del rol Operador.

**Paso:** tránsito satisfactorio de un vehículo por un carril REV o por un carril de pago manual. En el caso de vehículos exentos de pago, el paso corresponde al tránsito satisfactorio de un vehículo por una estación de peaje. Cada paso está asociado a un registro único en una base de datos.

**Plaza o estación de peaje:** área o parte de una vía donde se gestiona el pago de una tasa por el uso de la infraestructura. Este incluye todos los carriles del peaje y el lugar físico donde se controla la información de dichos carriles.

**Peaje REV:** peaje que cuenta con uno o más carriles REV.

**Prioridad:** En software, se utiliza para indicar el valor en la escala de prioridad de un caso de uso de acuerdo a los parámetros sugeridos en Alistair Cockburn, "Writing Effective Use Cases", 2001, Addison-Wesley Professional, ISBN-10: 0201702258, ISBN-13: 9780201702255. El rango definido es desde 1 a 5 indicando el valor de prioridad de mayor a menor.

**Recaudador IP/REV (REC):** persona jurídica debidamente habilitada para realizar la gestión de la información de recaudo, el recaudo de dinero de forma

<sup>2</sup> En el modelo de interoperabilidad comercial seleccionado por el Ministerio de Transporte en el estudio de Evaluación y definición de un modelo de interoperabilidad comercial de la herramienta ITS (SIT) de recaudo electrónico vehicular, determinó que el modelo concesionario-recaudador-administrador-usuarios de peaje, cada uno con su correspondiente rol, es el más conveniente para el funcionamiento de sistemas de recaudo electrónico vehicular en Colombia.



directa o a través de una entidad financiera, la emisión de TAG y la administración de la información relacionada con los usuarios. En todo caso, si el recaudo de dinero se hace en forma directa, se debe cumplir con las condiciones y requisitos que exija para ello la autoridad competente. Esta definición se amplía y contextualiza con mayor detalle en la sección 2.2.4. del Capítulo 2: Concepto de Operación, en la descripción del rol Recaudador.

**Recaudo Electrónico Vehicular (REV):** Es un sistema inteligente para la infraestructura, el tránsito y el transporte, que permite a los usuarios pagar mediante una transacción electrónica, bienes o servicios, mediante la utilización de tecnologías de apoyo, instaladas en la infraestructura o en dispositivos a bordo del vehículo.

**Reportes de TAG RFID:** hace referencia a la información de todos los TAG RFID emitidos para REV y que permite la conciliación y posterior compensación financiera, que deberá hacerse en forma directa entre los recaudadores y los operadores REV.

**SiGT:** Subsistema, perteneciente al SINITT, para la Gestión de Transacciones a través de TAG RFID. Realiza la consolidación de las transacciones realizadas por los usuarios (saldos, exentos, reducción de tarifas, entre otras funciones).

**SIT:** acrónimo de Sistemas Inteligentes para la Infraestructura, Tránsito y Transporte. Internacionalmente se le denomina Intelligent Transportation Systems (ITS). Son un conjunto de soluciones tecnológicas, diseñadas para hacer más eficiente, seguro, cómodo y sostenible la infraestructura, el tránsito, el transporte y la movilidad en general.

**SiGSI:** acrónimo de Sistema de información para la Gestión de la Seguridad de la Información. Se refiere al proceso sistemático, documentado y conocido al interior de una organización, con el fin de garantizar la Seguridad de la Información. De acuerdo con el ISO 27001:2013, la Seguridad de la Información consiste en la preservación de su confidencialidad, integridad y disponibilidad, así como de los sistemas implicados en su tratamiento, dentro de una organización.

**TAG RFID:** Dispositivo pasivo a bordo del vehículo que se emplea para la Identificación por Radio Frecuencia (RFID). Para el caso específico de peajes electrónicos en Colombia se considera como la etiqueta de radiofrecuencia (TAG RFID) que cumple con el estándar ISO 18000-63.

**Tasa de peaje:** valor cobrado por los operadores de peajes por motivo de Paso por la plaza de peaje, como contraprestación por el uso de la infraestructura.

**TID:** Es el número único que se le asigna a cada etiqueta RFID en el momento de su fabricación.

**Validación:** “Proceso de evaluación de productos que se realiza al final de la etapa de desarrollo, para determinar si el producto cumple con las expectativas y requisitos del propietario del sistema”<sup>3</sup>. El propietario del sistema debe cumplir con las expectativas y requisitos del Ministerio de Transporte plasmadas en el presente documento.

**Verificación:** “Proceso de evaluación de productos que se realiza durante la etapa de desarrollo para determinar si el producto cumple con los requisitos

<sup>3</sup> "Systems Engineering for Intelligent Transportation Systems". Publicado por el US Department of Transportation en 2007.



especificados”<sup>4</sup>. Los requisitos especificados corresponden a los del presente documento técnico.



<sup>4</sup> "Systems Engineering for Intelligent Transportation Systems". Publicado por el US Department of Transportation en 2007.



## INTRODUCCIÓN

El Ministerio de Transporte de Colombia, en concordancia con la Ley 1753 de 2015, Plan Nacional de Desarrollo (2014-2018), adelanta la planeación y estructuración de diferentes Sistemas Inteligentes para la Infraestructura, el Tránsito y el Transporte (ITS). Entre estos ITS se incluye el subsistema para la Interoperabilidad de Peajes y el Recaudo Electrónico Vehicular (IP/REV). Este subsistema comprende la definición de diferentes tecnologías y estándares para el intercambio de información entre operadores y recaudadores dentro del dominio de peajes a nivel nacional.

El subsistema de Recaudo Electrónico Vehicular contempla una serie de tecnologías inalámbricas para el intercambio de información, entre un dispositivo instalado a bordo del vehículo y un elemento de infraestructura fija instalado en un pórtico, de manera que, el usuario no debe detener completamente su vehículo para realizar el pago de la tasa de peaje.

El presente documento está dividido en cuatro capítulos. Cada uno tiene su propia organización, incluyendo las generalidades, cuerpo y la descripción de su validación o verificación, según corresponda por capítulo. El primer capítulo presenta la metodología desarrollada. El segundo capítulo describe el Concepto de Operación del Sistema. El tercer capítulo expone la Especificación de Requisitos de Software (ERS) y el plan de verificación de los requisitos definidos. El cuarto capítulo se refiere a la Especificación de Requisitos de Hardware del Sistema, el cual incluye su plan de validación y verificación de requisitos.

El documento presenta la definición del sistema IP/REV, la especificación de requisitos del sistema y los elementos tecnológicos asociados. En el estudio, se analizó la situación actual de la operación de peajes electrónicos en el país con el fin de buscar su interoperabilidad (elementos de Software, Hardware y Regulación), tomando el punto de vista de los actores estratégicos. Además, con el acompañamiento de estos actores estratégicos, se identificaron las problemáticas del modelo actual las cuales se transformaron en condiciones iniciales para la creación del nuevo modelo de interoperabilidad.



**CAPÍTULO 1 - DESCRIPCIÓN DE LA METODOLOGÍA  
UTILIZADA**

**BORRADOR**



## 1.1 DESCRIPCIÓN DE LA METODOLOGÍA UTILIZADA

La metodología está fundamentada en el estándar internacional para el desarrollo de sistemas<sup>5</sup> ISO/IEC/IEEE 29148-2011 (Systems and software engineering – Life cycle processes – Requirements engineering) y en el Modelo de Desarrollo en V propuesto en el documento “Systems Engineering Guidebook for Intelligent Transportation Systems v3.0” producido por el Departamento de Transporte (DoT, Federal Highway Administration) de Estados Unidos. Este modelo ha sido utilizado por diferentes autoridades de tránsito a nivel internacional. El modelo de desarrollo en V define, no sólo el proceso de especificación-diseño-desarrollo, sino que también incluye los procedimientos de validación, homologación y verificación de las especificaciones y diseños.

A continuación, se realiza una descripción general de las etapas que contempla la metodología en V. Esta descripción se presenta a título ilustrativo.

- **Exploración del concepto del sistema.** Se utiliza para realizar un primer análisis de viabilidad y beneficios, así como una definición preliminar de las necesidades, metas, objetivos y visión del proyecto.
- **Planeación del proyecto.** En la primera etapa de planificación se desarrollan los planes maestros y cronogramas, que permitan identificar planes necesarios. Además, se desarrolla el calendario de ejecución del proyecto. En la segunda etapa, los planes identificados se deben completar durante las fases que van desde el Concepto de Operación al Diseño de Alto Nivel.
- **Concepto de Operación del Sistema.** El Concepto de Operación, o *ConOps*, es una definición inicial del sistema a partir de las necesidades, expectativas y requerimientos de los actores estratégicos (o stakeholders). En esta etapa, se documenta la forma en que se prevé la operación del sistema y cómo el sistema cumplirá con las necesidades y expectativas de las partes interesadas. La atención en esta fase se centra en cómo el sistema se valida, esto es, la prueba que el sistema previsto satisface las necesidades definidas.
- **Especificación de los Requisitos del Sistema.** Esta sección describe la transición del desarrollo, del *ConOps* a la identificación de los requisitos del sistema. La ingeniería de especificación de requisitos funcionales en ITS<sup>6</sup> define los requisitos como *"declaración de las capacidades que un sistema debe tener, orientadas a hacer frente a las necesidades que el sistema debe satisfacer"*. En general hay dos tipos de requisitos: Requisitos Funcionales y No Funcionales. La Ingeniería de Requisitos define esta diferencia *"... Los requisitos funcionales describen lo que el sistema debe*

<sup>5</sup> Sistema: colección de componentes organizados para lograr una función específica o un conjunto de funciones. (IEEE Std. 610-12:1990, *Glossary of Software Engineering Terminology*. New York, The Institute of Electrical and Electronics Engineers, 1990). Proporcionan productos o servicios en ambientes definidos para el beneficio de los usuarios y otros stakeholders. (IEEE Std. 15288-2008, *Systems and software engineering — System life cycle processes*. New York, The Institute of Electrical and Electronics Engineers, 2008).

Software: programas computacionales, procedimientos y datos relativos a la operación de un sistema informático. (IEEE Std. 610-12:1990, *Glossary of Software Engineering Terminology*. New York, The Institute of Electrical and Electronics Engineers, 1990).

<sup>6</sup> Developing Functional Requirements for ITS Projects. Publicado por el US Department of Transportation en el año 2002.



*hacer y los requisitos no funcionales imponen restricciones de calidad a la implementación de estos requisitos funcionales".*

- **Diseño de Alto Nivel.** Define la arquitectura global del sistema. Esta arquitectura define los subsistemas a construir, las interfaces internas y externas a desarrollar, así como los estándares de interfaz identificados.
- **Diseño de Bajo Nivel.** Consiste en el diseño del hardware, software, la selección de productos comerciales y/o funcionalidades que serán adquiridos y utilizados.
- **Desarrollo de Hardware y Software.** En este paso del proceso se desarrolla el hardware y el software para el sistema, que se ajustan a la especificación de requisitos y a la documentación de diseño detallado a nivel de componentes.
- **Pruebas Unitarias.** Los componentes del desarrollo de hardware y software se verifican de acuerdo con el Plan de Verificación.
- **Integración de Subsistemas.** La integración es la combinación exitosa de los componentes de hardware y software, subsistemas y sistemas en un todo, completo y funcional.
- **Verificación del Sistema.** El proceso de verificación es utilizado para comprobar que el sistema, subsistemas y componentes cumplen con todos los requisitos y el diseño especificado.
- **Validación del Sistema.** La validación es una evaluación del sistema en modo operativo. El proceso de validación asegura que el sistema cumple con el propósito y las necesidades previstas del propietario del sistema y de los actores estratégicos.
- **Operación y Mantenimiento.** Alude a la planificación y ejecución de actividades tales como la operación del sistema, monitoreo del desempeño, reparación, contratación y formación de operadores, realizar pruebas al sistema después de realizar cualquier cambio, así como la puesta a punto del sistema.
- **Cambios y Actualizaciones.** Este paso permite al propietario evolucionar el sistema para seguir el ritmo de cambio de las necesidades, el avance de la tecnología, y/o añadir funcionalidad al mismo (extensión).

## 1.2 DESCRIPCIÓN DEL DESARROLLO DE LA METODOLOGÍA

Específicamente, la primera fase de la metodología consistió en la construcción del documento ConOps para el sistema IP/REV. El contenido del documento y las actividades realizadas en esta etapa del proyecto se describen a continuación:

- **Identificación del alcance del sistema.** Se realizó la revisión de documentación de proyectos de ITS existentes relacionados con IP/REV. Se establecieron la visión, las metas y los objetivos del sistema.
- **Identificación de los actores estratégicos (Stakeholders).** Se identificaron los actores estratégicos del entorno de operación de peajes en Colombia, describiendo cada actor y teniendo en cuenta su responsabilidad en relación con la operación de los peajes.



- **Documentos de referencia.** Se realizó la revisión de estándares internacionales de las tecnologías que aplican en el contexto y análisis del sistema IP/REV
- **Descripción general del sistema actual.** Se realizó la descripción del sistema actual de peajes en Colombia, contemplando la normativa vigente por la cual se rige y los actores estratégicos relacionados con el sistema.
- **Identificación de necesidades operacionales.** Se realizaron entrevistas para determinar las necesidades y la problemática de los actores estratégicos. Como conclusión de las entrevistas realizadas a los diferentes actores estratégicos, se identificaron una serie de condiciones para garantizar la correcta operación del sistema IP/REV.
- **Descripción general del sistema propuesto.** Se propuso el modelo del sistema IP/REV para Colombia, teniendo en cuenta cada uno de los roles definidos para el mismo.
- **Descripción del entorno operacional y de soporte del sistema.** Se realizó la descripción general de los equipos necesarios para el funcionamiento del sistema IP/REV, y de los sistemas o aplicaciones necesarias para el funcionamiento del mismo.
- **Descripción de los escenarios operacionales:** Se realizó la descripción de los escenarios operacionales del sistema propuesto para IP/REV, teniendo en cuenta el intercambio de información, y los posibles escenarios de estrés y falla.
- **Plan de validación del sistema:** Una vez definido el ConOps se desarrolló el Plan de Validación del sistema, en el que se define el conjunto de medidas de desempeño que permite evaluar la eficacia y eficiencia del sistema IP/REV propuesto.

La segunda fase de la Metodología consistió en la especificación de los requisitos funcionales y de calidad tanto de Software como de Hardware. Las actividades realizadas en esta etapa del proyecto se presentan a continuación:

- **Identificación de requisitos.** Basándose en las necesidades de los actores estratégicos y el objetivo del sistema IP/REV, se definieron los Casos de Uso, los Requisitos Funcionales y No Funcionales para cada uno de estos.
- **Análisis de los requisitos identificados.** Se analizaron y definieron los requisitos, asignando prioridades a cada uno de estos.
- **Documentación de los requisitos identificados.** En este proceso se enumeraron los requisitos y se definió la Matriz de Trazabilidad. Se documentaron de forma organizada para facilitar su revisión e inteligibilidad por los actores estratégicos.
- **Construcción Matriz de Trazabilidad.** A partir de la documentación de los requisitos se estableció la Matriz de Trazabilidad. Esta matriz permite vincular las necesidades del usuario y su relación con los componentes del sistema.
- **Validación de los requisitos.** Los requisitos documentados se validaron para mantener la fiabilidad, coherencia, precisión y exhaustividad de los mismos, identificando posibles defectos en los requisitos y realizando su oportuna corrección.



- **Construcción de Diagramas UML de Casos de Uso.** Se realiza el diagrama UML de Casos de Uso y la documentación de cada caso, representando gráficamente los requisitos de software.
- **Elaboración del Plan de Verificación del Sistema.** Se definió el plan de verificación del sistema basado en los requisitos especificados para el mismo.

**BORRADOR**



## CAPÍTULO 2 - CONCEPTO DE OPERACIÓN (CONOPS)

**BORRADOR**



## 2.1 GENERALIDADES

El presente capítulo describe el Concepto de Operación (ConOps) del subsistema para la Interoperabilidad de Peajes y el Recaudo Electrónico Vehicular (IP/REV). El ConOps es una definición inicial del sistema a partir de las necesidades, expectativas y requerimientos de los actores estratégicos (stakeholders). En el desarrollo de esta tarea se documenta el mecanismo actual de funcionamiento del sistema de peajes en Colombia, se establece el modelo de operación del sistema IP/REV a partir de la normatividad existente y de los planes y políticas de los actores estratégicos gubernamentales, y se especifica la forma en la que el sistema cumplirá con las necesidades y expectativas de los actores estratégicos.

Este capítulo está estructurado de la siguiente forma: en la Sección 2.2 se presenta la descripción general, la visión, los objetivos y los actores estratégicos del sistema IP/REV. En la Sección 2.3 se listan los estándares internacionales utilizados como base para la especificación del sistema. En la Sección 2.4 se presenta la descripción general del sistema de peajes actual, se describe la política, la normativa vigente, y el funcionamiento del entorno de operación de peajes en Colombia. En la Sección 2.5 se presentan las necesidades operacionales del sistema, identificando un conjunto de condiciones a tener en cuenta para la operación del mismo. En la Sección 2.6 se realiza la descripción general del sistema propuesto, estableciendo los actores estratégicos del sistema y los roles relacionados con IP/REV, el diagrama de alto nivel con las relaciones entre estos actores estratégicos y los procesos del sistema, y se introduce la arquitectura del sistema propuesto. En la Sección 2.7 se presenta el entorno operacional y de soporte del sistema, realizando una descripción de alto nivel de los equipos, sistemas y aplicaciones necesarias para su funcionamiento. Finalmente, en la Sección 2.8 se presentan los escenarios operacionales del sistema propuesto.

## 2.2 ALCANCE

Esta sección describe el alcance del presente capítulo y hace una descripción general del sistema propuesto, incluyendo la visión y objetivos del mismo.

**2.2.1 Alcance del capítulo.** Este capítulo describe las características del sistema IP/REV, identificando los principales actores estratégicos, sus roles y responsabilidades asociadas. Asimismo, aquí se presentan los componentes principales, las interacciones entre estos actores estratégicos y estos componentes, y el flujo de información correspondiente.

**2.2.2 Descripción general del sistema.** En el desarrollo de este capítulo se presenta un sistema para el Recaudo Electrónico Vehicular (REV), mediante el cual un usuario de la red vial podrá circular por todo el territorio nacional, pasando por los diferentes peajes que se encuentren dentro de la red de interoperabilidad, sin detenerse por completo, y con un único dispositivo en su vehículo. Teniendo en cuenta que en las diferentes regiones del país los peajes son operados, directa o indirectamente, por diferentes concesiones viales, lo anterior requerirá un modelo de funcionamiento que garantice la



interoperabilidad. Este modelo, que permitirá lo que en adelante llamaremos Interoperabilidad de Peajes (IP), también será descrito en el presente capítulo.

**2.2.3 Visión y objetivos del sistema.** A continuación se presenta la visión general y objetivos del sistema propuesto para la Interoperabilidad de Peajes y Recaudo Electrónico Vehicular en Colombia (IP/REV).

**2.2.3.1 Visión del Sistema.** El Ministerio de Transporte planea que en los próximos años, todos los peajes sean interoperables y cualquier usuario pueda pagar electrónicamente la tasa de peaje en cualquier parte del territorio nacional, con un único dispositivo a bordo, y asociado a un único contrato de prestación de servicios.

Para tal efecto, el usuario suscribirá un contrato de adhesión con una entidad REC, debidamente habilitada para este fin. El contrato podrá tener las siguientes modalidades:

- Prepago simple:** El usuario activa el TAG con una recarga mínima, utilizando la misma hasta que se hace necesario una nueva recarga.
- Prepago con cargo recurrente:** El usuario activa el TAG, indicando sus datos de facturación, además del monto que desee recargar con cargo a su tarjeta de crédito o cuenta de bancaria, de manera recurrente (\$10.000, \$15.000, \$20.000 por ejemplo), y dicha recarga será automática una vez que el saldo restante llegue a un valor predeterminado por el usuario. En este caso el usuario debe contar con un producto financiero que respalde la activación del TAG.
- Pospago:** El usuario activa el TAG cargando el costo de los pasos a su tarjeta de crédito o cuenta de ahorro, en este caso específico, el usuario debe contar con un producto financiero que respalde la activación del TAG.

Una vez suscrito el contrato, la entidad REC entregará al usuario una etiqueta RFID autoadhesiva, que este deberá pegar en el parabrisas de su vehículo. Al pasar por un carril de peaje de tipo REV, el lector RFID instalado en la infraestructura del carril detectará el TID del TAG (número único en el mundo) y con base en esta información, y con base en la configuración del vehículo detectada por tecnologías de apoyo, se determinará la categoría del vehículo, y por lo tanto, la tasa a cobrar. La tasa cobrada por el OP será reportada a la entidad REC emisora del TAG, que actualizará el saldo de la cuenta asociada a la misma, y transferirá el valor correspondiente al operador del peaje o al que él designe.

**2.2.3.2 Objetivo General del Sistema.** Implementar un mecanismo a nivel nacional que permita a cualquier usuario con un contrato REV, pagar electrónicamente la tasa de peaje sin la demora asociada al pago en efectivo en carriles manuales; y permitir a cualquier operador de peajes IP/REV, recibir el pago correspondiente sin importar el recaudador con el que el usuario tenga suscrito el contrato.

**2.2.3.3 Objetivos Específicos del Sistema.**

- Disminuir el tiempo de paso de los vehículos por los peajes.



- Facilitar las actividades de supervisión de las condiciones acordadas dentro del contrato de concesión de vías.
- Mejorar el servicio al cliente de los usuarios de la red de peajes.
- Optimizar el proceso de cobro de tasa de peaje y reducir el costo de operación, a través del uso de la tecnología.
- Implementar un mecanismo de interoperabilidad basado en la aplicación de estándares ITS internacionales a la operación del sistema de REV, entre ellos ISO 17573:2010, ISO 17575:2011, e ISO 16410:2012.
- Garantizar que los concesionarios viales perciban de manera oportuna todos los pagos de tipo REV ocasionados en sus peajes.
- Disminuir el manejo de dinero en efectivo para el pago de las tasas de peaje.

**2.2.4 Actores estratégicos.** Los actores estratégicos del sistema de Recaudo Electrónico Vehicular -REV- son aquellas personas naturales o jurídicas relacionadas con la administración, operación, recaudo, uso o regulación y control del sistema de Recaudo Electrónico Vehicular (REV). Un actor puede ejercer más de un rol en el sistema.

En esta sección se presentan los actores estratégicos del entorno de operación de peajes en Colombia. Asimismo, se realiza la descripción del actor teniendo en cuenta su responsabilidad con la operación de los peajes.

**2.2.4.1 Ministerio de Transporte.** El Ministerio de Transporte es la cabeza del sector transporte en todas sus modalidades, teniendo como objetivo principal la formulación y adopción de políticas, planes, programas y proyectos, así como la regulación técnica y económica en materia de transporte, tránsito e infraestructura de los modos de transporte carretero, marítimo, fluvial, férreo y aéreo. Adicional y específicamente, es de competencia del Ministerio definir la política pública de los sistemas inteligentes ITS (SIT), entre los que se encuentra el subsistema de peajes electrónicos.

El Ministerio de Transporte será el administrador del ambiente de peajes en Colombia y del sistema de gestión correspondiente.

**2.2.4.2 Instituto Nacional de Vías - INVIAS.** Esta entidad se encarga de la ejecución de las políticas, estrategias, planes, programas y proyectos de la infraestructura no concesionada de la Red Vial Nacional de carreteras primarias y terciarias, de acuerdo con los lineamientos dados por el Ministerio de Transporte<sup>7</sup>.

En la actualidad el INVIAS es el administrador de la concesión para el recaudo de la tasa de peajes, bajo la cual operan un total de cuarenta y dos (42) estaciones de peaje (agosto de 2015). Pese a que ninguna de las estaciones de peaje de la concesión del INVIAS cuenta con soluciones de tipo REV, sí cuentan con Tarjetas de Identificación Electrónica (TIE). Estas son utilizadas para la identificación de vehículos exentos, esto es, aquellos que no pagan al pasar por el peaje. Según la Ley 787 de 2002 del Ministerio de Transporte, el

<sup>7</sup> <http://www.invias.gov.co/index.php/informacion-institucional/objetivos-y-funciones>.



INVIAS es la única entidad autorizada de determinar los usuarios exentos y expedir las tarjetas TIE.

Desde el año 2009, el INVIAS cuenta con un Centro de Control Operativo por medio del cual se realiza el monitoreo de la operación y el recaudo de sus estaciones de peaje<sup>8</sup>. Este centro tiene una función orientada principalmente a la atención al cliente, y permite a los funcionarios del Instituto comunicarse con los peajes en caso de detectar embotellamientos, accidentes u otras eventualidades. El INVIAS tiene además experiencias previas en la implementación de pilotos de REV.

A continuación se presenta un resumen de las actividades del INVIAS que tienen relación con el tema de peajes:

- Aprobación y administración de los diferentes estados que maneja la TIE (digitada, emitida, activada, inactiva, cancelada, destruida) para los vehículos exentos.
- Administración del Centro de Control Operativo de estaciones de peaje.
- Comunicación con las estaciones de peaje en el caso de detección de embotellamientos, accidentes u otras eventualidades.
- Actualización de la tarifa de las estaciones de peaje administrados por INVIAS.
- Emisión, aprobación y cancelación de permisos de circulación para vehículos de carga extra dimensionada o extra pesada para todas las carreteras nacionales.
- Operación de las estaciones de peaje, a través de su concesionario.
- Interventoría a la operación de las estaciones de peaje, a través de su interventor.
- Establecimiento del convenio para el control operativo de las estaciones de peaje con la Dirección de Tránsito y Transportes de la Policía Nacional de Colombia (DITRA).
- Recaudo en las estaciones de peaje, a través de su concesionario.
- Estudios de viabilidad de nuevos peajes, a través de sus consultores.

<sup>8</sup> [http://www.invias.gov.co/index.php/hechos-de-transparencia/informacion-financiera-y-contable/doc\\_download/3251-resolucion-0036-del-9-de-enero-de-2015](http://www.invias.gov.co/index.php/hechos-de-transparencia/informacion-financiera-y-contable/doc_download/3251-resolucion-0036-del-9-de-enero-de-2015).



**2.2.4.3 Agencia Nacional de Infraestructura - ANI.** La Agencia Nacional de Infraestructura es la entidad encargada de desarrollar la infraestructura de transporte nacional a través de Asociaciones Público-Privadas (APP).

En desarrollo de parte de su objeto misional, tiene veintinueve (29) concesiones viales, sobre las cuales se encuentran localizados un total de noventa (90) estaciones de peaje (agosto de 2015). Dentro de las funciones generales de la Agencia está el “elaborar los estudios para definir los peajes, tasas, tarifas, contribución de valorización y otras modalidades de retribución por el diseño, construcción, operación, explotación, mantenimiento o rehabilitación de la infraestructura relacionada con los proyectos de concesión u otras formas de Asociación Público-Privada a su cargo”<sup>9</sup>.

La ANI es entonces un administrador de concesiones viales y no de peajes. La operación del peaje la realiza el concesionario vial, directa o indirectamente a través de un operador. Sin embargo, la ANI es la responsable de verificar el cumplimiento de sus concesionarios a los lineamientos que el Ministerio de Transporte imparta para la interoperabilidad del recaudo electrónico de peajes.

**2.2.4.4 Concesionario vial.** Persona jurídica adjudicataria en un proceso de selección, con quien la entidad estatal adjudicante ha suscrito un contrato de concesión. El concesionario vial es responsable, ante la entidad estatal adjudicante, de la operación del peaje a través de su habilitación como tal en el esquema IP/REV o la subcontratación de un operador igualmente habilitado. Un concesionario vial sólo podrá asumir el rol de operador o recaudador dentro del esquema IP/REV, previo cumplimiento de los criterios de habilitación especificados en la legislación nacional por el Ministerio de Transporte.

**2.2.4.5 Recaudador REV.** Persona jurídica debidamente habilitada para el recaudo de dinero, emisión de TAG y la administración de la información relacionada con los mismos y con los usuarios. La introducción de este actor se origina como una necesidad para garantizar la interoperabilidad del sistema REV.

**2.2.4.6 Operador de peaje.** Es el responsable de operar y garantizar el funcionamiento de los peajes, proporcionando las herramientas, instalaciones, elementos (físicos y humanos) necesarios para el funcionamiento del sistema REV. Este actor tiene una relación directa, ya sea con el concesionario vial en el caso de la ANI, o directamente con INVIAS de ser su concesionario de operación de peajes.

**2.2.4.7 Dirección de Tránsito y Transportes de la Policía Nacional de Colombia – DITRA.** La Dirección de Tránsito y Transportes de la Policía Nacional de Colombia, se constituye como el brazo operativo del Ministerio de Transporte, y de otras entidades adscritas al mismo. Tiene la facultad de realizar el control en vía, velando por la correcta operación del tránsito y prestación del transporte, y por lo tanto está en capacidad de emitir órdenes de comparendo en dos modalidades:

- Comparendos por infracciones a las normas de tránsito: Se impone a un usuario o vehículo, de acuerdo a lo establecido por la Ley 769 de 2002<sup>10</sup>.

<sup>9</sup> <http://ani.gov.co/quienes-somos/funciones-generales>.

<sup>10</sup> Ley 769 de 2002: "Por la cual se expide el Código Nacional de Tránsito Terrestre y se dictan otras disposiciones".



- Comparendos por infracciones a las normas del transporte público: se impone a propietarios, poseedores o tenedores de vehículos de transporte público; o a empresas de transporte público, de acuerdo a lo establecido por el Decreto 3366 de 2003<sup>11</sup>.

Las concesiones viales tienen un convenio de cooperación con la DITRA, el cual cubre tanto el corredor concesionado, como la estación de peaje. Este convenio normalmente incluye la dotación de equipos para apoyar las funciones de la DITRA.

**2.2.4.8 Entidades Territoriales - ET.** El Artículo 286 de la Constitución Nacional define a las entidades territoriales como: “los departamentos, los distritos, los municipios y los territorios indígenas”, de igual manera “La ley podrá darles el carácter de entidades territoriales a las regiones y provincias que se constituyan en los términos de la Constitución y de la ley”

A nivel territorial, es el Artículo 30 de la Ley 105 de 1993 la norma que da la potestad a las entidades territoriales para establecer peajes en contratos de concesión, para el desarrollo de proyectos de infraestructura.

Teniendo esto presente, en el territorio nacional existen vías concesionadas por entidades territoriales, con sus respectivas estaciones de peaje, que tendrían la obligación de seguir los lineamientos dados por el Ministerio de Transporte en lo relativo a interoperabilidad y recaudo electrónico de peajes.

**2.2.4.9 Superintendencia de Puertos y Transporte - SUPERTRANSPORTE.** La Superintendencia de Puertos y Transporte tiene dentro de sus funciones<sup>12</sup> la vigilancia, la inspección y el control de la calidad de la infraestructura y la prestación del servicio público de transporte terrestre del país. Específicamente en el caso de peajes, esta relación se da a través de la Superintendencia Delegada de Concesiones e Infraestructura, por medio de la cual aplica los siguientes procesos misionales<sup>13</sup>:

- Supervisión de los contratos de concesiones viales.
- Supervisión del estado y la calidad de la infraestructura de las concesiones viales.
- Supervisión de la formación y constitución de las empresas a las que se otorgan las concesiones viales.
- Supervisión del desarrollo legal en el tiempo de la concesiones viales.

De forma paralela, la SUPERTRANSPORTE recibe las solicitudes relacionadas con las discrepancias en el pesaje de vehículos de carga. En cuanto a la revisión de las básculas para estos pesajes, la entidad encargada es la Superintendencia de Industria y Comercio.

Desde este punto de vista, la SUPERTRANSPORTE se relaciona con los concesionarios viales del INVIAS y de la ANI.

<sup>11</sup> Decreto 3366 de 2003: "Por el cual se establece el régimen de sanciones por infracciones a las normas de Transporte Público Terrestre Automotor y se determinan unos procedimientos".

<sup>12</sup> <http://www.supertransporte.gov.co/index.php/la-entidad/objetivos-y-funciones>.

<sup>13</sup> <http://www.supertransporte.gov.co/index.php/la-entidad/objetivos-y-funciones>.



**2.2.4.10 Secretarías de Tránsito y Transporte.** Son las entidades llamadas a imponer las sanciones administrativas derivadas de las infracciones reportadas por la DITRA o por agentes de tránsito, a través de los comparendos interpuestos a los usuarios de la vía.

**2.2.4.11 Superintendencia de Industria y Comercio y Superintendencia Financiera de Colombia.** Ante la implementación de un sistema de REV interoperable para los diferentes peajes del país, se prevé la introducción de nuevos actores estratégicos externos, como podrían ser la Superintendencia de Industria y Comercio y la Superintendencia Financiera de Colombia, entidades encargadas de realizar la vigilancia y control de los derechos de los consumidores, y de las actividades desarrolladas por establecimientos financieros respectivamente.

## 2.3 DOCUMENTOS DE REFERENCIA

En esta sección se presentan los estándares de tecnología y telemática que se aplican en el contexto y análisis del sistema de Interoperabilidad de Peajes y Recaudo Electrónico Vehicular (IP/REV), y documentos adicionales que están relacionados con la identificación de la arquitectura del sistema, identificación de actores estratégicos y roles, y evaluación del sistema.

**2.3.1 ISO 18000-63/2013 information technology – radio frequency identification for item management:** El Gobierno Nacional definió que los proyectos de REV se deberán llevar a cabo con base en la norma ISO/IEC 18000-63 (*Parameters for air interface communications at 860 MHz to 960 MHz Type C*). Por tal motivo, los equipos basados en tecnología RFID empleados para la detección de vehículos en sistemas de recaudo electrónico, deberán cumplir con este estándar. La Agencia Nacional del Espectro es la encargada de regular el uso del espectro radioeléctrico en Colombia y podrá emitir reglamentaciones al respecto.

**2.3.2 ISO 17573/2010 electronic fee collection (EFC) – systems architecture for vehicle-related tolling:** El estándar ISO 17573:2010 involucra las nuevas arquitecturas desarrolladas para peajes en proyectos europeos, y por otro lado sirve como referencia para los estándares relacionados con REV (del inglés *EFC*). Utiliza los conceptos y términos del estándar *Open Distributed Processing (ODP ISO 10746)*, el cual provee la terminología y las herramientas necesarias para el modelado de sistemas EFC, incluyendo equipos, protocolos, interfaces y roles asociados. De esta forma, la norma define la arquitectura de un sistema de peaje tipo REV, de tal forma que un usuario, con un único contrato de adhesión, pueda utilizar su vehículo en una variedad de dominios de peaje, eventualmente con un operador diferente en cada dominio.



**2.3.3 ISO 17575/2011 electronic fee collection (EFC) – application interface definition for autonomous systems:** Este estándar cumple con la arquitectura de negocios definida en ISO 17573:2010. Define el intercambio de información entre front-end y back-end del sistema REV, basado en equipos autónomos a bordo. A continuación se presentan las partes componentes del estándar:

- ISO 17575-1: Cobro; Define los atributos para la transferencia de datos utilizados entre el front-end hacia el back-end. Los atributos requeridos variarán de un peaje a otro, por lo tanto se deberán contemplar todos los requisitos, que van desde los datos de localización (para ubicación geográfica), a las transacciones de peaje con los precios previamente estipulados.
- ISO 17575-2: Comunicación y conexión con las capas inferiores; Define los servicios básicos de comunicación para la transferencia de datos a través del enlace aéreo, o entre front-end y back-end.
- ISO 17575-3: Contexto de datos; Define los datos que se utilizan para obtener una descripción de los sistemas de cobro individuales en términos de objetos de ubicación geográfica y las reglas para el cobro y presentación de reportes. Para el caso de todos los operadores del sistema, los atributos definidos en la parte 3 se utilizan para transferir datos al front-end con el fin de definir los datos que se recogen y cuales se reportan.
- ISO 17575-4: Roaming; Define los detalles funcionales y elementos de datos necesarios para operar más de un REV en paralelo. Los dominios de estos regímenes REV pueden o no superponerse. Las reglas de carga de datos de diferentes regímenes REV superpuestas pueden estar vinculadas, es decir, pueden incluir normas que rijan para un área superpuesta al peaje de toda la vía, y deberá considerar si ya efectuó el pago por ese derecho de paso.

**2.3.4 ISO 27001/2013: information security management.** Este estándar busca brindar un modelo para el establecimiento, implementación, operación, seguimiento, revisión, mantenimiento y mejora de un sistema de gestión de la seguridad de la información (SGSI).

**2.3.5 ISO 16410/2012: electronic fee collection (EFC) – evaluation of equipment for conformity to ISO/TS 17575-3.** El objetivo de este estándar es proporcionar una base para realizar las pruebas en el front-end y en el back-end, en el REV soportado por equipos autónomos a bordo, de conformidad con ISO/TS 17575-3, y permitiendo la interoperabilidad entre diferentes equipos suministrados por diferentes fabricantes.

**2.3.6 ISO/TR 12859/2009 – intelligent transport systems – system architecture – Privacy aspects in ITS standards and systems.** Esta norma parte de la presunción de que los Sistemas Inteligentes de Transporte están ligados al movimiento e intercambio de información, que en algunos casos puede incluir información personal del usuario.

De esta forma, la norma se debe analizar en el contexto del ordenamiento positivo colombiano y la jurisprudencia vigente en materia del *habeas data*,



habida cuenta que el reporte técnico como tal se originó en discusiones sobre el ISO/TC 204 y en CEN TC 278 (con los subsecuentes estudios legales realizados en Austria), en lo concerniente al uso de la información personal en materia de ITS.

En este sentido, la norma menciona aspectos que se deben considerar al momento de implementar un ITS:

- Brindar atención al procesamiento, transmisión y almacenamiento de la información sin autorización del usuario al acceso de la misma, teniendo en cuenta el potencial flujo de información a entidades externas que pueden resultar implicadas en el procesamiento mismo de la información.
- Consentimiento expreso del usuario de los términos y condiciones, con conocimiento de los riesgos de seguridad implícitos y los posibles tratamientos de la privacidad.
- Seguir el lineamiento del manejo de seguridad de la información establecido en el ISO/IEC 27000:2014, con especial referencia al ISO/IEC 27002:2013.
- Determinación explícita del tiempo de permanencia de la información recolectada por el sistema, cumpliendo exclusivamente con los propósitos del mismo, anotando a su vez que toda la información recolectada debe ser adecuada, relevante y no exceder el propósito mismo del sistema para el cual está siendo procesada, de tal manera que esta información no puede ponerse a disposición de otros propósitos o usuarios que no cumplan el objeto mismo de su recolección.

**2.3.7 ISO/TS 12855:2012 Electronic fee collection (EFC) – Information exchange between service provision and toll charging.** La norma ISO 12855:2012 especifica las interfaces entre sistemas REV para vehículos relacionados con servicios de transporte, como son los usuarios de peajes y control de acceso a parqueaderos. No contempla interfaces para REV en sistemas de transporte público.

Provee las bases para cualquier servicio de peaje y para cualquier tecnología utilizada en el recaudo, por ejemplo, RFID, sistemas automáticos de reconocimiento de placas, entre otros. Se define como un estándar de transacciones y mensajes que pueden ser utilizados para los propósitos asignados.

**2.3.8 GSD+ “evaluación y definición del modelo de interoperabilidad comercial de la herramienta SIT de recaudo electrónico vehicular en apoyo a las políticas de logística y carga”:** En este documento se realiza una evaluación multicriterio de diferentes modelos de interoperabilidad comercial para proyectos REV en Colombia. Como conclusión de esta evaluación, GSD+ recomienda al gobierno nacional optar por la implementación de la alternativa *“Modelo de operación y prestación de servicios de peaje a cargo de diferentes actores estratégicos/organismos, y compensación de información tipo uno a uno”*, en donde cada par recaudador-concesionario efectúa las transacciones necesarias para realizar los cobros/pagos sin que exista una cámara de compensación centralizada.

Este modelo general de interoperabilidad fue adoptado por el Ministerio de Transporte y es el punto de partida para el sistema IP/REV de Colombia, especificado en el presente documento.



## 2.4. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL SISTEMA ACTUAL

Esta sección presenta el sistema actual de peajes en Colombia, contemplando la normativa vigente por la cual se rige, así como los actores estratégicos relacionados con el sistema.

**2.4.1 Política.** El Ministerio de Transporte tiene facultades para la adopción de “tarifas, tasas y derechos, para el cobro por el uso de la infraestructura en los modos de transporte (excepto el aéreo)”, según lo contenido en el numeral 6.15 del artículo 6 del Decreto 087 de 2011, y en desarrollo de esas facultades realiza el concepto vinculante para la determinación de la tasa de los peajes a cargo de la ANI, y realizó la expedición de la Resolución 228 del 1 de febrero del 2013, por medio de la cual se fijan las tarifas de peaje, a cargo de las estaciones del INVIAS. Estas tarifas han venido siendo actualizadas por dicha entidad en forma anual<sup>14</sup>.

Es de indicar que existen tarifas diferenciales o especiales en los peajes a nivel nacional, que parten de dos criterios básicos: frecuencia de utilización del peaje (15 al mes como mínimo) y proximidad de lugar de residencia al mismo. Cabe aclarar que para recibir una Tarjeta de Identificación Electrónica (TIE), que les permite beneficiarse de dicha tarifa, los usuarios deben cumplir con una serie de condiciones de ley. Las condiciones de esta tarifa diferencial o especial las proporciona la norma positiva Resolución 228 del 1 de febrero del 2013, en su Artículo 18, subcapítulo *Condiciones para acceder a la tarifa especial*. De igual manera, la misma norma establece las causales para la pérdida del beneficio en donde se incluye el ser reportado como evasor de peajes ante el INVIAS.

Paralelo a lo anterior, la Ley 1450 del 16 de junio del 2011 “*Por medio de la cual se expide el plan de desarrollo 2010 – 2014*” en su artículo 84 establece que: (...) “*Los Sistemas Inteligentes de Transporte son un conjunto de soluciones tecnológicas informáticas y de telecomunicaciones que recolectan, almacenan, procesan y distribuyen información, y se deben diseñar para mejorar la operación, la gestión y la seguridad del transporte y el tránsito. El Gobierno Nacional, con base en estudios y previa consulta con los prestadores de servicio, adoptará los reglamentos técnicos y los estándares y protocolos de tecnología, establecerá el uso de la tecnología en los proyectos SIT y los sistemas de compensación entre operadores.*”

*Parágrafo 1. Las autoridades de tránsito y transporte en su respectiva jurisdicción, expedirán los actos administrativos correspondientes para garantizar el funcionamiento de los sistemas de gestión de tránsito y transporte de proyectos SIT, de acuerdo con el marco normativo establecido por el Gobierno Nacional. En aquellos casos en donde existan Áreas Metropolitanas debidamente constituidas, serán éstas las encargadas de expedir dichos actos administrativos”(...).*

En desarrollo de lo contenido en el ordenamiento jurídico antes descrito, se busca la implementación de la interoperabilidad del recaudo electrónico de peajes, con el objetivo de hacer más eficiente el tránsito de los vehículos automotores dentro de las carreteras nacionales, reduciendo el tiempo de espera y tránsito por las casetas, además de hacer más seguro el tránsito a los transportistas, al obviar el manejo del dinero en efectivo para el pago de los peajes.

<sup>14</sup> Ej. Resolución 0036 de 2015 expedida por el Director General de INVIAS



Del mismo modo se busca evitar experiencias con resultados no satisfactorios, como las presentadas en otros países, en donde cada concesionario u operador de peaje, desarrollaba su propia solución tecnológica no interoperable entre sí, afectando en últimas al usuario de la vía<sup>15</sup>.

Cabe notar que en el año 2010<sup>16</sup> se comenzaron a implementar sistemas para el recaudo electrónico de la tasa de peaje en concesiones a nivel local. Estos sistemas utilizan diferentes tecnologías, y por lo tanto no son interoperables, lo que obliga a los conductores a llevar varios dispositivos a bordo en sus vehículos para poder utilizar los peajes que encuentran en sus recorridos.

De igual manera, el Ministerio de Transporte debe dar cumplimiento a los lineamientos generales de la Estrategia de Gobierno el Línea<sup>17</sup>, en donde uno de los fundamentos es la “Excelencia en el servicio al ciudadano: Propender por el fin superior de fortalecer la relación de los ciudadanos con el Estado a partir de la adecuada atención y provisión de los servicios, buscando la optimización en el uso de los recursos, teniendo en cuenta el modelo de Gestión Pública Eficiente al Servicio del Ciudadano y los principios orientadores de la Política Nacional de Eficiencia Administrativa al Servicio del Ciudadano” y en este sentido, la estructuración de peajes electrónicos interoperables está enfocado, entre otras cosas, a facilitar el pago del peaje a los usuarios de las vías.

**2.4.2 Normativa.** En Colombia el cobro de los peajes se consagró en los Decretos 3190 de 1964 y 1173 de 1980. El primero de ellos, estableció en su artículo 4º lo siguiente:

*“Artículo 4º. Los Departamentos, previo concepto favorable del Ministerio de Obras Públicas, organizarán y cobrarán peaje en las carreteras departamentales que estén pavimentadas o que se pavimenten, así como en las nacionales que pavimenten los Departamentos, cuando la intensidad del tráfico y otros factores justifiquen tal cobro, y con el exclusivo objeto de destinar el producto del tributo a la conservación de las mismas vías”.*

Por su parte, el artículo 2.8 del Decreto 1173 de 1980 estableció como uno de los objetivos y funciones del entonces Ministerio de Obras Públicas y Transporte: *“Organizar, tasar y recaudar los peajes y pontazgos”.*

Con posterioridad, en la Constitución de 1991 en su artículo 95, se estableció como deber general del ciudadano, el de contribuir mediante el pago de tributos *“al financiamiento de los gastos e inversiones del Estado dentro de conceptos de justicia y equidad”.*

A su vez, el Art. 21 de la Ley 105 de diciembre 30 de 1993, modificado por la Ley 787 de 2002, estableció que:

*“Artículo 21. Tasas, tarifas y peajes en la infraestructura de transporte a cargo de la Nación. Para la construcción y conservación de la infraestructura de*

<sup>15</sup> En México (ver componente jurídico), el usuario tiene que inicialmente identificar el recaudador para luego acudir a la línea de atención al cliente de ese recaudador. En forma adicional, a pesar de que en México el recaudo electrónico se implementó hace más de 8 años, no ha sido posible lograr la interoperabilidad en el territorio por falta de acuerdo entre los actores estratégicos del sistema.

<sup>16</sup> La primera concesión que implementó el REV para el pago de la tasa del peaje fue la concesión vial Cartagena S.A.

<sup>17</sup> Decreto 2573 de 2014



transporte a cargo de la Nación, ésta contará con los recursos que se apropien en el Presupuesto Nacional y además cobrará el uso de las obras de infraestructura de transporte a los usuarios, buscando garantizar su adecuado mantenimiento, operación y desarrollo.

Para estos efectos, la Nación establecerá peajes, tarifas y tasas sobre el uso de la infraestructura nacional de transporte y los recursos provenientes de su cobro se usarán exclusivamente para ese modo de transporte.

Todos los servicios que la Nación o sus entidades descentralizadas presten a los usuarios accesoriamente a la utilización de la infraestructura Nacional de Transporte, estarán sujetos al cobro de tasas o tarifas.

Para la fijación y cobro de tasas, tarifas y peajes, se observarán los siguientes principios:

a) Los ingresos provenientes de la utilización de la infraestructura de transporte, deberán garantizar su adecuado mantenimiento, operación y desarrollo;

b) Deberá cobrarse a todos los usuarios, con excepción de las motocicletas y bicicletas, máquinas extintoras de incendios de los Cuerpos de Bomberos Voluntarios, Cuerpo de Bomberos Oficiales, ambulancias pertenecientes a la Cruz Roja, Defensa Civil, Hospitales Oficiales, Vehículos de las Fuerzas Militares y de la Policía Nacional, vehículos oficiales del Instituto Nacional Penitenciario y Carcelario, Inpec, vehículos oficiales del (DAS) Departamento Administrativo de Seguridad y de las demás instituciones que prestan funciones de Policía Judicial;

c) El valor de las tasas o tarifas será determinado por la autoridad competente; su recaudo estará a cargo de las entidades públicas o privadas, responsables de la prestación del servicio;

d) Las tasas de peaje serán diferenciales, es decir, se fijarán en proporción a las distancias recorridas, las características vehiculares y sus respectivos costos de operación;

e) Para la determinación del valor del peaje y de las tasas de valoración en las vías nacionales, se tendrá en cuenta un criterio de equidad fiscal”

Derivado de lo anterior, se puede concluir que el cobro de peajes está determinado por Ley, y tiene como fundamento principal la necesidad de financiar la Infraestructura Vial Nacional. Situación que sumada a la necesidad de implementar soluciones inteligentes para la infraestructura, el tránsito y el transporte, de conformidad con lo dispuesto en la Ley 1450 del 16 de junio del 2011, vuelve indispensable la regulación por parte del Estado, de los sistemas interoperables de recaudo electrónico vehicular, adaptándolos a la política pública en la materia y a los avances tecnológicos.

**2.4.3 Funcionamiento actual.** En esta sección se presenta de forma general el funcionamiento actual del entorno de operación de peajes en Colombia.

**2.4.3.1 Diagrama representativo del funcionamiento actual.** De acuerdo a la normatividad vigente, el Ministerio de Transporte define las políticas de operación de peajes, e INVIAS, ANI y las entidades territoriales son las encargadas de adoptar estas políticas y realizar la supervisión de la operación





#	ACTOR A	ACTOR B	CONEXIÓN
2	INVIAS	ANI	(1) INVIAS envía listado de vehículos exentos del pago de tarifa a la ANI. (2) Solicita información de volúmenes y recaudo.
3	ANI	INVIAS	(1) Realiza reversión de tramos concesionados. (2) Solicita información de volúmenes y recaudo.
4	ANI	CONCESIONARIO DE LA ANI	(1) Recibe información de volúmenes y recaudo. (2) Establece las condiciones del contrato de concesión.
5	INVIAS	CONCESIONARIO DEL INVIAS	(1) Recibe información de volúmenes y recaudo. (2) Establece las condiciones del contrato de concesión.
6	USUARIO	ANI	(1) Realiza peticiones, quejas y reclamos. (2) Solicita el beneficio de tarifa especial para una estación de peaje del concedente.
		INVIAS	
7	USUARIO	CONCESIONARIO DEL INVIAS	1) Realiza peticiones, quejas y reclamos relacionados con la prestación del servicio. (2) Realiza el pago en las estaciones de peaje.
		CONCESIONARIO DE LA ANI	
8	INVIAS	USUARIO	(1) Otorga permisos de circulación para vehículos de carga extra dimensionados o extra pesados. (2) Otorga exención del pago de la tarifa de peajes a nivel nacional. (3) Otorga tarifa especial a un ciudadano que cumpla con lo establecido por la Resolución 228 de 2013.



#	ACTOR A	ACTOR B	CONEXIÓN
9	SUPERTRANSPORTE	CONCESIONARIO DE LA ANI	(1) Realiza inspección, vigilancia y control a la prestación del servicio de peaje. (2) Realiza inspección, vigilancia y control a los términos del contrato de concesión.
		CONCESIONARIO DEL INVIAS	
10	DITRA	RUNT	(1) Consulta información vehicular
11	INVIAS	RUNT	(1) Consulta información del RUNT para validar los requisitos para tarifas especiales y exención de tarifas.
12	CONCESIONARIO DE LA ANI	SUPERTRANSPORTE	(1) Reporta irregularidades.
	CONCESIONARIO DEL INVIAS		
13	CONCESIONARIO DEL INVIAS	DITRA	(1) Realiza convenio para control operativo del tramo concesionado y de las estaciones de peaje. (2) Suministra material de apoyo a la DITRA para desempeñar el control operativo.
	CONCESIONARIO DE LA ANI		
14	USUARIO	SUPERTRANSPORTE	(1) Reporta irregularidades
15	DITRA	SECRETARIA DE TYT	(1) Reporta las infracciones al Código Nacional de Tránsito Terrestre cometidas. (2) Reporta las órdenes de comparendo expedidas a los infractores.
16	INTERVENTOR DE CONTRATO DE LA ANI	CONCESIONARIO DE LA ANI	(1) Verifica, mide y comprueba el cumplimiento de las condiciones del contrato de concesión firmado entre la ANI y sus concesionarios.



#	ACTOR A	ACTOR B	CONEXIÓN
17	INTERVENTOR DE CONTRATO DEL INVIAS	CONCESIONARIO DE INVIAS	(1) Verifica, mide y comprueba el cumplimiento de las condiciones del contrato de concesión firmado entre el INVIAS y su concesionario.

**2.4.3.2 Procesos operacionales actuales.** A continuación se presentan los procesos operacionales actuales más relevantes dentro de la operación de peajes.

- **Administración del entorno de peajes.** La administración del entorno de operación de peajes en Colombia está a cargo del Ministerio de Transporte, siendo la entidad encargada de definir las políticas y reglas de operación. El INVIAS, la ANI y las ET, se encargan de la ejecución de las políticas establecidas por el Ministerio de Transporte. El INVIAS realiza la operación de sus peajes a través de su concesionario, y La ANI y las ET operan sus peajes a través de contratos de operación suscritos entre sus concesionarios, quienes a su vez, pueden tercerizar o no la operación de los peajes. Por lo tanto, el INVIAS, la ANI y las ET son los encargados de administrar sus concesiones. Los interventores del INVIAS y de la ANI verifican, miden y comprueban el cumplimiento de las condiciones del contrato de concesión firmado entre el INVIAS y sus concesionarios, y el contrato de concesión firmado entre la ANI y sus concesionarios respectivamente.
- **Gestión de lista de exentos, especiales y carga extradimensionada en el entorno de operación del peaje.** La Ley 787 de 2002 del Ministerio de Transporte, indica que la única entidad autorizada de determinar usuarios exentos es el INVIAS, siendo esta la entidad responsable de la recepción de solicitudes de la exención de pago y de la instalación de la TIE. Para que un usuario pueda obtener un beneficio (descuento, exoneración, permiso) al momento de pasar por un peaje. En la actualidad (agosto 2015), el usuario es el encargado de realizar la respectiva solicitud ante la entidad concedente (INVIAS, ANI, ET) y ésta determina si le otorga el beneficio. A continuación, se presenta la secuencia de acciones se llevan a cabo:
  - El usuario se dirige a la entidad concedente y solicita el beneficio de su interés (tarifa especial, exoneración, carga sobredimensionada).
  - La entidad concedente revisa los documentos suministrados por el usuario. En caso de ser necesario, valida dichos documentos contra la información almacenada en el sistema RUNT.
  - La entidad concedente otorga el beneficio solicitado y le emite al usuario una Tarjeta de Identificación Electrónica (TIE).
  - El usuario se dirige al peaje y la TIE es visualizada por parte del operador. En ese momento, al usuario se le reconoce su beneficio y puede continuar transitando por el peaje.



- **Peticiones, quejas y reclamos.** El usuario de un peaje, como su nombre lo indica al ser usuario de un servicio (pago) cuenta con canales y entidades encargadas de atenderlo y responderle sus inquietudes y observaciones. De esta forma, si al usuario se le presenta alguna irregularidad con el servicio o la tarifa cobrada, o simplemente tiene alguna duda con algún procedimiento, puede ir ante las siguientes entidades y realizar PQR (Peticiones, quejas y reclamos):
  - ANI, INVIAS, ET
  - Concesionarios (ANI, INVIAS, ET)
  - Superintendencia de Puertos y Transporte
- **Inspección, vigilancia y control a la prestación del servicio de peaje.** La Superintendencia de Puertos y Transporte es la entidad encargada de realizar los procesos de inspección, control y vigilancia en los concesionarios de INVIAS, ANI y ET. Para ello, realiza la supervisión de los contratos de concesiones viales, supervisa el estado y la calidad de la infraestructura de las concesiones viales, supervisa la formación y constitución de las empresas a las que se otorgan las concesiones viales, y supervisa el desarrollo legal en el tiempo de la concesiones viales. Adicionalmente, la Superintendencia de Puertos y Transporte recibe las PQR de los usuarios y concesionarios.
- **Control Operativo DITRA.** La DITRA suscribe convenios con el INVIAS y la ANI para realizar el control operativo de sus tramos concesionados y de sus estaciones de peaje. En el marco de esos convenios, el INVIAS y la ANI suministran material de apoyo a la DITRA para desempeñar esta función. La DITRA reporta a las Secretarías de Tránsito y Transporte las infracciones al Código Nacional de Tránsito Terrestre cometidas por los usuarios. De igual manera, reporta las órdenes de comparendo expedidas a los infractores.

## 2.5. NECESIDADES OPERACIONALES

**2.5.1. Entrevistas para levantamiento de información.** En el marco de la construcción del ConOps del sistema IP/REV se realizaron entrevistas para determinar las necesidades y la problemáticas de los actores estratégicos. En total se realizaron un total de cincuenta (50) reuniones entre visitas y entrevistas, a partir de las cuales se fundamentan las secciones presentadas a continuación.



**Tabla 2.2 Entidades entrevistadas**

Entidad	Número de Reuniones
Agencia Nacional de Infraestructura (ANI)	5
Instituto Nacional de Vías (INVIAS)	8
Ministerio de Transporte (MT)	15
Superintendencia Puertos y Transportes (SUPERTRANSPORTE)	1
Dirección de Tránsito y Transporte de la Policía Nacional (DITRA)	1
Otras entidades <sup>18</sup>	20
<b>Total</b>	<b>50</b>

**2.5.2. Condiciones para la operación del sistema propuesto.** Como conclusión de las entrevistas realizadas a los actores estratégicos, se identificaron una serie de condiciones necesarias para garantizar la correcta operación del sistema IP/REV. En la Tabla 2.3 se presenta una lista de las mismas, marcando con una X las categorías en las que aplica la condición.

**Tabla 2.3 Resumen de las condiciones y de las categorías afectados del sistema IP/REV**

#	CONDICIÓN	CATEGORÍA		
		Software	Hardware	Jurídico
1	Esquema de color de los TAG	X	X	X
2	Validación <i>offline</i> del TAG	X	X	
3	Habilitación de servicios de información al usuario	X	X	X
4	Empleo de tabla de equivalencias de categorías vehiculares	X		X

<sup>18</sup> Incluye reuniones con concesionarios, recaudadores y proveedores de tecnología.



#	CONDICIÓN	CATEGORÍA		
		Software	Hardware	Jurídico
5	Sistema de clasificación de vehículos y cámaras de reconocimiento de placas	X	X	X
6	Integración de centros de control existentes	X	X	X
7	Selección de combinación de métodos de pago por carril	X	X	
8	Protocolo de prueba de equipos de clasificación de vehículos	X	X	
9	Definición del tiempo de retención de la información	X	X	X
10	Protocolo de reporte de pasos con pago manual	X	X	
11	Asignación de códigos de identificación únicos de plazas y carriles	X	X	X
12	Notificación de TAG exentos*	X		X
13	Gestión de tarifas especiales*	X		X
14	Gestión de inconsistencias en la información*	X	X	
15	Gestión de discrepancias en el cobro de la tasa de peaje*	X	X	
16	Gestión de disputas por el cobro de la tasa de peaje*	X		X

\* Nota a la tabla: estas condiciones marcadas se abordan en la sección Escenarios de Intercambio de Información para la operación de los peajes.

A continuación, se describe en qué consiste cada una de las condiciones necesarias que fueron identificadas.

**2.5.2.1 Esquema de color de los TAG.** Actualmente se realiza una verificación visual de la TIE en el punto de peaje. En el caso del REV, el Ministerio de Transporte deberá establecer un esquema de colores de los TAG para el control operativo por parte de la DITRA<sup>19</sup>.

<sup>19</sup> Es claro que, además de la inspección visual, se requiere una lectura del tag, a través de un lector RFID conectado a la base de datos de TAGs, para poder realizar una verificación total con fines de control por parte de la DITRA.



De forma independiente de la asignación de colores que en particular establezca el Ministerio, se recomienda la siguiente agrupación de las clases de vehículos actuales del RUNT<sup>20</sup>, diferenciadas con cuatro colores:

- Color 1: Para vehículos exentos.
- Color 2: Para automóvil, camioneta y campero
- Color 3: Para bus, busetas y microbús
- Color 4: Para camión, tracto-camión y volqueta

**2.5.2.2 Validación offline del TAG.** Al ser el TAG un dispositivo pasivo y no portar más información que un número de identificación, la validación de la información adicional (p.e., estado, tipo de contrato, saldo) se debe hacer mediante una conexión al sistema de información que el Ministerio de Transporte implemente para el funcionamiento del modelo IP/REV.

Previendo una eventual intermitencia en el canal de comunicación o una conexión con alto tiempo de latencia, se debe mantener en cada COP (y plaza de peaje con sus carriles REV) una copia de las listas consolidada de TAG descargada por el SiGT, de tal forma que se pueda decidir oportunamente si un vehículo puede pasar por el carril REV o si debe ser desviado a un carril de pago en efectivo.

En la lista consolidada deberá incluirse el TID, la placa, la categoría vehicular, la pertenencia a una lista de exentos o a una lista de tarifas especiales y finalmente, si el contrato es en la modalidad de pospago se deberá incluir si el vehículo tiene derecho de paso (TAG habilitado), o en el caso de que el contrato sea en la modalidad de prepago se deberá incluir el saldo de la cuenta asociada. Esto para los TAG emitidos por todos los REC pertenecientes al sistema IP/REV.

**2.5.2.3 Habilitación de servicios de información al usuario.** Se identifica la necesidad de implementar en el carril REV, paneles de mensajería variable como sistema de notificación a los usuarios del peaje, para informar el valor de la tasa cobrada e información de saldo bajo en caso de que esta se presente. La alerta de saldo bajo debe estar relacionada con el valor de la tarifa del peaje por el cual se está transitando.

Además el recaudador deberá habilitar una interfaz (página web o servicio de consulta) para que el usuario pueda consultar su saldo y el historial de pagos realizados, incluyendo otros servicios de información que considere el Ministerio de Transporte que deban ser habilitados por parte del recaudador.

**2.5.2.4 Empleo de tabla de equivalencias de categorías vehiculares.** Las categorías vehiculares para la tarifa se manejan de forma heterogénea para cada plaza de peaje, existiendo por consecuencia múltiples sistemas de clasificación. En la actualidad se pueden encontrar entre 5 y 7 categorías de vehículos, dependiendo de la entidad estatal concedente (ANI o INVIAS). Esta condición representa un reto para la interoperabilidad de peajes.

Debido a que existen diferencias de designación de categorías entre el RUNT, la ANI y el INVIAS para un mismo vehículo, se hace necesario implementar una

<sup>20</sup> De acuerdo con el formulario de solicitud de trámites del RUNT, las clases de vehículo son: automóvil, bus, buseta, camión, camioneta, campero, microbús, tractocamión, motocicleta, motocarro, mototriciclo, cuatrimoto, volqueta y otro.



tabla de equivalencia de categorías para garantizar tanto la uniformidad de la información en el sistema de gestión del Ministerio de Transporte, como el cobro estipulado en los contratos de dichas entidades con sus concesionarios. Esta tabla de equivalencias de categorías será establecida por el Ministerio de Transporte.

**2.5.2.5 Sistema de clasificación de vehículos y cámaras de reconocimiento de placas.** Los peajes del INVIAS cuentan con un sistema de clasificación de vehículos por medio de los cuales se realiza una verificación en dos pasos: en primer lugar, el personal operativo realiza un reconocimiento visual del vehículo y le asigna una categoría; a continuación el vehículo pasa por un sensor que igualmente asigna una categoría al vehículo. En caso de que las categorías asignadas por ambas partes difieran, se reporta como una discrepancia que se concilia posteriormente con el apoyo de imágenes del vehículo que pasa por el peaje.

Se deberá disponer de un sistema de clasificación de vehículos que permita determinar la categoría de forma automática. Este sistema estará compuesto por sensores de distintos tipos y su objetivo será el de suministrar información a un software instalado en un equipo de cómputo, que determinará la categoría a la que pertenece un vehículo en el momento de transitar por el carril REV. Esta información será contrastada con la información del vehículo que fue descargada desde el sistema de información del Ministerio de Transporte.

Además, se debe disponer de un sistema de reconocimiento de placas en cada uno de los carriles REV. Los caracteres reconocidos deberán igualmente ser contrastados con la información del vehículo que fue descargada desde el sistema de información del Ministerio de Transporte.

**2.5.2.6 Acceso a la información de los centros de control.** Al existir diferentes operadores de peajes, no se puede realizar una monitorización de las condiciones de corredores completos y no se cuenta con información consolidada en tiempo real de las condiciones de operación de los peajes a nivel nacional.

Se debe garantizar el acceso a la información producida por los centros de control de peaje a un único sistema que permita observar la operación nacional, generar alertas y mantener información consolidada.

**2.5.2.7 Selección de combinación de métodos de pago por carril.** Se exige por lo menos un carril REV, dejando la posibilidad de seleccionar una de las siguientes alternativas (o una combinación de éstas) para los carriles restantes: carril exclusivo REV con talanquera, carril exclusivo REV sin talanquera, carril mixto con talanquera, carril exclusivo manual con talanquera.

Se debe seleccionar la configuración más eficiente teniendo en cuenta los niveles de servicio de cada carril de las estaciones de peaje, considerando que la masificación del TAG será progresiva. En este sentido, se espera que la adopción de carriles exclusivos REV sin talanquera se realice de mediano a largo plazo, una vez el TAG haya sido adoptado de manera masiva, debido al conocimiento del funcionamiento del sistema y que existan los mecanismos operativos y sancionatorios para garantizar un correcto uso del sistema IP/REV.



Se debe recordar que en algunos casos ya se tiene un diseño definido de la configuración de los carriles de aproximación a la estación de peaje, así como restricciones físicas para añadir carriles adicionales.

#### **2.5.2.8 Protocolo de prueba de equipos de clasificación de vehículos.**

Existe una gran variedad de proveedores que ofrecen diferentes tecnologías para la identificación y clasificación de vehículos. Con el fin de garantizar que la tecnología adquirida cumpla con el objetivo buscado, se debe definir un procedimiento de prueba de equipos para verificar en campo que la analítica de la solución a adoptar sea efectiva.

#### **2.5.2.9 Definición del tiempo de retención de la información.**

La información que se almacena en los sistemas inteligentes, además de tener potencial para la supervisión y conocimiento del sector, así como soportar la generación de políticas, puede ser empleada como prueba o material de apoyo en caso de procesos judiciales (investigación de accidentes de tránsito, hurtos, entre otros). Sin embargo, no existe una política clara en cuanto al tiempo de retención de esta información, situación que tiene relación con los requerimientos de espacio en servidores para el almacenamiento de la misma, especialmente cuando se trata de imágenes y video.

Se debe definir el tiempo de retención de la información que se almacene en el sistema de información del Ministerio de Transporte, la cual no contempla videos ni imágenes. A manera de ejemplo, en el Centro de Control de Operación Vial (CCOV), ubicado en el Ministerio de Transporte, se seleccionó un período de retención de 1 año, considerándose este como el plazo máximo en el que una autoridad judicial realiza una solicitud de información. Este lapso de tiempo debe quedar claramente especificado en la política del Ministerio de Transporte.

#### **2.5.2.10 Protocolo de reporte de pasos con pago en efectivo.**

Pese a que las plazas de peaje cuentan con carriles REV, existirá la posibilidad de pago de la tasa de peaje mediante efectivo. Estos pagos se reportarán al sistema de información del Ministerio como pasos regulares con modalidad de pago en efectivo, con fines estadísticos de interés para el Ministerio de Transporte y de sus entidades adscritas.

Igualmente existe la posibilidad de que se presenten situaciones en las que el usuario de REV no pueda completar el pago electrónico por falta de saldo, o eventuales errores en la lectura del TAG, incluyendo un posible mal funcionamiento del mismo o del lector de carril. En ambos casos el vehículo será desviado a un carril de pago manual. En el primer caso el paso será reportado al SI del Ministerio como paso regular con modalidad de pago en efectivo. En el segundo caso, el OP deberá reportar la novedad de cobro en efectivo por falla de lectura del TAG. Con base en esta información, reportada al SI del Ministerio y descargada posteriormente por la entidad REC emisor del TAG, la entidad REC podrá determinar si hay un problema con el TAG (varios reportes similares en diferentes plazas o carriles) y debe ser sustituida; o si se trata de un problema con el lector RFID del carril de la plaza en cuyo caso le corresponde intervenir al operador de la plaza de peaje.



**2.5.2.11. Asignación de códigos únicos de identificación de plazas y carriles.** La asignación de los códigos de identificación únicos para plazas y carriles se hace necesaria para la asociación del paso de un vehículo por una determinada estación de peaje.

El Ministerio de Transporte efectuará la asignación de estos códigos de identificación para las diferentes plazas de peaje y de sus carriles, previo a la entrada en funcionamiento del sistema IP/REV.

## 2.6 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL SISTEMA IP/REV PROPUESTO

Esta sección describe el funcionamiento del sistema propuesto para el sistema de Interoperabilidad de Peajes y Recaudo Electrónico Vehicular (IP/REV), que permitirá cumplir con la visión y los objetivos planteados. De esta forma, se seguirán manteniendo los procesos administrativos y operativos existentes, a la vez que se incorporarán nuevos procesos y actores estratégicos para el funcionamiento del sistema IP/REV, de acuerdo a lo que se presenta en esta sección.

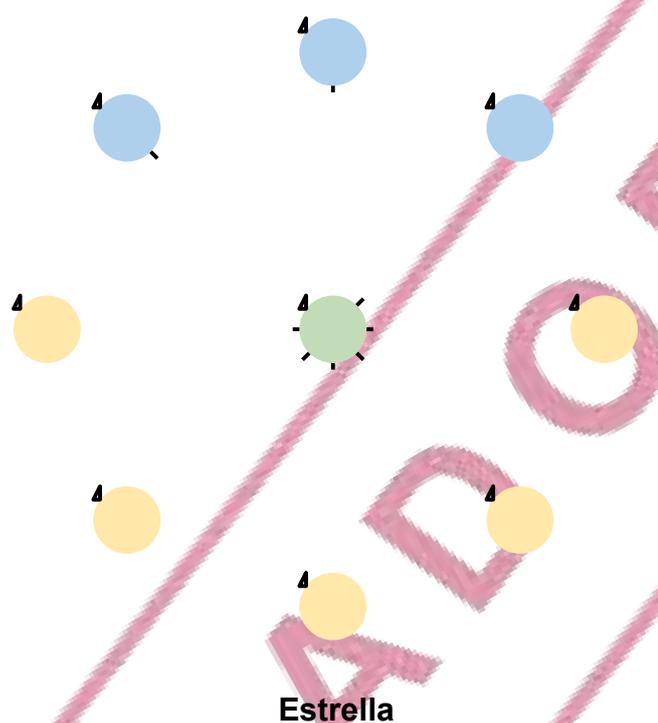
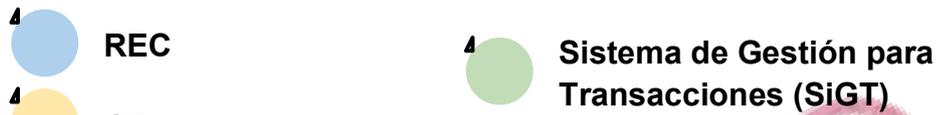
Para el funcionamiento del sistema de la interoperabilidad en modalidad REV es necesario asegurar el intercambio de la información relevante entre los principales actores estratégicos, en particular, entre operadores de peaje (información de cobro por uso de la vía) y entidades recaudadoras (información de pagos –pre o post– por tasa de peaje).

Para lograr este objetivo, existen varias topologías de red. La recomendación de la Universidad Nacional es implementar una topología de comunicaciones en estrella<sup>21</sup>, puesto que minimiza el número de conexiones entre los actores estratégicos y garantiza la escalabilidad del modelo, sin costo adicional para los REC y los OP. Esto requiere la existencia de un ente mediador en el centro de la estrella, que para el caso se denominará Sistema de Gestión de Transacciones con RFID (SiGT) (véase Figura 2.4).

<sup>21</sup> Véase: “Redes de Computadoras”, Andrew S. Tanenbaum, 2003.



Figura 2.4 Esquema de conexión propuesto



La función del SiGT será la de actuar como un sistema de intercambio de información y gestión de las transacciones que conlleva este intercambio entre los actores estratégicos (Recaudadores, Operadores, MinTransporte, INVIAS, ANI y otras según se requiera), es decir, el SiGT actuará como mediador entre los OP, los REC y todas las otras entidades (previamente autorizadas por parte del Ministerio de Transporte) que provean o necesiten información relacionada con la operación de los peajes.

Los criterios principales que fundamentan el sistema propuesto son los siguientes:

- Marco legal colombiano: El principio rector para la arquitectura y modelo de funcionamiento propuestos se ajusta al marco legal colombiano vigente.
- Aplicación de estándares internacionales: Los estándares internacionales que se han considerado en esta propuesta son los presentados en la Sección 2.3.
- Confidencialidad de la información: El criterio seguido para garantizar la privacidad de la información del usuario (habeas data), es el de separar la información personal del mismo, de la información del TAG que pega en su vehículo.
- Compatibilidad con la tecnología en uso: Con base en la revisión de la tecnología en uso en los peajes REV en la actualidad, se buscó maximizar la compatibilidad de los dispositivos existentes con los especificados en el nuevo modelo. Con respecto a la tecnología RFID, la revisión se realizó con aquellos peajes que utilizan el estándar ISO 18000-63.



- Escalabilidad: Con base en el crecimiento del parque automotor colombiano previsto por el Ministerio de Transporte, y la adopción proyectada del sistema IP/REV, el modelo de funcionamiento propuesto deberá considerar la escalabilidad del sistema de tal forma que garantice la calidad del servicio.

**2.6.1 Funcionamiento del sistema propuesto.** A continuación se presenta la secuencia regular de actividades para el funcionamiento del sistema IP/REV propuesto:

- Cada concesión de peaje (con carriles REV) debe suscribir un contrato o convenio, con los REC o las Redes que cumplan todos los requisitos para su habilitación.
- El propietario de un vehículo adquiere un TAG mediante un contrato (modo prepago o pospago) con un REC autorizado. Cuando un usuario se registra ante un REC, debe proveer la información relacionada con el vehículo de su propiedad (p.e., tarjeta de propiedad del vehículo).
- La entidad REC valida la información del vehículo con los documentos aportados por el usuario y realiza la activación del TAG.
- El usuario instala el TAG en su vehículo y queda en capacidad de transitar por los peajes que cuenten con carril IP/REV a nivel nacional.
- La entidad REC envía al SiGT la información de los TAG emitidos, los tipos de contrato correspondientes, y los saldos asociados.
- Los OP actualizan los TAG en su base de datos, a partir de la información descargada del SiGT.
- Cuando un vehículo se acerca a un carril REV se realiza la lectura del TAG, la placa del vehículo, y se detecta la configuración del mismo a través de los sensores del carril. Se consulta la base de datos de carril, se obtiene la categoría registrada para dicho vehículo, y de acuerdo a ésta y a la configuración detectada, se define la tarifa a cobrar. Desde la plaza de peaje el OP envía al COP la información de los pasos realizados y las tarifas correspondientes.
- El OP desde su base de datos (COP) envía al SiGT, el reporte de los pasos realizados y las tarifas asociadas.
- El SiGT almacena los reportes de pasos y tarifas en su base de datos.
- Los REC descargan del SiGT la información relacionada con los pasos y tarifas reportadas por los OP (y que corresponden a TAG emitidos por la entidad), y actualizan los saldos de las cuentas asociadas a cada TID reportado.
- Los usuarios pueden realizar recargas (contrato prepago) o pagos (contrato pospago) de la cuenta asociada al TAG, a través de los canales definidos por el REC (personales, electrónicos).
- Los REC actualizan las listas de saldos y las envían al SiGT, junto con las novedades relacionadas (emisión de nuevas TAG, TAG inactivados –p.e., mora–, o dadas de baja –p.e., traspaso de propiedad del vehículo–), para la posterior descarga por parte de los OP.



- Los operadores pasan su cuenta de cobro correspondiente a cada REC del sistema, utilizando el mecanismo y la frecuencia que esté estipulado en el contrato privado REC-OP.
- El REC realiza el pago de los cobros registrados a los operadores de peaje mediante el método (p.e., transferencia bancaria) y con la frecuencia que hayan estipulado en el contrato privado REC-OP.

**2.6.2 Roles.** En la Tabla 2.4 se presentan los roles actuales y futuros de los actores estratégicos del sistema de peajes. Estos actores estratégicos se dividen en internos y externos. Los actores estratégicos internos son aquellos que están directamente relacionados con el funcionamiento IP/REV, y los actores estratégicos externos son aquellos que tienen asociadas labores de supervisión y control.

**Tabla 2.4 Rol actual y futuro de los actores estratégicos del sistema**

<b>ACTORES ESTRATÉGICOS INTERNOS</b>	<b>ROL ACTUAL</b>	<b>ROL FUTURO</b>
MINISTERIO DE TRANSPORTE	ADMINISTRADOR	ADMINISTRADOR
INVIAS	CONCEDENTE	CONCEDENTE
CONCESIONARIO DEL INVIAS	OPERADOR RECAUDADOR	OPERADOR
ANI	CONCEDENTE	CONCEDENTE
CONCESIONARIO DE LA ANI <sup>22</sup>	OPERADOR RECAUDADOR	OPERADOR
ENTIDADES TERRITORIALES (ET)	CONCEDENTE	CONCEDENTE
CONCESIONARIO DE LA ET <sup>23</sup>	OPERADOR RECAUDADOR	OPERADOR
ENTIDAD HABILITADA PARA RECAUDO	–	RECAUDADOR
USUARIO	USUARIO	USUARIO
SISTEMA DE GESTIÓN PARA TRANSACCIONES (SiGT)	–	SISTEMA DE INFORMACIÓN PARA LA CONSOLIDACIÓN DE INFORMACIÓN PARA TRANSACCIONES POR RFID
RUNT	SISTEMA DE INFORMACIÓN	–

<sup>22</sup> También incluye a quien delegue o subcontrate.

<sup>23</sup> También incluye a quien delegue o subcontrate.



ACTORES ESTRATÉGICOS EXTERNOS	ROL ACTUAL	ROL FUTURO
INTERVENTOR CONTRATO DEL INVIAS	INTERVENTOR	INTERVENTOR
INTERVENTOR CONTRATO DE LA ANI	INTERVENTOR	INTERVENTOR
INTERVENTOR CONTRATO DE LA ET	INTERVENTOR	INTERVENTOR
DITRA <sup>24</sup>	APOYO	APOYO
SUPERTRANSPORTE <sup>25</sup>	INSPECCIÓN, VIGILANCIA Y CONTROL	INSPECCIÓN, VIGILANCIA Y CONTROL
SUPERINDUSTRIA	-	INSPECCIÓN, VIGILANCIA Y CONTROL <sup>26</sup>
SUPERFINANCIERA	-	INSPECCIÓN, VIGILANCIA Y CONTROL <sup>27</sup>
SECRETARÍAS DE TRÁNSITO Y TRANSPORTE (MOVILIDAD)	SANCIONADOR	SANCIONADOR

A continuación se definen cada uno de los roles dentro del IP/REV, de acuerdo con lo establecido en el estándar ISO-17573:

Cabe aclarar que los actores estratégicos pueden ejercer más de un rol dentro del sistema de recaudo electrónico IP/REV.

**2.6.2.1 Administrador.** Rol que ejerce el Ministerio de Transporte de Colombia, en concordancia con lo establecido en la Ley 1450 del 16 de junio del 2011, así como las demás disposiciones que lo modifiquen o adicionen.

**2.6.2.2 Operador (OP).** La persona natural o jurídica que provea un bien o servicio que se pueda adquirir con el sistema de Recaudo Electrónico Vehicular - REV -.

<sup>24</sup> Ver sección 2.2.4.

<sup>25</sup> Ver sección 2.2.4.

<sup>26</sup> La SUPERINDUSTRIA supervisa la prestación del servicio desde el punto de vista del consumidor, y el eventual abuso de la posición dominante, fallas del producto, baja calidad del mismo (<http://www.sic.gov.co/drupal/que-es-la-proteccion-al-consumidor>).

<sup>27</sup> En caso de que un TAG sea considerado como un producto financiero, la supervisión del producto estará a cargo de la SUPERFINANCIERA que vigila, supervisa y controla las entidades financieras.



### 2.6.2.3 Recaudador del Sistema de Recaudo Electrónico Vehicular (REC).

El recaudador es la persona jurídica debidamente autorizada para el recaudo de dinero, emisión de los TAG RFID y la administración de la información relacionada con los mismos. Sólo se podrá desempeñar el rol recaudador si es previamente habilitado por el Ministerio de Transporte de conformidad con los lineamientos que para el efecto dicte la entidad.

**2.6.2.4 Usuario.** Persona natural o jurídica que suscriba un contrato para la prestación del servicio de Recaudo Electrónico Vehicular - REV- con un Recaudador debidamente habilitado por la autoridad competente.

**2.6.2.5 Inspección, vigilancia y control.** Entidad pública que ejerza las labores de protección al usuario, supervisión, vigilancia y control de los actores estratégicos del sistema de Recaudo Electrónico Vehicular - REV- .

De forma adicional se presenta una descripción de los siguientes roles, que no se encuentran definidos dentro del estándar ISO-17573, pero que hacen parte integral del esquema de funcionamiento IP/REV propuesto.

**2.6.2.7 Concedente.** Entidad que funge como contratante en el desarrollo de contrato de concesión<sup>28</sup>.

**2.6.2.8 Interventor.** Persona natural o jurídica encargada de asegurar el cumplimiento técnico, financiero y administrativo del contrato durante su ejecución.

**2.6.2.9 Sistema de información.** Corresponden a herramientas computacionales de apoyo para garantizar el funcionamiento del sistema de IP/REV. De acuerdo con el estándar ISO-17573 no se consideran como un rol, pero se incluye en la Tabla 2.4 debido a que gestiona la información.

**2.6.2.10 Supervisor.** Es la persona designada por el concedente, para realizar el seguimiento técnico, financiero y administrativo del contrato durante su ejecución y hasta la liquidación del mismo.

**2.6.3 Arquitectura propuesta.** El SiGT contendrá una Base de Datos con la información necesaria para soportar la interoperabilidad. El modelo lógico E/R mínimo se presenta en la Sección 3.3.5. del Capítulo 3 del presente documento. Asimismo, el SiGT contará con el software necesario (web services, end-points, etc.) para que los actores estratégicos puedan reportar las novedades (TAG dados de baja/alta, saldos de los usuarios, listas negras, exentos, etc.) a esta Base de Datos.

El funcionamiento del SiGT se puede ilustrar con un ejemplo del proceso de intercambio de listas de recaudo: cada recaudador enviará al SiGT la lista de sus usuarios y saldos (en el esquema de cobro prepago), y la lista de sus usuarios con contrato vigente (en el caso de cobros pospago). El SiGT se encargará de conformar una sola lista con la información remitida por los recaudadores y la pondrá a disposición de los operadores.

Las concesiones deberán mantener actualizada una base de datos local a partir de esta información, y esta base de datos deberá estar a disposición de

<sup>28</sup> Para efectos del presente capítulo, se refiere exclusivamente a concesiones de infraestructura vial.



sus operadores, en caso que sean entidades diferentes. Asimismo, las concesiones enviarán periódicamente al SiGT la lista de usuarios que han pasado por el peaje y la tarifa correspondiente aplicada. Cada minuto el SiGT pondrá a disposición de cada recaudador una lista actualizada con la información de sus usuarios que han pasado por los carriles REV. La lista contendrá la tarifa aplicada y las novedades asociadas al paso: p.e., cobro regular, cobro con discrepancia, o cobro con inconsistencia.

Vale aclarar que el SiGT no realizará ninguna de las siguientes funciones:

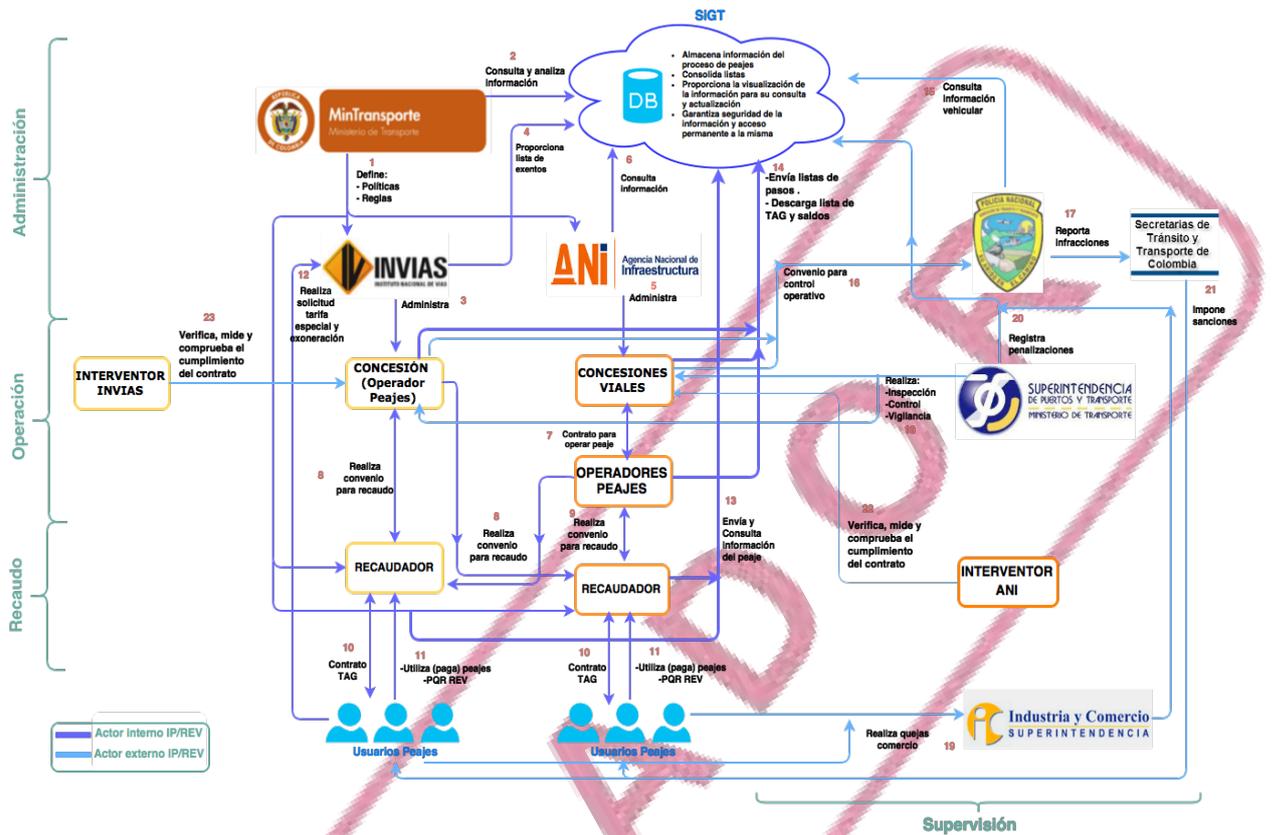
- No será cámara de compensación.
- No realiza autorización de transacciones.
- No realiza el cobro, ni el recaudo de la tasa de peaje.

Se propone entonces que el SiGT realice las siguientes funciones:

- Proveer el servicio web (o mecanismo similar) para que las entidades REC reporten la emisión de nuevos TAG, los saldos correspondientes, y demás información relacionada.
- Proveer el servicio web (o mecanismo similar) para que los OP reporten los pasos y tarifas aplicadas.
- Consolidar las listas de usuarios, saldos, exentos, tarifas reducidas, y demás información relacionada.
- Proporcionar visualización de la información para su consulta.
- Garantizar la seguridad de la información y acceso permanente a la misma.

**2.6.4 Diagrama de relaciones del sistema propuesto.** En esta sección se presentan las relaciones entre los actores estratégicos del sistema IP/REV en relación con los procesos de Administración, Operación, Recaudo y Supervisión. Como complemento a la Figura 2.5, se incluye la Tabla 2.5, en la cual se presentan las relaciones existentes entre un Actor A y un Actor B del esquema propuesto de funcionamiento IP/REV en Colombia.

**Figura 2.5 Esquema de funcionamiento IP/REV propuesto**



**Tabla 2.5 Relaciones del esquema de funcionamiento IP/REV propuesto**

#	ACTOR A	ACTOR B	CONEXIÓN
1	MINTRANSPORTE	ANI	(1) Establece políticas. (2) Define las reglas. (3) Emite conceptos vinculantes para la localización de peajes.
		INVIAS	
		RECAUDADOR	(1) Define criterios de habilitación
1'	ANI	MINTRANSPORTE	(1) Adopta políticas. (2) Respetar las reglas. (3) Supervisar el cumplimiento de las reglas por parte de sus concesionarios.
	INVIAS		
2	MINTRANSPORTE	SiGT	(1) Realiza consulta de información disponible en el SiGT.
3	INVIAS	CONCESIONARIO INVIAS	(1) Recibe información de volúmenes y recaudo. (2) Establece las condiciones del contrato de concesión. (3) Supervisar el cumplimiento de las reglas por parte de sus concesionarios.
4	INVIAS	SiGT	(1) Envía listado de vehículos exentos del pago de tarifa.



#	ACTOR A	ACTOR B	CONEXIÓN
5	ANI	CONCESIONARIO DE LA ANI	(1) Recibe información de volúmenes y recaudo. (2) Establece las condiciones del contrato de concesión. (3) Supervisar el cumplimiento de las reglas por parte de sus concesionarios.
6	ANI	SiGT	(1) Descarga información disponible en el SiGT.
7	CONCESIONARIO DE LA ANI	OPERADOR DEL CONCESIONARIO DE LA ANI	(1) Realiza contrato de operación del peaje IP/REV.
8,9	OPERADOR DEL CONCESIONARIO DE LA ANI	RECAUDADOR	(1) Realiza convenio para recaudo.
	CONCESIONARIO DEL INVIAS		
10, 11	USUARIO	RECAUDADOR	(1) Suscribe un contrato de adhesión para poder realizar el pago electrónico de la tasa de peaje por medio de un TAG.(2) Realiza peticiones, quejas y reclamos relacionados con el contrato de adhesión. (3) Emplea el TAG para realizar el pago electrónico en las estaciones de peaje que cuentan con tecnología de REV.
12	USUARIO	INVIAS	(1) Solicita el beneficio de tarifa especial para una estación de peaje del INVIAS. (2) Solicita la exención del pago de la tarifa de peajes a nivel nacional.
13	RECAUDADOR	SiGT	(1) Envía listas de usuarios y saldos. (2) Descarga la lista de pasos y tarifas.
13'	SiGT	RECAUDADOR	(1) Consolida la lista de pasos y tarifas. (2) Recibe listas de usuarios y saldos. (3) Brinda acceso a la lista de pasos y tarifas.
14	CONCESIONARIO DE INVIAS	SiGT	(1) Envía listas de pasos.. (2) Descarga la lista de TAG y saldos.
	OPERADOR DEL CONCESIONARIO DE LA ANI		
14'	SiGT	CONCESIONARIO DEL INVIAS	(1) Consolida la lista de usuarios y saldos. (2) Recibe listas de pasos y tarifas. (3) Brinda acceso a la lista de usuarios y saldos.
		OPERADOR DEL CONCESIONARIO DE LA ANI	
15	DITRA	SiGT	Consulta información vehicular



#	ACTOR A	ACTOR B	CONEXIÓN
16	CONCESIONARIO DE LA ANI	DITRA	(1) Realiza convenio para control operativo del tramo concesionado y de las estaciones de peaje. (2) Suministra material de apoyo a la DITRA para desempeñar el control operativo.
	CONCESIONARIO DEL INVIAS		
17	DITRA	SECRETARÍAS DE TyT	(1) Reporta las infracciones al Código Nacional de Tránsito Terrestre cometidas. (2) Reporta las órdenes de comparendo expedidas a los infractores.
18	SUPERTRANSPORTE	CONCESIONARIO DE LA ANI	(1) Realiza inspección, vigilancia y control a la prestación del servicio público. (2) Realiza inspección, vigilancia y control a los términos del contrato de concesión.
		CONCESIONARIO DEL INVIAS	
19	USUARIO	SUPERCOMERCIO	(1) Realiza peticiones, quejas y reclamos relacionados con la actividad comercial.
20	SUPERTRANSPORTE SUPERINDUSTRIA	SiGT	(1) Descargar información para realizar sus funciones .
21	SECRETARÍAS DE TyT	USUARIO	(1) Sanciona a los infractores.
22	INTERVENTOR DE CONTRATO DE LA ANI	CONCESIONARIO DE LA ANI	(1) Verifica, mide y comprueba el cumplimiento de las condiciones del contrato de concesión firmado entre la ANI y sus concesionarios.
23	INTERVENTOR DE CONTRATO DEL INVIAS	CONCESIONARIO DE INVIAS	(1) Verifica, mide y comprueba el cumplimiento de las condiciones del contrato de concesión firmado entre el INVIAS y su concesionario.

## 2.7 ENTORNO OPERACIONAL Y DE SOPORTE

En esta sección se presenta el entorno operacional y de soporte del sistema IP/REV, realizando una descripción general de los equipos necesarios para el funcionamiento del mismo.

**2.7.1 Descripción del software necesario.** A continuación se presenta el software y componentes de comunicaciones que son necesarios para el funcionamiento del sistema IP/REV.

**2.7.1.1 Administrador.** El software y componentes de comunicaciones necesarios para el administrador son:

- Sistema de Información para administrar la información de transacciones de cobros y recaudos (SiGT). La información almacenada no contendrá imágenes ni video.

**2.7.1.2 Operador.** El software y componentes de comunicaciones necesarios para el operador son:

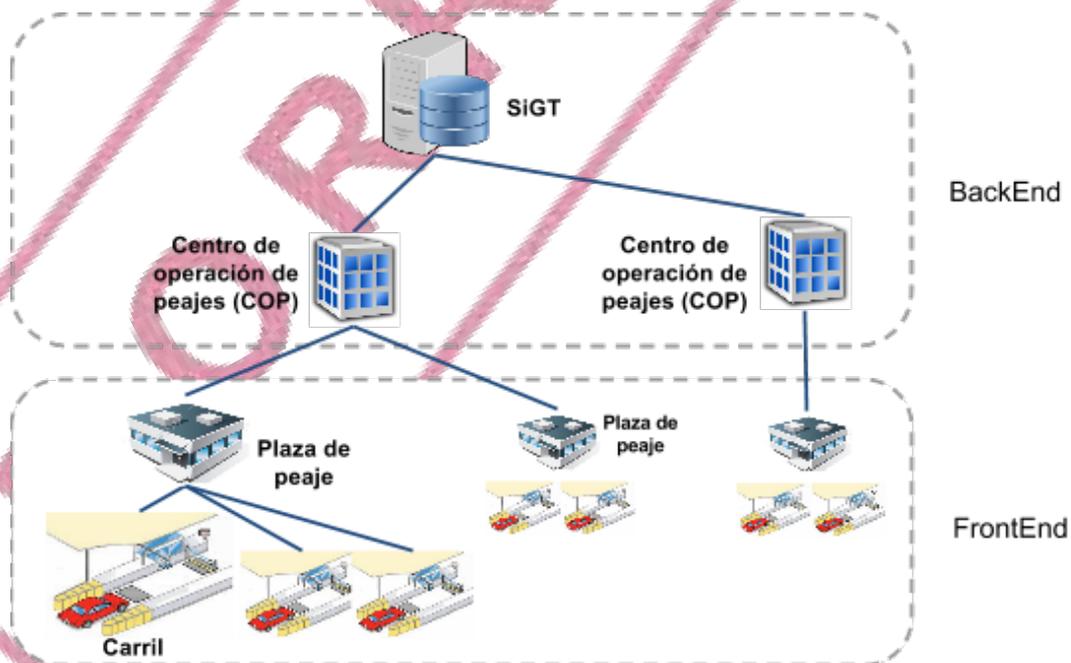
- Sistemas de información para la gestión de la base de datos local (COP) y operación del peaje (carriles).
- Sistema de información para la actualización de la base de datos local del COP desde el SiGT, y para el envío de información desde la base de datos local del COP al SiGT.
- Sistema de información para el intercambio (consulta y envío) de información entre la base de datos local de cada carril de la(s) plaza(s) de peajes y el COP.

**2.7.1.3 Recaudador.** El software y componentes de comunicaciones necesarios para el recaudador son:

- Sistema de información para la gestión de la base de datos local del REC, con información de usuarios, TAG emitidos y saldos asociados.
- Sistema de información para la actualización de la base de datos local del REC desde el SiGT, y para el envío de información desde la base de datos local del REC al SiGT.

**2.7.2 Descripción del hardware necesario.** La Figura 2.6 muestra los componentes de hardware del sistema IP/REV con los elementos de hardware necesarios para su funcionamiento básico según la norma ISO 17573:2010 (Electronic fee collection – Systems architecture for vehicle-related tolling).

**Figura 2.6 Componentes de hardware del sistema IP/REV en concordancia con el estándar ISO 17573:2010 (Electronic fee collection – Systems architecture for vehicle-related tolling)**



A continuación se presentan los componentes más importantes del front-end. La descripción detallada de estos componentes, así como la especificación de requisitos se encuentra en el Capítulo 4 del presente documento.

- Lectores RFID, según estándar ISO 18000-63.



- Cámaras para reconocimiento de número de placa.
- Cámaras para grabación del número de ejes.
- Cámaras de seguridad.
- Sensores para determinar la categoría del vehículo.
- Báscula Electrónica.
- Sistema para gestión de información de carril.
- Red de transmisión de datos entre carril REV y centro de control de la plaza de peaje.
- Barrera de salida automática.
- Semáforos.
- Paneles de señalización variable.
- Señalización e iluminación en las vías.
- Sistema de respaldo eléctrico.
- Detectores de altura.
- Medidor de volumen vehicular (tránsito promedio diario).

Se debe garantizar la existencia de equipos de hardware que provean soporte a las siguientes actividades:

- Recopilación de la información de monitoreo y supervisión. Se deberá contar con equipos para el almacenamiento y consulta remota de imágenes de seguridad, desde los COP sobre la actividad general del peaje.
- Identificación de placas. Se deberá contar con equipos de hardware dedicados al procesamiento de imágenes que permitan la identificación de placas de todos los vehículos que transitan por todos los carriles del peaje. El resultado de dicho reconocimiento deberá ser contrastado con los datos almacenados en la base de datos, campo seleccionado según el número de identificación del TAG (TID).
- Recolección de información de tráfico, pesajes, entre otros. Se dispondrá de equipos para el almacenamiento de información acerca del flujo vehicular, discriminando las categorías que fueron detectadas y las tarifas aplicadas.
- Gestión de discrepancias. Se dispondrá de equipos de cómputo y de software para la gestión de posibles discrepancias. Los videos e imágenes que hagan parte de la prueba del paso de un vehículo por un carril REV, deberán estar disponibles desde el COP para ser enviados a las entidades recaudadoras en caso de que éstas los soliciten.
- Información de recaudo. Se deberá disponer de equipos de cómputo para gestionar las bases de datos que se obtengan desde el SiGT. Estos se encargarán de gestionar la coherencia entre la base del SiGT y la que se dispone en cada computador a nivel de carril.
- Información de configuración. Se dispondrá de equipos de cómputo para la configuración de tarifas, gestión de listas, gestión de operadores (service management) y otro tipo de posibles configuraciones que se deriven para la correcta ejecución del sistema IP/REV.



En lo relacionado al back-end, en un sistema IP/REV es necesario contar con un centro de operación de peajes (COP) para la recolección de información de todas las plazas de peajes que pertenezcan al sistema. Entre las funciones que debe cumplir un centro se encuentran:

- Informar las discrepancias (detección de ejes que define el valor a cobrar, Cámara de detección de placas vs. Placa almacenada en la DB, etc.).
- Monitorear las plazas y carriles de peaje.
- Mantener una interfaz con back-office.
- Información de recaudo: base de datos para gestionar los cobros.
- Información de configuración: información de tarifas, listas, y demás (service management).

## 2.8 ESCENARIOS OPERACIONALES

En esta sección se describen los escenarios operacionales del sistema propuesto para IP/REV, haciendo énfasis en la interacción de los sistemas de información de los OP (verificación de saldos y notificación de cobros), y de las entidades REC (TAG habilitados o deshabilitados, TAG con tarifa especial y saldos).

**2.8.1 Escenarios de intercambio de información para la operación de peajes.** A continuación se presentan los escenarios en los cuales ocurre intercambio de información de los diferentes actores estratégicos con el Sistema de Gestión de Transacciones del Ministerio (SiGT). De acuerdo con cada escenario, se mencionan a los actores estratégicos involucrados en el escenario y la descripción del escenario.

**2.8.1.1 Actualización de la base de datos de los COP.** Con el fin de realizar la correcta operación del entorno del peaje, el operador debe mantener actualizada la información en cada una de sus plazas y carriles de peaje. Para ello, el operador deberá realizar la consulta de información (relacionada con los TAG emitidos) en el SiGT, descargar las novedades y almacenar esta información en su base de datos local. Este proceso lo debe realizar periódicamente (tiempo definido en el Capítulo 3 “Especificación de Requisitos de Software”) para asegurar que la información almacenada de forma local refleje la información actualizada por los recaudadores.

**2.8.1.2 Notificación de novedades desde los COP.** Con el objetivo de realizar la actualización y consolidación de la información (relacionada con los cobros), el operador debe enviar periódicamente al SiGT las novedades ocurridas en cierto periodo de tiempo previamente determinado (tiempo definido en el Capítulo 3 “Especificación de Requisitos de Software”).

Para esto, el operador debe estar autorizado para establecer comunicación con el SiGT y habilitado para enviarle información a través del canal de comunicaciones establecido (ver Capítulo 4 “Especificación de Requisitos de Hardware”). De esta forma, al momento de cumplirse el periodo de tiempo determinado desde el COP se realizará el envío de las novedades al SiGT.

Este intercambio de información implica también el manejo de disputas, el cual requiere que el operador garantice mecanismos con los recaudadores para la solución de aquellas que sean reportadas como cobros al SiGT y que requieran



su posterior revisión. Estas disputas serán supervisadas y resueltas mediante el Sistema de Gestión de Disputas - SiGD.

**2.8.1.3 Actualización de la base de datos de las entidades REC.** Con el propósito de garantizar el sistema IP/REV, toda entidad REC deberá descargar periódicamente (tiempo definido en el Capítulo 3 “Especificación de Requisitos de Software”) desde el SiGT, las novedades relacionadas con el paso de vehículos con TAG asociados a sus usuarios, y almacenar esta información en su base de datos local. Con base en esta información, y la información de recargas y pagos, las entidades REC procederán a actualizar los saldos correspondientes, y los reportarlos al SiGT, como se describe a continuación.

**2.8.1.4 Notificación de novedades desde las entidades REC.** Con el objetivo de realizar la actualización y consolidación de la información, toda entidad REC deberá enviar periódicamente al SiGT las actualizaciones que haya realizado en un determinado periodo de tiempo (tiempo definido en el Capítulo 3 “Especificación de Requisitos de Software”). Estas actualizaciones están relacionadas con la suscripción de nuevos contratos (emisión de TAG), desactivación de TAG existentes, y en particular, de los saldos asociados a las cuentas de usuario.

Para esto, la entidad REC deberá estar autorizada para establecer comunicación con el SiGT y habilitado para enviarle información a través del canal de comunicaciones especificado (ver Capítulo 4 “Especificación de Requisitos de Hardware”).

**2.8.1.5 Solicitud de información al SiGT.** Con el fin de realizar la supervisión y control del sistema de operación de peajes en modalidad REV, el personal autorizado del Ministerio de Transporte, o de cualquier entidad adscrita, podrá consultar la información requerida a través de la interfaz web del SiGT.

**2.8.1.6 Notificación de novedades al SiGT.** Personal autorizado de otras entidades adscritas al Ministerio de Transporte, tales como ANI y ET, podrán reportar novedades (p.e., nuevas plazas de peaje y nuevos carriles REV) a través de la interfaz web del SiGT.

**2.8.1.7 Notificación de TAG exentos.** El INVIAS deberá remitir al SiGT del Ministerio de Transporte la lista de TAG exentos de pago. Bajo este modelo, en las plazas de peaje se tendrá acceso a la lista de todos los vehículos exentos, descargada desde el SiGT por los OP.

La adquisición e instalación del TAG para vehículo exento deberá ser asumido por el propietario. INVIAS será el encargado de la administración del TAG de los exentos de pago. El Ministerio de Transporte prevé un periodo de transición hacia el TAG, durante el cual el usuario deberá hacer uso de ambas tecnologías (TIE y TAG) hasta que todos los peajes pertenezcan al sistema IP/REV y se expida la modificación de las normas correspondientes.

**2.8.1.8 Gestión de tarifas especiales.** El Ministerio de Transporte establece el conjunto de requisitos que debe cumplir un usuario para acceder a una tarifa especial. El interesado debe entonces realizar una solicitud ante el concedente de la plaza de peaje (ANI, INVIAS o Entidad Territorial), y justificar que cumple con las condiciones para hacerse acreedor del beneficio (esto es, que reside en la vecindad, entre otras).



En la actualidad, un usuario que obtiene el beneficio de una tarifa especial en un punto de peaje se identifica en el carril por medio de una TIE o tarjeta inteligente, o cualquier otro medio expedido por el concedente respectivo, o por su concesionario, en caso de que así se haya acordado.

Con el sistema REV propuesto, no se hará necesario el uso de una TIE por parte de los usuarios, sino que estos al obtener el beneficio de tarifa especial emitido por el concedente respectivo, deberán ir al OP de la plaza de peaje de interés y notificarle el beneficio recibido; en ese momento, el OP deberá asociar en su base de datos local al usuario con la tarifa especial, y al momento en que éste transite por la respectiva plaza de peaje, el OP debe reportar al SiGT el tipo de cobro “tarifa especial” (código definido en el Capítulo 3 “Especificación de Requisitos de Software”).

NOTA: Cuando un concedente otorgue el beneficio de tarifa especial a un usuario que no tenga (y no suscriba) un contrato REV, el usuario deberá portar un TIE o similar en su vehículo, igual que en la actualidad. El concedente notificará a sus concesionarios la lista de usuarios con tarifa especial, que no cuentan con sistema REV.

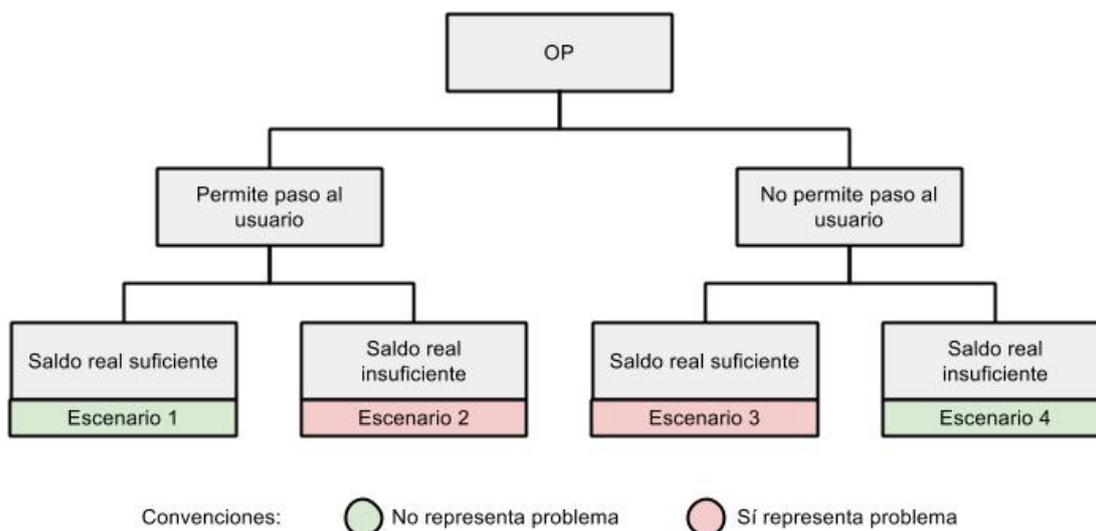
**2.8.1.9 Gestión de inconsistencias en la información.** A continuación se presenta una serie de obligaciones a cargo de cada uno de los actores estratégicos del sistema REV, las cuales deberán cumplirse con el objetivo de evitar inconsistencias:

- La entidad REC debe descargar del SiGT los cobros reportados por los OP con la periodicidad especificada por el Ministerio de Transporte (tiempo definido en el Capítulo 3 “Especificación de requisitos de software”).
- La entidad REC debe reportar al SiGT las novedades de saldos, con la periodicidad especificada por el Ministerio de Transporte (tiempo definido en el Capítulo 3 “Especificación de requisitos de software”).
- El OP debe descargar del SiGT las novedades de saldos con la periodicidad especificada por el Ministerio de Transporte (tiempo definido en el Capítulo 3 “Especificación de requisitos de software”).
- El OP debe reportar al SiGT las novedades de los cobros realizados por sus carriles, con la periodicidad especificada por el Ministerio de Transporte (tiempo definido en el Capítulo 3 “Especificación de requisitos de software”).
- El REC debe garantizar la comunicación con el SiGT a través de la redundancia en sus sistemas de información y canales de comunicación REC-SiGT.
- El Operador debe garantizar la comunicación del COP con el SiGT a través de la redundancia en sus sistemas de información y canales de comunicación COP-SiGT.
- El Operador debe garantizar la comunicación del COP con la plaza de peaje y cada carril REV, a través de la redundancia en sus sistemas de información y canales de comunicación COP-Plaza de peaje-Carril REV.
- El SiGT debe garantizar una disponibilidad del 99.98%.

En caso de que se incumpliera alguna de las condiciones anteriores, debido a la caída de alguno de los sistemas de información involucrados o a fallas en los canales de comunicación, es posible que un OP no cuente en el COP, con información actualizada al momento de dejar pasar, o de negar el paso, a un

vehículo por un carril con tecnología REV (exclusivo o mixto). Esto constituirá una inconsistencia. En la Figura 2.7 se presentan los cuatro escenarios posibles.

Figura 2.7 Cuatro escenarios posibles en la gestión de inconsistencias



- **Escenario 1. Se permite el paso a un usuario que tiene saldo real suficiente.** No presenta problema, ya que a pesar de que en el COP no se tiene la información actualizada, el funcionamiento es el correcto.
- **Escenario 2. Se permite el paso a un usuario que tiene saldo real insuficiente.** Se trata de un usuario que transita por un peaje sin tener saldo de respaldo para su uso. En este caso el OP va a reportar un uso REV como si fuera en condiciones normales. Esta opción deberá considerarse dentro de los contratos de adhesión a suscribirse para la prestación del servicio REV entre el usuario y el REC.
- **Escenario 3. No se permite el paso a un usuario que tiene saldo real suficiente.** En este escenario no se permite el paso a un usuario que cuenta con un saldo real suficiente, debido a la existencia de una inconsistencia; es decir, el OP cuenta con información desactualizada en la que se indica que el TAG del usuario está inactivo o que éste no cuenta con saldo suficiente para pasar por el peaje. Si el usuario no dispone de dinero en efectivo suficiente<sup>29</sup>, no podrá pasar el peaje a pesar de contar con un TAG en regla. En relación con esta situación, la única entidad con capacidad para tomar la decisión de dejar pasar al usuario en ese momento es el OP, sin embargo, con el ánimo de garantizar la prestación del servicio REV ininterrumpidamente al usuario de la vía, esta situación debe estar contemplada en los contratos o convenios a suscribirse entre el REC y el OP, y entre el REC y el usuario, de tal manera que se respalde el pago de la tasa del peaje cuando este caso ocurra.

<sup>29</sup> En la actualidad, en el contrato que establecen usuario-concesión (p.e. FacilPass), está establecido que el usuario siempre debe contar con dinero en efectivo para el caso en que el recaudo electrónico falle. Sin embargo, esta situación sería inviable para el caso de empresas de transporte que reemplacen el uso efectivo por el TAG, debido al volumen y magnitud de sus transacciones.



- **Escenario 4. No se permite el paso a un usuario que tiene saldo real insuficiente.** No presenta problema, ya que a pesar de que en el COP no se tiene la información actualizada, el funcionamiento es el correcto.

**2.8.1.10 Gestión de discrepancias en el cobro de la tasa de peaje.** Cuando un vehículo hace uso de un carril REV, es posible que la configuración del vehículo detectada por los sensores ubicados en la plaza de peaje y la categoría consultada a partir de la lectura del TAG en la base de datos (descargada desde el SiGT), sean diferentes. En este caso se presenta una discrepancia en el valor a cobrar por la tasa de peaje.

Los operadores deberán solucionar la discrepancia utilizando como criterio básico el tipo de contrato asociado al TAG (prepago o pospago), de la siguiente forma:

- **Contrato pospago o prepago con saldo suficiente**
  - Si el contrato asociado al TAG es pospago, o es prepago y el usuario dispone de saldo suficiente, el vehículo pasa y el OP reporta al SiGT la mínima de las tarifas entre la detectada por los sensores y la asociada a la cuenta del usuario del TAG. El SiGT reportará al REC el cobro con la anotación de discrepancia<sup>30</sup>.
  - El OP dispondrá de 24 horas para resolver la discrepancia y reportar la novedad al SiGT. Para esto el OP realizará un proceso interno que puede involucrar la revisión del tiempo de paso por el carril en la base datos, revisión del video correspondiente, y cualquier otro mecanismo que considere apropiado, y podrá así determinar si el cobro ha sido el correcto o no.
  - Una vez el SiGT reciba la novedad de resolución de la discrepancia (esto es, un nuevo registro de cobro, esta vez sin la anotación de discrepancia, con el mismo valor de cobro o actualizado con el valor máximo), reportará la novedad al REC.
  - Si el cobro mínimo fue el correcto, el REC solo tendrá que actualizar la anotación de discrepancia en el registro de cobro correspondiente en su base de datos.
  - Si el cobro mínimo no fue el correcto, el REC deberá actualizar el saldo de la cuenta asociada al TAG de forma acorde<sup>31</sup>.
  - Si después de 24 horas de haberse presentado la discrepancia el OP no ha reportado su resolución, el SiGT reportará la resolución al REC con el mismo valor cobrado, y el OP pierde la posibilidad de cobrar la diferencia que pudiera existir.
  - En caso de que el usuario dispute el cobro resultante, el OP deberá proveer al REC correspondiente<sup>32</sup>, la evidencia que sustente la tarifa final cobrada.

<sup>30</sup> Cuando se trate de un vehículo tipo tracto-camión con cabezote y tráiler, en el contrato de adhesión para la prestación del servicio REV a suscribirse entre el usuario y el REC, se debe registrar la categoría del vehículo según la configuración que el usuario utilice en forma frecuente. Lo anterior, con el objeto de minimizar las discrepancias generadas por las diferencias entre la configuración detectada por los sensores y la registrada en la cuenta asociada con el TAG.

<sup>31</sup> Esto deberá hacer parte de las condiciones del contrato suscrito entre usuario y entidad REC.



Esta evidencia será la misma utilizada por el OP cuando resolvió la discrepancia original. En caso de que el OP no pueda aportar las evidencias, el REC descontará de lo que debe transferir al OP la diferencia del valor cobrado y no aceptado, y la acreditará a la cuenta o saldo del usuario.

- **Contrato prepago sin saldo suficiente.** Si el contrato asociado al TAG es prepago y el usuario no dispone de saldo, el usuario deberá pagar en efectivo y para esto hará uso del mismo carril si este es mixto, o en caso de que haya ingresado por un carril REV exclusivo, será desviado a un carril de recaudo en efectivo. De igual manera, en el contrato a suscribir entre el usuario y el REC, se pueden pactar pasos sin saldo, amparados con las garantías que solicite el REC al usuario. Además, se debe especificar en el contrato a suscribir entre el usuario y el REC, el lapso de tiempo de activación de un nuevo TAG en el sistema, así como el lapso de tiempo en el que se hará efectiva una recarga.
- **Error de lectura de placa.** Dadas las posibilidades de error en el reconocimiento de placa (5% aproximadamente), se puede dar la situación en la que se realice la lectura del TAG, y con base en el TID del TAG se consulta su placa asociada desde la DB del COP, pero no es posible validar – automáticamente al menos – que ésta coincida con la placa del vehículo. En este caso, el OP deberá reportar el cobro con discrepancia, y será el encargado de verificar manualmente la placa mediante revisión del video. Si a partir de la revisión, el OP determina que la placa efectivamente coincide con la asociada al TAG, entonces deberá reportar la novedad de resolución de la discrepancia (sin cambio en el valor cobrado). Es de indicar que es recomendable que la entidad REC, dentro de los contratos para la prestación del servicio REV, incluya cláusulas que contemplen sanciones administrativas por el uso indebido del TAG por parte del usuario.
- **Discrepancia por diferencia de placa.** Dadas las posibilidades de error en el reconocimiento de placa (5% aproximadamente), se puede dar la situación en la que se realice la lectura del TAG, y con base en el TID del TAG se consulta su placa asociada desde la DB del COP. En el caso de que el OP después de un proceso de verificación determine que la placa leída no coincide con la asociada al TAG, deberá reportar la inconsistencia al SiGT para que el REC incluya dicho TAG en la lista negra y no se permita el paso del vehículo en otros carriles REV.

A continuación, se presenta la matriz de obligaciones de los actores estratégicos en relación con la gestión de discrepancias:

<sup>32</sup> Según los mecanismos y condiciones de contrato que establezca la concesión (OP) y la entidad REC.



**Tabla 2.6 Matriz de obligaciones de los actores estratégicos en relación con la gestión de discrepancias**

Obligación	Entidad Encargada			
	Carril REV	OP	SiGT	REC
Identificar la discrepancia entre la categoría detectada por los sensores y la asociada al TAG en la base de datos.	X			
Determinar el tipo de contrato y saldo asociado al TAG con discrepancia, y con base en esta información determinar si se levanta la talanquera o si se desvía el vehículo a un carril de pago en efectivo.	X			
Reportar la discrepancia detectada al OP.	X			
Reportar el cobro con discrepancia al SiGT.		X		
Reportar el cobro con discrepancia al REC asociado a la cuenta de usuario (asociada a su vez al TAG).			X	
Con base en la información registrada en la base de datos, video capturado y demás información relevante (p.e., OCR), determinar si el cobro reportado ha sido el correcto o no.		X		
En un lapso menor a 24 horas, notificar al SiGT la resolución de la discrepancia, incluyendo el valor final a cobrar.		X		
Reportar la novedad de resolución de la discrepancia al REC asociado a la cuenta de usuario (asociada a su vez al TAG).			X	
Disponer del software necesario para la resolución automática de aquellas discrepancias que no sean notificadas como resueltas dentro del lapso definido por el Ministerio de Transporte.			X	
Desistir del cobro de la diferencia causada por las discrepancias que no sean notificadas como resueltas al SiGT en el tiempo definido por el Ministerio de Transporte.		X		
Actualizar y notificar al SiGT los saldos de aquellos usuarios con cobros adicionales por motivo de resolución de discrepancias.				X

Posterior al proceso de gestión de discrepancias en el sistema, un usuario de REV podrá, eventualmente, realizar reclamos sobre cobros adicionales a través de los mecanismos que sean proporcionados por su entidad REC y que estén contemplados en el contrato de adhesión. Estas reclamaciones serán supervisadas y resueltas mediante el Sistema de Gestión de Disputas - SiGD.



A continuación se presenta una tabla con las obligaciones identificadas de cada uno de los actores estratégicos involucrados:

Tabla 2.7 Matriz de obligaciones en relación con la gestión de discrepancias

Actor	Obligación
Usuario de TAG	Con base en el reporte de cobros provisto periódicamente por su entidad REC, el usuario debe notificar las inconformidades sobre cobros realizados por pasos en carriles REV, en un período menor al especificado por Ministerio de Transporte para tal fin.
Recaudador (REC)	Proveer los mecanismos necesarios (atención personal o telefónica, página web, aplicación móvil) para que sus usuarios puedan presentar reclamos relacionados con el cobro de tasas de peaje.
	Solicitar a la concesión correspondiente los soportes (registros de base de datos, video, OCR de placa) que sustenten un cobro en particular, realizado a un TAG en particular, en una fecha y hora, plaza de peaje y carril en particular.
	Con base en información que reside en su base de datos (propia y descargada del SiGT), y la información provista por el OP correspondiente, el REC deberá notificar al usuario la veracidad del cobro, y transferir el monto adicional al OP.
Operador REV (OP)	Proveer los mecanismos necesarios para que las diferentes entidades recaudadoras (REC) puedan solicitar los soportes asociados con un cobro en particular (TAG, fecha y hora, plaza de peaje, carril).
	Convenir con las entidades recaudadoras (REC) los protocolos, lapsos de tiempo y mecanismos anteriores.
	Proveer, dentro del tiempo convenido con las entidades recaudadoras (REC), la información de soporte que le sea solicitada.
	Si el concesionario no provee a la entidad REC la información que soporte un cobro en particular dentro del tiempo convenido con la misma, la entidad REC estará en capacidad de devolver al usuario el cobro adicional reportado por el OP, y de descontar este valor del monto a transferir al OP.

**2.8.1.11 Gestión de disputas por el cobro de la tasa de peaje.** Cualquier usuario podrá disputar el cobro de una tasa de peaje en particular. Este reclamo lo realizará ante la entidad REC con la cual ha firmado el contrato de adhesión y estas reclamaciones serán supervisadas y resueltas mediante el Sistema de Gestión de Disputas - SiGD.

Para resolver la disputa se tendrá en cuenta lo siguiente:

- Al recibir el reporte de cobros por tasa de peaje, el usuario decide presentar una queja a su REC por uno o más cobros por pasos por peajes con los que esté en desacuerdo.



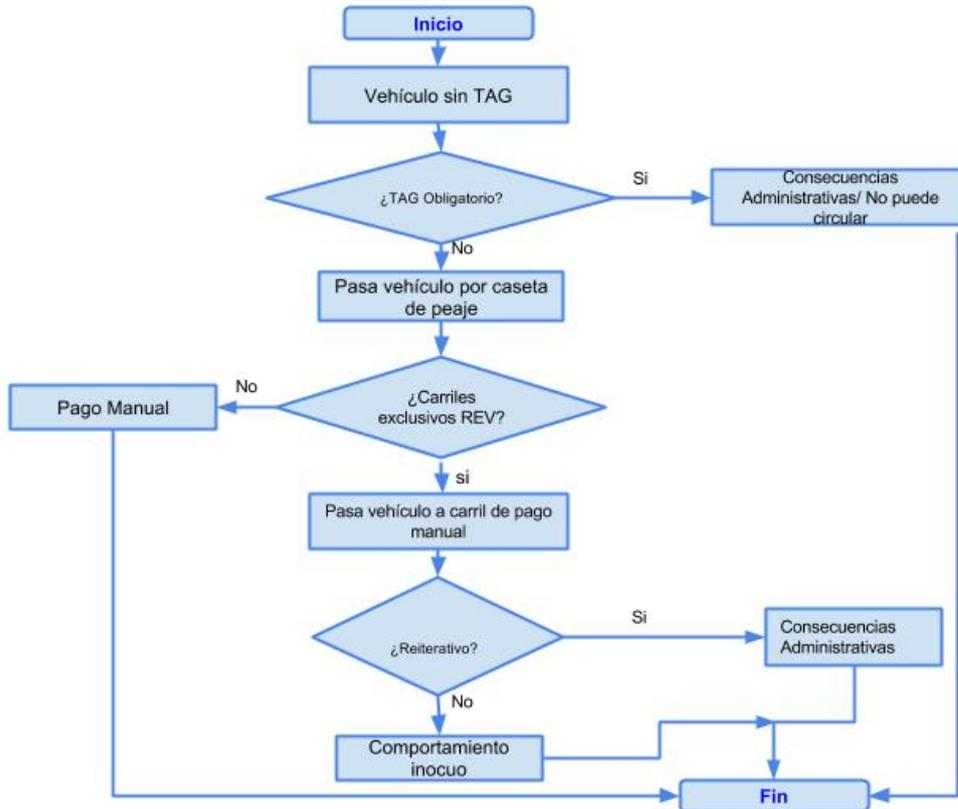
- Utilizando el canal de comunicación habilitado por el REC, el usuario realiza una solicitud de disputa de los cobros en cuestión. Pasado el plazo definido por el Ministerio de Transporte, el usuario ya no podrá disputar los cobros.
- La entidad REC reporta las disputas al SiGD, generando un nuevo caso con su respectivo identificador.
- Periódicamente, el OP deberá descargar las disputas que hay en el SiGD que corresponden a sus plazas de peaje.
- El OP dispondrá de un plazo definido por el Ministerio de Transporte para analizar la información de soporte (transacción en DB, placa detectada, video). Una vez esto, se pueden presentar los siguientes escenarios:
  - **Escenario 1. El OP detecta que efectivamente el cobro realizado al usuario no fue el correcto.** Lo notifica al REC a través del SiGD, quien devuelve el saldo a favor del usuario y lo descuenta de la siguiente transferencia de dinero al OP correspondiente. Resuelta la disputa, se realiza la correspondiente notificación al SiGD por parte del REC.
  - **Escenario 2. El OP detecta que el cobro realizado al usuario fue el correcto, pero no aporta las pruebas.** Lo notifica al REC a través del SiGD, en caso de no aportar las pruebas o de no notificar la respuesta dentro del plazo estipulado, el REC procede igual que en el escenario 1.
  - **Escenario 3. El OP detecta que el cobro realizado al usuario fue el correcto y aporta las pruebas.** Lo notifica al REC a través del SiGD, proporcionando la URL para acceder a las pruebas. El REC niega la disputa del usuario y pone a su disposición la URL publicada por el OP para visualizar la información de soporte (imágenes, video). El REC notifica al SiGD que el caso ha sido resuelto.
- En caso de que la entidad REC y el OP no solucionen la disputa, el Ministerio de Transporte, como administrador del sistema IP/REV, podrá intervenir en la resolución de la misma. Esta situación se abarca en el Capítulo 5, Componente Jurídico.

**2.8.2 Comportamientos antijurídicos.** En esta sección de escenarios se ilustran las conductas antijurídicas objeto de regulación, identificadas en un primer acercamiento al REV. Los escenarios son descritos y además representados mediante su diagrama de flujo.

**2.8.2.1 Paso por un punto de REV sin TAG.** Este comportamiento se describe como el derivado del paso del vehículo sin un TAG habilitado, en este sentido, las consecuencias de la tipificación de la conducta por parte del usuario del peaje son más o menos severas dependiendo de la obligatoriedad del uso del TAG por parte del dueño del vehículo, y de la reincidencia de su comportamiento, teniendo en cuenta como una de las variables a presentarse la existencia de un carril exclusivo para el pago con TAG. La Figura 2.8 presenta el diagrama de flujo de este comportamiento antijurídico.

En este caso, se podría acudir a lo regulado en el Art. 131 del Código Nacional de Tránsito Terrestre, que contempla con una infracción de tránsito el : “C.3. *Bloquear una calzada o intersección con un vehículo, salvo cuando el bloqueo obedezca a la ocurrencia de un accidente de tránsito*”.

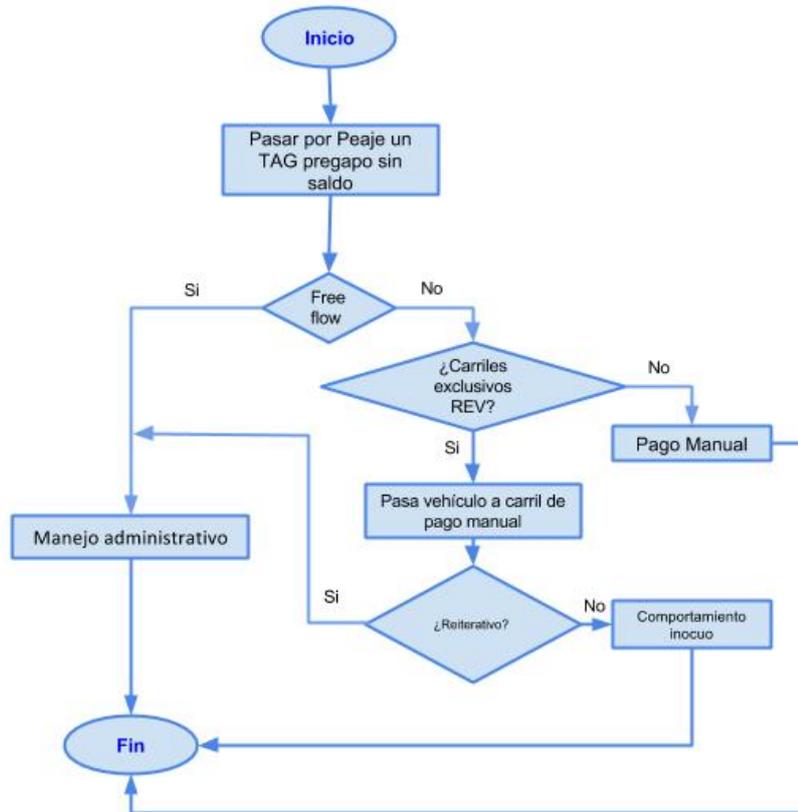
Figura 2.8 Paso por un punto de REV sin TAG<sup>33</sup>



**2.8.2.2 Paso por un punto de REV sin saldo en la cuenta.** Este comportamiento parte de la existencia de un TAG asociado al usuario del vehículo, el cual no cuenta con el saldo necesario para pagar lo correspondiente al peaje, esta opción solo es válida en el modelo comercial prepago, debido a que en el modelo pospago no se maneja por saldo, sino de habilitación del TAG. La Figura 2.9 presenta el diagrama de flujo de este comportamiento antijurídico.

<sup>33</sup> En el diagrama de flujo el comportamiento inocuo (que no hace daño) se determina cuando el comportamiento descrito en el diagrama arroja un comportamiento sin relevancia jurídica.

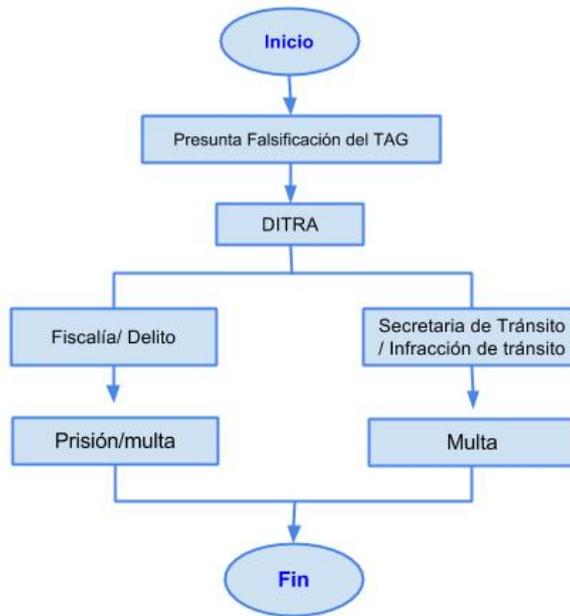
Figura 2.9 Paso por un punto de REV sin saldo en la cuenta<sup>34</sup>



**2.8.2.3 Presunta falsificación o clonación del TAG.** Este tipo de conducta se tipifica cuando un usuario es sorprendido con un TAG modificado, alterado y en todo caso con información presuntamente falsa, de igual manera la clonación de un TAG podría subsumirse en la conducta de presunta falsedad del TAG, debido a que en la práctica es la elaboración de un TAG, partiendo de una auténtica, asumiendo o suplantando a la persona que tiene la autorización legítima para el uso del adminículo, configurando de esta manera una presunta falsedad. La Figura 2.10 presenta el diagrama de flujo de este comportamiento antijurídico.

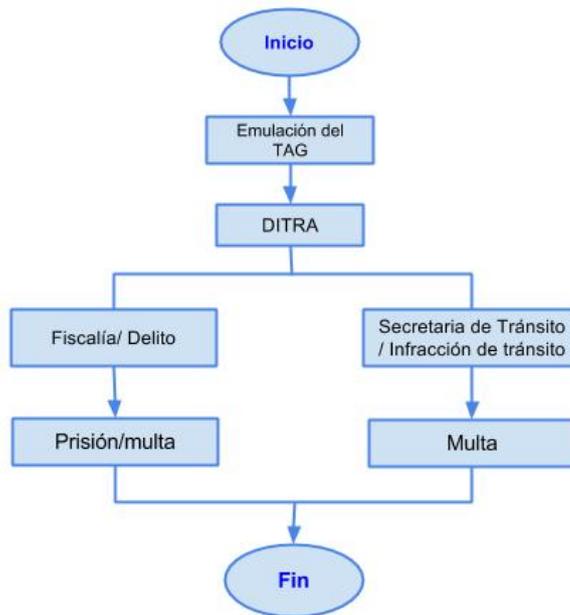
<sup>34</sup> En el diagrama de flujo el comportamiento inocuo (que no hace daño) se determina cuando el comportamiento descrito en el diagrama arroja un comportamiento sin relevancia jurídica.

Figura 2.10 Falsificación / Clonación de un TAG



**2.8.2.4 Emulación del TAG.** Este tipo de conducta parte de la utilización de un medio alternativo para transmitir información para el pago del peaje, esta conducta podría ser objeto de regulación teniendo en cuenta su incidencia en el adecuado desarrollo del sistema REV. La Figura 2.11 presenta el diagrama de flujo de este comportamiento antijurídico

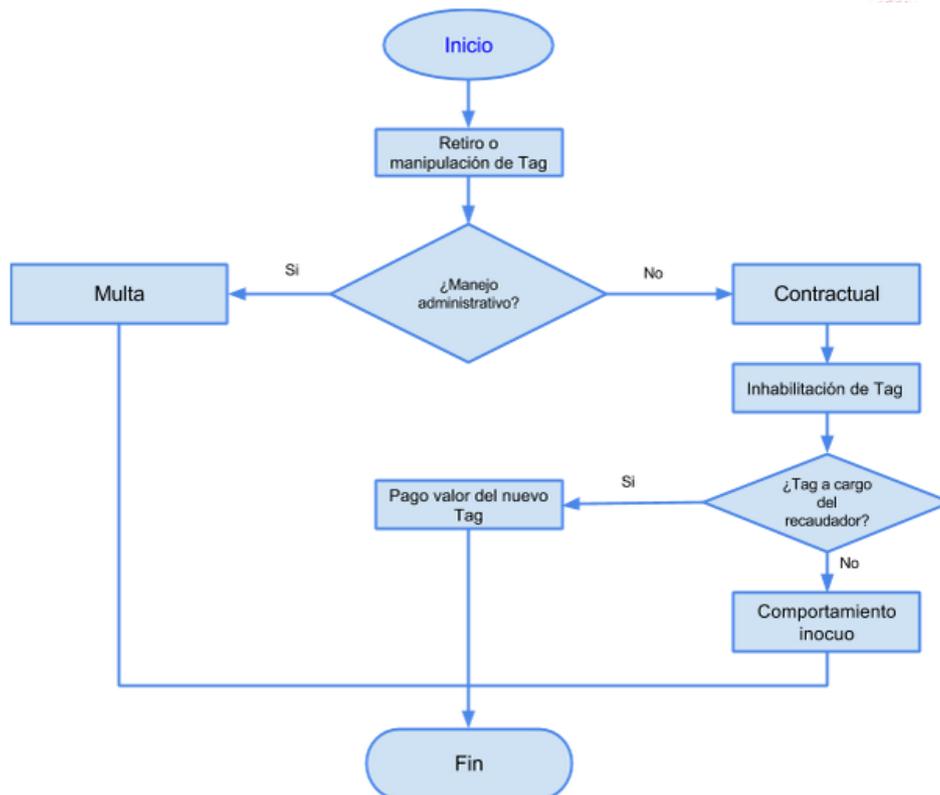
Figura 2.11 Emulación de un TAG



**2.8.2.5 Remoción o manipulación del TAG sin permiso.** Este tipo de conducta puede ser regulada desde el punto de vista contractual, dependiendo del modelo a implementar (valor del TAG a cargo del concesionario, o a cargo del usuario), la conducta generaría sobrecostos en la operación que serían endilgables al usuario. Asimismo, el TAG como fuente de información y medio de pago, se debe inhabilitar al momento en que se manipule por terceros no

autorizados. La Figura 2.12 presenta el diagrama de flujo de este comportamiento antijurídico.

Figura 2.12 Remoción o manipulación del TAG sin permiso<sup>35</sup>



## 2.9 CONCLUSIONES

En el presente capítulo se presenta el Concepto de Operación del Sistema de Interoperabilidad de Peajes y Recaudo Electrónico Vehicular para Colombia (IP/REV). Este documento ha sido elaborado a partir de las necesidades identificadas con los actores estratégicos del sistema, reflejando principalmente el objetivo del Ministerio de Transporte con la implementación de diferentes Sistemas Inteligentes de Infraestructura, Tránsito y Transporte (ITS). En ese sentido, el Ministerio de Transporte implementará el Sistema Inteligente Nacional para la Infraestructura, el Tránsito y el Transporte (SINITT), y el SiGT será un subsistema de este.

La definición del sistema IP/REV propuesto se basa en la norma ISO/IEC 18000-63, definida por el Gobierno Nacional como la tecnología a utilizar en los proyectos de REV en Colombia, y en el modelo general de interoperabilidad adoptado por el Ministerio de Transporte en donde cada par REC-OP efectúa las transacciones necesarias para realizar los cobros/pagos sin que exista una cámara de compensación centralizada.

De acuerdo a lo identificado, se determinó que la mejor opción para implementar el sistema IP/REV, es la creación del Sistema de Gestión de Transacciones (SiGT), el cual tiene como objetivo, el asegurar el intercambio

<sup>35</sup> En el diagrama de flujo el comportamiento inocuo (que no hace daño) se determina cuando el comportamiento descrito en el diagrama arroja un comportamiento sin relevancia jurídica.



de la información entre los REC y los OP, y gestionar las transacciones que conlleva este intercambio de información. Esto minimiza el número de conexiones entre estos y garantizando la escalabilidad del modelo, sin costo adicional para los REC y los OP.

Los escenarios en los cuales ocurre intercambio de información de los diferentes actores estratégicos con el SiGT son la actualización de la base de datos de los COP, la notificación de novedades desde los COP, la actualización de la base de datos de las entidades REC, la notificación de novedades desde las entidades REC, la solicitud de información al SiGT por personal autorizado del Ministerio de Transporte, o de cualquier entidad adscrita, y la notificación de novedades al SiGT por parte de estos mismos actores estratégicos.

La información que gestiona el SiGT, es la generada por los REC y los OP, y corresponde únicamente a las transacciones que se generan de la actividad de estos en el sistema IP/REV (no circulará dinero). De esta manera, se identifican dos tipos de información: por un lado, la información relacionada con los TAG emitidos por los REC, y por el otro, la información relacionada con los cobros de la tasa de peaje que realizan los OP.

Como complemento a la operación del SiGT se propone la creación de un sistema que permita la resolución de las posibles disputas entre los REC y los OP por la tasa de peaje cobrada a un usuario. Este sistema se denomina Sistema para la Gestión de Disputas SiGD.

## **2.10 PLAN DE VALIDACIÓN DEL CONCEPTO DE OPERACIÓN DE INTEROPERABILIDAD DE PEAJES Y RECAUDO ELECTRÓNICO VEHICULAR (IP/REV)**

### **2.10.1 ALCANCE**

Esta sección describe el alcance del documento y presenta la descripción general del sistema propuesto con la visión y objetivos del mismo.

Se realiza la aclaración respecto a que los elementos incluidos en el sistema propuesto se encuentran acorde con las observaciones y sugerencias obtenidas de reuniones con entidades del estado, operadores, concesionarios, entidades financieras y proveedores de tecnología para peajes.

#### **2.10.1.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL DOCUMENTO**

El documento lista las medidas de desempeño y su aceptación definida para el sistema, con el fin de validar el funcionamiento esperado del sistema para la Interoperabilidad de Peajes y el Recaudo Electrónico Vehicular (IP/REV).

#### **2.10.1.2 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL SISTEMA**

En el desarrollo de este capítulo se presenta un sistema para el Recaudo Electrónico Vehicular (REV), mediante el cual un usuario de la red vial podrá circular por todo el territorio nacional, pasando por los diferentes peajes sin detenerse por completo, y con un único dispositivo en su vehículo. Teniendo en cuenta que en las diferentes regiones del país los peajes son operados, directa o indirectamente, por diferentes concesiones viales, lo anterior requerirá un modelo de funcionamiento que garantice la interoperabilidad. Este modelo



permitirá la Interoperabilidad de Peajes (IP) y también se describe en el capítulo 2.

### 2.10.1.3 VISIÓN Y OBJETIVOS DEL SISTEMA

A continuación se presenta la visión general y objetivos del sistema propuesto para la Interoperabilidad de Peajes y Recaudo Electrónico Vehicular en Colombia (IP/REV).

#### 2.10.1.3.1 Visión del sistema

El Ministerio de Transporte planea que en los próximos años, cuando todos los peajes sean interoperables, cualquier usuario pueda pagar electrónicamente la tasa de peaje en cualquier parte del territorio nacional, con un único dispositivo a bordo, y asociado a un único contrato de prestación de servicios.

Para tal efecto, el usuario suscribirá un contrato de adhesión con una entidad REC, debidamente habilitada para este fin. El contrato podrá tener las siguientes modalidades:

- **Prepago simple:** El usuario activa el TAG con una recarga mínima, utilizando la misma hasta que se hace necesario una nueva recarga.
- **Prepago con cargo recurrente:** El usuario activa el TAG, indicando sus datos de facturación, además del monto que desee recargar con cargo a su tarjeta de crédito o cuenta de bancaria, de manera recurrente (\$10.000, \$15.000, \$20.000 por ejemplo), y dicha recarga será automática una vez que el saldo restante llegue a un valor predeterminado por el usuario. En este caso el usuario debe contar con un producto financiero que respalde la activación del TAG.
- **Pospago:** El usuario activa el TAG cargando el costo de los pasos a su tarjeta de crédito o cuenta de ahorro, en este caso específico, el usuario debe contar con un producto financiero que respalde la activación del TAG.

Una vez suscrito el contrato, la entidad REC entregará al usuario una etiqueta RFID autoadhesiva, que este deberá pegar en el parabrisas de su vehículo. Al pasar por un carril de peaje de tipo REV, el lector RFID instalado en la infraestructura del carril detectará el TID del TAG (número único en el mundo) y con base en esta información, y con base en la configuración del vehículo detectada por tecnologías de apoyo, se determinará la categoría del vehículo, y por lo tanto, la tasa a cobrar. La tasa cobrada por el OP será reportada a la entidad REC emisora del TAG, que actualizará el saldo de la cuenta asociada a la misma, y transferirá el valor correspondiente al operador del peaje o al que él designe.

#### 2.10.1.3.2 Objetivo general del sistema

Implementar un mecanismo a nivel nacional que permita a cualquier usuario con un contrato REV, pagar electrónicamente la tasa de peaje sin la demora asociada al pago en efectivo en carriles manuales; y permitir a cualquier operador de peajes IP/REV, recibir el pago correspondiente sin importar el recaudador con el que el usuario tenga suscrito el contrato.



### 2.10.1.3.3 Objetivos específicos del sistema

- Disminuir el tiempo de paso de los vehículos por los peajes.
- Facilitar las actividades de supervisión de las condiciones acordadas dentro del contrato de concesión de vías.
- Mejorar el servicio al cliente de los usuarios de la red de peajes.
- Optimizar el proceso de cobro de tasa de peaje y reducir el costo de operación, a través del uso de la tecnología.
- Implementar un mecanismo de interoperabilidad basado en la aplicación de estándares ITS internacionales a la operación del sistema de REV, entre ellos ISO 17573:2010, ISO 17575:2011, e ISO 16410:2012.
- Garantizar que los concesionarios viales perciban de manera oportuna todos los pagos de tipo REV ocasionados en sus peajes.
- Disminuir el manejo de dinero en efectivo para el pago de las tasas de peaje.

### 2.10.2 VALIDACIÓN DE LAS CONDICIONES PARA LA OPERACIÓN DEL SISTEMA

A partir de los resultados obtenidos de las entrevistas realizadas con los actores estratégicos, se identificaron una serie de condiciones que garantizarán la correcta operación del sistema. Para la validación de las condiciones del sistema, se realizaron dos reuniones junto con el Ministerio de Transporte, INVIAS y ANI.

Estas sesiones de iteración permitieron ajustar en este capítulo las condiciones para la Operación, que están descritas en la sección 2.5.2. del documento de Concepto de Operación, de acuerdo a los procedimientos y normativas de las entidades gubernamentales.

### 2.10.3 MEDIDAS DE DESEMPEÑO DE LA DESCRIPCIÓN GENERAL DEL SISTEMA IP/REV

Las medidas de desempeño son aquellas métricas definidas para el sistema, con el fin de evaluar que su funcionamiento es el correcto<sup>36</sup>. El criterio que se toma en cuenta para medir el funcionamiento del sistema es la presencia de los elementos que lo componen y que el desempeño esperado por cada elemento se cumpla. La evaluación se podrá realizar al verificar el cumplimiento de cada desempeño esperado de los elementos descritos.

<sup>36</sup> Tomado de "Systems Engineering Guidebook for Intelligent Transportation Systems v 3.0" producido por el Departamento de Transporte (DoT, Federal Highway Administration) de Estados Unidos, descrita en el capítulo 1 del documento, Metodología.



A continuación, se listan los elementos a ser medidos, de acuerdo al orden en que fueron desarrollados en el documento de Concepto de Operación, y su descripción. Por cada elemento, se establece el desempeño esperado y de su cumplimiento (calificado con SÍ / NO) dependerá la aceptación del sistema en su desarrollo y al final de su implementación:

**Tabla 2.8 Medidas de desempeño de la descripción general del sistema**

#	Elemento	Descripción del elemento	Desempeño esperado	¿Cumple?
1	Topología de comunicación del sistema	IP/REV utiliza una topología de comunicación tipo estrella, que minimiza el número de conexiones entre los actores estratégicos y garantiza la escalabilidad del modelo.	El sistema IP/REV cuenta con el SiGT, que centraliza la información de los actores estratégicos y se identifica en el centro de la topología de red tipo estrella.	SÍ / NO
2	Implementación de Sistema de Gestión de Transacciones (SiGT)	El SiGT asegura el intercambio de información y gestión de las transacciones entre todos los actores estratégicos.	El SiGT actúa como mediador entre los OP, los REC y todas las otras entidades (previamente autorizadas por parte del Ministerio de Transporte) que provean o necesiten información relacionada con la operación de los peajes.	SÍ / NO

A partir de la secuencia de actividades para el funcionamiento del sistema IP/REV, se establecen las siguientes medidas:

**Tabla 2.9 Medidas de desempeño de las actividades para el funcionamiento del sistema**

#	Elemento	Descripción del elemento	Desempeño esperado	¿Cumple?
1	Proceso de habilitación de REC	Abarca los criterios y el proceso de habilitación para REC definido por MT	La entidad recaudadora es habilitada como REC al cumplir con el proceso definido por el MT.	SÍ / NO
2	Proceso de habilitación de COP	Abarca los criterios y el proceso de habilitación para COP definido por MT	El centro operativo de la concesión es habilitado como COP al cumplir con el proceso definido por el MT.	SÍ / NO
3	Suscripción de contrato COP - REC	Relación comercial suscrita entre las concesión de peaje u OP y los REC.	Cada concesión de peaje (con carriles REV) debe suscribir un contrato o convenio, con los REC o las Redes que cumplan todos los requisitos para su habilitación.	SÍ / NO
4	Suscripción de contrato REC - Usuario	Relación comercial suscrita entre un REC y una persona natural o jurídica. Puede ser en modo prepago o pospago.	El propietario de un vehículo adquiere un TAG mediante un contrato con un REC autorizado.	SÍ / NO



#	Elemento	Descripción del elemento	Desempeño esperado	¿Cumple?
5	Activación del TAG	Definición del proceso para la activación de un TAG.	Cuando un usuario se registra ante un REC, debe proveer la información relacionada con el vehículo de su propiedad (p.e., tarjeta de propiedad del vehículo). La entidad REC valida la información del vehículo con los documentos aportados por el usuario y realiza la activación del TAG.	SÍ / NO
6	Inicio de funcionamiento del TAG	De acuerdo con las condiciones definidas en la suscripción del contrato REC - Usuario, se establecerán los periodos y detalles de inicio de funcionamiento del TAG en el sistema IP/REV.	El usuario instala el TAG en su vehículo y queda en capacidad de transitar por los peajes que cuenten con carril IP/REV a nivel nacional.	SÍ / NO
7	Ingreso y actualización de los TAG en el sistema IP/REV	Proceso de envío de información de los TAG a la base de datos del SiGT, posterior a su activación en el REC.	La entidad REC envía al SiGT la información de los TAG emitidos, los tipos de contrato correspondientes, y los saldos asociados.	SÍ / NO
8	Actualización de base de datos de los OP	Proceso interno de los OP y previo a la lectura de los TAG del sistema IP/REV, para garantizar la información actualizada en el COP y a nivel de carril.	Los OP actualizan los TAG en su base de datos, a partir de la información descargada del SiGT.	SÍ / NO
9	Identificación de la configuración del vehículo	Proceso definido para la identificación automática de la configuración del vehículo.	Cuando un vehículo se acerca a un carril REV se realiza la lectura del TAG, la placa del vehículo, y se detecta la configuración del mismo a través de los sensores del carril.	SÍ / NO
10	Definición de la tarifa a cobrar por paso de vehículo	Posterior a la identificación de la configuración del vehículo, se debe definir la tarifa a cobrar a cada vehículo que transita por el carril REV del peaje.	Se consulta la base de datos de carril, se obtiene la categoría registrada para dicho vehículo, y de acuerdo a ésta y a la configuración detectada, se define la tarifa a cobrar.	SÍ / NO
11	Envío de pasos de vehículos y tarifas asociadas	Proceso interno de los OP que garantiza la centralización de la información de pasos y	Desde la plaza de peaje el OP envía al COP la información de los pasos realizados y las tarifas	SÍ / NO



		tarifas asociadas a los mismos.	correspondientes.	
--	--	---------------------------------	-------------------	--

#	Elemento	Descripción del elemento	Desempeño esperado	¿Cumple?
12	Reporte de pasos de los TAG en el sistema IP/REV	Proceso de envío de información de los pasos y tarifas asociadas a los pasos de los vehículos con TAG por carriles REV.	El OP desde su base de datos (COP) envía al SiGT, el reporte de los pasos realizados y las tarifas asociadas.	SÍ / NO
13	Almacenamiento de pasos de los TAG en el sistema IP/REV	Funcionalidad definida para el SiGT, a partir de los reportes de pasos enviados por los COP.	El SiGT almacena los reportes de pasos y tarifas en su base de datos.	SÍ / NO
14	Descarga desde los REC de información de pasos y tarifas reportadas	Los REC descargan información relacionada con los pasos y tarifas asociadas desde el SiGT.	Los REC descargan del SiGT la información relacionada con los pasos y tarifas reportadas por los OP (y que corresponden a TAG emitidos por la entidad).	SÍ / NO
15	Actualización de saldos en los REC	Proceso interno que se desarrolla en el REC, de acuerdo con la información descargada desde el SiGT.	Los REC actualizan los saldos de las cuentas asociadas a cada TID reportado.	SÍ / NO
16	Recargas de usuarios	Procesos que deben ser definidos mediante la suscripción de contrato entre los REC y los usuarios.	Los usuarios pueden realizar recargas (contrato prepago) o pagos (contrato pospago) de la cuenta asociada al TAG, a través de los canales definidos por el REC (personales, electrónicos).	SÍ / NO
17	Actualización de los TAG y sus saldos en el sistema IP/REV	Amplía el descrito en "Ingreso y actualización de los TAG en el sistema IP/REV"	Los REC actualizan las listas de saldos y las envían al SiGT, junto con las novedades relacionadas (emisión de nuevas TAG, TAG inactivados –p.e., mora–, o dadas de baja –p.e., traspaso de propiedad del vehículo–), para la posterior descarga por parte de los OP.	SÍ / NO
18	Cobro de los pasos a los REC	Proceso que debe ser definido en el contrato suscrito entre los REC y los OP.	Los operadores pasan su cuenta de cobro correspondiente a cada REC del sistema, utilizando el mecanismo y la frecuencia que esté estipulado en el contrato privado REC-OP.	SÍ / NO
19	Pago de los	A partir de la información	El REC realiza el pago de	SÍ / NO



	cobros registrados en el sistema IP/REV	descargada desde el SiGT y sus contratos con los OP, los REC deben pagar los cobros registrados en el sistema IP/REV a cada OP.	los cobros registrados a los operadores de peaje mediante el método (p.e., transferencia bancaria) y con la frecuencia que hayan estipulado en el contrato privado REC-OP.	
--	---	---	--	--

### CAPÍTULO 3 - ESPECIFICACIÓN DE REQUISITOS DE SOFTWARE (ERS)



**BORRRADOR**

### 3.1 GENERALIDADES

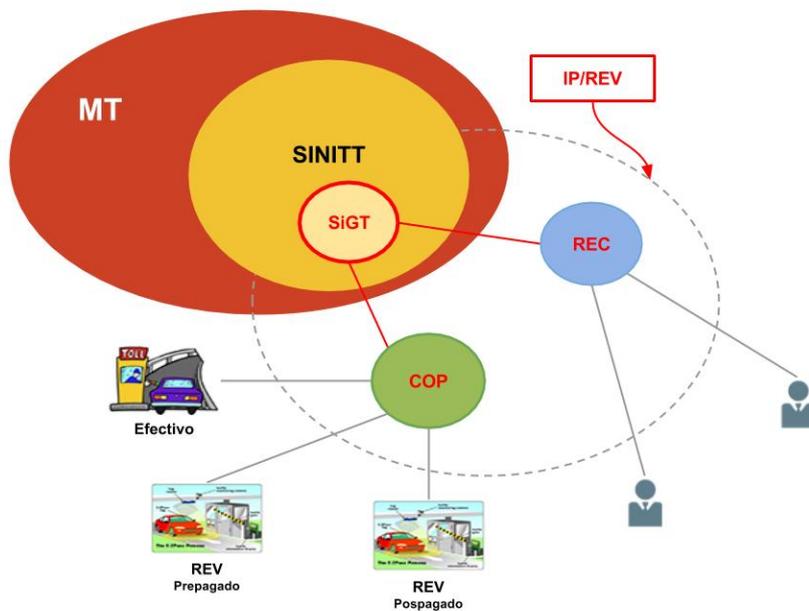
De acuerdo a la visión descrita en el Capítulo 2 “Concepto de Operación” del presente documento y con el objetivo de lograr la Interoperabilidad de Peajes y el Recaudo Electrónico Vehicular se requiere de la implementación de un **Sistema de Gestión de Transacciones (SiGT)**.

Este sistema hará parte del sistema de información del Ministerio de Transporte (Sistema Inteligente Nacional para la Infraestructura, el Tránsito y el Transporte - SINITT), y actuará como sistema de intercambio de información entre los Centros de Operación de Peajes (COP) y las Entidades Recaudadoras (REC), como se muestra en la Figura 3.1.

De esta forma, los OP podrán reportar los pasos por carriles con REV y los REC, a su vez, podrán reportar las novedades (estado de los TAG, actualización de saldos) de las cuentas asociadas a los TAG a bordo de los vehículos. Esto último es importante para el funcionamiento del sistema IP/REV, y en particular, es fundamental en contratos con modalidad prepago, ya que los OP deberán verificar el saldo del usuario al momento en que éste ingresa al carril de peaje.

El presente capítulo de ERS se limita a la especificación de los requisitos funcionales y de calidad (no funcionales) relacionados con el sistema IP/REV, con el fin de garantizar la interoperabilidad de peajes en Colombia. Otros requisitos del SiGT, del SI de los COP y del SI de los REC, tales como aquellos relacionados con su administración, mantenimiento y auditoría, requieren un proceso de análisis de sistemas (SyRS) y de software (SRS), que están por fuera del alcance del presente capítulo.

**Figura 3.1. Esquema de relación del SINITT con los SI de las entidades involucradas en el sistema IP/REV**



### 3.2 ALCANCE DEL CAPÍTULO

El propósito fundamental de este capítulo es presentar la especificación de los requisitos de software del sistema “Interoperabilidad de Peajes y Recaudo Electrónico Vehicular (IP/REV)”, el cual tiene como actores estratégicos principales al Sistema de Gestión de Transacciones (SiGT) del MT, los SI de los REC y los SI de los COP. Se presentan también las relaciones existentes entre el SiGT y los demás actores estratégicos que componen el sistema IP/REV.

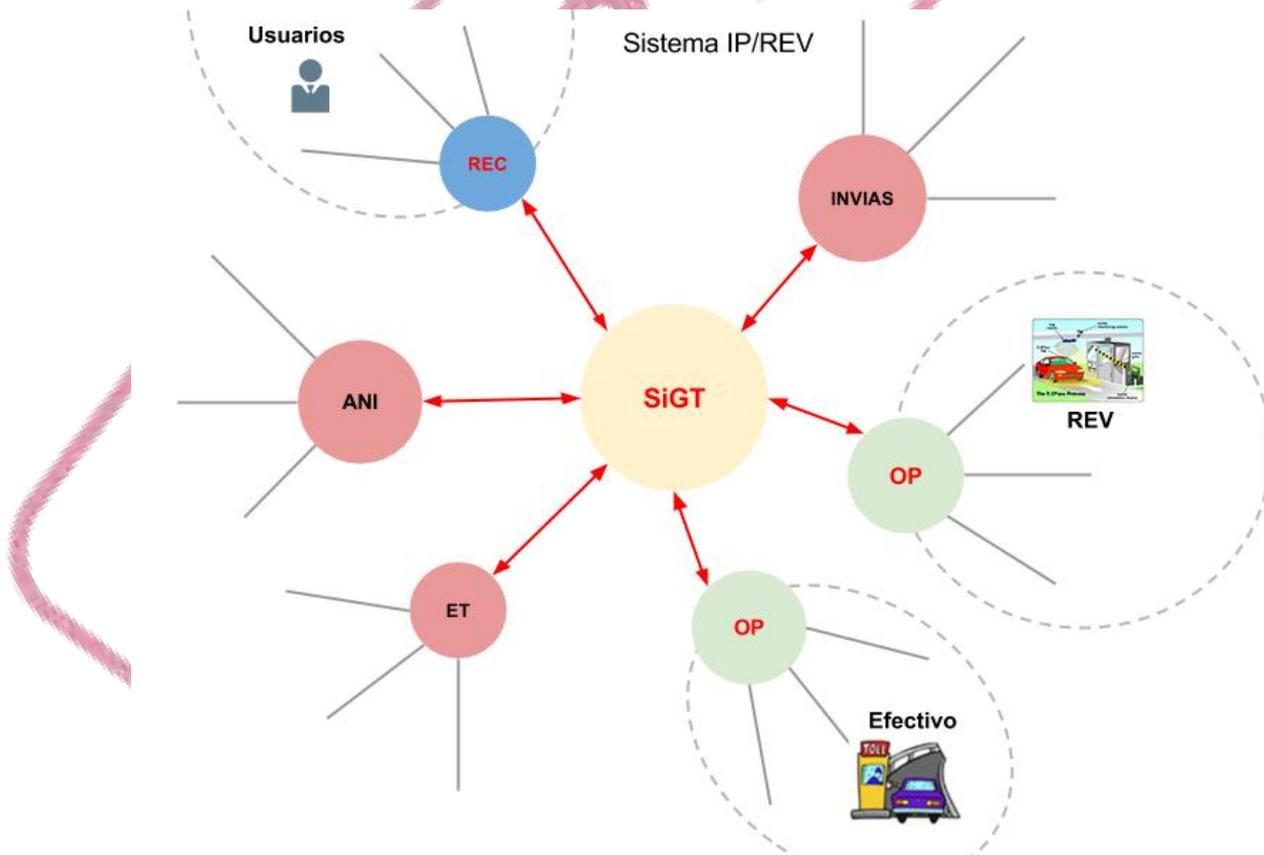
### 3.3 ALCANCE DEL SOFTWARE

El alcance de los requisitos de software que se especifican en este capítulo corresponde al software necesario (SiGT) para garantizar la interoperabilidad de peajes.

Se especifican los requisitos del SiGT relacionados con la consolidación de la información de recaudo (reportada por los REC) y los cobros por tasa de peaje (reportados por los OP), y aquellos relacionados con poner esta información a disposición de los actores estratégicos del sistema. De igual manera, se presentan los requisitos relacionados con los OP y los REC para que el sistema SiGT funcione de forma efectiva y eficiente.

La Figura 3.2 presenta el esquema de conexión del SiGT con los OP, con los REC, y demás entidades participantes en el sistema IP/REV.

**Figura 3.2 Esquema de conexión del SiGT, los OP, los REC, y demás entidades participantes**





### 3.4 PERSPECTIVA DEL SiGT

El SiGT como parte del sistema IP/REV, objeto del presente capítulo, es el responsable de la gestión de las transacciones relacionadas con el REV, y estará basado en una arquitectura SOA (del inglés Service Oriented Architecture), donde unos actores estratégicos (REC, OP) utilizarán los servicios para actualizar periódicamente la información almacenada en su base de datos con las novedades pertinentes, y otros actores estratégicos (MT, ANI, INVIAS, ET, otros) utilizarán los servicios publicados para la consulta de la información allí almacenada.

A continuación se presentan las características principales del SiGT, sus interfaces con otros sistemas y sus modos de operación.

**3.4.1 Interfaces con el SI del Ministerio de Transporte.** El SiGT deberá contar con la interfaz necesaria para comunicarse con otros sistemas de información. El SiGT, al ser un subsistema del SINITT, deberá tener una interfaz con este sistema de información. Específicamente, los SI de los OP y REC, así como los usuarios habilitados deberán iniciar sesión en el SINITT, para acceder a los servicios del SiGT.

**3.4.2 Interfaces con el Usuario.** El SiGT, como subsistema del SINITT, deberá proveer la interfaz necesaria para que desde el SINITT se puedan hacer consultas de información. Los usuarios habilitados para consultar información del SiGT deberán acceder a través de una interfaz gráfica para generar reportes con la información requerida (p.e., estadísticas). Estas consultas estarán relacionadas con indicadores que ayuden en la función de supervisión y control del MT, y estarán por lo tanto especificadas en el SyRS y la ERS del SINITT.

**3.4.3 Interfaces con el Hardware de REV.** El SiGT no tendrá interfaz directa con el hardware instalado en los carriles y plazas de peaje. Toda comunicación con las plazas de peaje se hará a través de los COP correspondientes. Para las especificaciones de hardware relacionadas con la operación de las plazas de peaje, por favor ver Capítulo 4 “Especificación de Requisitos de Hardware”.

**3.4.4 Interfaces con otros productos de Software.** Para el correcto funcionamiento del sistema IP/REV, el SiGT deberá proveer la interfaz y servicios web asociados necesarios para que los diferentes SI de las entidades participantes – en particular, desde los SI de los COP y REC – se pueda consultar la información requerida para su operación, así como para la notificación de novedades. Los requisitos específicos asociados a estos servicios están descritos en la Sección 3.3.1., que corresponde a Interfaces Externas.

**3.4.5 Interfaces de comunicación.** Para asegurar seguridad y privacidad de la información, toda comunicación con y desde el SiGT se deberá realizar de forma cifrada, por ejemplo, a través del protocolo HTTPS.

Para esto se recomienda el uso de una infraestructura PKI (del inglés *Public Key Infrastructure*), basada en certificados digitales X.509 v3, tal como especifica la serie de estándares ISO 27000.<sup>37</sup> Se recomienda asimismo la aplicación de la política de seguridad HSTS (del inglés HTTP Strict Transport

<sup>37</sup> ISO/IEC 27000:2014 Information technology – Security techniques – Information security management systems – Overview and vocabulary.



Security) especificada en la RFC-6797<sup>38</sup>, y conocida también como Always-On SSL (AOSSL).

**3.4.6 Restricciones de memoria.** Dada la periodicidad de notificación de novedades y consulta de listas relacionadas con las transacciones de cobros y con la información de los TAG, se recomienda una infraestructura de hardware (servidores) con memoria principal (RAM) suficiente para almacenar toda la DB del módulo IP/REV, y evitar así el uso de medios magnéticos persistentes (HD, etc.) que son más lentos en varios órdenes de magnitud.

**3.4.7 Modos de operación.** Como sistema de intercambio de información en el esquema de IP/REV, que debe funcionar 24 x 7, y desde el punto de vista de conectividad, el SiGT sólo tendrá el modo de operación continuo. En este único modo de operación, el SiGT exhibirá dos tipos de actividad: “empresarial” y “usuario”. En el modo “empresarial” o B2B, el SiGT atenderá solicitudes de otros SI, básicamente de los COP y de los REC, y constituirá el soporte fundamental para el funcionamiento de sistema IP/REV. En el modo “usuario” o B2C, el SiGT atenderá solicitudes de personas, miembros de las entidades participantes.

**3.4.8 Requisitos de adaptación del sitio.** El sitio físico de operación del SiGT deberá ser adaptado de tal forma que garantice el funcionamiento continuo del sistema. Para esto se deberán tener en cuenta, entre otros: seguridad física, control de acceso, provisión ininterrumpida de energía y de aire acondicionado, redundancia de los servidores de procesamiento y de base de datos, administración 24 x 7, mantenimiento preventivo, DRP (del inglés *Disaster Recovery Plan*<sup>39</sup>), y todos los demás factores relacionados con el funcionamiento continuo de un centro de datos. Los requisitos y dimensionamiento del sistema de cómputo que alojará al SiGT se encuentran en la Sección 3.5 del presente capítulo.

### 3.5 FUNCIONES DEL PRODUCTO

La función principal del SiGT será proveer los mecanismos necesarios para garantizar la efectiva y automatizada interoperabilidad de peajes REV. Así, su función será consolidar las transacciones de recaudo (reportadas por las entidades REC) y de cobro por tasa de peaje (reportadas por los OP), y poner esta información a disposición de todos los actores estratégicos.

De esta forma, con la información de los cobros enviada por los OP, los REC podrán actualizar los saldos asociados a los TAG, y con la información enviada por los REC, los OP podrán identificar el tipo de contrato asociado al TAG presente en el vehículo, verificar su estado (activo/inactivo) y el saldo de la cuenta asociada en caso de que se trate de un contrato tipo prepago. Los OP tienen la obligación de enviar al SiGT la información relacionada con los cobros de tipo REV (para el funcionamiento del modelo de interoperabilidad) y con los cobros en efectivo (para información del MT), y los REC tienen la obligación de

<sup>38</sup> RFC-6797 HTTP Strict Transport Security (HSTS): “*This specification defines a mechanism enabling web sites to declare themselves accessible only via secure connections and/or for users to be able to direct their user agent(s) to interact with given sites only over secure connections.*”

<sup>39</sup> En general incluye otro centro de datos redundante que entra a operar en caso de falla del centro principal.



enviar la información relacionada con los TAG activos o dados de baja, y los saldos correspondientes.

**3.5.1 Funciones del SiGT.** Las funciones principales del SiGT serán las siguientes:

- Garantizar el registro y consulta de las transacciones originadas en otros SI (principalmente COP y REC), y de usuarios externos, atendiendo y respondiendo las respectivas peticiones.
- Gestionar la base de datos con información de los TAG emitidos: tipo de contrato de pago asociado, su estado (activo/inactivo), los saldos de los TAG con contrato tipo prepago, TAG exentos de pago, y demás información relacionada con la interoperabilidad de peajes. La base de datos del SiGT tiene como objetivo principal almacenar y consolidar la información de los TAG en uso, incluyendo su estado (activo/inactivo), tipo de contrato asociado y saldo, entre otros.
- Proveer la funcionalidad necesaria para que los OP puedan actualizar las bases de datos de sus COP con la información de los TAG activos y contrato de pago asociado (prepago/pospago, exentos), y saldo (en caso de contrato prepago).
- Proveer la funcionalidad necesaria para que los OP puedan notificar los cobros realizados por concepto de tasa de peaje.
- Proveer la funcionalidad necesaria para que los REC puedan actualizar sus bases de datos (saldos) con la información de los cobros realizados por los diferentes operadores.
- Proveer la funcionalidad necesaria para que los REC puedan notificar la activación/desactivación de TAG, el tipo de contrato de pago asociado, y en caso de tipo prepago, los saldos correspondientes.

Las funciones del SiGT que no son críticas para el funcionamiento del sistema IP/REV serán las siguientes:

- Proveer la interfaz web para que los miembros de las entidades relacionadas (ANI, INVIAS, ET, SUPERTRANSPORTE, SUPER, DITRA, y MT) puedan consultar información (estadísticas, indicadores, etc.) relacionada con el sistema IP/REV, necesaria para el cumplimiento de sus respectivas funciones.
- Proveer la funcionalidad necesaria para que las entidades relacionadas con el sistema IP/REV (ANI, INVIAS, ET, SUPERTRANSPORTE, SUPERINDUSTRIA, DITRA, y MT) puedan reportar novedades al SiGT.

**3.5.2 Funciones del Sistema de Información de los COP<sup>40</sup>.** Además de las tareas propias de la operación del peaje, las funciones relacionadas con IP/REV del SI de los COP, serán las siguientes:

- Administrar la base de datos local del COP con información de los TAG en uso, listas de exentos, listas negras y vehículos especiales, categoría de los vehículos, tarifas de cada categoría, entre otros, y toda información que considere necesaria cada administrador de COP.

<sup>40</sup> En relación con el funcionamiento del sistema IP/REV.



- Proveer la funcionalidad necesaria para notificar al SiGT los cobros realizados por concepto de tasa de peaje, y demás situaciones especiales (p.e. discrepancias).
- Procesar, almacenar y proveer acceso a la información de imágenes, videos y sensores relacionados con la operación del peaje.

**3.5.3 Funciones del Sistema de Información de los REC<sup>41</sup>.** Las funciones del SI de los REC serán las siguientes:

- Proveer la funcionalidad necesaria para actualizar su base de datos local (estados y saldos) con la información de los cobros realizados por los diferentes operadores, que se relacionan con TAG de sus usuarios.
- Proveer la funcionalidad necesaria para notificar al SiGT la emisión de nuevos TAG, así como la activación/desactivación de los mismos, la placa y el tipo de contrato de pago asociado a cada TAG, y en caso de contratos tipo prepago, los saldos correspondientes. En el caso de los contratos de tipo pospago los REC deberán reportar el estado del TAG.

### 3.6 CARACTERÍSTICAS DEL USUARIO

Los principales usuarios del SiGT serán los SI de las entidades participantes en el sistema IP/REV (OP y REC), que garantizan el funcionamiento automatizado del mismo. Adicionalmente, el SiGT tendrá usuarios de la ANI, INVIAS, ET, SUPERTRANSPORTE, SUPERINDUSTRIA, DITRA, y MT, quienes a través de una interfaz web, p.e., podrán hacer consultas relacionadas con la información almacenada en la base de datos (estadísticas, indicadores, otras).

### 3.7 RESTRICCIONES

A continuación se presentan las restricciones que incidirán directamente en el diseño e implementación del sistema IP/REV:

**3.7.1 Políticas regulatorias.** Mediante la Ley 1581 de 2012, se expidió el Régimen General de Protección de Datos Personales, el cual, de conformidad con su artículo 1°, tiene por objeto “(...) *desarrollar el derecho constitucional que tienen todas las personas a conocer, actualizar y rectificar las informaciones que se hayan recogido sobre ellas en bases de datos o archivos, y los demás derechos, libertades y garantías constitucionales a que se refiere el artículo 15 de la Constitución Política; así como el derecho a la información consagrado en el artículo 20 de la misma*”, siendo esta norma positiva el marco general de la protección de los datos personales en Colombia.

Esta norma fue reglamentada parcialmente por el Decreto 1377 del 2013, el cual establece “(...) *las políticas de Tratamiento de los Responsables y Encargados, el ejercicio de los derechos de los Titulares de información, las transferencias de datos personales y la responsabilidad demostrada frente al Tratamiento de datos personales, este último tema referido a la rendición de cuentas (...)*”. En este sentido, es importante destacar que la única información almacenada en el TAG son el identificador del TAG (TID) y el código electrónico de producto (EPC); siendo el TID el componente utilizado en la

<sup>41</sup> En relación con el funcionamiento del sistema IP/REV.



identificación del dispositivo. En la DB de los COP se tiene el *tipo de contrato* asociado al TAG (prepagado, pospagado), y en caso de ser prepago, el saldo correspondiente. Los datos de la cuenta del usuario (y del usuario correspondiente) asociada al TAG RFID residirá en los SI de los REC, y a su vez, la información del vehículo asociado a la placa residirá en el SI del RUNT.

**3.7.2 Restricciones impuestas por el Hardware.** En cuanto a equipos, las principales limitaciones que afectan al funcionamiento del sistema IP/REV están relacionadas con el ancho de banda y la confiabilidad de los canales de comunicación involucrados. En particular, el SiGT, el SI de los COP y el SI de los REC, requerirán un ancho de banda suficiente para cumplir con los requisitos de disponibilidad y desempeño, en especial en lo relacionado con el tiempo de respuesta especificado en la Sección 3.4.1. Los centros de datos que proporcionen soporte a los SI de los REC, COP y al SiGT deberán garantizar una disponibilidad mínima del 99.98% del tiempo, como se especifica más adelante.

**3.7.3 Interfaces con otras aplicaciones.** La interfaz con otros sistemas se realizará a través de servicios web (o mecanismo similar, p.e., *end-points*) sobre protocolo HTTPS, por lo que el SiGT, el SI de los COP y el SI de los REC, deberán ser implementados siguiendo los lineamientos planteados en el RFC-6797 HTTP Strict Transport Security (HSTS), según se recomienda en RFC-6797 de la IETF (Referencia 2.7).

**3.7.4 Operación en paralelo.** El SiGT, el SI de los COP y el SI de los REC, deben ser diseñados e implementados de tal forma que soporten la operación normal (atención de usuarios y otros sistemas), y para que en paralelo puedan actualizar una instancia replicada de la base de datos en producción.

**3.7.5 Funciones relacionadas con la auditoría.** El SiGT, el SI de los COP y el SI de los REC, deben ser diseñados e implementados de tal manera que sea posible verificar sus funcionalidades, la información que se maneja en los procesos que implementan y las correspondientes interfaces. Asimismo, el SiGT, el SI de los COP y el SI de los REC, deben almacenar un registro histórico de las actividades que se realicen en éstos, con el objetivo de proveer la información necesaria en el proceso de auditoría.

**3.7.6 Funciones de control.** El SiGT, el SI de los COP y el SI de los REC, deben contar con funcionalidades de control establecidas que garanticen el correcto funcionamiento del sistema. Estas se encuentran relacionadas con la integridad de los datos que cada entidad maneja y que el acceso sea restringido de acuerdo a los roles y privilegios definidos.

**3.7.7 Requisitos de confiabilidad.** La confiabilidad del sistema SiGT es un factor crítico en el sistema global y hace parte de la terna RAS (del inglés *Reliability, Availability and Serviceability*) que garantizará el correcto funcionamiento del esquema IP/REV. En la Sección 3.4.3 se especifica el nivel de confiabilidad esperado.

**3.7.8 Criticidad de la aplicación.** El funcionamiento del sistema IP/REV depende fundamentalmente del funcionamiento del SiGT. Por lo tanto, se deberán aplicar todas las medidas que garanticen el funcionamiento sin interrupción (disponibilidad) del mismo: energía (UPS, planta eléctrica, fuentes redundantes en los servidores); equipos de cómputo (servidores redundantes, tarjetas de red redundantes, DRP); software (replicación de la DB, backup). En la Sección 3.4.4 se especifica el nivel de disponibilidad esperado. De igual



manera, los SI de los COP y REC deben garantizar el nivel de disponibilidad esperado teniendo en cuenta que su funcionamiento incide directamente en el funcionamiento del sistema IP/REV.

**3.7.9 Consideraciones relacionadas con seguridad física y lógica.** Las consideraciones relacionadas con seguridad física y lógica son las especificadas en las normas 17799:2005 y 27001:2013, según se documenta en la sección de referencias. En particular, se deberán tener en cuenta todos los aspectos relacionados con el cifrado de las diferentes bases de datos del SiGT (versiones de servicio, replicación, respaldo, y archivo histórico).

### 3.8 SUPUESTOS Y DEPENDENCIAS

A continuación se describen algunos pre-requisitos generales identificados:

- Cada carril REV de la plaza de peaje tiene un computador o equipo de cómputo conectado al sistema del COP.
- El COP está en capacidad de establecer conexiones recurrentes con el SiGT<sup>42</sup>.
- El COP cuenta con una base de datos local con toda la información asociada al TID de los TAG (descargada previamente del SiGT).
- El COP tiene una base de datos local con información (propia) relacionada con la operación del peaje, por ejemplo: categorías de los vehículos, valor de la tasa de peaje por categoría, usuarios con tarifa especial, y demás información relevante para el operador.
- Los REC cuentan con un SI donde se registra la información relacionada con los TAG que han sido dadas de alta/baja, los abonos realizados a las cuentas tipo prepago (con sus respectivos saldos), y el estado (activo/inactivo) de los TAG asociados a cuentas de tipo pospago, y demás información relacionada con sus usuarios y contratos respectivos.
- Los REC están en capacidad de reportar de forma periódica al SiGT (especificado en la Sección 3.3.2. “Requisitos Funcionales”) la información relacionada con los TAG emitidos (estado, saldo, etc.).
- El SiGT contará con la infraestructura de hardware (energía, servidores, comunicaciones, y redundancia) y de software (en particular, un motor de base de datos, así como la replicación de la misma), que permitan operar el módulo de IP/REV propuesto, 24 horas por día, 7 días a la semana, en todas las semanas del año.
- El SINITT del MT gestionará un esquema de seguridad que permita verificar la identidad de los SI de la entidades participantes (B2B).
- El SINITT gestionará un esquema de seguridad que permita garantizar el no repudio de las transacciones realizadas por los SI de las entidades participantes.
- El SINITT gestionará un esquema de seguridad que permita verificar la identidad de los usuarios, roles y permisos asociados (B2C).

<sup>42</sup> Los peajes 4G deben contar con conexión a Internet (INVIAS).



- El SINITT gestionará un esquema de seguridad que permita garantizar el no repudio de las transacciones realizadas por los usuarios de las entidades participantes.

### 3.9 REFERENCIAS

El contenido de la presente ERS se basa en los documentos que se listan a continuación:

- Norma internacional ISO/IEC/IEEE 29148:2011, Systems and software engineering – Life cycle processes – Requirements engineering, Sección 9.5 Software requirements specification (SRS) document. <https://standards.ieee.org/findstds/standard/29148-2011.html>
- Norma internacional ISO/IEC 17799:2005, Information technology – Security techniques – Code of practice for information security management. [http://www.iso.org/iso/catalogue\\_detail?csnumber=39612](http://www.iso.org/iso/catalogue_detail?csnumber=39612)
- Norma internacional 27001:2013, Information technology – Security techniques – Information security management systems – Requirements. [http://www.iso.org/iso/home/store/catalogue\\_tc/catalogue\\_detail.htm?csnumber=54534](http://www.iso.org/iso/home/store/catalogue_tc/catalogue_detail.htm?csnumber=54534)
- Norma internacional ISO/TS 17575, Electronic fee collection – Application interface definition for autonomous systems – Part 1: Charging.
- Concepto de Operación del Sistema (Capítulo 2 “Concepto de Operación”).
- RFC-6797, HTTP Strict Transport Security (HSTS). <http://tools.ietf.org/html>

### 3.10 REQUISITOS ESPECÍFICOS

En esta sección se describen los requisitos funcionales del SiGT, del SI de los COP, del SI de los REC y de otras entidades relacionadas, pertinentes para el funcionamiento del sistema IP/REV.

**3.10.1 Interfaces externas.** A continuación se especifican las interfaces externas del SiGT, del SI de los COP y del SI de los REC, necesarias para la interoperabilidad de peajes.

#### 3.10.1.1 Interfaces externas del SiGT.

- **Interfaz con el SINITT**

**R001:** El SINITT deberá tener una interfaz de comunicación con el SiGT, a través de la cual el SINITT enviará al SiGT información relacionada con la autenticación de los SI de los COP, de los REC y de otras entidades.

**R002:** El SINITT deberá tener una interfaz de comunicación con el SiGT, a través de la cual el SINITT enviará al SiGT información relacionada con la autenticación y permisos de los usuarios (humanos) que podrán acceder a la información registrada en el SiGT.



- **Interfaz con los SI de los COP**

**R003:** El SiGT deberá tener una interfaz de comunicación con el SI de los COP, a través de la cual estos últimos enviarán, de forma periódica (según lo especificado en la Sección 3.3.2. “Requisitos Funcionales”), al SiGT las novedades de los cobros por tasa de peaje de los vehículos que han transitado por las vías concesionadas.

**R004:** El SiGT deberá tener una interfaz de comunicación con el SI de los COP, a través de la cual los OP podrán actualizar, de forma periódica (según lo especificado en la Sección 3.3.2. “Requisitos Funcionales”), su DB a partir de la información registrada en el SiGT (estado de los TAG, saldos, y demás información reportada por las entidades REC).

- **Interfaz con los SI de los REC**

**R005:** El SiGT deberá tener una interfaz de comunicación con los SI de los REC, a través de la cual el SI de los REC envíe, de forma periódica (especificado en la Sección 3.3.2. “Requisitos Funcionales”), al SiGT las novedades (estado de los TAG, saldos).

**R006:** El SiGT deberá tener una interfaz de comunicación con los SI de los REC, a través de la cual el SI de los REC consultará, de forma periódica (especificado en la Sección 3.3.2. “Requisitos Funcionales”), los cobros realizados por los OP, con el fin de actualizar en su DB los saldos de las cuentas asociadas a los TAG.

- **Interfaz con los SI de otras entidades**

**R007:** El SiGT deberá proveer una interfaz de comunicación con los SI de otras entidades, a través de la cual el SI de la otra entidad envíe al SiGT novedades relacionadas con los TAG.

- **Interfaz con usuarios externos**

**R008:** El SiGT deberá proveer la interfaz web que permita a los usuarios autenticados en el SINITT consultar la información registrada en el SiGT.

### 3.9.1.2 Interfaces externas del SI de los COP

- **Interfaz con el SINITT**

**R009:** Los SI de los COP deberán utilizar la interfaz de comunicación con el SINITT, a través de la cual los SI de los COP puedan tener acceso al SiGT. La autenticación de los SI de los COP en el SINITT deberá realizarse a través de certificados digitales X.509 v3, tal como especifica la serie de estándares ISO 27000: Information security management.

- **Interfaz con el SiGT**

**R010:** Los SI de los COP deberán utilizar la interfaz de comunicación con el SiGT para actualizar la DB a partir de la información registrada en el SiGT (estado de los TAG, saldos).

**R011:** Los SI de los COP deberán utilizar la interfaz de comunicación con el SiGT para reportar los cobros que han realizado por TID.



### 3.10.1.3 Interfaces externas del SI de los REC

- **Interfaz con el SINITT**

**R012:** Los SI de los REC deberán utilizar la interfaz de comunicación con el SINITT, a través de la cual los SI de los REC puedan tener acceso al SiGT. La autenticación de los SI de los REC en el SINITT deberá realizarse a través de certificados digitales X.509 v3, tal como especifica la serie de estándares ISO 27000: Information security management.

- **Interfaz con el SiGT**

**R013:** Los SI de los REC deberán utilizar la interfaz de comunicación con el SiGT para reportar las listas de novedades (estado de los TAG, saldos).

**R014:** Los SI de los REC deberán utilizar la interfaz de comunicación con el SiGT para consultar, de forma periódica (especificado en la Sección 3.3.2. “Requisitos Funcionales”), los cobros realizados por los OP con el fin de actualizar los saldos de los TAG.

**3.10.2 Requisitos funcionales.** En esta sección se detallan las funcionalidades que deben ser implementadas por el SiGT, los OP, los REC y por otras entidades participantes en el sistema IP/REV.

#### 3.10.2.1 Requisitos funcionales del SiGT

**R015:** El SiGT deberá publicar un servicio web (o mecanismo similar<sup>43</sup>) para que los OP descarguen las novedades respecto a los TAG registrados.

**R016:** El SiGT deberá publicar un servicio web (o mecanismo similar) para que los OP reporten las novedades respecto a los cobros por tasa de peaje.

**R017:** El SiGT deberá publicar un servicio web (o mecanismo similar) para que los REC puedan actualizar su DB (saldos) con base en los cobros por tasa de peaje realizados por los OP.

**R018:** El SiGT deberá publicar un servicio web (o mecanismo similar) para que los REC reporten las novedades relacionadas con los TAG registrados.

**R019:** El SiGT deberá publicar un servicio web (o mecanismo similar) / funcionalidad para que INVIAS reporte novedades relacionadas con los TAG registrados (exentos).

**R020:** El SiGT deberá proveer la funcionalidad para que la DITRA, la SUPERINDUSTRIA, la SUPERTRANSPORTE reporten las novedades relacionadas con los TAG registrados.

**R021:** El SiGT, a través de su interfaz web, deberá permitir la generación y descarga de reportes con base en la información almacenada en su BD.

**R022:** El SiGT, a través de su interfaz web, deberá permitir la generación de estadísticas a partir de la información almacenada en su BD.

**R023:** El SiGT deberá proveer la funcionalidad necesaria para que una entidad participante pueda subir un archivo a través de su interfaz web para ser importado a la DB del mismo.

<sup>43</sup> Según se determine en tiempo de diseño: pueden ser servicios web basados en XML, endpoints basados en JSON, o cualquier mecanismo similar.



**R024:** El SiGT deberá consolidar las listas enviadas por los OP de acuerdo al REC de cada TAG.

### 3.10.2.2 Requisitos funcionales de los COP

**R025:** El SI de los COP deberá descargar periódicamente desde el SiGT las novedades relacionadas con el estado de los TAG cada un (1) minuto como máximo y cada treinta (30) segundos como mínimo, enviando como parámetros las fechas (rango) sobre el cual se solicita la información: a) fecha-hora inicial, b) fecha-hora final, con base en el uso del protocolo NTP, servidor horario UTC-5.

NOTA: Las novedades que descargan los OP contienen la siguiente información:

- ID del TAG;
- ID del REC;
- Configuración del vehículo;
- Fecha de emisión del TAG;
- Estado del TAG (activo / inactivo);
- Tipo de Contrato (prepago, pospago, exento);
- Placa del vehículo;
- Saldo de la cuenta asociada y
- Color del TAG.

**R026:** Los SI de cada carril deberán descargar periódicamente del COP la información de las novedades de los TAG descargados del SiGT, con la periodicidad que la concesión determine.

**R027:** El SI de los COP deberá notificar periódicamente al SiGT las novedades relacionadas con cobros de tipo prepago de forma periódica cada un (1) minuto como máximo y cada treinta (30) segundos como mínimo.

**R028:** El SI de los COP deberá notificar al SiGT las novedades relacionadas con cobros de tipo pospago de forma periódica cada (1) minuto como máximo y cada treinta (30) segundos como mínimo.

**R029:** El SI de los COP deberá notificar al SiGT los cobros en efectivo de forma periódica cada (1) minuto como máximo y cada treinta (30) segundos como mínimo.

NOTA: Los OP deberán reportar las novedades al SiGT con la siguiente información:

- ID del TAG;
- Tipo de carril del paso (REV, efectivo, mixto);
- ID de la plaza;
- ID del carril;
- Tarifa cobrada;
- Peso del vehículo (en Kg);
- Placa del vehículo;



- Número de ejes (detectados);
- Configuración del vehículo;
- Fecha-Hora del cobro;
- Número de resolución (si tiene tarifa especial);
- Fecha del reporte (fecha y hora de la transmisión del reporte);
- Periodo (rango) de tiempo del reporte de la información y
- Tipo del cobro, según la Tabla 3.1.

**Tabla 3.1 Codificación de los tipos de cobro**

Tipo	Descripción
0	Cobro regular REV.
2	Cobro con discrepancia: la categoría detectada por los sensores es diferente de la categoría asociada al TAG en la base datos. El OP determinará la categoría correcta mediante revisión del video capturado.
4	Ajuste del valor por resolución de discrepancia. Nota: El valor puede ser el mismo en caso que la tarifa mínima cobrada haya sido la correcta. <sup>44</sup>
8	Cobro en efectivo regular.
16	Cobro en efectivo por falla en la lectura del TAG.
32	Cobro con inconsistencia: la placa del vehículo no pudo ser reconocida. El OP determinará la placa mediante revisión del video capturado.
64	Cobro con inconsistencia: la placa del vehículo (OCR) no coincide con la placa asociada al TAG RFID en la base de datos. El OP determinará la placa mediante revisión del video capturado.
128	Comportamiento antijurídico: la placa del vehículo no coincide con la placa asociada al TAG RFID en la base de datos. El TAG debe ingresar a lista negra, esto es, se debe reportar como inactiva.
255	Cobro con tarifa especial.

**R030:** El SI de los COP deberá registrar la fecha y hora (obtenida mediante el protocolo NTP, UTC-5) cada vez que actualiza su DB.

**R031:** El SI de los COP deberá registrar la fecha y hora (obtenida mediante el protocolo NTP, UTC-5) de cada vez que envía novedades al SiGT.

**R032:** El SI de los COP deberá determinar el valor a cobrar con base en la configuración de vehículo detectada y la categoría asociada al TAG en la base

<sup>44</sup> Según lo descrito en Capítulo 2 “Concepto de Operación”, Sección 2.8.1.



de datos (la mínima entre ambas si fueran diferentes, según se explica en el Capítulo 2 “Concepto de Operación”).

**R033:** Los OP deberán proporcionar a los REC el acceso a la información de soporte necesaria para resolver cualquier disputa a través del Sistema de Gestión de Disputas que disponga el MT.

**R034:** Ante una falla en la conexión entre el COP y el SiGT, el SI de los COP deberá reintentar el envío de la información de novedades cada diez (10) segundos.

**R035:** Ante una falla en la conexión entre el COP y el SiGT, se deberá permitir el paso del vehículo, almacenar localmente (COP) la información relacionada con el cobro, y notificar al SiGT tan pronto se recupere la conexión.

NOTA: El carril REV siempre debe permitir el paso, aún cuando se presente falla en las comunicaciones. En el contrato entre el REC y el usuario deberá quedar estipulado que, en caso de que éste último no disponga de saldo y transite por un peaje, estará obligado a pagar el cobro pendiente que se genere.

### 3.10.2.3 Requisitos funcionales de los REC

**R036:** El SI de los REC deberá descargar desde el SiGT las novedades relacionadas con los TAG cada (1) minuto, enviando como parámetros las fechas (rango) sobre el cual se requiere la información: 1) fecha-hora inicial, 2) fecha-hora final (obtenida mediante el protocolo NTP, servidor horario UTC- 5).

NOTA: la información descargada por los REC en relación a los TAG debe incluir los siguientes campos:

- ID del TAG;
- Tipo de carril (REV o efectivo);
- ID de la plaza;
- ID del carril,
- Tarifa cobrada;
- Tipo de cobro (REV o efectivo);
- Peso del vehículo (en Kg);
- Placa del vehículo;
- Número de ejes (detectados);
- Categoría del vehículo;
- Fecha-Hora del cobro;
- Fecha del reporte (fecha-hora transmisión) y
- Período (rango) de tiempo del reporte.

**R037:** El SI de los REC deberá reportar al SiGT las novedades de los TAG de forma periódica, cada (1) minuto.

NOTA: la información reportada por los REC en relación a los TAG emitidas debe incluir los siguientes campos:



- ID del TAG;
- EPC del TAG;
- ID del REC;
- Placa del vehículo;
- Categoría del vehículo;
- Fecha de emisión;
- Estado del TAG (activa, inactiva);
- Tipo de contrato asociado (prepago, pospago, exentos);
- Saldo y
- Color del TAG.

**R038:** El SI de los REC deberá registrar la fecha y hora (obtenida mediante el protocolo NTP, servidor horario UTC-5) en que actualizan su DB.

**R039:** El SI de los REC deberá registrar la fecha y hora (obtenida mediante el protocolo NTP, servidor Horario UTC-5), del momento en el que envía las novedades al SiGT.

**R040:** Ante una falla en la conexión entre el REC y el SiGT, el SI de los REC deberá reintentar cada diez (10) segundos el envío de la información de novedades.

**R041:** Los REC deberán habilitar una interfaz (página web o servicio de consulta) con sus usuarios REV, de tal forma que estos puedan consultar información relacionada con su TAG:

- Estado de la cuenta;
- Tipo de cuenta;
- Historial de cobros;
- Historial de recargas y
- Saldo.

#### 3.10.2.4 Requisitos funcionales de otras entidades

**R042:** INVIAS deberá reportar al SiGT las novedades relacionadas con los TAG (p.e. usuarios exentos), de forma individual o por lotes cada vez que éstas se generen.

NOTA: INVIAS deberá reportar las novedades al SiGT, teniendo en cuenta la siguiente información:

- ID del TAG;
- EPC del TAG;
- Nombre del REC;
- Categoría;
- Fecha de emisión;
- Estado del TAG;
- Tipo de contrato (exento);



- Placa del vehículo;
- Saldo y
- Color del TAG.

**R043:** La ANI deberá reportar al SiGT nuevas plazas de peaje y nuevos carriles REV, de forma individual o por lotes cada vez que éstas se generen.

**R044:** El INVIAS deberá reportar al SiGT nuevas plazas de peaje y nuevos carriles REV, de forma individual o por lotes cada vez que éstas se generen.

**R045:** Las ET deberán reportar al SiGT las novedades relacionadas con nuevas plazas de peaje y nuevos carriles REV, de forma individual o por lotes cada vez que éstas se generen.

NOTA 1: ANI, INVIAS y ET deberán reportar las novedades al SiGT relacionadas con las plazas de peaje, teniendo en cuenta la siguiente información:

- ID del OP;
- Nombre;
- Número de teléfono;
- Latitud;
- Longitud;
- Número de carriles en efectivo;
- Número de carriles REV y
- Número de carriles mixtos.

NOTA 2: ANI, INVIAS y ET deberán reportar las novedades al SiGT relacionadas con los carriles REV, teniendo en cuenta la siguiente información:

- ID de la plaza;
- Descripción;
- Estado y
- Fecha/hora inicio de operación.

**R046:** La DITRA deberá reportar al SiGT los eventos relacionados con los TAG y/o con los vehículos asociados (p.e., discrepancia en el color del TAG, placa asociada al TAG), de forma individual o por lotes cada vez que éstas se generen.

NOTA: La DITRA deberá reportar los eventos al SiGT, teniendo en cuenta la siguiente información:

- ID del TAG;
- Tipo de evento;
- Fecha/Hora y
- Descripción del evento.

**R047:** La SUPERINDUSTRIA deberá reportar al SiGT los eventos de interés relacionados con el sistema IP/REV.



**R048:** La SUPERTRANSPORTE deberá reportar al SiGT los eventos de interés relacionados con el sistema IP/REV.

NOTA 3: La SUPERINDUSTRIA y SUPERTRANSPORTE deberán reportar al SiGT los eventos relacionadas con penalizaciones/despenalizaciones de los TAG, teniendo en cuenta la siguiente información:

- ID del TAG;
- Tipo de evento;
- Fecha/Hora y
- Descripción del evento.

### 3.10.3 Requisitos de usabilidad

A continuación se presentan los requisitos de usabilidad del SINITT y del SiGT.

#### 3.10.3.1 Requisitos de usabilidad del SINITT

**R049:** El SINITT deberá gestionar el esquema de seguridad que permita verificar la identidad de los SI de la entidades participantes.

**R050:** El SINITT deberá gestionar el esquema de seguridad, que permita garantizar el no repudio de las transacciones realizadas por los SI de las entidades participantes.

**R051:** El SINITT deberá gestionar el esquema de seguridad que permita verificar la identidad de los usuarios, roles y permisos asociados.

**R052:** El SINITT deberá gestionar el esquema de seguridad, que permita garantizar el no repudio de las transacciones realizadas por los miembros de las entidades participantes.

#### 3.10.3.2 Requisitos de usabilidad del SiGT

**R053:** El SiGT deberá proveer la documentación acerca de las rutas de los servicios web (o del mecanismo elegido para la comunicación), necesarios para que todas las entidades con las que se relaciona puedan comunicarse con éste.

**R054:** El SiGT deberá garantizar transacciones idempotentes con los SI de otras entidades y/o actores estratégicos.

### 3.10.4 Requisitos de desempeño

En esta sección se detallan los requisitos de desempeño del SiGT.

#### 3.10.4.1 Tiempos de respuesta

**R055:** El tiempo de respuesta del SiGT a los SI de los OP, de los REC y de otras entidades, para un lote de 1000 novedades, deberá ser, como máximo, de 10 segundos.

#### 3.10.4.2 Concurrencia

**R056:** El SiGT deberá estar en capacidad de atender, en modo B2B, un mínimo de 200 transacciones por segundo.



**R057:** El SiGT deberá estar en capacidad de atender, en modo interactivo, un mínimo de 200 usuarios (humanos) concurrentes.

#### 3.10.4.3 Confiabilidad

**R058:** El SiGT debe validar la información recibida de los SI de los COP, de los REC y de otras entidades, teniendo en cuenta aspectos como la obligatoriedad de las variables requeridas y los tipos de datos, según lo especificado en la serie de estándares ISO 24097.

#### 3.10.4.4 Disponibilidad

En esta sección se detallan los requisitos de disponibilidad del SiGT, del SI de los COP y del SI de los REC.

- Disponibilidad del SiGT

**R059:** El SiGT deberá asegurar una disponibilidad mayor o igual al 99.98%.

- Disponibilidad del SI de los COP

**R060:** El SI de los COP deberá asegurar una disponibilidad mayor o igual al 99.98%.

- Disponibilidad del SI de los REC

**R061:** El SI de los REC deberá asegurar una disponibilidad mayor o igual al 99.98%.

- Copias de seguridad de la base de datos

En esta sección se detallan los requisitos de copias de seguridad de la base de datos del SiGT, del SI de los COP y del SI de los REC.

- Copias de seguridad de la base de datos del SiGT

**R062:** El SiGT deberá tener mecanismos para generar copias de seguridad de la información registrada en la base de datos. El administrador del sistema es el rol responsable de almacenar las copias de seguridad y restaurar la información de la base de datos de ser necesario.

**R063:** El SiGT deberá enviar las novedades de su DB a la DB del DRP cada 10 minutos.

- Copias de seguridad de la base de datos del SI de los COP

**R064:** El SI de los COP deberá tener mecanismos para generar copias de seguridad de la información registrada en la base de datos local.

- Copias de seguridad de la base de datos del SI de los REC

**R065:** El SI de los REC deberá tener mecanismos para generar copias de seguridad de la información registrada en la base de datos local.

- Copias de seguridad de la base de datos del SI de otras entidades

**R066:** El SI de las otras entidades deberá tener mecanismos para generar copias de seguridad de las novedades que envían al SiGT.



#### 3.10.4.5 Seguridad

- Seguridad del SiGT

**R067:** El SINITT deberá contar con un mecanismo basado en certificados digitales que le permita validar la conexión desde un sistema externo. Esto a su vez, deberá ser complementado con un esquema HSTS (HTTP Strict Transport Security).

**R068:** El SINITT deberá asegurar que toda comunicación desde un sistema externo esté cifrada (HTTPS) permitiendo al sistema externo verificar que efectivamente se está conectando con el SiGT. Esto a su vez, deberá ser complementado con un esquema HSTS (HTTP Strict Transport Security).

**R069:** El SINITT deberá utilizar un esquema de seguridad basado en el cifrado de los datos que garantice la privacidad de los mismos (almacenamiento y transmisión), incluyendo versiones de servicio, versiones de replicación, versiones de respaldo, y archivo histórico.

**R070:** El SINITT deberá restringir el acceso a los usuarios (OP, REC, otras entidades) registrados y reportar al SiGT sus respectivos roles.

**R071:** El SiGT deberá contar con mecanismos que permitan el registro de actividades (bitácora) con la identificación de los usuarios que las realizaron.

- Seguridad del SI de los COP

**R072:** El OP deberá utilizar un esquema de seguridad basado en el cifrado de los datos que garantice la privacidad de los mismos (almacenamiento y transmisión).

**R073:** El SI de los COP deberá implementar la redundancia que garantice la disponibilidad de la información.

- Seguridad del SI de los REC

**R074:** El REC deberá utilizar un esquema de seguridad basado en el cifrado de los datos que garantice la privacidad de los mismos (almacenamiento y transmisión).

**R075:** El SI de los REC deberá implementar la redundancia que garantice la disponibilidad de la información.

**3.10.5 Requisitos de Base de Datos.** A continuación se presentan los requisitos de base de datos del SiGT a nivel lógico.

##### 3.10.5.1 Requisitos de Base de Datos del SiGT

El objetivo de esta sección es definir el modelo lógico de la base de datos (del inglés Logical Data Model) que soportará el funcionamiento del SiGT. El diseño físico de la base de datos (PDM), escogencia del motor específico a utilizar, estrategia de distribución y replicación, y demás características de implementación, deberán ser definidas en la fase de Diseño del SiGT.



- **Entidades**

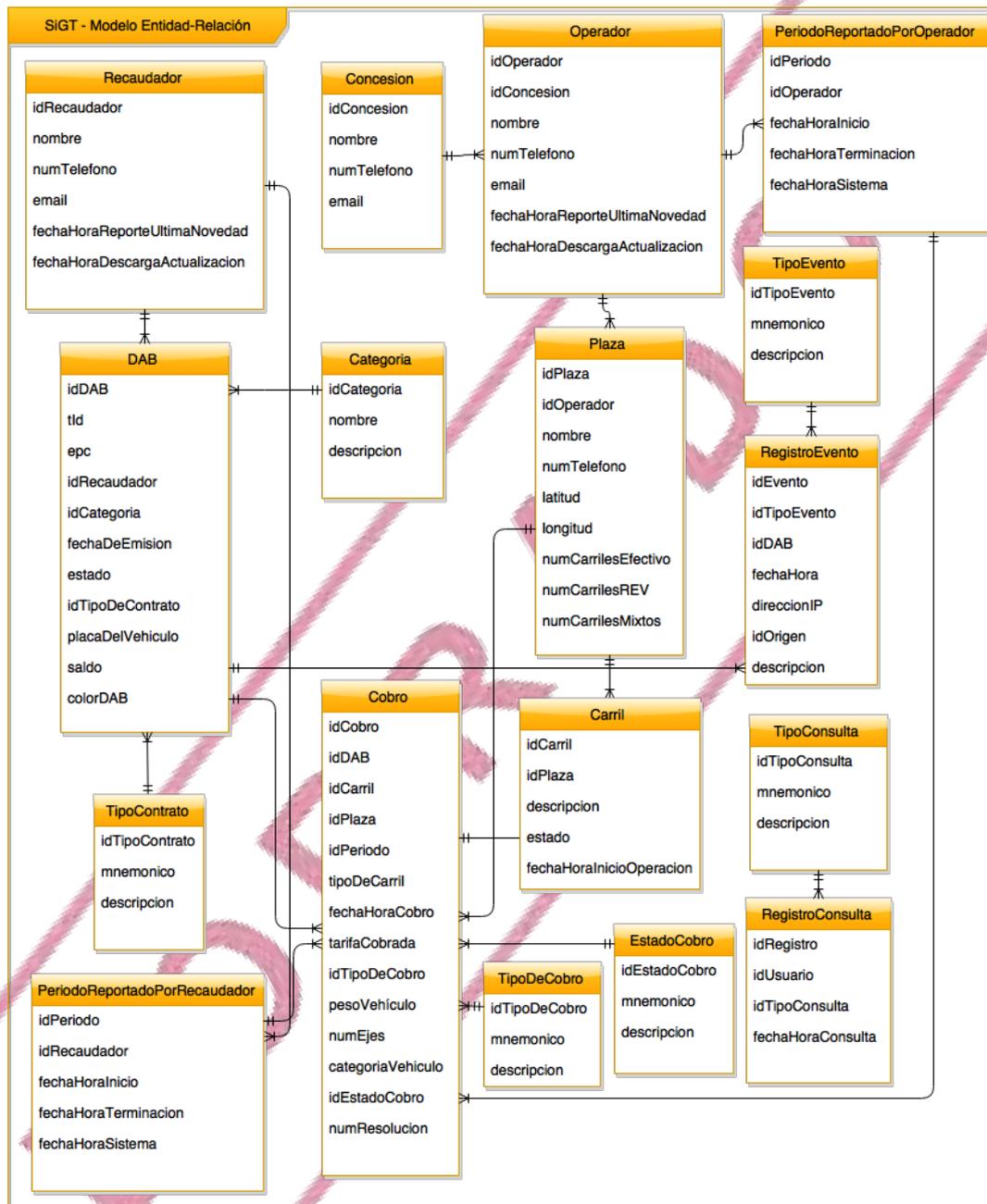
**Tabla 3.2 Entidades de la DB del SiGT identificadas para el funcionamiento del sistema IP/REV**

<b>Entidad</b>	<b>Descripción</b>
<i>Recaudador</i>	Información del recaudador.
<i>Concesión</i>	Información del concesionario de vía.
<i>Operador</i>	Información del operador de peaje.
<i>Plaza</i>	Información de la plaza de peajes.
<i>Carril</i>	Permite identificar el carril por el cual pasa el vehículos.
<i>DAB</i>	Información del TAG (del inglés On Board Unit).
<i>Categoría</i>	Categorías de vehículo.
<i>TipoContrato</i>	Almacena la información de los diferentes tipos de contrato (prepagado, pospagado y exentos).
<i>RegistroEvento</i>	Registro de un evento sobre la DB proveniente de otro SI (B2B).
<i>TipoEvento</i>	Tipo de evento SI.
<i>Cobro</i>	Almacena la información de los cobros realizados en los OP.
<i>EstadoCobro</i>	Almacena la información relacionada con los posibles estados de un cobro.
<i>PeriodoReportadoPorOperador</i>	Almacena histórico de periodos de tiempo en los que cada OP reporta los cobros realizados. Sirve para apoyar procesos de recepción de solicitudes de información para consultas y como evidencia del cumplimiento del envío de información en los periodos determinados.
<i>PeriodoReportadoPorRecaudador</i>	Almacena histórico de periodos de tiempo en los que cada REC reporta información. Sirve para apoyar procesos de recepción de solicitudes de información para consultas y como evidencia de cumplimiento del envío de información en los periodos determinados para la entidad recaudadora.
<i>RegistroConsulta</i>	Registro de las consultas realizadas en el sistema (B2C).
<i>TipoConsulta</i>	Tipo de consulta realizada por el usuario.
<i>TipoDeCobro</i>	Almacena los posibles tipos de cobros que se pueden realizar en el sistema y son asignados por cobro al momento del recaudo del peaje.

- **Modelo Entidad-Relación**

**R076:** Para garantizar el funcionamiento de la interoperabilidad de peajes, el modelo lógico de la BD del SiGT deberá incluir – como mínimo – las siguientes tablas y relaciones:

**Figura 3.3 Diagrama Entidad-Relación, BD del SiGT**



- **Diccionario de datos**

En esta sección se presenta el diccionario de datos relacionado con cada una de las entidades ilustradas en el diagrama Entidad-Relación del sistema IP/REV. (Figura 3.3).



**Tabla 3.3 Diccionario de datos relacionado con cada una de las entidades ilustradas en el diagrama Entidad-Relación del sistema IP/REV**

<b>Entidad: Recaudador</b>		
<b>Campo</b>	<b>Tipo de dato</b>	<b>Descripción</b>
IdRecaudador	Numérico	Identificador de recaudador (SI) que envía datos al SiGT.
Nombre	Cadena	Nombre de la entidad recaudadora.
numTeléfono	Cadena	Número de teléfono, en formato que permita la incorporación de extensiones o códigos de área.
Email	Cadena	Correo electrónico de la concesión.
FechaHoraReporteUltimaNovedad	Fecha	Fecha-Hora en la que se registran novedades desde el recaudador al SiGT (UTC-5).
FechaHoraDescargaActualización	Fecha	Fecha-Hora en la que se actualiza la base de datos del recaudador con información del SiGT (UTC-5).

<b>Entidad: Concesión</b>		
<b>Campo</b>	<b>Tipo de dato</b>	<b>Descripción</b>
IdConcesión	Numérico	Identificador de la concesión.
Nombre	Cadena	Nombre de la concesión.
numTeléfono	Cadena	Número de teléfono, en formato que permita la incorporación de extensiones o códigos de área.
email	Cadena	Correo electrónico de la concesión.



<b>Entidad: Operador</b>		
<b>Campo</b>	<b>Tipo de dato</b>	<b>Descripción</b>
IdOperador	Numérico	Identificador del operador.
IdConcesión	Numérico	Identificador de la concesión a la que pertenece el operador (si aplica).
Nombre	Cadena	Nombre del operador.
numTeléfono	Cadena	Número de teléfono, en formato que permita la incorporación de extensiones o códigos de área.
Email	Cadena	Correo electrónico del operador.
FechaHoraReporteUltimaNovedad	Fecha	Fecha-Hora en la que se registran novedades desde la plaza al SiGT (UTC-5).
FechaHoraDescargaActualización	Fecha	Fecha-Hora en la que se actualiza la base de datos de la plaza con información del SiGT (UTC-5).

<b>Entidad: Plaza</b>		
<b>Campo</b>	<b>Tipo de dato</b>	<b>Descripción</b>
IdPlaza	Numérico	Identificador de la plaza.
IdOperador	Numérico	Identificador del operador a la que pertenece el operador (si aplica).
Nombre	Cadena	Nombre de la plaza de peaje.
Latitud	Numérico	Latitud de la plaza de peaje.
Longitud	Numérico	Longitud de la plaza de peaje.
NumCarrilesEfectivo	Numérico	Número de carriles en efectivo de la plaza de peaje.
NumCarrilesREV	Numérico	Número de carriles REV de la plaza de peaje.
NumCarrilesMixtos	Numérico	Número de carriles mixtos (efectivo/REV) de la plaza de peaje.



Entidad: Carril		
Campo	Tipo de dato	Descripción
IdCarril	Numérico	Identificador del carril en la plaza de peaje.
IdPlaza	Numérico	Identificador de la plaza de peaje.
Descripción	Cadena	Descripción del carril.
Estado	Numérico	Hace referencia al estado del carril: activo, habilitado (implica activo), inhabilitado (implica activo), inactivo, carril mixto (implica activo), en mantenimiento (inactivo).
FechaHoraInicio Operación	Fecha	Fecha-Hora en la que inició funcionamiento REV en este carril (UTC-5).

Entidad: DAB		
Campo	Tipo de dato	Descripción
IdDAB	Cadena	Identificador del registro con la información de los DAB en la tabla.
TID	Cadena	Identificador único del TAG (dispositivo a bordo).
EPC	Cadena	Valor programado en el campo EPC del DAB.
IdRecaudador	Numérico	Identificador del recaudador (emisor del TAG).
IdCategoría	Numérico	Identificador de la categoría del vehículo.
FechaDeEmisión	Fecha	Fecha de emisión del TAG (UTC-5).
Estado	Numérico	(0: activo, 1: inactivo, 2:activo en disputa, 4:inactivo en disputa)
idTipoDeContrato	Cadena	Tipo de contrato (pre, pos, exento) asociado al TAG.
PlacaDelVehículo	Cadena	Placa del vehículo.
Saldo	Numérico	Saldo del TAG.



<b>Entidad: Categoría</b>		
<b>Campo</b>	<b>Tipo de dato</b>	<b>Descripción</b>
IdCategoría	Cadena	Identificador de la categoría.
Nombre	Cadena	Nombre de la categoría.
Descripción	Cadena	Descripción de la categoría.

<b>Entidad: Tipo Contrato</b>		
<b>Campo</b>	<b>Tipo de dato</b>	<b>Descripción</b>
IdTipoContrato	Cadena	Identificador del tipo de contrato.
Descripción	Cadena	Descripción del tipo de contrato, puede ser prepago, pospago y exento.
Mnemónico	Cadena	Mnemónico del tipo de contrato.

<b>Entidad: Registro Evento</b>		
<b>Campo</b>	<b>Tipo de dato</b>	<b>Descripción</b>
IdEvento	Numérico	Identificador del evento.
IdDAB	Cadena	Identificador del registro con la información de los DAB en la tabla.
IdTipoEvento	Numérico	Identificador del tipo de evento.
FechaHora	Fecha	Fecha/Hora inicio (UTC-5, registra SiGT).
DireccionIP	Cadena	Dirección IP del SI desde el cual se efectúa el evento.
IdOrigen	Numérico	Identificador de la entidad que efectúa el evento.
Descripción	Cadena	Descripción del evento, por ejemplo discrepancia en el color del TAG, entre otros.



Entidad: Tipo Evento		
Campo	Tipo de dato	Descripción
IdTipoEvento	Numérico	Identificador del tipo de evento.
Mnemónico	Cadena	Mnemónico del evento.
Descripción	Cadena	Descripción del tipo de evento. Pueden ser: Descarga COP   Notificación COP   Descarga REC   Notificación REC   Notificación ANI   Notificación INVIAS   Notificación SUPERTRANSPORTE   Notificación SUPERINDUSTRIA   Notificación DITRA.

Entidad: Cobro		
Campo	Tipo de dato	Descripción
IdCobro	Numérico	Identificador del cobro.
IdDAB	Numérico	identificador del TAG a la que se le ha realizado un cobro.
IdPlaza	Numérico	Identificador de la plaza donde se realizó el cobro.
IdCarril	Numérico	Identificador del carril donde se realizó el cobro.
idPeriodo	Numérico	Identificador del período en que se realizó el cobro.
TipoCarril	Numérico	Rol que tuvo el carril en el momento en que se realizó el cobro, dado que este rol podría cambiar en el tiempo (REV   efectivo   mixto).
IdLote	Numérico	Identificador del lote (correspondiente a un período de notificación) al cual pertenece este cobro.
FechaHoraCobro	Fecha	Fecha-Hora del momento en el que se realizó el cobro (UTC-5).
TarifaCobrada	Numérico	Valor de la tarifa cobrada por paso de peaje.
idTipoDeCobro	Numérico	Identificador del tipo de cobro realizado (REV   efectivo).



<b>Entidad: Cobro (continuación)</b>		
<b>Campo</b>	<b>Tipo de dato</b>	<b>Descripción</b>
PesoVehículo	Numérico	Peso del vehículo (en kg) al momento del cobro.
NumEjes	Numérico	Número de ejes contabilizados del vehículo al momento del cobro.
CategoriaVehiculo	Numérico	Relaciona la categoría del vehículo que fue registrada en el momento del cobro, la cual hace referencia a la configuración del vehículo que fue detectada al momento de transitar por el carril.
idEstadoCobro	Cadena	Identificador del estado del cobro. Para mayor detalle, ver entidad "Estado Cobro".

<b>Entidad: Estado Cobro</b>		
<b>Campo</b>	<b>Tipo de dato</b>	<b>Descripción</b>
IdEstadoCobro	Numérico	Identificador del estado del cobro, según lo indicado en la Tabla 3.1.
Descripción	Cadena	Describe el estado del cobro, según lo indicado en la Tabla 3.1.
Mnemónico	Cadena	Mnemónico del estado del cobro.

<b>Entidad: Período Reportado por Recaudador</b>		
<b>Campo</b>	<b>Tipo de dato</b>	<b>Descripción</b>
idPeriodo	Numérico	Identificador del periodo.
idRecaudador	Numérico	Identificador del recaudador que reporta.
FechaInicio	Fecha	Fecha/Hora inicio (UTC-5, reporta COP).
FechaTerminacion	Fecha	Fecha/Hora terminación (UTC-5, reporta COP).
FechaHoraSistema	Fecha	Fecha/Hora (UTC-5, registra SiGT).



<b>Entidad: Período Reportado por Operador</b>		
<b>Campo</b>	<b>Tipo de dato</b>	<b>Descripción</b>
idPeríodo	Numérico	Identificador del periodo.
idPlaza	Numérico	Identificador de la plaza que reporta.
FechaInicio	Fecha	Fecha/Hora inicio (UTC-5, reporta COP).
FechaTerminación	Fecha	Fecha/Hora terminación (UTC-5, reporta COP).
FechaHoraSistema	Fecha	Fecha/Hora (UTC-5, registra SiGT).

<b>Entidad: Registro Consulta</b>		
<b>Campo</b>	<b>Tipo de dato</b>	<b>Descripción</b>
IdRegistro	Numérico	Identificador de la consulta.
IdUsuario (SINITT)	Numérico	Identificador del usuario que realiza la consulta.
IdTipoConsulta	Numérico	Identificador del tipo de consulta realizado.
FechaHoraConsulta	Fecha	Fecha-Hora de la consulta realizada (UTC-5).

<b>Entidad: Tipo Consulta</b>		
<b>Campo</b>	<b>Tipo de dato</b>	<b>Descripción</b>
IdTipoConsulta	Numérico	Identificador del tipo de consulta.
Mnemónico	Cadena	Descripción de la respuesta de la consulta realizada.
Descripción	Cadena	Descripción del tipo de consulta.



Entidad: Estado Cobro		
Campo	Tipo de dato	Descripción
IdEstadoCobro	Cadena	Identificador del tipo del cobro.
Descripción	Cadena	Descripción del tipo del cobro realizado. (Efectivo   REV)
Mnemónico	Cadena	Mnemónico del tipo de cobro realizado.

- Retención de la Información

**R077:** El SiGT deberá mantener en línea la información histórica de su DB por un período mínimo de 3 años. La información de transacciones que supere este período deberá ser almacenada según las disposiciones de retención documental del MT.

NOTA: En cuanto a la retención documental se deberá hacer en concordancia con lo establecido en el Acuerdo del Archivo General de la Nación No. 039 del 2002 y la Ley 594 del 2000, que es la norma que determina la forma en que se deben establecer los tiempos de retención.

### 3.10.5.2 Requisitos de la base de datos del SI de los COP

- Modelo Entidad-Relación

**R078:** El modelo Entidad-Relación de la DB del SI de los COP, con su respectivo diccionario de datos, deberá cumplir con las especificaciones de diseño lógico de base datos dado en este documento, y el diseño físico podrá ser definidos por los propios operadores de acuerdo a su modelo de operación.

- Retención de la Información

**R079:** El SI de los COP deberá almacenar la información histórica de la operación de la plaza (datos, imágenes y videos) por un período mínimo de un (1) año, garantizando los primeros tres (3) meses en línea.

NOTA 1: En cuanto a la retención documental se deberá hacer en concordancia con lo establecido en el Acuerdo del Archivo General de la Nación No. 039 del 2002 y la Ley 594 del 2000, que es la norma que determina la forma en que se deben establecer los tiempos de retención.

### 3.10.5.3 Requisitos de Base de Datos del SI de los REC

- Modelo Entidad-Relación

**R080:** El modelo Entidad-Relación de la DB del SI de los REC, con su respectivo diccionario de datos deberá cumplir con las especificaciones de diseño lógico de base datos dado en este documento, y el diseño físico podrá ser definidos por los propios recaudadores de acuerdo a su modelo de operación.



- Retención de la información

**R081:** El SI de los REC deberá almacenar la información histórica relacionada con la operación del sistema IP/REV por un período mínimo de un (1) año.

**3.10.6 Restricciones de diseño.** A continuación se presentan las restricciones de diseño del SiGT, del SI de los COP y del SI de los REC.

#### **3.10.6.1 Restricciones de diseño del SiGT**

**R082:** En el marco del modelo de cliente-servidor, el SiGT siempre actuará en rol de servidor.

NOTA: Lo anterior refiere al hecho de toda transacción será iniciada en el lado cliente.

**R083:** El SiGT deberá implementar mecanismos que garanticen el no repudio del origen de los datos.

**R084:** El SiGT deberá implementar los mecanismos de verificación que garanticen la integridad de los datos suministrados por SI externos.

**R085:** Se deben diseñar en el SiGT los formularios (en la interfaz web) correspondientes a la consulta de información de acuerdo a lo que defina el MT.

#### **3.10.6.2 Restricciones de diseño del SI de los COP**

**R086:** Con respecto al SiGT, el SI de los COP deberá realizar el rol de cliente, según el modelo cliente-servidor.

**R087:** El SI de los COP deberá implementar los mecanismos de verificación que garanticen la integridad de los datos enviados al SiGT.

#### **3.10.6.3 Restricciones de diseño del SI de los REC**

**R088:** Con respecto al SiGT, el SI de los REC deberá realizar el rol de cliente, según el modelo cliente-servidor.

**R089:** El SI de los REC deberá implementar los mecanismos de verificación que garanticen la integridad de los datos enviados al SiGT.

**3.10.7 Cumplimiento de estándares.** En esta sección se definen los estándares a los que el SiGT deberá dar cumplimiento.

**R090:** El SiGT deberá cumplir con los requisitos que se especifican en el presente capítulo y deberá ajustarse a los estándares: ISO 14817:2002, ISO 24097-1:2009, ISO/DTR 24097-2, ISO/NP 24097-3, ISO/TR 21707:2008, ISO/IEC 38500:2015.

NOTA: Los estándares mencionados hacen referencia a:

- ISO 14817:2002 Transport information and control systems – Requirements for an ITS/TICS central Data Registry and ITS/TICS Data Dictionaries<sup>45</sup>.
- ISO 24097-1:2009 Intelligent transport systems – Using web services (machine-machine delivery) for ITS service delivery – Part 1: Realization of interoperable web services<sup>46</sup>.

<sup>45</sup> [http://www.iso.org/iso/home/store/catalogue\\_ics/catalogue\\_detail\\_ics.htm?csnumber=36030](http://www.iso.org/iso/home/store/catalogue_ics/catalogue_detail_ics.htm?csnumber=36030).



- ISO/DTR 24097-2 Intelligent transport systems – Using web services (machine-machine delivery) for ITS service delivery – Part 2: Elaboration of interoperable web services' interfaces<sup>47</sup>.
- ISO/NP 24097-3 Intelligent transport systems – Using web services (machine-machine delivery) for ITS service delivery – Part 3: Quality of service<sup>48</sup>.
- ISO/TR 21707:2008 Intelligent transport systems – Integrated transport information, management and control – Data quality in ITS systems<sup>49</sup>.
- ISO/IEC 38500:2015 Information technology – Governance of IT for the organization<sup>50</sup>.

**3.10.8 Requisitos de Calidad.** El SiGT, el SI de los COP y el SI de los REC, deberán cumplir con los siguientes requisitos de calidad:

#### 3.10.8.1 Confiabilidad

- Confiabilidad del SiGT

**R091:** El SiGT deberá cumplir con los siguientes estándares internacionales relacionados con la confiabilidad del sistema:

- ISO/IEC 17811-3:2014 Information Technology – Device control and management – Part 3: Specification of Reliable Message Delivery Protocol<sup>51</sup>.
- Information technology – Telecommunications and information exchange between systems – Private Integrated Services Network – Specification, functional model and information flows – Private User Mobility (PUM) – Registration supplementary service<sup>52</sup>.
- ISO/IEC 25437:2012 Information technology – Telecommunications and information exchange between systems – WS-Session – Web services for application session services<sup>53</sup>.

- Confiabilidad del SI de los COP

**R092:** El SI de los COP deberá cumplir con los siguientes estándares internacionales relacionados con la confiabilidad del sistema:

- Information technology – Telecommunications and information exchange between systems – Private Integrated Services Network – Specification, functional model and information flows – Private User Mobility (PUM) – Registration supplementary service<sup>54</sup>.

<sup>46</sup> [http://www.iso.org/iso/iso\\_catalogue/catalogue\\_tc/catalogue\\_detail.htm?csnumber=42014](http://www.iso.org/iso/iso_catalogue/catalogue_tc/catalogue_detail.htm?csnumber=42014).

<sup>47</sup> [http://www.iso.org/iso/catalogue\\_detail.htm?csnumber=65673](http://www.iso.org/iso/catalogue_detail.htm?csnumber=65673).

<sup>48</sup> [http://www.iso.org/iso/home/store/catalogue\\_tc/catalogue\\_detail.htm?csnumber=65674](http://www.iso.org/iso/home/store/catalogue_tc/catalogue_detail.htm?csnumber=65674).

<sup>49</sup> [http://www.iso.org/iso/home/store/catalogue\\_ics/catalogue\\_detail\\_ics.htm?csnumber=34668](http://www.iso.org/iso/home/store/catalogue_ics/catalogue_detail_ics.htm?csnumber=34668).

<sup>50</sup> [http://www.iso.org/iso/catalogue\\_detail.htm?csnumber=62816](http://www.iso.org/iso/catalogue_detail.htm?csnumber=62816).

<sup>51</sup> [http://www.iso.org/iso/home/store/catalogue\\_tc/catalogue\\_detail.htm?csnumber=62856](http://www.iso.org/iso/home/store/catalogue_tc/catalogue_detail.htm?csnumber=62856).

<sup>52</sup> [http://www.iso.org/iso/home/store/catalogue\\_tc/catalogue\\_detail.htm?csnumber=31600](http://www.iso.org/iso/home/store/catalogue_tc/catalogue_detail.htm?csnumber=31600).

<sup>53</sup> [http://www.iso.org/iso/home/store/catalogue\\_tc/catalogue\\_detail.htm?csnumber=61207](http://www.iso.org/iso/home/store/catalogue_tc/catalogue_detail.htm?csnumber=61207).

<sup>54</sup> [http://www.iso.org/iso/home/store/catalogue\\_tc/catalogue\\_detail.htm?csnumber=31600](http://www.iso.org/iso/home/store/catalogue_tc/catalogue_detail.htm?csnumber=31600).



- ISO/IEC 25437:2012 Information technology – Telecommunications and information exchange between systems – WS-Session – Web services for application session services<sup>55</sup>.

- Confiabilidad del SI de los REC

**R093:** El SI de los REC deberá cumplir con los siguientes estándares internacionales relacionados con la confiabilidad del sistema:

- Information technology – Telecommunications and information exchange between systems – Private Integrated Services Network – Specification, functional model and information flows – Private User Mobility (PUM) – Registration supplementary service<sup>56</sup>.
- ISO/IEC 25437:2012 Information technology – Telecommunications and information exchange between systems – WS-Session – Web services for application session services<sup>57</sup>.

**3.10.8.2 Sostenibilidad.** A continuación se presentan los requisitos de sostenibilidad del SiGT, del SI de los COP y del SI de los REC.

- Sostenibilidad del SiGT

**R094:** El SiGT deberá garantizar un tiempo de respuesta apropiado (dentro del plazo especificado en la Sección 3.3.4.1 “Tiempos de Respuesta”), de forma independiente al volumen de transacciones, que aumentará a medida que se masifique el REV.

- Sostenibilidad del SI de los COP

**R095:** El SI de los COP deberá garantizar escalabilidad de acuerdo al número de usuarios de carril REV, que aumentará a medida que se masifique su uso.

- Sostenibilidad del SI de los REC

**R096:** El SI de los REC deberá garantizar escalabilidad de acuerdo al número de usuarios de carril REV, que aumentará a medida que se masifique su uso.

### 3.11 VERIFICACIÓN

A continuación se especifican los métodos y procesos de verificación que permitirán garantizar que una vez implementado el software de referencia, este cumple con los requisitos especificados.

**3.11.1 Interfaces Externas y Funcionalidad Asociada.** Como se especificó en la Sección 3.1, toda comunicación desde y hacia un sistema externo al SiGT deberá estar cifrada (HTTPS), y a su vez, se recomendó el uso de un esquema HSTS (HTTP Strict Transport Security), en el cual todos los sitios web del SiGT sólo serán accesibles a través de conexiones seguras.

Para garantizar este requisito se debe verificar que todo vínculo<sup>58</sup> que especifique protocolo HTTP (puerto 80) sea convertido automáticamente y

<sup>55</sup> [http://www.iso.org/iso/home/store/catalogue\\_tc/catalogue\\_detail.htm?csnumber=61207](http://www.iso.org/iso/home/store/catalogue_tc/catalogue_detail.htm?csnumber=61207).

<sup>56</sup> [http://www.iso.org/iso/home/store/catalogue\\_tc/catalogue\\_detail.htm?csnumber=31600](http://www.iso.org/iso/home/store/catalogue_tc/catalogue_detail.htm?csnumber=31600).

<sup>57</sup> [http://www.iso.org/iso/home/store/catalogue\\_tc/catalogue\\_detail.htm?csnumber=61207](http://www.iso.org/iso/home/store/catalogue_tc/catalogue_detail.htm?csnumber=61207).

<sup>58</sup> Sea que se ingrese manualmente en un navegador, o que se intente por código a través de una aplicación propia.



atendido por los servidores de SiGT a través del protocolo HTTPS (puerto 443). Mediante la utilización de un analizador de protocolos (o herramienta similar) se debe verificar que en toda comunicación, todos los servidores web del SiGT retornan el encabezado “STS header field” (Strict-Transport-Security HTTP) en la respuesta, según el formato especificado en el estándar de la IETF propuesto en el documento RFC-6797, HTTP Strict Transport Security (HSTS), Sección 6.1.59

**3.11.1.1 Interfaz con los SI de los COP.** Se debe desarrollar una prueba unitaria de software que verifique el funcionamiento de cada servicio web publicado por el SiGT para los casos de uso en cuestión. Para la verificación de la actualización de la base de datos de los COP, la prueba unitaria permitirá comprobar que los servicios web implementados permiten a un OP, por medio de una solicitud bien construida (por ejemplo, SOAP), recibir la información necesaria para actualizar su DB, y así operar la plaza de peajes:

- Lista de TAG activos (contratos prepago, pospago y exento).
- Lista de TAG inactivos (contratos prepago, pospago y exento).
- Saldos (contratos prepago, saldo en cero equivale a TAG inactivo).

Para la verificación del envío de novedades desde el COP al SiGT, la realización de una prueba unitaria permitirá comprobar que el servicio web implementado en el SiGT permite a un OP reportar los cobros realizados, con la frecuencia de envío determinada previamente en la especificación de requisitos y de acuerdo al tipo de novedad.

**3.11.1.2 Interfaz con los SI de los REC.** Para los casos de solicitud de novedades y descarga de actualizaciones desde SiGT al REC, se debe desarrollar una prueba unitaria de software que verifique el funcionamiento de cada servicio web publicado por el SiGT para los casos de uso de referencia. Para el caso en que se lleva a cabo la solicitud de información para actualizar la DB del REC, la prueba unitaria permitirá comprobar que los servicios web implementados permiten a un REC y demás entidades participantes, por medio de una solicitud bien construida (por ejemplo, SOAP), reportar las novedades relacionadas con la operación de peajes con modalidad REV:

- Lista de TAG activos (contratos prepago, pospago y exento).
- Lista de TAG inactivos (contratos prepago, pospago y exento).
- Saldos (contratos prepago).

Para el caso en que el REC envía novedades al SiGT, la prueba unitaria permitirá comprobar que el servicio web implementado en el SiGT permite a un REC descargar los cobros realizados, con una frecuencia dentro del rango determinado previamente en la especificación de requisitos y de acuerdo al tipo de novedad.

**3.11.1.3 Interfaz con usuarios externos.** En este caso, la prueba deberá ser realizada por varios usuarios humanos registrados con diferentes roles y permisos. Estos deberán verificar el proceso de autenticación en el SINITT

<sup>59</sup> <http://tools.ietf.org/html/rfc6797>.



para ingresar al sistema, y la funcionalidad provista por el SiGT para cada rol (páginas, menús, formatos).

**3.11.2 Requisitos de usabilidad.** Para verificar la usabilidad de los servicios provistos por el SiGT se deben desarrollar dos tipos de pruebas: B2B y B2C. Para las pruebas B2B se deberán desarrollar programas que permitan comprobar la ubicación de los servicios publicados, esto es, que las rutas de acceso documentadas son correctas.

□ Para las pruebas B2C, se debe conformar un grupo de usuarios que por medio del uso de la interfaz web provista, califique la efectividad, eficiencia y demás criterios de satisfacción:

- Simplicidad y facilidad de uso de la interfaz gráfica;
- Calidad del diseño gráfico;
- Existencia de ayuda en línea;
- Existencia de soporte en línea y
- Tiempos promedio de respuesta.

**3.11.3 Requisitos de desempeño.** Los requisitos de desempeño se verificarán a través de la medición de los valores especificados en este documento (Sección 3.3.4 “Requisitos de Desempeño”). En general, y dado que el sistema proveerá dos tipos de servicios con características muy diferentes (B2B y B2C), se deberán implementar métodos específicos para cada parámetro a verificar.

**3.11.3.1 Tiempos de respuesta del SiGT.** Como no se puede garantizar la calidad, capacidad y velocidad de los canales de comunicación involucrados (Internet), los tiempos de respuesta para las transacciones B2B especificados deberán ser medidos desde todas las instalaciones de los REC y COP participantes en el sistema IP/REV, mediante el software apropiado.

**3.11.3.2 Concurrencia.** Para medir la capacidad del SiGT en relación al número de usuarios (sistemas y humanos) concurrentes se deberá utilizar un software o servicio que permita simular la carga del SiGT, mediante las herramientas apropiadas.

**3.11.3.3 Requisitos lógicos de base de datos.** Para verificar el diseño lógico de la base de datos del SiGT, se debe garantizar que el diseño físico que se modele e implemente permite soportar las transacciones y la generación de reportes, según los requisitos especificados en este capítulo.

Todas las fechas mencionadas en las entidades de la base de datos deberán estar acorde a la hora legal establecida en Colombia, obtenidas mediante el uso del protocolo NTP<sup>60</sup>, servidor Horario UTC-5.

**3.11.4 Restricciones de diseño.** Dadas la características del SiGT propuesto, el sistema a diseñar deberá estar basado en una arquitectura orientada a servicios (del inglés Service Oriented Architecture, SOA). Para esto se deberá verificar que la arquitectura implementada cumple con el estándar ISO/IEC 38500 de 2015, como se especifica en la Sección 3.3.7 “Cumplimiento

<sup>60</sup> Del inglés Network Time Protocol.



de Estándares”. En particular, se deberá garantizar el cumplimiento de los siguientes principios establecidos en el estándar:

- Gobierno Corporativo de TI (del inglés *Corporate Governance of IT*): Refiere al sistema mediante el cual se dirige y controla el uso actual y futuro de las tecnologías de la información.
- Gestión (del inglés *Management*): Refiere al sistema de controles y procesos requeridos para lograr los objetivos estratégicos establecidos por la dirección de la organización. Está sujeta a la guía y a la monitorización establecidas mediante el gobierno corporativo.
- Uso de TI (del inglés *Use of IT*): Refiere a la planificación, diseño, desarrollo, despliegue, operación, gestión y aplicación de TI para cumplir con las necesidades del negocio. Incluye tanto la demanda como la oferta de servicios de TI por unidades de negocio internas, unidades especializadas de TI, proveedores externos y “utility services”.
- Conducta Humana (del inglés *Human Behavior*): La comprensión de las interacciones entre personas y otros elementos de un sistema con la intención de asegurar el bienestar de las personas y el buen rendimiento del sistema. Incluye la cultura, necesidades y aspiraciones de las personas como individuos y como grupo.

**3.11.5 Cumplimiento de estándares.** El comportamiento estándar de un sistema transaccional como el SiGT incluye el registro cronológico de todas las actividades realizadas mediante el uso del sistema. En particular, el sistema a desarrollar deberá implementar los mecanismos necesarios que permitan llevar a cabo la reconstrucción y el examen de cualquier secuencia de eventos, de tal forma que provean el soporte necesario para realizar el proceso de auditoría que defina el MT.

**3.11.6 Requisitos de calidad.** El software a desarrollar o adquirir para el SiGT cumple un papel crucial en el funcionamiento del servicio IP/REV. Por lo tanto la empresa a participar en el proceso de licitación de este subsistema deberá garantizar la aplicación de las prácticas y modelos internacionales, tanto metodológicos como de procesos, definidos por el modelo CMMI. Para lo anterior la empresa deberá certificar una valoración CMMI (versión 1.3 o superior) nivel 5, en el área de Desarrollo o Servicio, dependiendo del objeto que el MT defina para la licitación de este subsistema.

**3.11.7 Información de soporte.** Como herramienta de soporte para la solución de disputas, los OP deberán garantizar la disponibilidad de video y la funcionalidad que permitan asociar un cobro en particular con la filmación y el resultado del ALPR (del inglés *Automatic Licence Plate Recognition*) correspondiente. Esta información en formato de video deberá ser almacenada por el OP por el período especificado en la Sección 3.3.5.1 “Requisitos de Base de Datos del SI de los COP”.



### 3.12 REQUISITOS DEL CENTRO DE DATOS DEL SiGT

A continuación se presentan las consideraciones generales para el dimensionamiento del SiGT:

- Todos los sistemas deben contar con mantenimiento en sitio en modalidad 7 x 24 x 4 por los 365 días del año más bisiestos.
- La disponibilidad del sistema debe ser igual o superior al 99.98% medido tanto en la disponibilidad de la plataforma como en los canales de comunicación.
- En caso de falla, el tiempo máximo para recuperar la operación del SiGT es de 30 minutos.
- Los costos de operación deben incluir instalación, configuración, pruebas funcionales, puesta en marcha y gestión y soporte por cinco años.
- El sistema tendrá un respaldo para su operación con equipos de las mismas referencias y configuraciones en un centro de datos ubicado a por lo menos a 50 kilómetros de distancia<sup>61</sup>. La información deberá estar sincronizada para garantizar una entrada en operación del DRP sin afectación de la información. El DRP operará en modalidad pasiva.
- Se deberán entregar las licencias necesarias para poder operar el SiGT sin ninguna restricción y/o limitación (sistemas operativos, base de datos, elementos de comunicación, sistemas de gestión, etc).
- El MTBF de los equipos de procesamiento debe ser superior a 300.000 horas.
- El factor de confiabilidad (RF) de la solución de almacenamiento debe ser superior a 150.000 horas.
- El MTBF de los equipos de red debe ser superior a 200.000 horas.

Desde el punto de vista de necesidades de equipos para la operación del sistema se presentan cinco (5) grandes áreas, las cuales se detallan en las siguientes secciones:

1. Infraestructura
2. Comunicaciones
3. Procesamiento
4. Almacenamiento
5. Virtualización

<sup>61</sup> Esta distancia se recomienda para mitigar posibles afectaciones por desastres naturales como terremotos, inundaciones. Adicionalmente se garantiza con esta distancia que los circuitos eléctricos que alimentan cada centro de datos sean diferentes lo cual reduce que en caso de fallas de suministro eléctrico sean simultáneas.



**3.12.1 Infraestructura.** El sistema deberá estar alojado en un centro de datos diseñado con especificaciones mínimas de operación TIER 3, con DRP en centro de datos (mínimo TIER 3) ubicado por lo menos a 50 kilómetros de distancia y que cuente con condiciones semejantes de operación. El operador debe dimensionar el sistema de recuperación a desastres teniendo en cuenta que el tiempo de punto de recuperación (RPO) debe ser máximo de 10 minutos, y el tiempo de recuperación (RTO) debe ser de hasta 20 minutos.

Para la operación del SiGT se plantean dos escenarios respecto a las condiciones del centro de datos.

1. Sistema de Colocation en un centro de datos certificado en TIER 4 con respaldo del sistema en un TIER 3 como mínimo.
2. Sistema de Colocation en un centro de datos certificado en TIER 3 con respaldo del sistema en un TIER 3 como mínimo.

La posibilidad de solicitar la construcción de un nuevo centro TIER 3 no es factible debido a los tiempos necesarios de diseño, construcción y certificación, lo cual puede impactar en demoras en la implementación del SiGT.

Los equipos del sistema deberán quedar instalados dentro de una jaula al interior del centro de datos, con control de acceso.

**3.12.2 Redes de Comunicación.** El sistema debe presentar una redundancia de todos sus componentes: routers de entrada, switch core principal y de distribución, otros. Los cuales deben ser configurados de forma agregada para minimizar el impacto en caso de fallas.

Se debe incluir como elementos de protección un firewall de entrada, un firewall web (waf) para protección a los portales, un sistema de filtrado de contenido con capacidad de análisis de tráfico SSL y de protección a ataques de servicio. Todos en forma redundante.

Se deben incluir los switch SAN (pueden ser dedicados SAN ó LAN/SAN) necesarios para la comunicación entre los servidores y el almacenamiento.

Todos los equipos instalados deberán ser gestionables remotamente y se deberá entregar su herramienta respectiva. Las conexiones serán Ethernet de mínimo 10Gbps para la transmisión de datos y de mínimo 1Gbps para la gestión (red separada). Se realizarán conexiones dobles en forma agregada con el fin de aumentar el ancho de banda y tener una redundancia de los mismos.

Se deberán instalar mínimo dos (2) canales de comunicación para garantizar la redundancia en la comunicación, deberán ser con diferentes proveedores, nivel de reuso de 1, bidireccionales y ancho de banda mínimo de 1 Gbps<sup>62</sup> dedicados exclusivamente para la comunicación con los REC y OP, y una disponibilidad igual o superior al 99.98%. Comunicaciones adicionales como sincronismo con la réplica, y otras, deberán tener un ancho de bando dedicado y deberá ser suministrado por la empresa que realice la operación del SiGT.

<sup>62</sup> Este ancho deberá ser revisado y escalado de acuerdo al tráfico medido en la operación del SiGT.



**3.12.3 Procesamiento.** El sistema de procesamiento debe ser compuesto por una solución blade con redundancia en fuentes de alimentación y tarjetas de red, reemplazo de partes en caliente (hot swap). Cada servidor debe tener memorias con detección y corrección de errores (ECC), operación en cluster y un MTBF superior a 300.000 horas. Las tarjetas de red deberán garantizar la operación en forma agregada.

La solución deberá alojar los portales de acceso, servidores de aplicación, motor de la base de datos, así como los necesarios para garantizar el funcionamiento del SiGT. La base de datos se instalará en modalidad cluster con configuración activo – activo.

Un sistema balanceador de carga que permite distribuir las peticiones entre los portales del sistema, así como dar protección de ataques o intentos no autorizado de acceso a los mismos.

Las necesidades básicas son:

- Portales WEB: 8 Cores y 64 GB de RAM; 3 en operación y uno de respaldo.
- Servidores de Aplicación: 12 Cores y 96 GB de RAM; 2 en operación y uno de respaldo.
- Base de Datos: 8 Cores y 256 GB de RAM; cluster activo-activo.
- Gestión del sistema (incluye servidor de syslog): 8 Cores y 32 GB de RAM; 4 equipos.

**3.12.4 Almacenamiento.** El almacenamiento del sistema se hará en una solución SAN con doble controladora y un arreglo de discos que permitan garantizar el nivel de accesos requerido por la base datos, así como la redundancia necesaria para garantizar la integridad de la información. El almacenamiento debe contar con envío de falla directo al fabricante en caso de falla de algún disco y/o controladora.

Las necesidades básicas son:

- Portales: 800 GB.
- Aplicación: 600 GB.
- Base de datos: 3 TB.
- Gestión del sistema: 3 TB.

**3.12.5 Virtualización.** La herramienta de virtualización tiene que ser compatible con todos los elementos de la solución (hardware, software, red) certificado por los fabricantes, debe permitir agregación de servidores para establecer clusters, así como la transferencia en caliente de una máquina virtual en caso de falla de algún componente de procesamiento.



**CAPÍTULO 4: ESPECIFICACIÓN DE REQUISITOS DE  
HARDWARE**

**BORRRADOR**



#### 4.1 GENERALIDADES

De acuerdo a la visión descrita en el Capítulo 2 “Concepto de Operación” del presente documento y con el objetivo de lograr la Interoperabilidad de Peajes y el Recaudo Electrónico Vehicular (IP/REV) se requiere especificar el Hardware necesario por los operadores, para garantizar el funcionamiento del sistema IP/REV propuesto.

El presente capítulo identifica las partes fundamentales del sistema Recaudo Electrónico Vehicular (REV). Para cada parte, se describen los elementos de Hardware necesarios para garantizar la interoperabilidad de peajes del sistema REV en Colombia. De igual manera, los requisitos (funcionales, de uso, de confiabilidad, de rendimiento, entre otros) que debe tener cada elemento de Hardware son presentados. Finalmente, en el capítulo se presentan las consideraciones necesarias al momento de verificar y validar el correcto funcionamiento de un sistema REV.

**4.1.1 Alcance de los requisitos de hardware.** A continuación se presentan los requisitos de hardware para el funcionamiento del sistema REV en Colombia. La primera parte expone los aspectos generales de la estructura del sistema desde el punto de vista del hardware, los elementos que lo componen y los requisitos de cada uno. Los requisitos presentados se encuentran fijados para las operaciones elementales del sistema REV en Colombia, teniendo en cuenta estándares ISO (Estándar ISO 18000-63, ISO/IEC 17575, ISO/IEC 17573, ISO/IEC 16410) de dicha área.

La segunda parte presenta la verificación y validación de los requisitos de hardware a fin de determinar que son correctos, completos y exactos para satisfacer los requerimientos del sistema IP/REV en Colombia, estos últimos plasmados en el Capítulo 2 “Concepto de Operación”.

**4.1.2 Referencias.** Este documento se basa en las siguientes referencias:

- Estándar ISO 18000-63 2013. Information technology -- Radio frequency identification for item management. International Organization for Standardization.
- Estándar ISO/IEC 17575. Electronic fee collection -- Application interface definition for autonomous systems. International Organization for Standardization.
- Estándar ISO/IEC 17573. Electronic fee collection -- Application interface definition for autonomous systems. International Organization for Standardization
- Estándar ISO/IEC 16410. Electronic fee collection — Evaluation of equipment for conformity to ISO/TS 17575. International Organization for Standardization.
- Resolución 004100 de 28 de diciembre de 2004 del Ministerio de Transporte.

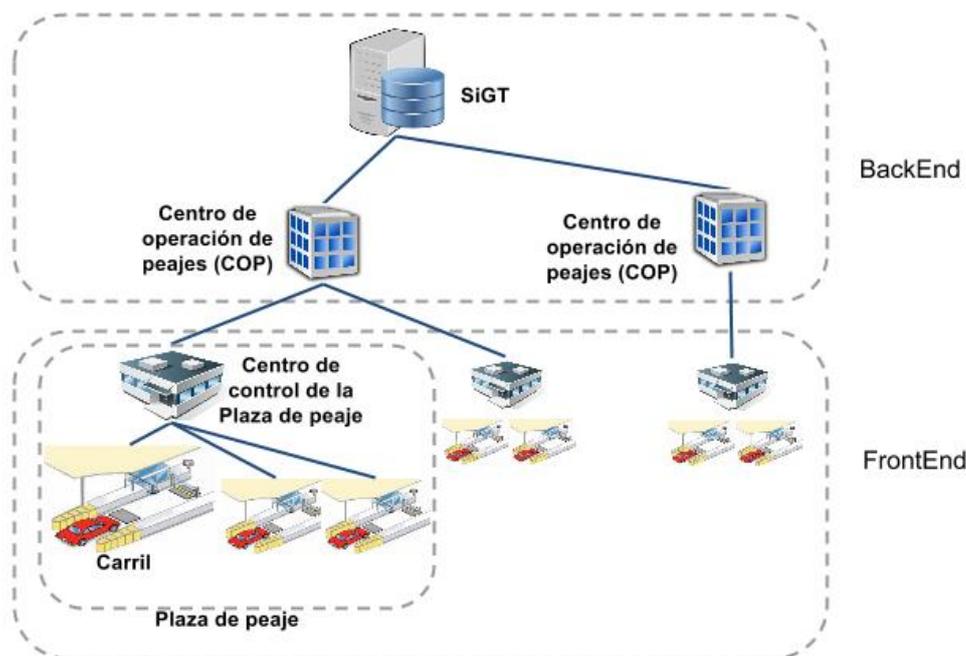
- Manuales de señalización vial. Ministerio de Transporte.
- Estándar IEEE 1012. Standard for System and Software Verification and Validation. 2012.

## 4.2 ELEMENTOS DEL SISTEMA REV DEL OPERADOR

El sistema REV del operador se encuentra dividido en dos partes fundamentales: un Centro de Operación de Peajes (COP) que recoge todos los datos de peajes de la concesión y que permite hacer control sobre los mismos; y una plaza de peaje que a su vez está compuesta por un centro de control y sus carriles REV. Éstos últimos consisten en el segmento de carretera por donde transita el vehículo y que pertenece al peaje con todos los sistemas necesarios (RSU) para realizar el cobro.

La figura\_4.1 muestra los componentes del sistema REV del operador y su conexión con el SiGT con los elementos de hardware necesarios para su funcionamiento básico, según la norma ISO 17575-1.

Figura 4.1. Estructura de los componentes del sistema REV



A continuación se presentan los requisitos para el funcionamiento de un peaje con REV a nivel de plaza, detallando los componentes que componen el carril REV y el centro de control de la misma.



### 4.3 FRONT-END - INFRAESTRUCTURA PARA SERVICIO A NIVEL DE CARRIL REV O CARRIL MIXTO (MANUAL/REV)

En los sistemas de recaudo en peajes, se identifican los siguientes tipos de carriles:

- Carriles de pago manual: son carriles donde el usuario realiza su pago en efectivo, mediante la ayuda de una persona en el carril de peaje.
- Carriles de pago automático: son carriles donde el usuario realiza el pago mediante una tecnología de comunicación inalámbrica, sin necesidad de realizar una transacción física.
- Carriles mixtos: Son carriles donde se pueden realizar pagos de forma manual y automática.

A continuación se describen los componentes más importantes del front-end para un carril y plaza de peaje REV.

**4.3.1 Tag RFID ISO 18000-63 (On Board Unit - OBU).** En los sistemas de recaudo electrónico se realiza una transferencia de datos entre el vehículo, que cuenta con un TAG RFID ISO 18000-63 (OBU) y la RSU. A continuación se listan los requisitos para este elemento.

Tipo	Descripción												
<b>RH001 Funcional</b>	<p>Tag RFID compatible con estándar ISO/IEC 18000-63 2013.</p> <p>Tag RFID ISO 18000-63 con TID único y longitud de 96 bits. Los TAG RFID, según el Ministerio de Transporte, deberán tener un campo EPC con la siguiente codificación GS1 para identificar a los TAG RFID que pertenecen al dominio de peajes REV (algunos campos pendientes por definir).</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Campo</th> <th>Bits</th> <th>Valor</th> <th>Definición</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Encabezado</td> <td>8</td> <td>8004</td> <td>Identificador de Aplicación. Permite indicar que el campo de datos contiene un GIAI.</td> </tr> <tr> <td>Valor de Filtro</td> <td>3</td> <td>000</td> <td>Este campo permite hacer un filtro rápido y una pre-selección de los tipos básicos de bienes que se pueden codificar. Este campo se usa para efectos de lectura de una etiqueta RFID.</td> </tr> </tbody> </table>	Campo	Bits	Valor	Definición	Encabezado	8	8004	Identificador de Aplicación. Permite indicar que el campo de datos contiene un GIAI.	Valor de Filtro	3	000	Este campo permite hacer un filtro rápido y una pre-selección de los tipos básicos de bienes que se pueden codificar. Este campo se usa para efectos de lectura de una etiqueta RFID.
Campo	Bits	Valor	Definición										
Encabezado	8	8004	Identificador de Aplicación. Permite indicar que el campo de datos contiene un GIAI.										
Valor de Filtro	3	000	Este campo permite hacer un filtro rápido y una pre-selección de los tipos básicos de bienes que se pueden codificar. Este campo se usa para efectos de lectura de una etiqueta RFID.										



Campo	Bits	Valor	Definición
Partición	3	5	Es un número que indica el tamaño en bits del EPC Manager o Prefijo de Compañía.
Prefijo Compañía	24	7701234	Identifica al Ministerio de Transporte.
Tag Serial	36	123456789	Número de serial del TAG RFID
Reservado para uso futuro	6	00	Este campo podrá ser usado en aplicaciones futuras.
Suma de verificación	16	0009	Permitirá verificar la integridad de los datos codificados.

**RH002  
Usabilidad**

Tags RFID ISO 18000-63 inalterables (tamper proof). El Tag RFID ISO 18000-63 deberá estar adherido al panorámico del vehículo, en una posición que no afecte el funcionamiento propio, ni el de otros sistemas de REV.

**RH003  
Confiabilidad**

Tags RFID ISO 18000-63 con tiempo de vida superior a 3 años, apropiado para la exposición a las condiciones dadas en vidrios panorámicos de los vehículos.

**RH004  
Rendimiento**

Tag RFID ISO 18000-63 con capacidad de operar con el sistema de lectura, a una distancia suficiente para ser detectada al ingresar al peaje.

**RH005  
Soporte**

Tag RFID ISO 18000-63 con soporte y disponibilidad suficiente dadas por el fabricante.

**RH006  
Interfaces para intercambio de datos**

Inalámbrica, especificada por la norma ISO 18000-63.

**4.3.2 Unidad de lectura de TAG RFID.** El sistema de lectura de TAG RFID, es el encargado de detectar el vehículo cuando ingresa al carril REV del peaje, mediante la tecnología RFID ISO 18000-63. Esta unidad se encuentra compuesta por: unidad de procesamiento, unidad de radio, interfaz o puerto de comunicaciones, cables de radio frecuencia, antena(s) y un sistema de alimentación de energía. A continuación se describen los requisitos para este componente.



Tipo	Descripción
<b>RH007</b> <b>Funcional</b>	<p>Lectura de campos EPC de TAG RFID ISO 18000-63 y campo TID de aquellos que pertenezcan al dominio de peajes.</p> <p>Verificación de integridad de la información: la unidad de lectura deberá contar con un sistema de verificación de integridad de la información de los TAG RFID ISO 18000-63 leídos, igual o mejor que el CRC16.</p>
<b>RH008</b> <b>Usabilidad</b>	<p>Las unidades de lectura deberán ser aptas para operación en pórticos y en condiciones de intemperie. Deberán cumplir con el estándar IP66.</p>
<b>RH009</b> <b>Confiabilidad</b>	<p>La unidad de lectura de TAG RFID ISO 18000-63, deberá garantizar una tasa de lecturas efectivas de al menos el 98% con TAG RFID bien instalados y en buen estado de conservación para una muestra de al menos 1000 TAG RFID.</p> <p>La unidad de lectura deberá tener una disponibilidad del 99.5%, con una media de tiempo entre fallas (MTBF) no menor a 26280 horas.</p> <p>La confiabilidad de los datos leídos de un TAG RFID ISO 18000-63 deberá ser superior al 99.9% medidos con una muestra de al menos 1000 TAG RFID.</p>
<b>RH010</b> <b>Rendimiento</b>	<p>El sistema deberá realizar al menos 100 lecturas por segundo de múltiples TAG RFID ISO 18000-63 en movimiento a una velocidad mínima de 60 Km/h con respecto al lector. La lectura del TAG RFID ISO 18000-63 deberá ser efectiva exclusivamente en el carril REV en donde circula el vehículo y detectado una sola vez. La antena del sistema de lectura de TAG RFID deberá ser ubicada a una distancia de la barrera de paso o talanquera del carril, tal que permita que los vehículos puedan transitar a una velocidad de hasta 60Km/h realizando pago electrónico satisfactoriamente.</p> <p>La potencia máxima radiada por el sistema de lectura de TAG RFID deberá ser la estipulada por el estándar ISO 18000-63 y en ningún caso deberá exceder la especificada en la normatividad colombiana emitida por la Agencia Nacional del Espectro (ANE). De igual manera, las frecuencias de operación estarán en la banda de 900MHz y serán las que permita la Agencia Nacional del Espectro para este tipo de aplicación.</p>
<b>RH011</b> <b>Soporte</b>	<p>Las unidades de lectura deberán contar con soporte técnico y capacidad de suministro por parte del fabricante y/o proveedor durante el tiempo de funcionamiento en el peaje.</p>



**RH012**  
**Interfaces para transmisión de datos** Interfaces físicas para transmisión de datos RS232 o Ethernet IEEE 802.3.

**4.3.3 Sistema para reconocimiento de número de placa.** La detección de placas vehiculares es una parte fundamental en los sistemas inteligentes de transporte. En el caso de los sistemas IP/REV, estas tecnologías permiten contrastar la información recogida a partir del TID del TAG de la base de datos del SiGT, con la información obtenida por los sistemas a nivel del carril REV.

A continuación se describen los requisitos para este componente.

Tipo	Descripción
<b>RH013</b> <b>Funcional</b>	El sistema deberá reconocer la placa del vehículo que ingresa al carril REV de forma automática y los caracteres detectados deberán ser almacenados en el centro de control de la plaza de peaje junto con las evidencias de paso del vehículo (ver sección 4.3.4) por el carril REV del peaje. El reconocimiento de la placa se acepta como válido, si al menos cinco de los seis caracteres de la placa detectada corresponden en posición, a los caracteres de la placa registrada en la base de datos que está asociada al TAG leído. Detección de placas con el vehículo en movimiento a una velocidad máxima de 60Km/h.
<b>RH014</b> <b>Usabilidad</b>	Reconocimiento de placas de vehículos en cada uno de los carriles REV del peaje.
<b>RH015</b> <b>Confiabilidad</b>	El sistema de detección de placas deberá tener una disponibilidad del 99.5%, con una media de tiempo entre fallas (MTBF) no menor a 17000 horas.
<b>RH016</b> <b>Rendimiento</b>	El sistema de detección de placas deberá tener una efectividad igual o superior al 95%, para placas en buen estado de conservación y limpieza. Sistema de reconocimiento de placas con tiempo de respuesta inferior a 2 segundos desde el momento en que se realiza la fotografía hasta que se obtiene el texto de la placa del vehículo. La cámara empleada para este sistema deberá tener un grado de protección IP66.
<b>RH017</b> <b>Soporte</b>	El sistema de reconocimiento de placas deberán contar con soporte técnico y capacidad de suministro por parte del fabricante y/o proveedor durante el tiempo de funcionamiento en el peaje
<b>RH018</b> <b>Interfaces para transmisión de datos</b>	Interfaces físicas para la transmisión de datos RS232 o Ethernet IEEE 802.3



**4.3.4 Cámaras para grabación de los ejes de los vehículos.** La cámara para grabación de los ejes de un vehículo y placa sirve como prueba de paso y para obtener evidencias acerca del número de ejes que tiene un automotor en caso que se requiera para la solución de discrepancias.

A continuación se describen los requisitos para este componente.

Tipo	Descripción
<b>RH019</b> Funcional	La cámara debe grabar vídeo y al menos una imagen donde se evidencie perfectamente el número ejes y la placa que lleva el vehículo. Dicha(s) imagen(es) y vídeo deberán ser almacenadas en el centro de control de la plaza de peaje junto con el texto de la placa detectada. La cámara para grabación de ejes y placa deberá capturar la fotografía y el vídeo con el objetivo mencionado anteriormente, a una velocidad de hasta 60Km/h.
<b>RH020</b> Usabilidad	Grabación en vídeo del número de ejes de los vehículos e imagen con número de placa en cada uno de los carriles del peaje REV, sin importar las condiciones climáticas, de iluminación o temperatura que estén en el peaje.
<b>RH021</b> Confiabilidad	El sistema de grabación de ejes de los vehículos deberá tener una disponibilidad del 99.5%, con una media de tiempo entre fallas (MTBF) no menor a 17000 horas.
<b>RH022</b> Rendimiento	Cámaras para grabación de ejes deberán entregar su información de forma inmediata al centro de control de la plaza de peaje y deberán operar y almacenar el vídeo al menos a 10 fps. Este tipo de cámara deberá tener un grado de protección IP66.
<b>RH023</b> Soporte	Las cámaras para la grabación de ejes y placa deberán contar con soporte técnico y capacidad de suministro por parte del fabricante y/o proveedor durante el tiempo de funcionamiento en el peaje.
<b>RH024</b> Interfaces para transmisión de datos	Interfaces físicas Ethernet IEEE 802.3.

**4.3.5 Cámaras de seguridad.** Con fines de control de flujo vehicular y seguridad se deberá contar con al menos una cámara panorámica en cada sentido y cámara(s) que permitan la vigilancia de las áreas de servicio. A continuación se describen los requisitos para este componente.



Tipo	Descripción
<b>RH025</b> <b>Funcional</b>	<p>Se deberá instalar una cámara panorámica por cada sentido del peaje (entrada, salida) tipo PTZ, controlables de forma remota. Así mismo, deberán existir cámaras que cubran por completo las áreas de servicio.</p> <p>Las cámaras operarán al menos a 15 fps, con zoom óptico de 32X con una sensibilidad mínima de 0.2 lux, compatibles con formatos H.264 y MPEG-4; y cumplir con el estándar ONVIF.</p> <p>Las cámaras deberán ser funcionales en diferentes condiciones de clima y temperatura, por lo que contarán con sistema calefactor propio.</p> <p>Se deberá contar con un switch de video, que permita seleccionar desde el COP a cualquiera de las cámaras de seguridad del peaje para el envío de las imágenes a dicho centro.</p>
<b>RH026</b> <b>Usabilidad</b>	<p>Las imágenes serán transmitidas al centro de control de la plaza de peaje. Allí serán almacenadas de forma cifrada empleando AES 256.</p>
<b>RH027</b> <b>Confiabilidad</b>	<p>Las cámaras deberán tener cada una disponibilidad del 99.9%, con una media de tiempo entre fallas (MTBF) no menor a 26000 horas.</p>
<b>RH028</b> <b>Rendimiento</b>	<p>Cada cámara deberá tener una resolución mínima de 1920x1080 píxeles. Este tipo de cámara deberá tener un grado de protección IP66.</p>
<b>RH029</b> <b>Soporte</b>	<p>Las cámaras deberán contar con soporte técnico y capacidad de suministro por parte del fabricante o proveedor durante el tiempo de funcionamiento en el peaje.</p>
<b>RH030</b> <b>Interfaces para transmisión de datos</b>	<p>Interfaz física Ethernet IEEE 802.3 u otro medio cableado para la transmisión de datos.</p>

**4.3.6 Sensores de detección automática de la categoría del vehículo.** El peaje deberá contar con los sensores necesarios para realizar de forma automática la categorización del vehículo, de acuerdo a las tablas vigentes de categorización. Entre los requisitos para los sensores, para dicha categorización se encuentran:



Tipo	Descripción
<b>RH031</b> <b>Funcional</b>	Se deberán instalar los sensores que determinen la categoría del vehículo, mediante la medición de variables como número de llantas, ancho de la llanta, altura, entre otras. Los sensores deberán ser capaces de determinar la categoría del vehículo en movimiento a una velocidad de hasta de 60 Km/h, antes de la barrera de paso y con vehículos transitando a 40 centímetros de separación.
<b>RH032</b> <b>Usabilidad</b>	Los sensores serán aptos para ser empleados en ambientes industriales y de aplicación en sistemas de peajes. Los sensores instalados no deberán afectar la velocidad con la que el vehículo ingresa al carril del peaje.
<b>RH033</b> <b>Confiabilidad</b>	Los sensores deberán tener cada uno una disponibilidad del 99.5%, con una media de tiempo entre fallas (MTBF) no menor a 17000 horas. El sistema de clasificación deberá tener una efectividad igual o superior al 98%.
<b>RH034</b> <b>Rendimiento</b>	El sistema de sensores y el correspondiente procesamiento de su información para determinar la categoría de un vehículo, deberán tener un tiempo de respuesta menor a 2 segundos, desde el momento en que el vehículo ingresa al carril y es detectado por todos los sensores, hasta que se determina la categoría.
<b>RH035</b> <b>Soporte</b>	El sistema de sensores deberá contar con soporte técnico y capacidad de suministro por parte del fabricante y/o proveedor durante el tiempo de funcionamiento en el peaje.
RH036 Interfaces para transmisión de datos	Interfaces físicas para la transmisión de datos RS232/RS485 o Ethernet IEEE 802.3 u otras no inalámbricas de carácter industrial.

**4.3.7 Equipos para pesaje automático de vehículos de carga.** Este ítem se presenta a manera de recomendación para el correcto funcionamiento de los sistemas REV.

En el peaje se recomienda contar como mínimo con un carril de cobro automático provisto con un sistema de pesaje dinámico (WIM), cuya capacidad corresponda por lo menos al máximo permitido por la vía, para estimar el peso de todos los camiones de carga que transiten por el peaje, sin que éstos se detengan por completo. La información del peso reportada por el sistema de pesaje será enviada de forma automática a la base de datos en el centro de control de la plaza de peaje.

Esto permitirá determinar la circulación no autorizada de vehículos pesados por



las vías, así como detectar vehículos pesados que lleven un eje levantado al momento de transitar por el peaje, permitiendo realizar una correcta clasificación como se aclara en el Capítulo 2 “Concepto de Operaciones”.

Asimismo el Ministerio de Transporte regulará a través de política pública los estándares para pesaje a nivel nacional. Los requisitos para dicho elemento son los siguientes.

Tipo	Descripción
<b>RH037</b> <b>Funcional</b>	Sensores para pesaje dinámico aptos para pesaje de cualquiera de los vehículos de carga usados en el país, estipulados en la resolución 004100 de 28 de diciembre de 2004 del Ministerio de Transporte.
<b>RH038</b> <b>Usabilidad</b>	Deberá existir al menos un carril con sistema dinámico de pesaje y deberá reportar el peso de forma automática al centro de control de la plaza de peaje junto con la información de los sensores de detección de categoría. La infraestructura para el pesaje deberá permitir el tránsito del vehículo a velocidad constante para evitar mediciones erróneas y otras condiciones que especifique el fabricante.
<b>RH039</b> <b>Confiabilidad</b>	El sistema de pesaje deberá tener un certificado de calibración por parte de una empresa avalada por la ONAC o el Instituto Nacional de Metrología, con una disponibilidad superior al 99% y un error máximo del 5% con vehículo transitando a 60 Km/h.
<b>RH040</b> <b>Rendimiento</b>	El sistema de pesaje de vehículos de carga deberá tener una precisión de al menos el 95%.
<b>RH041</b> <b>Soporte</b>	Las básculas del sistema deberán ser calibradas al menos 1 vez al año, notificando este procedimiento al centro de metrología de la SuperIntendencia de Industria y Comercio, para efectos de continuar con la certificación.
<b>RH042</b> Interfaces para transmisión de datos	Interfaces físicas para la transmisión de datos RS232/RS 485 o Ethernet IEEE 802.3.

**4.3.8 Sistema para gestión de información de carril.** Por cada carril exclusivo o mixto de REV se deberá instalar en el peaje un dispositivo de cómputo para recibir las lecturas procedentes de la unidad de lectura de TAG RFID. El dispositivo debe soportar la ejecución de las siguientes tareas:

- Recepción de hasta 100 datos de TAG RFID ISO 18000-63 por segundo provenientes de la unidad de lectura de TAG RFID ISO 18000-63.
- Gestión de la base de datos local del carril REV de los TAG RFID,



obtenida desde el SiGT a través del COP. Lo anterior con el fin de acelerar el proceso de consulta durante el paso de un vehículo por un carril REV del peaje. Los cambios realizados en la base de datos serán replicados al centro de control de la plaza de peaje. Esta arquitectura garantiza la independencia técnica entre carriles REV previniendo la propagación de un fallo a los demás.

- Monitoreo del estado de funcionamiento de los elementos de la plaza de peaje, así como la capacidad de recibir de forma remota desde el COP los datos para alterar su funcionamiento.
- Controlar el funcionamiento de la barrera de salida o talanquera.
- Realizar el cifrado y descifrado de datos transferidos entre el centro de control de la plaza de peaje y el computador del carril REV.

Los requisitos para dicho elemento son los siguientes.

Tipo	Descripción
<b>RH043</b> <b>Funcional</b>	<p>Deberá contar con procesador, memoria RAM y disco duro suficientes para ejecutar las tareas especificadas anteriormente. En caso de que el equipo se encuentre instalado en el carril, se deberá disponer de un disco duro de estado sólido que soporte las condiciones de vibración presentes en el carril REV.</p> <p>La base de datos deberá cumplir con los requisitos de base de datos definidos en el Capítulo 3 “Especificación de Requisitos de Software”.</p> <p>Deberá contar con sistemas de protección contra fallas en la red eléctrica de forma independiente.</p> <p>Deberá contar con seguridad física para evitar que actos vandálicos interfieran.</p> <p>Deberá cumplir con el estándar IP66 de protección si está expuesto a la intemperie o IP54 si está protegido en un ambiente cerrado, garantizando su operación entre -5°C a +45°C.</p> <p>Los equipos deberán cumplir con las exigencias del estándar FIPS 140-2 nivel 2 y las normas de compatibilidad electromagnética EMC clase A o su equivalente.</p> <p>El reloj del equipo deberá estar ajustado a la hora UTC-5 mediante protocolo NTP como se detalla en el Capítulo 3 “Especificación de Requisitos de Software”.</p>
<b>RH044</b> <b>Usabilidad</b>	<p>Componentes para la gestión de información de carril se recomiendan estar lo más cerca posible de los elementos que le suministran la información (sistema RFID ISO 18000-63, sensores, etc) a fin de mantener la integridad y la seguridad de la información.</p>
<b>RH045</b> <b>Confiabilidad</b>	<p>Componentes para gestión de la información de grado industrial y trabajo pesado, con garantía de funcionamiento en condiciones climáticas y de temperatura extremas.</p>



Tipo	Descripción
<b>RH046 Rendimiento</b>	Capacidad de procesar mínimo 100 solicitudes de búsqueda por segundo en la base de datos local del carril REV de los TAG RFID. De igual forma, deberá calcular la categoría de un vehículo a partir de la información de los sensores en un tiempo no mayor a 2 segundos.
<b>RH047 Soporte</b>	El sistema de cómputo para la gestión de información de carril deberá contar con soporte técnico y capacidad de suministro por parte del fabricante y/o proveedor durante el tiempo de funcionamiento en el peaje.
<b>RH048 Interfaces</b>	Interfaces físicas para la transmisión de datos RS232, Ethernet IEEE 802.3 con cable STP o con fibra óptica.

**4.3.9 Red de transmisión de datos entre carril y centro de control de la plaza de peaje.** Los sistemas instalados en el carril deberán comunicarse con el centro de control de la plaza de peaje a través de una red de comunicaciones Ethernet IEEE 802.3 que garantice la velocidad, integridad y seguridad de la información.

Los requisitos para este componente son los siguientes.

Tipo	Descripción
<b>RH049 Funcional</b>	Comunicaciones mediante canales con un ancho de banda que permita la transferencia de los datos entre los carriles y el centro de control de la plaza de peaje: vídeo de la cámara para grabación de placa y ejes, reportes de transacciones, información de soporte para discrepancias y reportes de estado de funcionamiento de los equipos de carril REV. Se deberá disponer de una línea de comunicación directa al centro de control de la plaza de peaje por cada uno de los carriles REV, a fin de garantizar la continuidad de las operaciones de los carriles en caso de que una de las conexiones falle. La información transferida entre el computador del carril REV y el centro de control de la plaza de peaje, deberá estar cifrada con un estándar igual o mejor al AES-256, a fin de garantizar la confidencialidad de dicha información.
<b>RH050 Usabilidad</b>	Elementos de red entre unidad de gestión de información de carril y centro de control de la plaza de peaje con protección de tipo industrial.
<b>RH051 Confiabilidad</b>	Los elementos empleados para la red deberán tener cada uno una disponibilidad del 99.9%, con una media de tiempo entre fallas (MTBF) no menor a 5 años.
<b>RH052 Rendimiento</b>	Capacidad de transmisión de datos de toda la información del carril REV (video, imágenes, datos).



Tipo	Descripción
<b>RH053 Soporte</b>	Los elementos de red deberán contar con soporte técnico y capacidad de suministro por parte del fabricante y/o proveedor durante el tiempo de funcionamiento en el peaje.
<b>RH054 Interfaces</b>	Interfaces para la transmisión de datos IEEE 802.3 con medios de cobre o fibra óptica.

**4.3.10 Red de transmisión de datos entre el centro de control de la plaza de peaje y el COP.** La plaza de peaje deberá disponer de un sistema de comunicaciones que le permita transferir al COP, la siguiente información:

- Vídeo de al menos una de las cámaras de seguridad instaladas en el peaje, seleccionada desde el COP.
- Reportes de estado de funcionamiento del peaje.
- Cobros realizados a los usuarios del peaje.
- Reportes de discrepancias con evidencias (imágenes y vídeo).

Tipo	Descripción
<b>RH055 Funcional</b>	Comunicaciones basadas en tecnología satelital y/o fibra óptica y/o microondas punto a punto, licenciadas y siempre que disponga de canales dedicados y privados con un ancho de banda que permita la transferencia de los datos requeridos de la plaza de peaje al COP. La información transferida deberá estar cifrada con un estándar igual o mejor al AES-256 a fin de garantizar la confidencialidad de dicha información.
<b>RH056 Usabilidad</b>	Los elementos de red de la plaza de peaje deberán contar con protección eléctrica de tipo industrial.
<b>RH057 Confiabilidad</b>	Los elementos empleados para la red deberán tener una disponibilidad del 99%, con una media de tiempo entre fallas (MTBF) no menor a 5 años.
<b>RH058 Rendimiento</b>	Capacidad de transmisión de datos enumerados anteriormente.
<b>RH059 Soporte</b>	Los elementos de red deberán contar con soporte técnico y capacidad de suministro por parte del fabricante y/o proveedor durante el tiempo de funcionamiento en el peaje.
<b>RH060 Interfaces</b>	NA

**4.3.11 Redes de comunicaciones para entidades que intercambien información con el SiGT.** Se deberá instalar un canal de comunicación a Internet para poder intercambiar la información necesaria entre el SiGT y las entidades relacionadas con IP/REV (COP, REC, MT, ANI, INVIAS, ET).



Tipo	Descripción
<b>RH061 Funcional</b>	Canal de comunicación con suficiente ancho de banda para satisfacer las necesidades de cada entidad relacionada y garantizar el flujo de datos hacia y desde el SiGT (mínimo de 1 Mbps). La información transferida deberá estar cifrada con un estándar igual o mejor al AES-256 a fin de garantizar la confidencialidad de dicha información.
<b>RH062 Usabilidad</b>	Para los casos de COP y REC se deberá contar con un canal de comunicaciones con nivel de reuso de 1 y bidireccionales.
<b>RH063 Confiabilidad</b>	Los elementos empleados para la red deberán tener un nivel de disponibilidad superior al 99%.
<b>RH064 Rendimiento</b>	Canal de comunicaciones con ancho de banda de mínimo de 1 Mbps.
<b>RH065 Soporte</b>	Los elementos de red deberán contar con soporte técnico y capacidad de suministro por parte del fabricante y/o proveedor durante el tiempo de funcionamiento en el peaje.
<b>RH066 Interfaces</b>	Interfaces de datos con fibra óptica y/o cobre y/o satelital, siempre que cumpla con los requisitos de disponibilidad.

**4.3.12 Barrera o talanquera de salida automática.** Los carriles REV deberán contar con una barrera automática que controle el paso de vehículos (Ver Figura 4.2).

Tipo	Descripción
<b>RH067 Funcional</b>	Talanqueras automáticas en cada carril REV del peaje que permitan el paso de los vehículos una vez se haya confirmado el cobro de la tarifa correspondiente.
<b>RH068 Usabilidad</b>	La talanquera deberá tener apertura y cierre automático. La composición física y estética de las barreras deberá ser conforme con el manual de señalización vial 2015 (Capítulo 5 Otros dispositivos para la regulación de tránsito, Sección 5.11. Señalización de estaciones de peaje, apartado 4 Barreras de control), adoptado por el Ministerio de Transporte.
<b>RH069 Confiabilidad</b>	Las talanqueras deberán tener un MTBF no menor a 1 año con características para trabajo pesado.
<b>RH070 Rendimiento</b>	El tiempo de respuesta para subida y para bajada de dicha barrera deberá ser igual o inferior a 0.7 segundos <sup>63</sup> en cada caso.

<sup>63</sup> De acuerdo al valor solicitado por los contratos de concesión actuales 4G.



Tipo	Descripción
<b>RH071</b> <b>Soporte</b>	Las barreras automáticas deberán contar con soporte técnico y capacidad de suministro por parte del fabricante y/o proveedor durante el tiempo de funcionamiento en el peaje.
<b>RH072</b> <b>Interfaces</b>	Interfaz de control RS 232, Ethernet IEEE 802.3 u otras de uso industrial.

**4.3.13 Semáforos.** Sobre los carriles REV se deberán instalar semáforos LED que indiquen al usuario el estado del carril REV (abierto o cerrado), así como la autorización para continuar el paso por el peaje.

Tipo	Descripción
<b>RH073</b> <b>Funcional</b>	<p>Se deberán instalar elementos de señalización visibles antes del peaje (Ver Figura 4.2), que indiquen al usuario el estado del carril REV (abierto, cerrado) de conformidad con el manual de señalización vial 2015 (Capítulo 5 Otros dispositivos para la regulación de tránsito, Sección 5.11. Señalización de estaciones de peaje, apartado 5 Semáforos e indicadores de forma de pago), adoptado por el Ministerio de Transporte.</p> <p>De igual forma, se deberán instalar semáforos ubicados en el carril REV después de la talanquera (Ver Figura 4.2) e informando al usuario acerca de si está autorizado o no para continuar su paso por el peaje. Estos elementos deberán cumplir con las normas presentadas en el manual de señalización vial 2015 (Capítulo 7 Semáforos), adoptado por el Ministerio de Transporte.</p>
<b>RH074</b> <b>Usabilidad</b>	<p>Los semáforos que indican el estado del carril deben ser visibles a una distancia tal que permita al usuario cambiar de carril en caso de que el carril REV se encuentre cerrado o en caso de que el usuario no disponga de los medios para realizar el pago electrónico.</p> <p>Los semáforos que indican la autorización para continuar el paso por el carril REV del peaje deben ser visibles desde el punto de entrada a dicho carril REV. Estos semáforos deben estar ubicados sobre el panel de señalización variable para garantizar un único punto de vista a los usuarios.</p>
<b>RH075</b> <b>Confiabilidad</b>	Los semáforos empleados deberán tener un nivel de disponibilidad superior al 99%, con un MTBF superior a 5 años.



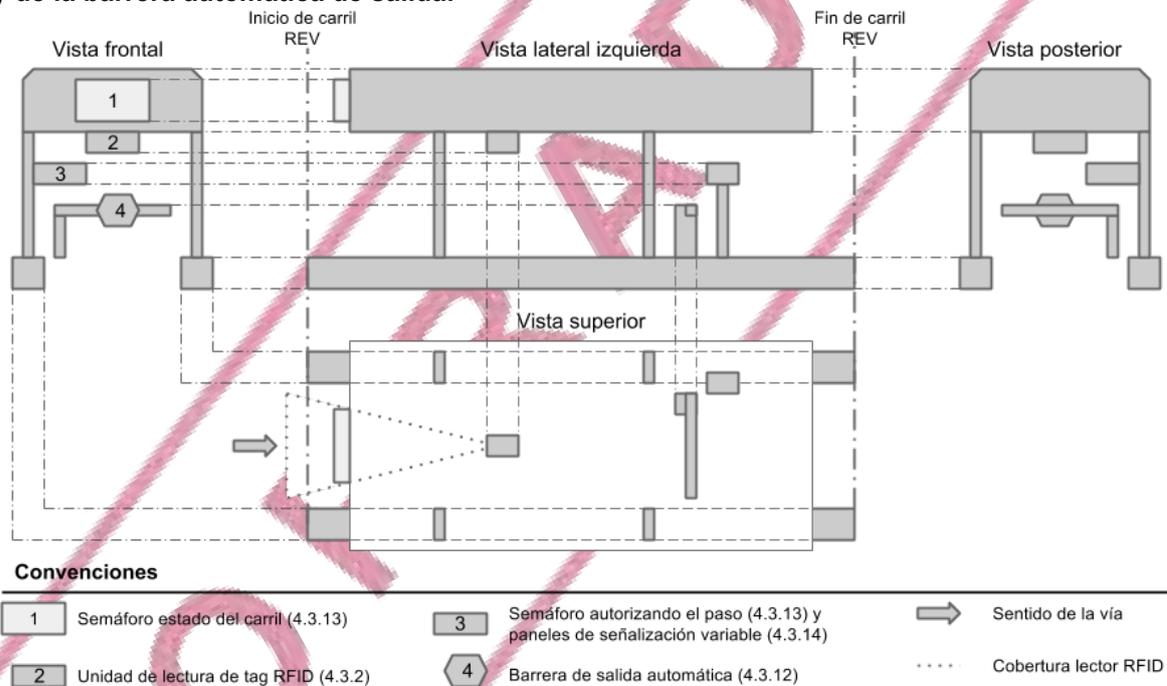
Tipo	Descripción
<b>RH076</b> <b>Rendimiento</b>	Los semáforos empleados deberán tener características de visibilidad, tamaño, colores y demás características especificadas en el manual de señalización vial 2015 Capítulo 5 Otros dispositivos para la regulación de tránsito, Sección 5.11. Señalización de estaciones de peaje, apartado 5 Semáforos e indicadores de forma de pago y Capítulo 7 Semáforos.
<b>RH077</b> <b>Soporte</b>	Los semáforos deberán contar con soporte técnico y capacidad de suministro por parte del fabricante y/o proveedor durante el tiempo de funcionamiento en el peaje. El mantenimiento realizado a los semáforos y a sus elementos asociados deberá realizarse en concordancia con el manual de señalización vial 2015, (Capítulo 7 Semáforos, Sección 7.4. Mantenimiento), adoptado por el Ministerio de Transporte.
<b>RH078</b> <b>Interfaces</b>	Interfaz física cableada de uso industrial.

**4.3.14 Paneles de señalización variable.** Los carriles REV del peaje deberán contar con pantallas de información alfanuméricas LED.

Tipo	Descripción
<b>RH079</b> <b>Funcional</b>	Las pantallas de información alfanumérica informarán al usuario el valor del pago realizado o alguno de los siguientes mensajes según aplique:  Saldo bajo, saldo insuficiente o TAG no reconocido.
<b>RH080</b> <b>Usabilidad</b>	Los paneles de señalización variable deberán ser visibles desde el punto de entrada al carril REV, desde la ubicación del conductor del vehículo, sin importar su categoría. Estos paneles deben estar ubicados debajo del semáforo que indica la autorización para continuar el paso por el peaje, a fin de garantizar un único punto de vista a los usuarios (Ver Figura 4.2), cumpliendo con las consideraciones de localización presentadas en el manual de señalización vial 2015 (Capítulo 2 , Sección 2.1 Generalidades de las señales verticales, apartado 4 ubicación). De igual manera, deberán cumplir con las consideraciones de diseño; así como de distancia mínima de visibilidad y lectura presentadas en el manual de señalización vial 2015, (Capítulo 2, Sección 2.7 Señales de mensaje variable), adoptado por el Ministerio de Transporte.
<b>RH081</b> <b>Confiabilidad</b>	Los paneles de señalización variable deberán tener un nivel de disponibilidad superior al 99% y un MTBF superior o igual a 5 años.

Tipo	Descripción
<b>RH082 Rendimiento</b>	Los paneles de señalización variable deberán tener características de visibilidad, tamaño, colores y demás características especificadas en el manual de señalización vial 2015 (Capítulo 2, Sección 2.7 Señales de mensaje variable).
<b>RH083 Soporte</b>	Los paneles de señalización variable deberán contar con soporte técnico y capacidad de suministro por parte del fabricante y/o proveedor durante el tiempo de funcionamiento en el peaje.
<b>RH084 Interfaces</b>	Interfaz física cableada de uso industrial.

**Figura 4.2. Estación de peaje: ubicación de semáforos, paneles de señalización variable y de la barrera automática de salida.<sup>64</sup>**



**4.3.15 Señalización en los carriles REV.** En los carriles REV deberá existir una señalización vertical y horizontal para indicar los carriles a usar y las cabinas habilitadas para recibir cada forma de pago, cumpliendo los aspectos contemplados en el manual de señalización vial 2015 (Capítulo 5 Otros dispositivos para la regulación del tránsito, Sección 5.11 Señalización de estaciones de peaje) , adoptado por el Ministerio de Transporte.

<sup>64</sup> La imagen se presenta a título indicativo, para facilitar la comprensión del lector. Para consideraciones de diseño; así como de distancia mínima de visibilidad y lectura referirse al Manual de señalización vial 2015.



Tipo	Descripción
<b>RH085</b> <b>Funcional</b>	Se deberán instalar elementos como: - Reductores de velocidad: se instalarán elementos para realizar la transición de la velocidad del vehículo en carretera, a la requerida para la realización del cobro electrónico. Dichos reductores se instalarán de acuerdo a los aspectos contemplados en el manual de señalización vial 2015 (Capítulo 5 Otros dispositivos para la regulación del tránsito, Sección 5.8 Reductores de velocidad).  - Delineadores de piso: deberán contar con delineadores de piso que guíen al conductor en la circulación en la zona que pertenece al peaje, de acuerdo a los aspectos contemplados en el manual de señalización vial 2015 (Capítulo 5 Otros dispositivos para la regulación del tránsito, Sección 5.4 Delineadores de piso o elevados Sección 5.8 Reductores de velocidad).
<b>RH086</b> <b>Usabilidad</b>	Estos elementos tendrán los colores, tamaños y demás características especificadas en el manual de señalización vial 2015 (Capítulo 5 Otros dispositivos para la regulación del tránsito y Capítulo 5 Otros dispositivos para la regulación del tránsito, Sección 5.4 Delineadores de piso o elevados Sección 5.8 Reductores de velocidad).
<b>RH087</b> <b>Confiabilidad</b>	Características especificadas en el manual de señalización vial 2015 (Capítulo 5 Otros dispositivos para la regulación del tránsito y Capítulo 5 Otros dispositivos para la regulación del tránsito, Sección 5.4 Delineadores de piso o elevados Sección 5.8 Reductores de velocidad).
<b>RH088</b> <b>Rendimiento</b>	La señalización de estaciones de peaje debe garantizar que los usuarios seleccionen correctamente los carriles habilitados para recibir cada forma de pago.
<b>RH089</b> <b>Soporte</b>	Es necesario prever mantenimientos preventivos y/o correctivos de la señalización vertical y horizontal, durante el tiempo de funcionamiento en el peaje.
<b>RH090</b> <b>Interfaces</b>	N.A.

**4.3.16 Instalaciones eléctricas.** Las instalaciones eléctricas son un elemento crítico del sistema REV, puesto que éstas alimentan a todos los equipos eléctricos presentes a nivel de carril REV de los peajes. Los requisitos para las instalaciones eléctricas son los siguientes.



Tipo	Descripción
<b>RH091</b> <b>Funcional</b>	Todas las instalaciones eléctricas deberán realizarse de acuerdo con lo establecido en las normas nacionales para tal fin, es decir, cumplir con la norma NTC 2050 y RETIE. De igual manera, todos los equipos eléctricos presentes a nivel de carril REV del peajes, deberán contar con las protecciones eléctricas a nivel de sobretensiones y cortocircuito.
<b>RH092</b> <b>Usabilidad</b>	Se deberá contar con un sistema de protección independiente para cada elemento electrónico a nivel de carril.
<b>RH093</b> <b>Confiabilidad</b>	Los componentes de las instalaciones eléctricas deberán tener un MTBF igual o superior a 5 años.
<b>RH094</b> <b>Rendimiento</b>	Las capacidades de los componentes del sistema eléctrico deberán estar en concordancia con las normas NTC 2050 y RETIE vigentes en Colombia y dimensionados para cada uno de los elementos que componen el carril REV.
<b>RH095</b> <b>Soporte</b>	Se deberá prever mantenimientos preventivos y/o correctivos de la infraestructura eléctrica, durante el tiempo de funcionamiento en el peaje.
<b>RH096</b> <b>Interfaces</b>	Interfaces físicas de tipo industrial.

**4.3.17 Sistema de respaldo eléctrico.** Un sistema de respaldo eléctrico debe entrar en operación, en el evento de un fallo en el suministro de energía eléctrica. Los requisitos para dicho sistema, son los siguientes.

Tipo	Descripción
<b>RH097</b> <b>Funcional</b>	Se deberá contar con un sistema de respaldo de energía eléctrica que permita la continuidad de las operaciones del puesto del carril REV, en el evento de fallas en la red de suministro eléctrico, garantizando el pleno funcionamiento de todos los carriles REV del peaje.
<b>RH098</b> <b>Usabilidad</b>	El sistema debe activarse de forma automática, una vez detectada una falla en la red de suministro eléctrico.
<b>RH099</b> <b>Confiabilidad</b>	El sistema de respaldo eléctrico deberá tener un MTBF igual o superior a 5 años.
<b>RH100</b> <b>Rendimiento</b>	El respaldo debe contar con una protección primaria a partir de Fuentes Ininterrumpidas de Potencia con un soporte de mínimo 30 minutos y una fuente de respaldo secundario, mediante grupo electrógeno, con capacidad de respaldo de mínimo 24 horas.



Tipo	Descripción
<b>RH101 Soporte</b>	Es necesario prever mantenimientos preventivos y/o correctivos del sistema de respaldo de energía eléctrica, durante el tiempo de funcionamiento en el peaje.
<b>RH102 Interfaces</b>	Interfaces físicas cableadas de uso industrial.

**4.3.18 Detectores de altura.** Se recomienda instalar controles de gálibo para detectar el exceso de altura de los vehículos a la entrada del carril REV, que permitan advertir acerca de posibles ingresos de vehículos que excedan la altura máxima permitida en toda la infraestructura de la concesión vial. Los requisitos para los detectores de altura, son los siguientes.

Tipo	Descripción
<b>RH103 Funcional</b>	El detector de altura deberá tener las características funcionales de conformidad con el manual de señalización vial 2015 (Capítulo 5 Otros dispositivos para la regulación de tránsito, Sección 5.7 Segregadores y limitadores de flujo, apartado 8 Limitador de Gálibo), adoptado por el Ministerio de Transporte.
<b>RH104 Usabilidad</b>	En caso de exceder la altura máxima permitida se deberá informar de forma inmediata al conductor mediante un panel de señalización dinámica, que cumpla con los requisitos especificados en el manual de señalización vial 2015 (Capítulo 2, Sección 2.7 Señales de mensaje variable) e instalado en un punto que permita al vehículo salir de circulación, sin obstaculizar el paso a otros vehículos.
<b>RH105 Confiabilidad</b>	El detector de altura deberá tener un MTBF igual o superior a 5 años.
<b>RH106 Rendimiento</b>	En caso de que un vehículo exceda la altura permitida para las vías de la concesión, el detector deberá notificarlo al centro de control de la plaza de peaje de forma inmediata.
<b>RH107 Soporte</b>	El detector de altura deberá contar con soporte técnico y capacidad de suministro por parte del fabricante y/o proveedor durante el tiempo de funcionamiento en el peaje.
<b>RH108 Interfaces</b>	Interfaces físicas cableadas de uso industrial.

**4.3.19 Equipos de monitoreo meteorológico.** Se recomienda contar con equipos de monitoreo meteorológico que informen sobre las condiciones climatológicas. Los requisitos para estos equipos son los siguientes.



Tipo	Descripción
<b>RH109 Funcional</b>	Se recomienda contar con equipos de monitoreo meteorológico que informen a los usuarios acerca del estado del viento, lluvia, neblina y temperatura. Los equipos de monitoreo meteorológico podrán ser los mismos que hayan sido instalados cumpliendo con los requisitos del contrato de concesión vial.
<b>RH110 Usabilidad</b>	Equipos de monitoreo meteorológico de uso industrial y adecuado para las posibles condiciones de viento, lluvia, neblina y temperatura del territorio colombiano.
<b>RH111 Confiabilidad</b>	Los equipos de monitoreo meteorológico deberán tener un nivel de disponibilidad superior al 99% y un MTBF superior a 2 años.
<b>RH112 Rendimiento</b>	La información meteorológica debe ser enviada cada 5 minutos al centro de control de la plaza de peaje.
<b>RH113 Soporte</b>	Los equipos de monitoreo meteorológico deberán contar con soporte técnico y capacidad de suministro por parte del fabricante y/o proveedor durante el tiempo de funcionamiento en el peaje.
<b>RH114 Interfaces</b>	Interfaces físicas cableadas de uso industrial.

**4.3.20 Medidor de volumen de tráfico vehicular.** A la entrada de cada peaje se recomienda instalar un sistema de medición continua de volumen de tráfico vehicular dentro del segmento previo al peaje de 400 metros de vía. Los requisitos del sistema de medición de volumen de tráfico vehicular son los siguientes.

Tipo	Descripción
<b>RH115 Funcional</b>	Equipo para medición de volumen de tráfico vehicular dentro del segmento de 400 metros de vía previos al peaje.
<b>RH116 Usabilidad</b>	Podrá emplearse cualquier tecnología siempre y cuando no afecte el tráfico vehicular y la infraestructura vial.
<b>RH117 Confiabilidad</b>	El medidor de volumen de tráfico vehicular deberá tener un nivel de disponibilidad superior al 99% y un MTBF superior a 5 años.
<b>RH118 Rendimiento</b>	Efectividad de al menos un 90%. La información entregada deberá ser transmitida al centro de control de la plaza de peaje y de allí al COP.

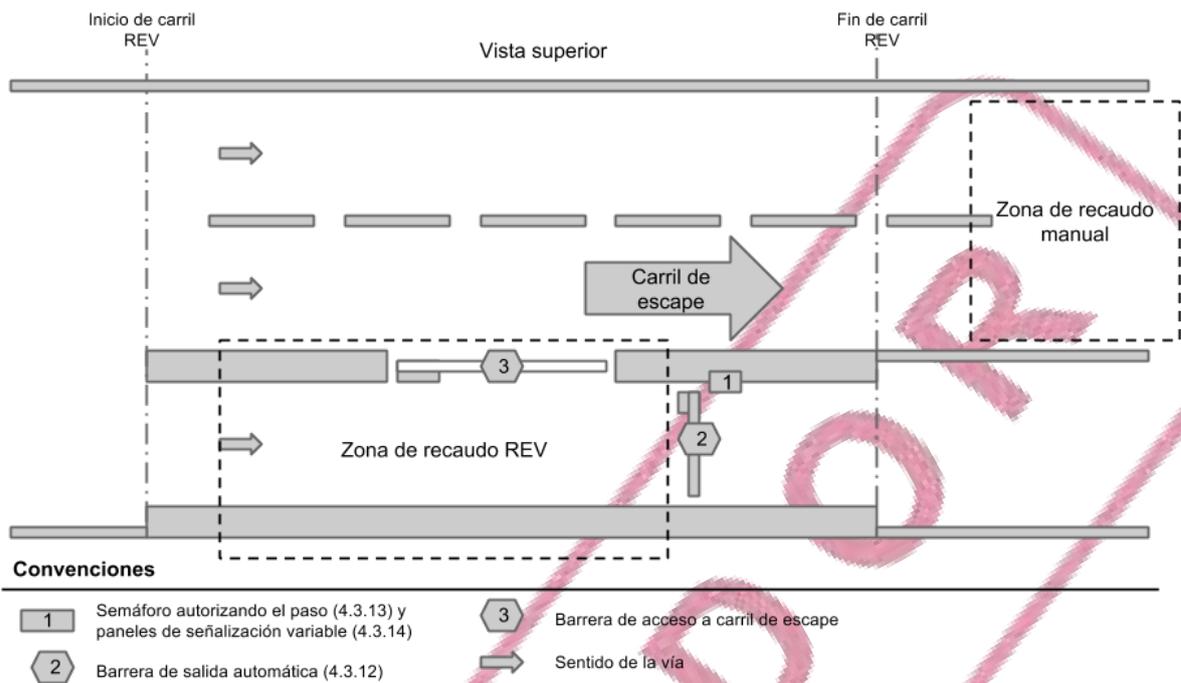


Tipo	Descripción
<b>RH119 Soporte</b>	El medidor de volumen de tráfico vehicular deberá contar con soporte técnico y capacidad de suministro por parte del fabricante y/o proveedor durante el tiempo de funcionamiento en el peaje.
<b>RH120 Interfaces</b>	Interfaces físicas cableadas de uso industrial.

**4.3.21 Carril de escape.** Uno de los objetivos principales del sistema IP/REV, es agilizar el paso de los vehículos por un peaje. El uso de un carril de escape permite agilizar el paso y gestión de vehículos que por algún motivo no pudieron completar su pago mediante el uso del TAG RFID, sin entorpecer el flujo en el carril exclusivo REV. Esto garantiza en gran medida que no habrá que implementar esquemas de contingencia para hacer retroceder a los vehículos que no completen el pago en el carril, incluso en horas pico o épocas de gran flujo vehicular.

Tipo	Descripción
<b>RH121 Funcional</b>	Para los carriles REV, es altamente recomendable instalar un carril de escape que permita desviar a los usuarios que no logren completar su pago por medio electrónico, a un carril de cobro manual.
<b>RH122 Usabilidad</b>	Se recomienda que el carril o carriles REV estén instalados antes de los carriles para pago manual, como se muestra en la Figura 4.3.
<b>RH123 Confiabilidad</b>	N.A.
<b>RH124 Rendimiento</b>	N.A.
<b>RH125 Soporte</b>	N.A.
<b>RH126 Interfaces</b>	N.A.

**Figura 4.3. Carril de escape.**



#### 4.4 FRONT-END - INFRAESTRUCTURA PARA EL SERVICIO A NIVEL DEL CENTRO DE CONTROL DE LA PLAZA DE PEAJE

La función del centro de control de la plaza de peaje, es recoger información de los carriles REV del peaje para almacenar, validar y transmitir información recopilada al COP. De igual forma, deberá recibir información desde el COP para efectos de configurar la plaza de peaje. Se debe garantizar la existencia de equipos de hardware para soportar las siguientes tareas:

**4.4.1 Recopilación de la información de monitoreo y supervisión.** Se deberá garantizar la gestión, almacenamiento, consulta local y remota de imágenes y video de seguridad sobre la actividad general del peaje. Se deberá también dar soporte para la recolección de información acerca del estado de funcionamiento de al menos: la unidad de lectura de TAG RFID ISO 18000-63, sistema de reconocimiento de número de placa, cámaras de grabación de número de ejes, cámaras de seguridad, sensores de detección automática de la categoría del vehículo, equipos para pesaje automático de vehículos de carga (en caso de estar instalado), sistema para gestión de información de carril (computador de carril) y barrera de salida automática.

Los requisitos para el equipo de cómputo que realice esta tarea son:

Tipo	Descripción
<b>RH127 Funcional</b>	El equipo de cómputo deberá garantizar el almacenamiento y visualización de toda la información de monitoreo y supervisión del peaje (vídeos, imágenes). El equipo deberá contar con interfaces para la consulta remota desde el COP de toda la información de monitoreo y supervisión almacenada a



nivel de la plaza de peaje.

El equipo deberá contar con sistemas de protección contra fallas en la red eléctrica de forma independiente. De igual manera, deberá contar con seguridad física para evitar que actos vandálicos interfieran.

Los equipos deberán cumplir con las exigencias del estándar FIPS 140-2 nivel 2 y las normas de compatibilidad electromagnética EMC clase A o su equivalente.

El reloj del equipo deberá estar ajustado a la hora UTC-5 mediante protocolo NTP como se detalla en el Capítulo 3 “Especificaciones de software”.

**RH128 Usabilidad**

El equipo de cómputo deberá recibir información de monitoreo y supervisión del peaje (vídeos, imágenes) de toda la plaza de peaje y ser visualizados mediante el uso de pantallas dedicadas.

**RH129 Confiabilidad**

El equipo deberá contar con un esquema de redundancia que permita garantizar una disponibilidad de al menos el 99.9% de los equipos de cómputo que soporten estas tareas.

**RH130 Rendimiento**

El equipo deberá contar con procesador, memoria RAM y disco duro suficientes para el procesamiento, almacenamiento y visualización de toda la información de monitoreo y supervisión del peaje (vídeos, imágenes). Se recomienda gestionar las tareas descritas en equipos de cómputo separados de aquellos realizan otras tareas en el centro de control de la plaza de peaje.

**RH131 Soporte**

El sistema de cómputo deberá contar con soporte técnico y capacidad de suministro por parte del fabricante y/o proveedor durante el tiempo de funcionamiento en el peaje.

**RH132 Interfaces**

Interfaces físicas para la transmisión de datos Ethernet IEEE 802.3 con cable STP o con fibra óptica.

**4.4.2. Recopilación de información de volumen de tráfico, pesaje y del paso de vehículos que transitan por el peaje con sus soportes.** El centro de control de la plaza de peaje deberá disponer de un sistema de cómputo que soporte la gestión para el procesamiento, almacenamiento y visualización de la información mencionada.

Los requisitos para los elementos de cómputo que realicen cada una de las tareas descritas son los siguientes:

Tipo	Descripción
<b>RH133 Funcional</b>	El equipo de cómputo deberá soportar el procesamiento, almacenamiento y visualización de toda la información de volumen de tráfico, pesaje y cada paso de vehículos registrado con sus soportes (imágenes y video).



El equipo deberá contar con interfaces para la consulta remota desde el COP de toda la información de volumen de tráfico, pesaje y cada paso de vehículos registrado con sus soportes a nivel de plaza de peaje (imágenes y video).

El equipo deberá contar con sistemas de protección contra fallas en la red eléctrica de forma independiente.

El equipo deberá contar con seguridad física para evitar que actos vandálicos interfieran.

Los equipos deberán cumplir con las exigencias del estándar FIPS 140-2 nivel 2 y las normas de compatibilidad electromagnética EMC clase A o su equivalente.

El reloj del equipo deberá estar ajustado a la hora UTC-5 mediante protocolo NTP como se detalla en el Capítulo 3 "Especificaciones de software".

**RH134 Usabilidad**

Los equipos de cómputo deberán recibir toda la información descrita y ser visualizada mediante el uso de pantallas dedicadas.

**RH135 Confiabilidad**

Los equipos de cómputo deberán contar con un esquema de redundancia que permita garantizar una disponibilidad de al menos el 99.9% de los equipos de cómputo que soporten estas tareas.

**RH136 Rendimiento**

El equipo deberá contar con procesador, memoria RAM y disco duro suficientes para el procesamiento, almacenamiento y visualización de toda la información de volumen de tráfico, pesaje y cada paso de vehículos registrado con sus soportes (imágenes y video). Se recomienda gestionar las tareas descritas en equipos de cómputo separados de aquellos que realizan otras tareas en el centro de control de la plaza de peaje.

**RH137 Soporte**

El sistema de de cómputo deberá contar con soporte técnico y capacidad de suministro por parte del fabricante y/o proveedor durante el tiempo de funcionamiento en el peaje.

**RH138 Interfaces**

Interfaces físicas para la transmisión de datos Ethernet IEEE 802.3 con cable STP o con fibra óptica.

**4.4.3 Gestión de discrepancias.** El centro de control de la plaza de peaje deberá disponer de equipos de cómputo para gestionar las posibles discrepancias generadas en la plaza de peaje.

Los requisitos para los elementos de cómputo que realicen la gestión de discrepancias deberán cumplir con los siguientes requisitos:

Tipo	Descripción
<b>RH139 Funcional</b>	El equipo de cómputo deberá soportar el procesamiento, almacenamiento y visualización para gestionar las posibles



discrepancias generadas en la plaza de peaje.  
 Deberán contar con interfaces para la consulta remota desde el COP de toda la información de las discrepancias generadas en la plaza de peaje.  
 Deberá contar con sistemas de protección contra fallas de suministro en la red eléctrica de forma independiente.  
 Deberá contar con seguridad física para evitar que actos vandálicos interfieran.  
 Los equipos deberán cumplir con las exigencias del estándar FIPS 140-2 nivel 2 y las normas de compatibilidad electromagnética EMC clase A o su equivalente.  
 El reloj del equipo deberá estar ajustado a la hora UTC-5 mediante protocolo NTP como se detalla en el documento de especificaciones de software.

**RH140 Usabilidad** Los equipos de cómputo deberán ofrecer la posibilidad de gestionar las posibles discrepancias generadas en la plaza de peaje.

**RH141 Confiabilidad** Deberán contar con un esquema de redundancia que permita garantizar una disponibilidad de al menos el 99.9% de los equipos de cómputo que soporten estas tareas.

**RH142 Rendimiento** Deberá contar con procesador, memoria RAM y disco duro suficientes para el procesamiento, almacenamiento y visualización de las discrepancias generadas en la plaza de peaje.  
 Se recomienda gestionar las tareas descritas en equipos de cómputo separados de aquellos realizan otras tareas en el centro de control de la plaza de peaje.

**RH143 Soporte** El sistema de de cómputo deberá contar con soporte técnico y capacidad de suministro por parte del fabricante y/o proveedor durante el tiempo de funcionamiento en el peaje.

**RH144 Interfaces** Interfaces físicas para la transmisión de datos Ethernet IEEE 802.3 con cable STP o con fibra óptica.

**4.4.4 Gestión de la base de datos con información de los TAG RFID emitidos.** El centro de control de la plaza de peaje deberá disponer de equipos de cómputo para garantizar la gestión de la base de datos de TAG RFID emitidos y que ha sido descargada desde el SiGT. Los requisitos para los elementos de cómputo que realicen cada una de las tareas descritas son los siguientes:

Tipo	Descripción
<b>RH145 Funcional</b>	El equipo de cómputo deberá soportar el procesamiento, almacenamiento y visualización para garantizar la gestión de la base de datos de TAG RFID emitidos y que ha sido descargada desde el SiGT. La base de datos de los TAG RFID emitidos deberá estar cifrada con un algoritmo AES-256 o



mejor.

El equipo deberá contar con sistemas de protección contra fallas en la red eléctrica de forma independiente.

El equipo deberá contar con seguridad física para evitar que actos vandálicos interfieran.

El equipo deberá cumplir con las exigencias del estándar FIPS 140-2 nivel 2 y las normas de compatibilidad electromagnética EMC clase A o su equivalente.

El reloj del equipo deberá estar ajustado a la hora UTC-5 mediante protocolo NTP como se detalla en el Capítulo 3 “Especificación de requisitos de software”.

**RH146 Usabilidad**

El equipo de cómputo deberá garantizar la gestión de la base de datos de los TAG RFID emitidos y que ha sido descargada desde el SiGT.

**RH147 Confiabilidad**

Se deberá contar con un esquema de redundancia que permita garantizar una disponibilidad de al menos el 99.9% de los equipos de cómputo que soporten estas tareas.

**RH148 Rendimiento**

El equipo deberá contar con procesador, memoria RAM y disco duro suficientes para el procesamiento, almacenamiento para la gestión de la base de datos de TAG RFID emitidos y que ha sido descargada desde el SiGT.

Se recomienda gestionar las tareas descritas en equipos de cómputo separados de aquellos que realizan otras tareas en el centro de control de la plaza de peaje.

**RH149 Soporte**

El equipo de cómputo deberá contar con soporte técnico y capacidad de suministro por parte del fabricante y/o proveedor durante el tiempo de funcionamiento en el peaje.

**RH150 Interfaces**

Interfaces físicas para la transmisión de datos Ethernet IEEE 802.3 con cable STP o con fibra óptica.

**4.4.5 Información de configuración de la plaza de peaje.** El centro de control de la plaza de peaje deberá disponer de equipos de cómputo para la recepción desde el COP de información de tarifas y otro tipo de posibles configuraciones que se deriven para la correcta ejecución del sistema IP/REV de peajes.

Los requisitos para los elementos de cómputo que realicen cada una de las tareas descritas deberán cumplir con los siguientes requisitos:

Tipo	Descripción
<b>RH151 Funcional</b>	El equipo de cómputo deberá soportar el procesamiento, almacenamiento y visualización para la recepción de tarifas y otro tipo de posibles configuraciones que se deriven para la correcta ejecución del sistema IP/REV de peajes. El equipo deberá contar con sistemas de protección contra fallas en la red eléctrica de forma independiente.



El equipo deberá contar con seguridad física para evitar que actos vandálicos interfieran.

El equipo deberá cumplir con las exigencias del estándar FIPS 140-2 nivel 2 y las normas de compatibilidad electromagnética EMC clase A o su equivalente.

El reloj del equipo deberá estar ajustado a la hora UTC-5 mediante protocolo NTP como se detalla en el Capítulo 3 “Especificaciones de requisitos de software”.

**RH152 Usabilidad**

El equipo deberá garantizar la recepción de tarifas y otro tipo de posibles configuraciones que se deriven para la correcta ejecución del sistema REV de peajes.

**RH153 Confiabilidad**

Se deberá contar con un esquema de redundancia que permita garantizar una disponibilidad de al menos el 99.9% del equipo de cómputo que soporte estas tareas.

**RH154 Rendimiento**

El equipo deberá contar con procesador, memoria RAM y disco duro suficientes para la recepción de tarifas y otro tipo de posibles configuraciones que se deriven.

Se recomienda gestionar las tareas descritas en un equipo de cómputo separado de aquellos que realizan otras tareas en el centro de control de la plaza de peaje.

**RH155 Soporte**

El sistema de cómputo deberá contar con soporte técnico y capacidad de suministro por parte del fabricante y/o proveedor durante el tiempo de funcionamiento en el peaje.

**RH156 Interfaces**

Interfaces físicas para la transmisión de datos Ethernet IEEE 802.3 con cable STP o con fibra óptica.

**4.4.6 Sistema de respaldo eléctrico.** El centro de control de la plaza de peaje deberá contar con un sistema de respaldo de energía eléctrica que permita la continuidad de todas las operaciones del centro de control de la plaza de peaje, en el evento de fallas en el suministro de energía eléctrica, garantizando el pleno funcionamiento de todas sus funciones. Los requisitos para dicho sistema son los siguientes:

Tipo	Descripción
<b>RH157 Funcional</b>	Se deberá contar con un sistema de respaldo de energía eléctrica que permita la continuidad de las operaciones del centro de control de la plaza de peaje, en el evento de fallas en el suministro de la red eléctrica, garantizando el pleno funcionamiento de todos los carriles del peaje.
<b>RH158 Usabilidad</b>	El sistema deberá activarse de forma automática, una vez detectada una falla en el suministro de la red eléctrica.
<b>RH159 Confiabilidad</b>	El sistema de respaldo eléctrico deberá tener un MTBF igual o superior a 5 años.



Tipo	Descripción
<b>RH160 Rendimiento</b>	El respaldo deberá contar con una protección primaria a partir de fuentes Ininterrumpidas de potencia con un soporte de mínimo 30 minutos y una fuente de respaldo secundario, mediante grupo electrógeno con capacidad de respaldo de mínimo 24 horas.
<b>RH161 Soporte</b>	Se deberá prever mantenimientos preventivos y/o correctivos del sistema de respaldo de energía eléctrica, durante el tiempo de funcionamiento en el peaje.
<b>RH162 Interfaces</b>	Interfaces físicas cableadas de uso industrial.

#### **4.5 PLAN DE PRUEBAS PARA ACEPTACIÓN DEL HARDWARE A NIVEL DE LA PLAZA DE PEAJE**

A continuación se presenta un plan de pruebas para la aceptación del hardware en la plaza de peaje.

El objetivo de estas pruebas es verificar que todos los elementos que componen el sistema REV del Operador, cumplen con los requisitos presentados en las secciones anteriores. Las pruebas de aceptación se llevan a cabo cuando todos los elementos de hardware y software están operando juntos y hacen parte del modelo de desarrollo en V, descrito en el Capítulo 1 “Introducción y metodología”.

El incumplimiento de algún punto del plan de pruebas generará una no conformidad, la cual será reportada por la interventoría respectiva y fijará un cronograma para que el contratista la resuelva de acuerdo a las especificaciones contempladas en este documento.

##### **4.5.1 Lectura de un TAG.**

- Se realiza correctamente la lectura del campo TID de un TAG de un vehículo.
- Se realizan lecturas de TAG RFID que portan vehículos de cualquier categoría.
- Un TAG es detectado solamente en el carril en el que se encuentra.
- Se realizan lecturas de TAG RFID de vehículos de todas las categorías y se tiene una efectividad superior al 98%, con una muestra de al menos 1000 TAG.
- El sistema de lectura tiene una disponibilidad del 99.5%, con una MTBF no menor a 26280 horas, especificada por el fabricante.



#### 4.5.2 Validación de la información de un TAG.

Se valida que un TAG pertenece al sistema IP/REV mediante la consulta en la base de datos local, en un tiempo inferior a 2 segundos, sin importar la presencia de otros TAG RFID en el carril que puedan pertenecer a otro tipo de sistemas.

Validación del cifrado de la información. Se valida que la información que es transmitida al centro de control de la plaza de peajes esté cifrada con el estándar AES 256 o superior.

Validación del control de las cámaras. Se valida que las cámaras conectadas al switch de video estén en funcionamiento y puedan ser gestionadas desde el centro de control de la plaza de peaje.

#### 4.5.3 Detección de la placa del vehículo.

Se realiza la detección de placas en cada uno de los carriles REV.

La detección de placas tiene una efectividad del 95% de placas en buen estado de conservación y limpieza y sin ningún tipo de modificaciones, con una muestra de 1000 vehículos que transitan por el carril REV.

La detección de la placa se hace en un tiempo menor a 2 segundos, desde el momento en que es detectado el vehículo en el carril.

#### 4.5.4 Cámara para grabación de ejes y placa.

Se graba vídeo y al menos una imagen de todos los vehículos que transitan por el carril REV, donde se evidencie perfectamente el número de la placa y el número de ejes.

La grabación del vídeo es de al menos 10 fps.

El sistema de grabación de ejes de los vehículos deberá tener una disponibilidad del 99.5%, con una MTBF no menor a 17000 horas, especificada por el fabricante.

#### 4.5.5 Actualización de la base de datos local.

La base de datos en el carril REV de las listas de TAG RFID se actualiza correctamente en menos de 2 segundos incluso con hasta 100 TAG RFID ISO 18000-63 que no pertenecen al sistema REV de peajes.

Se actualiza la base de datos local (listas de TAG RFID) en el sistema de cómputo de carril y se transmite el reporte al centro de control de la plaza de peaje.



#### 4.5.6 Cámaras de seguridad.

Las cámaras de seguridad cubren todos los carriles de entrada y todos los carriles de salida.

Las cámaras de seguridad cubren las áreas de servicio del peaje.

El vídeo de cualquiera de las cámaras de seguridad, se puede observar desde el centro de control de la plaza de peaje.

Los vídeos de las cámaras de seguridad son de 1920x1080 y a mínimo 15 fps.

Cada cámara tiene una disponibilidad del 99.9%, con una MTBF no menor a 26000 horas, especificada por el fabricante.

#### 4.5.7 Sensores de detección automática de la categoría del vehículo.

Los sensores para la detección de la categoría de los vehículos se encuentran conectados al sistema de gestión de información de carril y envían la información correctamente.

El sistema de información de cada carril procesa la información de los sensores y calcula la categoría del vehículo.

El sistema de detección automática de la categoría del vehículo opera cuando éstos transitan a una velocidad de hasta 60 Km/h.

El sistema de clasificación tiene una efectividad igual o superior al 99%, con una muestra de al menos 1000 vehículos que transitan por el carril REV.

Cada sensor tiene una disponibilidad del 99.5%, con una MTBF no menor a 17000 horas, especificada por el fabricante.

#### 4.5.8 Barrera o talanquera automática de salida.

La barrera de salida se levanta en un tiempo no mayor a 0.7 segundos.

La barrera de salida se baja en un tiempo no mayor a 0.7 segundos.

La barrera de salida es de uso industrial.

La barrera de salida tiene un MTBF de al menos 1 año especificado por el fabricante.



#### 4.5.9 Información de estado de la plaza de peaje.

- El equipo de cómputo de la plaza de peaje recibe el estado de funcionamiento de la unidad de lectura de TAG RFID ISO 18000-63.
- El equipo de cómputo de la plaza de peaje recibe el estado de funcionamiento del sistema del reconocimiento del número de placa.
- El equipo de cómputo de la plaza de peaje recibe el estado de funcionamiento de las cámaras de grabación de número de ejes.
- El equipo de cómputo de la plaza de peaje recibe el estado de funcionamiento de las cámaras de seguridad.
- El equipo de cómputo de la plaza de peaje recibe el estado de funcionamiento de los sensores de detección automática de la categoría del vehículo.
- El equipo de cómputo de la plaza de peaje recibe el estado de funcionamiento de los equipos para pesaje automático de vehículos de carga.
- El equipo de cómputo de la plaza de peaje recibe el estado de funcionamiento del sistema de información de los carriles.
- El equipo de cómputo de la plaza de peaje recibe el estado de funcionamiento de la barrera de salida automática.
- La información de estado de los elementos de cada carril REV se visualiza en la plaza de peaje y está disponible en el COP.
- El equipo de cómputo de la plaza de peaje cumple con el estándar IP66 de protección si está expuesto a la intemperie o IP54 si está protegido en un ambiente cerrado, garantizando su operación entre -5°C a +45°C, especificado por el fabricante.
- Los equipos de cómputo a nivel de carril y centro de control de la plaza de peaje cumplen con las exigencias del estándar FIPS 140-2 nivel 2.