



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA

**PROYECTO DE GRADO PARA LA OBTENCION DEL TITULO EN ESPECIALISTA
EN GERENCIA DE PROYECTO DE TELECOMUNICACIONES**

**ANÁLISIS TÉCNICO DE LAS SOLUCIONES DISPONIBLES EN EL MERCADO
PARA EL MONTAJE DE PEAJES ELECTRÓNICOS**

Oscar Mauricio Huérfano

Oscar Eduardo González

BOGOTA

2015

PROLOGO

Este proyecto de grado titulado **“ANÁLISIS TÉCNICO DE LAS SOLUCIONES DISPONIBLES EN EL MERCADO PARA EL MONTAJE DE PEAJES ELECTRÓNICOS”** fue elaborado con el fin de mostrar el funcionamiento de las soluciones de peajes electrónicos que actualmente se encuentran en el mercado, estas soluciones mejoran el sistema de recaudo logrando que el usuario no tenga que interactuar para realizar el pago y así mejorar la movilidad en el punto en donde se encuentran los peajes.

La implementación de peajes con recaudo a través de un medio electrónico hace parte del plan que tiene el gobierno Colombiano para modernizar las carreteras del país, una de las ventajas que aportarán estos peajes es la reducción de los tiempos de desplazamiento de los vehículos de carga y vehículos particulares.

ÍNDICE

1	VISION Y MISION.....	5
2	OBJETIVOS	6
3	JUSTIFICACION	7
4	DATOS RELEVANTES	10
5	ANTECEDENTES DEL PROYECTO.....	12
5.1	Historia de los peajes	12
5.2	Implementación de los peajes electrónicos.....	18
6	DESCRIPCION E INDICADORES REVELANTES DE LA PROBLEMÁTICA ..	32
7	DISEÑO Y ASPECTOS TÉCNICOS	34
7.1	Identificación automática de vehículos.....	35
7.2	Clasificación automática de vehículos.....	35
7.3	Sistema de aplicación de video	36
7.4	Sistema de cobro usando Transponder (TAG).....	36
7.4.1	Sensor de detección de vehículos	38
7.4.2	TAG o Transponder	39
7.4.3	Cámaras.....	41
7.5	Sistema de cobro usando cámaras.....	41
7.6	Servidor en sitio	43
7.7	Centro de monitoreo	44
7.8	Estándares de comunicación	45
7.8.1	CEN DSRC	45
7.8.2	ISO 18000-6C	47
8	LOCALIZACION.....	49
9	ANALISIS DE FACTORES DETERMINANTES	56
9.1	Vías de cuarta generación	56
9.2	Como beneficios socioeconómicos tenemos:	57
9.3	Reducción en costos operativos en el peaje.....	59
9.4	Reducción en emisiones, consumo de combustible y congestión.....	60
10	MODELOS DE CONTRATO DEL USUARIO CON EL SISTEMA	60
11	PROVEEDORES DE SISTEMAS DE LA SOLUCION DE PEAJES ELECTRONICOS	62
12	IMPACTO AMBIENTAL Y SOCIAL.....	67
12	ANEXOS	70
12.1	ANEXO A.....	70
12.2	ANEXO B.....	73
13	BIBLIOGRAFIA	88
	Bibliografía	90
14	GLOSARIO	91

LISTA DE FIGURAS

<i>Figura 1- Peajes electrónicos en Colombia (GSD+, 2013)</i>	16
<i>Figura 2- Peaje electrónico con pago con tarjeta de crédito</i>	18
<i>Figura 3 - Telepeaje con Talanquera</i>	37
<i>Figura 4 - Telepeaje sin Talanquera</i>	38
<i>Figura 5 - Perfiles de vehículos</i>	39
<i>Figura 6 – TAG</i>	40
<i>Figura 7 – TAG adhesivomarca TransCore</i>	40
<i>Figura 8 - Cámaras</i>	41
<i>Figura 9 - Video Tolling</i>	42
<i>Figura 10 – Servidores en sitio</i>	44
<i>Figura 11 – Centro de Monitoreo</i>	45
<i>Figura 12 – Ahorro tiempos de viaje</i>	57
<i>Figura 13 – Ahorro costo operación vehicular</i>	58
<i>Figura 14 – Autopistas 4ta Generación</i>	59

1 VISION Y MISIÓN

MISION: Nuestra misión es dar a conocer cómo funciona el sistema de cobro de peaje electrónico llamado telepeaje, cuáles son los elementos que componen este sistema y las ventajas que este tiene.

VISION: En los próximos 3 meses con este documento se dará la información necesaria para que las personas interesadas en conocer los diferentes diseños, tecnologías y funcionamiento del sistema de cobro electrónico de peajes puedan decidir cuál modelo se ajusta a sus necesidades.

2 OBJETIVOS

Objetivo Central

- Hacer un análisis técnico de las soluciones disponibles en el mercado de peajes electrónicos.

Objetivo Específico:

- Describir técnicamente el funcionamiento del sistema de tele peaje
- Dar a conocer las diferentes tecnologías usadas para implementar el sistema.
- Dar a conocer las ventajas y beneficios del uso de peajes electrónicos.

3 JUSTIFICACIÓN

El origen de los peajes en el mundo se remonta a más de 3000 años atrás durante los imperios Persa y Egipto cuando se empezó a cobrar por uso de los caminos que permitían comunicar ciertas poblaciones, esta práctica de cobro por uso de los caminos también fue usada por los romanos; posteriormente en la edad media los señores feudales empezaron a cobrar un impuesto a sus tributos para permitir que estos pudieran transitar por ciertos caminos ya sea solo para tránsito o llevando algún tipo de mercancía como sucedió en Inglaterra.

En Inglaterra en el siglo 14 los ingresos generados por el cobro de peajes fueron usados para mantenimiento de vías, calles de poblaciones o plazas, posteriormente este sistema de cobro por el uso de las vías fue tomado por los Estados Unidos a finales del siglo 18, después de la llegada de este sistema de cobro a los Estados Unidos empezaron el desarrollo de una malla vial que incluía caminos y puentes.

En Colombia a mediados del siglo 20 el ministerio de Obras Públicas y Transporte decidió crear los primeros peajes en las vías con el fin de poder financiar el mantenimiento de estas y recolectar fondos para la construcción de nuevas vías, a partir de ese momento el manejo de malla vial tomó un giro importante ya que se hizo obligatorio el pago por el uso de las vías del país.

Con el transcurso de los años el parque automotor en Colombia ha venido creciendo a un ritmo vertiginoso pasando de 1.528.151 vehículos en el año de 1990 a 5.656.957 vehículos en el año de 2008 según cifras del ministerio de transporte; adicionalmente un estudio de venta de vehículos en el país mostro que las ventas de vehículos en el país en año 2013 fue de 293.846 vehículos y el estimado de ventas para los años 2014 y 2015 sería de 302.000 y 314.000 respectivamente.

Estos indicadores muestran que el país requiere un desarrollo vial ya que en los próximos años las cantidad de vehículos irá en aumento y se requerirá una malla vial en óptimas condiciones que garantice que los automotores puedan transitar en el país con fluidez para garantizar que los tiempos de recorrido sean cortos, seguros y menos costosos; este punto es muy importante para los transportadores de carga y pasajeros ya que al reducir los costos pueden tener unos mejores ingresos y a la vez un mejor servicio; o los que ellos llevan alimentos perecederos transportados desde poblaciones lejanas a las ciudades capitales, garantizando que los alimentos no sufran deterioro por los largos periodos de transporte y cambios de temperatura.

El nuevo programa de desarrollo vial de cuarta generación que requiere el país, necesita la implementación de cobros electrónicos en los peajes, con estos cobros se logrará que los vehículos no tengan que hacer largas filas esperando el turno para hacer el pago, adicionalmente se evitará que haya cuello de botella en el peaje lo cual ha sido uno de los mayores problemas que presentan los peajes en la temporada de vacaciones, días festivos o desvío del flujo vehicular a una vía por alguna situación anormal en otras vías.

Con este modelo de cobro se va a evitar que las personas realicen un pago llevando su dinero hasta cada una de las casetas en donde una persona recibirá el efectivo y subirá la talanquera; con el sistema electrónico el dinero se debitara de una tarjeta prepago instalada en el automotor, y puede ser recargada para ser usada tantas veces quiera el usuario.

Con este proyecto de grado queremos mostrar cuales son las ventajas que presentan los sistemas de cobro electrónico de peajes respecto al sistema convencional de caseta-recaudador-talanquera que es el más usado en Colombia.

4 DATOS RELEVANTES

En nuestro país existen 57 rutas viales principales con un total de 33.825 km de carreteras y 462 peajes aproximadamente.

La siguiente tabla muestra el flujo vehicular en el 2011 por los peajes colombianos según la categoría.

	Categoría					Total todas las categorías
	I	II	III	IV	V	
MES	Automóviles, camperos, camionetas	Buses, busetas y camiones de dos ejes	Camiones de tres y cuatro ejes	Camiones de cinco ejes	Camiones de seis ejes	
E	9,167,122	3,290,927	563,921	261,649	430,363	13,713,982
F	15,269,123	6,282,284	1,056,607	514,862	811,228	23,934,103
M	22,221,227	9,644,991	1,694,338	813,385	1,287,436	35,661,378
A						

	29,610,644	12,863,142	2,260,848	1,083,749	1,710,656	47,529,038
M	35,972,654	16,392,136	2,953,104	1,392,390	2,202,326	58,912,610
J	43,762,068	20,155,404	3,786,700	1,685,844	2,657,207	72,047,223
JL	52,036,132	23,909,382	4,618,356	1,981,576	3,105,313	85,650,758
A	59,480,090	27,707,914	5,478,003	2,286,405	3,581,668	98,534,081
S	66,235,865	31,360,041	6,308,113	2,592,592	4,044,359	110,540,971
O	73,840,858	35,032,749	7,126,248	2,903,800	4,508,540	123,412,196
N	81,118,194	38,760,324	7,970,269	3,220,280	4,973,081	136,042,148
D	90,174,479	42,669,125	8,774,509	3,530,481	5,438,136	150,586,729

5 ANTECEDENTES DEL PROYECTO

5.1 Historia de los peajes

Primero tenemos que definir el término peaje: Se denomina peaje al pago que se efectúa como derecho para poder circular por un camino. En la antigüedad, se llamaba portazgo (o barcaje), era un antiguo impuesto de naturaleza indirecta, existente en los reinos de Castilla, Aragón y Navarra que podía gravar los derechos de tránsito, que satisfacían los que iban de camino, pisaban terreno del rey o del señor, o entraban en la ciudad. En otras ocasiones gravaba las transacciones en sí y solían pedirse en los lugares de mayor concurrencia, sobre todo en las ferias y mercados; podía gravarse tanto a las personas, mercancías o animales (Wikipedia, 2014).

Después durante la Revolución Industrial en Inglaterra, y ante la necesidad de ampliar y mejorar la red vial para atender la creciente demanda del servicio de transporte, el parlamento produjo legislación para que las carreteras se pudieran entregar en concesión a compañías particulares, llamadas turnpike trusts, las cuales quedaron con derecho de instalar portazgos y cobrar peajes.

En términos más generales se asocia el concepto de peaje a la tasa o tarifa que se cobra a un medio de transporte terrestre, fluvial o marítimo como derecho de tránsito para utilizar la infraestructura de la respectiva vía de comunicación; por ejemplo a los automóviles para poder circular por una autopista, o a los barcos para poder atravesar por un canal de navegación o una hidrovía. En la mayoría de los casos la vía o ruta marítima sujeta a peaje permite a los usuarios ahorrar tiempo de viaje y reducir sus costos de operación, con respecto al tránsito por vías o rutas alternas libres de peaje.

Descripción de los peajes:

El dinero recaudado a través de un peaje se destina normalmente a financiar la construcción, operación y mantenimiento de infraestructuras viarias (carreteras, túneles, canales de navegación o puentes). Por sus altos costos de inversión, lo habitual es que el peaje cobrado no cubra los costos totales de construcción, y cuando se administra directamente por el Estado, en general, los fondos recaudados se utilizan principalmente para operación y mantenimiento de la infraestructura sujeta al peaje. En el caso de carreteras sujetas a concesión o tercerizadas, el peaje permite al operador privado recuperar las inversiones realizadas y los costos futuros de administración, operación y mantenimiento.

Los esquemas de cobro de peajes permiten al Estado, sea directamente o a través de un concesionario, realizar un cobro directo a los usuarios que utilizan la carretera, puente o túnel, evitando así que los demás contribuyentes subsidien a los usuarios dicha infraestructura vial. Por otra parte, y debido a los problemas de congestión vial crónico que se han venido presentando en

los grandes centros urbanos, se han introducido los peajes urbanos bajo el concepto económico de tarifas de congestión, con el propósito de disminuir el número de vehículos entrante en las áreas urbanas centrales.

Normalmente las tarifas de peaje se pagan en estaciones de peaje ubicadas en la vía, puente o túnel donde se está viajando, ya sea sobre la vía principal o en las vías laterales (al salir de la autopista).

El principal problema directo asociado con el cobro de peajes es la congestión que se produce en las estaciones de peaje durante las horas pico (en el área urbana) o durante la ida y regreso de los viajeros durante los fines de semana y feriados (en el área rural). Cuando los volúmenes de tránsito son muy altos las colas pueden alcanzar kilómetros y las demoras pueden llegar a ser extremadamente altas (Wikipedia, 2014).

Tipos de peaje vial

- Peaje abierto: cada cierta distancia hay una caseta de peaje, donde se abona una cantidad.

- Peaje cerrado: al entrar en la carretera de peaje, se registra la entrada y se abona a la salida, según la longitud recorrida, sin más paradas intermedias (con peaje manual recoge una tarjeta a la entrada y cuando se usa el telepeaje no se recoge tarjeta, pues el aparato se encarga de registrar la entrada).

➤ Peaje anual: en algunos países, como en Suiza, los usuarios pagan anualmente una cantidad, que se acredita mediante una pegatina en el parabrisas, que les permite circular por todas las autopistas libremente. Aquellos que solamente la utilizan ocasionalmente (turistas), tienen que pagar la misma cantidad.

➤ Peaje urbano de congestión: Tasa, cargo o impuesto que se cobra en algunas ciudades bajo la política de tarifas de congestión, como los implantados en Buenos Aires, Estocolmo, Londres, Milán y Singapur, con el propósito de disminuir la cantidad de vehículos que acceden a una determinada zona del centro para reducir la congestión de tránsito, y en los programas más recientes, también tienen el objetivo de disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero. Es un auténtico portazgo, y no de un peaje en el sentido tradicional, los medios de comunicación con frecuencia lo llaman "Peaje urbano" (Wikipedia, 2014).

Historia de los peajes en Colombia

Los primeros peajes en Colombia se instalan en 1960 con el objetivo de financiar obras viales por medio de los Fondos recientemente creados en ese entonces como el Fondo de Caminos Vecinales encargado de construir, mejorar, conservar los caminos y puentes en las zonas rurales; el Fondo Vial Nacional (quien también recibía impuestos de los combustibles) y la Policía de Carreteras.

En 1993 inauguran primeros peajes electrónicos, los peajes con lectores ópticos o sensores electrónicos, en carreteras de Cundinamarca, mediante los cuales se controla efectivamente el pago de la tarifa correspondiente a cada vehículo. Los peajes fueron instalados por la firma De La Rue, una de las dos concesionarias del recaudo en el país, en los sitios

Albarracín de la vía Bogotá-Tunja, y Jalisco entre Bogotá-Villeta. Los sensores electrónicos detectan el número de ejes del vehículo, mientras que una talanquera lo obliga a detenerse en la caseta. Posteriormente, el lector óptico acciona unos contadores automáticos por cada una de las categorías establecidas para el pago. El número de boletas que entrega la recolectora del peaje debe coincidir con la grabación de la máquina. Así se evita una de las formas de evasión consistente en que el conductor y la empleada de la caseta se ponen de acuerdo para pagar una tarifa menor y repartirse la diferencia.

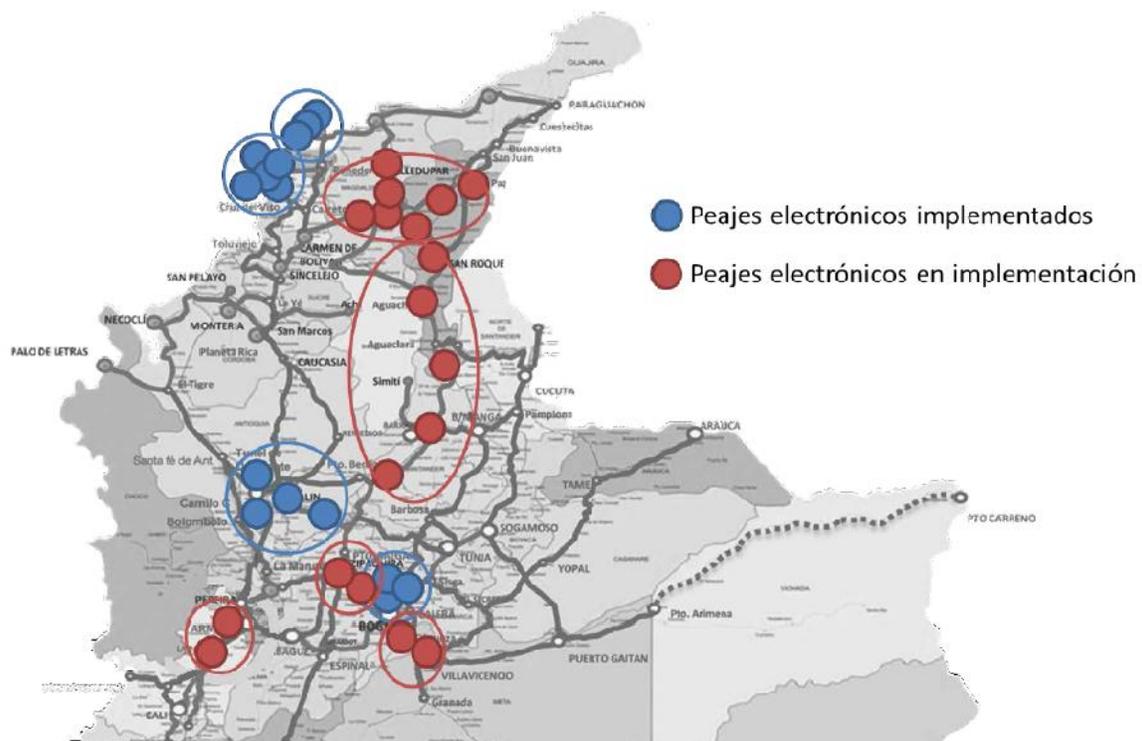


Figura 1- Peajes electrónicos en Colombia (GSD+, 2013)

Desde mediados de 2009 en el departamento de Antioquia, instala 5 peajes electrónicos en las estaciones de Copacabana, Santuario y Puerto Triunfo en la Autopista Medellín-

Bogotá, la estación Variante Palmas y la estación Las Palmas vía la Fe, con esto el 94 por ciento de los viajes que se hacen por estaciones de todo el Oriente tienen la oportunidad de utilizar los telepeajes. A finales de ese mismo año la concesión de la autopista Norte en Bogotá instala el sistema de telepeajes y en 2010 en Cartagena hace innovaciones en el sistema de recaudos de los peajes instalando peajes electrónicos. En la actualidad están en implementación el peaje electrónico en algunas vías principales. Ver figura 1

Inicios de los peajes electrónicos

Los primeros peajes en los cuales el pago se hacía a través de un medio electrónico consistían de un dispositivo encargado de recaudar el pago a través monedas o tarjetas de crédito, en este sistema el usuario debía detenerse, insertar las monedas en la ranura asignada para la recolección de estas o deslizar su tarjeta a través de la ranura del lector de tarjeta, en la siguiente imagen se puede ver uno de estos dispositivos.



Figura 2- Peaje electrónico con pago con tarjeta de crédito

Otro método que apareció posteriormente consistía en el uso de una tarjeta con un microchip, esta tarjeta se desliza a través de un lector el cual lee la información de dicha tarjeta y debita el cobro el peaje dependiendo la información contenida en la tarjeta, este tipo de solución es usada generalmente en estacionamientos.

5.2 Implementación de los peajes electrónicos

El primer país que hizo uso de este sistema de cobro de peajes fue Noruega, el primer sistema fue instalado en Bergen en el año de 1986, este sistema operaba junto al peaje convencional, en el año de 1991 entró en funcionamiento en la ciudad de Trondheim el primer peaje que no necesitaba la intervención del hombre, en este peaje los automóviles podían transitar sin necesidad de reducir la velocidad; actualmente Noruega cuenta con 25 vías que operan con cobro electrónico de los peajes, posteriormente Portugal se convirtió en el primer país en implementar esta solución en todos los peajes en el año de 1995, sumándose a los países mencionados anteriormente esta Estados Unidos, esta solución es usada en varios estados de este país, en 1997 Canadá se sumó a la lista de países que implementaron la solución, en el año 2000 Australia e Israel implementaron sus primeros sistemas de cobro electrónico; el primer país latinoamericano que implemento este sistema fue Chile, lo hizo en la autopista central de Santiago en el año 2004 (Wikipedia, Wikipedia, 2015).

A continuación se listan algunos países y algunas autopistas que ya cuentan con este sistema, al igual que los sistemas que usan en algunas de ellas:

Argentina

Este sistema es usado principalmente en las autopistas urbanas de la ciudad de Buenos Aires y sus accesos:

✓ Autopista Acceso Norte en Buenos Aires Autopistas del Sol Llamado "PASE" (Peaje Automático Sin Espera) utilizó hasta el 31 de octubre de 2013 el sistema Combitech (del grupo sueco Saab) actualmente migró a la tecnología provista por TransCore (interoperable con la red de autopistas y accesos a la Ciudad de Buenos Aires). También se añadió la tecnología provista por SIRIT (lo que permite que también sea interoperable con los clientes de AUSA).

✓ Autopistas 25 de Mayo, Dellepiane, Perito Moreno, Arturo Illia y Au7. Concesionaria AUSA Llamado "AuPass" utiliza la tecnología provista por SIRIT (interoperable con Autopista La Plata - Buenos Aires y Acceso Oeste) y convive con la tecnología provista por TransCore (lo que permite que también sea interoperable con los clientes de los accesos a la Ciudad de Buenos Aires y la red Telepeaje Plus -con previo empadronamiento-).

✓ Autopistas al Sur Concesiones Llamado "Telepeaje" utiliza la tecnología provista por TransCore (interoperable con la red de autopistas de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires y red de accesos a la misma, Camino del Buen Ayre y la red Telepeaje Plus

-con previo empadronamiento-) conviviendo con la tecnología provista por SIRIT (lo que permite que también sea interoperable con los clientes de AUSA).

✓ Autopista Acceso Oeste Concesionaria GCO Llamado "Telepeaje" utiliza la tecnología provista por TransCore (interoperable con la red de autopistas de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires y red de accesos a la misma, Camino del Buen Ayre y la red Telepeaje Plus -con previo empadronamiento-) conviviendo con la tecnología provista por SIRIT (lo que permite que también sea interoperable con los clientes de AUSA).

✓ Autopista La Plata – Buenos Aires Concesionaria AUBASA Llamado "Telepeaje" utiliza la tecnología provista por TransCore (interoperable con la red de autopistas de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires y red de accesos a la misma, Camino del Buen Ayre y la red Telepeaje Plus -con previo empadronamiento-) conviviendo con la tecnología provista por SIRIT (lo que permite que también sea interoperable con los clientes de AUSA)..

✓ Autopista Camino Parque del Buen Ayre Concesionaria CEAMSE Llamado "SIGA" utiliza la tecnología provista por TransCore (interoperable con la red de autopistas de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires y red de accesos a la misma, y la red Telepeaje Plus -con previo empadronamiento-) conviviendo con la tecnología provista por SIRIT (lo que permite que también sea interoperable con los clientes de AUSA).

✓ Autopista Campana - Rosario (Cinco Vial S.A). Llamado "Telepeaje Plus" utiliza la tecnología provista por TransCore (interoperable con la red de autopistas de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires y red de accesos a la misma y Camino del Buen Ayre).

✓ Autopista Rosario - Córdoba (Cinco Vial S.A). Llamado "Telepeaje Plus" utiliza la tecnología provista por TransCore (interoperable con la red de autopistas de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires y red de accesos a la misma y Camino del Buen Ayre).

✓ Ruta Nacional 7 (Autovía Buenos Aires a los Andes). Llamado "Telepeaje Plus" utiliza la tecnología provista por TransCore (interoperable con la red de autopistas de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires y red de accesos a la misma y Camino del Buen Ayre) -esta red no incluye los peajes ubicados en la provincia de San Luis-.

✓ Ruta Nacional 8 (Corredor Central). Llamado "Telepeaje Plus" utiliza la tecnología provista por TransCore (interoperable con la red de autopistas de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires y red de accesos a la misma y Camino del Buen Ayre).

✓ Ruta Nacional 11 (Cinco Vial S.A). Llamado "Telepeaje Plus" utiliza la tecnología provista por TransCore (interoperable con la red de autopistas de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires y red de accesos a la misma y Camino del Buen Ayre).

✓ Ruta Nacional 33 (Corredor Central). Llamado "Telepeaje Plus" utiliza la tecnología provista por TransCore (interoperable con la red de autopistas de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires y red de accesos a la misma y Camino del Buen Ayre).

✓ Túnel Subfluvial "Raúl Uranga - Carlos Sylvestre Begnis". Utiliza la tecnología provista por Telectrónica.

✓ Autovía 2 Covisur Utiliza un sistema de peaje electrónico (provisto por Telectrónica) con tarifa diferencial únicamente para los vecinos aledaños a los peajes de la autovía.

- ✓ Autopista Rosario-Santa Fe (ARRSA). Llamado "Peaje Dinámico" utiliza la tecnología provista por SIRIT (únicamente bajo la modalidad de recarga anticipada).
- ✓ Red de accesos a Córdoba Concesionaria Caminos de las sierras Llamado "CUIIS" utiliza la tecnología provista por TransCore.
- ✓ Peajes "Cañuelas y Uribilarréa" Concesiones Viales S.A.. Llamado "Telepeaje" utiliza la tecnología provista por TransCore (interoperable con la red de autopistas y accesos a la Ciudad de Buenos Aires, pero con previa adhesión)

Brasil:

- ✓ Sem Parar/Via Fácil en São Paulo, Brasil
- ✓ Onda Livre en el Puente Río-Niteroi, Río de Janeiro, Brasil
- ✓ Passe Expresso en la Línea Amarilla en Río de Janeiro, Brasil

Chile:

Autopistas Urbanas

- ✓ Autopista Central en Santiago de Chile Fue la primera autopista urbana en América Latina bajo régimen de concesión en operar sin detener los vehículos dentro del área central comercial de la ciudad, gracias al uso de cobro electrónico.
- ✓ Autopista Vespucio Sur en Santiago de Chile
- ✓ Autopista Vespucio Norte Express en Santiago de Chile
- ✓ Costanera Norte en Santiago de Chile.

- ✓ Túnel San Cristóbal en Santiago de Chile

Autopistas Interurbanas

✓ El sistema unificado de telepeajes, denominado TAG, se encuentra implementado además en la ruta interurbana 5 Sur en el tramo Santiago - Talca, Autopista del Maipo, y en la autopista suburbana, paralela a la anterior, Acceso Sur de Santiago .

✓ La ruta 68, Santiago - Valparaíso y Santiago Viña del Mar, la Autopista Internacional Los Libertadores, en el tramo chileno; así como el troncal Aeropuerto Arturo Merino disponen de sistemas de telepeajes autónomos, no interoperables con el sistema TAG, pero se ha adelantado que durante el 2012 serán integrados para la comodidad de los usuarios

✓ Se ha anunciado la implementación de TAG en la Ruta 160 Concepción - Arauco entre San-Pedro y Coronel.

✓ Se ha anunciado la implementación de TAG en la Ruta 5 Norte entre La Serena - Coquimbo.

Ecuador:

- ✓ Autopista General Rumiñahui. Quito Ecuador
- ✓ Tunel Guayasamín. Quito, Ecuador
- ✓ Autovía Portoviejo-Manta. Portoviejo, Ecuador

Perú:

✓ Concesionaria Vial del Perú S.A - Carretera Panamericana Sur - Red Vial Nro.6 - Estación de Peaje de Chilca Km. 66, Estación de Peaje de Jahuay Km.185 y Estación de Peaje de Ica Km.275 - producto llamado TELEPASS - Operado por la empresa de Medios de Pago Electrónicos EASYWAY

Uruguay:

✓ Utiliza la tecnología provista por Telectrónica (SIRIT). Cuentan con Telepeaje todas las cabinas operadas por la Corporación Vial del Uruguay S.A. [2]:

- ✓ Estación de Peaje "Queguay" (Ruta 3N Km. 392,75)
- ✓ Estación de Peaje "Mercedes" (Ruta 2 Km. 284,4)
- ✓ Estación de Peaje "Paso del Puerto" (Ruta 3S Km. 245,2)
- ✓ Estación de Peaje "Centenario" (Ruta 5S Km. 246,35)
- ✓ Estación de Peaje "Cebollatí" (Ruta 8 Km. 206,25)
- ✓ Estación de Peaje "Cufre" (Ruta 1 Km. 107,35)
- ✓ Estación de Peaje "Santa Lucía" (Ruta 11 Km. 81)
- ✓ Estación de Peaje "Barra Santa Lucía" (Ruta 11 Km. 81)
- ✓ Estación de Peaje "Pando" (Ruta Interbalnearia Km. 33)
- ✓ Estación de Peaje "Capilla de Cella" (Ruta 9 Km. 79,5)
- ✓ Estación de Peaje "Solís" (Ruta Interbalnearia Km. 82)
- ✓ Estación de Peaje "Garzón" (Ruta 9 Km. 177,65)

- ✓ Estación de Peaje " Manuel Díaz" (Ruta 5N Km. 423,2)

Costa Rica:

En Costa Rica actualmente existe el sistema de telepeaje denominado Quick Pass y que originalmente se podía utilizar en las estaciones de peaje de la carretera San José - Caldera (Ruta 27) ; como parte de las obras de apertura de dicha carretera en el periodo 2009 - 2010.

A partir de diciembre del 2012, el sistema de peajes electrónicos está disponible en dos las estaciones de peaje administradas por el Ministerio de Obras Públicas y Transportes (MOPT), con sistemas instalados en la carretera Florencio del Castillo (Ruta 2) entre San José y Cartago y la carretera sobre el Parque Nacional Braulio Carrillo (Ruta 32) entre San José y Guápiles. A la fecha, el dispositivo puede adquirirse en la mayoría de bancos del país.

Panamá:

- ✓ Corredor Sur, ICA Panama

Puerto Rico:

- ✓ AutoExpreso, Puerto Rico.

México:

- ✓ Ahora Telepeaje con I+D Carreteras operadas por Caminos y Puentes Federales (CAPUFE)
- ✓ Viaducto Bicentenario (Operado por OHL y la compañía Indra Sistemas)
- ✓ Urbana Sur (Operado por ICA)

- ✓ Urbana Norte (Operado por OHL)

Canadá:

- ✓ 407 ETR en el sur de Ontario
- ✓ MacPass en Halifax, Nueva Escocia

Estados Unidos:

- ✓ C-Pass en Key Biscayne, Florida
- ✓ Cruise card en Atlanta, Georgia
- ✓ E-PASS en Orlando, Florida (Interoperable con SunPass)
- ✓ EXpressToll en Colorado
- ✓ E-ZPass en el Noreste de Estados Unidos
- ✓ Fast Lane en Massachusetts (Interoperable con E-ZPass)
- ✓ Fastrak en California
- ✓ Good To Go! en Washington
- ✓ I-Pass en Illinois (Interoperable con E-ZPass)
- ✓ i-Zoom en Indiana (Interoperable con E-ZPass)
- ✓ K-Tag en Kansas
- ✓ LeeWay en el Condado de Lee (Florida) (Interoperable con SunPass)
- ✓ MnPass en Minnesota
- ✓ O-PASS en el Condado de Osceola (Florida) (Interoperable con SunPass)
- ✓ PalmettoPass en Carolina del Sur
- ✓ Pikepass en Oklahoma

- ✓ Smart Tag en Virginia (Interoperable con E-ZPass)
- ✓ SunPass en Florida
- ✓ Tolltag en Luisiana
- ✓ TollTag en Texas (Interoperable con TxTAG)
- ✓ EZ TAG en Texas (Interoperable con TxTAG)
- ✓ TxTAG en Texas

India:

- ✓ TollTrax Toll Collection System en Kharagpur, India
- ✓ Metro Electronic Toll Collection Systems en Delhi, India

Israel:

- ✓ Highway 6 en Israel

Japón:

- ✓ ETC en Japón

Malasia:

- ✓ Smart TAG en Malasia

Pakistán:

- ✓ HyPass en Pakistán

Corea del Sur:

- ✓ hi-pass plus en Corea del Sur

Taiwan:

- ✓ ETC en Taiwan

Hong Kong:

- ✓ Autotoll en Hong Kong
- ✓ Autopass en Hong Kong (ahora combinado con Autotoll)
- ✓ Electronic Toll Systems Ltd. en Hong Kong (ahora combinado con Autotoll)

Taiwan:

- ✓ EC Tag en North Luzon Expressway
- ✓ E-Pass Tag en South Luzon Expressway y en Metro Manila Skyway

Singapur:

- ✓ ERP en el centro de Singapur, es un sistema de tarificación de congestión

Australia:

- ✓ Gateway Motorway, en Brisbane, Queensland
- ✓ Logan Motorway, en Brisbane, Queensland

- ✓ North-South Bypass Tunnel (RiverCity Motorway) en Brisbane, Queensland
- ✓ CityLink, en Melbourne, Victoria
- ✓ Sydney Harbour Bridge y Sydney Harbour Tunnel, en Sydney, New South Wales
- ✓ Eastern Distributor en Sydney, New South Wales
- ✓ M2 Motorway, en Sydney, New South Wales
- ✓ M4 Motorway, en Sydney, New South Wales
- ✓ M5 Motorway, en Sydney, New South Wales
- ✓ M7 Motorway, en Sydney, New South Wales
- ✓ Cross City Tunnel, en Sydney, New South Wales
- ✓ Lane Cove Tunnel, en Sydney, New South Wales
- ✓ Eastlink, en Melbourne, Victoria

En el caso de los países europeos se usa la directiva 2004/52/CE del Parlamento Europeo y del Consejo Europeo, la cual regula la interoperabilidad de los sistemas de telepeaje de la Unión Europea.

De acuerdo a la regulación los sistemas de telepeaje deben usar una de las siguientes tecnologías:

- Localización por satélite.
- Comunicaciones móviles según la norma GSM -GPRS (referencia GSM TS 03.60/23.060).
- Microondas a 5,8 GHz.

A continuación se listan algunos de los sistemas que son usados en los países europeos:

Alemania, Italia, Austria, Francia y República Checa:

- ✓ Alemania - LKW-MAUT para camiones en autopistas en Alemania
- ✓ Austria - Videomaut para autopistas y autovías en Austria sujetos a peajes especiales
- ✓ Austria - go-maut para la red nacional de autopistas en Austria
- ✓ Francia - Télépéage usualmente con la marca liber-t en autopistas francesas

(gestionadas por la Federación de Compañías de Autopistas Francesas — ASFA).

- ✓ Italia - TELEPASS en autopistas en Italia
- ✓ República Checa - premid para camiones en carreteras

Reino Unido e Irlanda:

- ✓ Irlanda - Eazy Pass en rutas nacionales con peajes en Irlanda
- ✓ Reino Unido - Crossing#Dart-Tag Dart-Tag para el Dartford Crossing
- ✓ Reino Unido - Tarifas de congestión de Londres en Londres
- ✓ Reino Unido - Fast tag Túneles de Mersey: Queensway Tunnel y Kingsway

Tunnel

- ✓ Reino Unido - M6 Toll tag en las Midlands
- ✓ Reino Unido - Severn TAG para el Puente de Severn y el Second Severn Crossing
- ✓ Reino Unido - Tamar Bridge *proyectado para 2006*
- ✓ Reino Unido - Puente Forth Road en Edimburgo

Países Nórdicos:

- ✓ Noruega - AutoPASS en la mayoría del país

✓ BroBizz para el Puente de Oresund y el Puente del Gran Belt en Dinamarca y Suecia

✓ Suecia - Impuesto de congestión de Estocolmo en Estocolmo

Resto de Europa:

✓ Croacia - todas las autopistas (autocesta)

✓ Portugal - Via Verde (todos los peajes)

✓ Turquía - OGS

✓ Eslovenia - ABC

✓ España - VIA-T o Telepeaje

6 DESCRIPCION E INDICADORES REVELANTES DE LA PROBLEMÁTICA

Actualmente el país se encuentra en el desarrollo del proyecto vial de cuarta generación en el cual se va a mejorar la malla vial del país y a modernizar los peajes que actualmente están en servicio en el país, el plan de modernización de los peajes incluye la instalación de por lo menos una caseta de cobro electrónico en cada peaje, en la actualidad el país cuenta con 462 peajes y 32 de estos instalados en autopistas de cuarta generación ya cuentan con una taquilla de cobro electrónico o están en el proceso de implementación del sistema.

A nivel mundial se han elaborado diferentes estudios acerca de la problemática que presentan los peajes de cobro manual y los resultados obtenidos mostraron que las principales desventajas de estos peajes son las siguientes:

- Altos costos operativos.
- Contaminación por la cantidad de gases emitidos por los vehículos que esperan el paso por el peaje.
- Consumo extra de combustible durante la espera en el peaje.
- Largas esperas en los peajes debido a las largas filas.
- Imagen de falta de modernización del sistema vial del país.
- Riesgo de robo.

Con base a los resultados de los estudios se planteó que con la implementación de la solución de telepeajes en las vías principales del país se pueden obtener las siguientes ventajas:

- Costos operativos: debido a que el recaudo no va a ser hecho por personas el costo de la puesta en marcha del sistema de cobro de peajes se va a reducir significativamente, se va a reducir el personal que trabaje en cada peaje.
- Contaminación por emanación de gases: debido a que los vehículos no van a permanecer detenidos en los peajes a la espera del turno para pagar el peaje no se va a presentar acumulación de gases.
- Consumo de combustible: los vehículos no van a consumir más combustible debido a que no permanecerán detenidos en los peajes.
- Filas de espera: las filas de espera van a desaparecer en estos peajes ya que los vehículos mantendrán un flujo constante y no hay necesidad de que paren para que el sistema haga el cobro del peaje.
- Robo de dinero: no habrá riesgo de robo del dinero recolectado por el cobro de los peajes ya que los cobros se harán electrónicamente a una cuenta que se definirá entre los usuarios y el sistema, generalmente los vehículos usan una tarjeta prepago de la cual se descuenta el paso por el peaje; otro de los casos de robo que se evitara con este sistema es el caso de las personas que aceptan sobornos para no hacer el cobro real del costo del peaje, un ejemplo de esto es cuando los conductores de las tractomulas pagan un valor inferior por el peaje y dan un soborno a la persona de la taquilla .

7 DISEÑO Y ASPECTOS TÉCNICOS

Los peajes electrónicos fueron diseñados usando diversas técnicas y desarrollos tecnológicos para garantizar que los vehículos puedan transitar a través de un peaje sin la necesidad de la intervención de un operario que realice alguna actividad de cobro o control vehicular.

Se determinó que cada peaje electrónico debía contar con 3 componentes fundamentales que garantizarían el correcto funcionamiento de este (transportation):

- Identificación automática de vehículos (AVI sigla en inglés)
- Clasificación automática de vehículos (AVC sigla en inglés)
- Sistema de aplicación de video (VES sigla en inglés)

Cada componente está encargado de recolectar información acerca del vehículo que pasa a través del peaje y enviar esa información a un sistema central de monitoreo encargado de comparar la información enviada por cada componente y verificar si el vehículo puede pasar a través del peaje.

A continuación se explica cuáles son las funciones de los componentes del peaje

7.1 Identificación automática de vehículos

A través de varios mecanismos se logra identificar el tipo de vehículo que transita a través del peaje y proveer los mecanismos necesarios para la recolección de datos para el cobro del peaje; AVI tiene 2 métodos para identificar a los vehículos:

1. El primero es usando un láser que lee la información de un sticker adherido al parabrisas del vehículo mientras este pasa a través del peaje.
2. El segundo se hace a través de un sistema de radio frecuencia (RF), comunicación entre el dispositivo (Transponder o TAG) instalado en el vehículo y una antena instalada en la parte superior del carril justo en el centro. La comunicación entre estos dos dispositivos se lleva a cabo en mili segundos, en donde la información del vehículo (almacenada en el TAG/transponder) es enviada al sistema central para su procesamiento.

7.2 Clasificación automática de vehículos

La clasificación se usa para determinar el tipo de vehículo que usa el sistema y así poder hacer el cobro respectivo del peaje; la clasificación se hace a través de ciertos mecanismos que permiten la correcta identificación del automotor, ya que en el país transitan diferentes tipos como automóviles, camiones, buses y camiones de carga; dentro de esta clasificación el sistema debe determinar el número de ejes del vehículo, el tamaño, peso y si el vehículo usa doble ruedas.

7.3 Sistema de aplicación de video

El sistema de video se usa fundamentalmente para identificar el número de la placa de cada uno de los vehículos que transita a través del peaje, esta información es útil para determinar si el vehículo tiene permiso para poder transitar a través del peaje o no.

El sistema de cobro electrónico se creó para garantizar que los vehículos no tuvieran que detenerse en las estaciones de cobro o peajes y garantizar así el flujo constante de vehículos, los primeros peajes que usaron este sistema obligaban a los vehículos a disminuir su velocidad hasta 20Km/h para que el sistema pudiera leer la información contenida en las TAG, pero actualmente los nuevos sistemas garantizan que el vehículo pueda transitar a una velocidad normal y se pueda realizar el cobro.

Actualmente se usan 2 tipos de sistemas de cobro electrónico de peaje, uno que usa transponder y otros que usa identificación de caracteres para reconocer el número de la matrícula, a continuación se da la descripción de los 2 tipos de sistemas de cobro de telepeaje que actualmente están en servicio:

7.4 Sistema de cobro usando Transponder (TAG)

La solución del sistema de telepeaje consta de 2 partes, la primera está instalada en la infraestructura del peaje y en ella están los lectores de las TAG que se encargan de leer la

información de las TAG, sensores que identifican el tipo de vehículo que pasa a través del peaje, cámaras de video que detectan los vehículos que ingresan y cámaras fotográficas encargadas de fotografiar a los vehículos que pasan por el peaje sin hacer el pago respectivo, con la fotografía se genera una multa y esta es enviada al usuario; la segunda es una tarjeta llamada transporter o TAG la cual va instalada en el vehículo y esta tiene como función el envío y recepción de información al momento de pasar por el peaje electrónico.

Dentro de estos sistemas se encuentran casetas que tienen talanqueras que permiten el paso del vehículo cuando se ha efectuado el cobro del peaje.



Figura 3 - Telepeaje con Talanquera

Otro sistema de cobro no usa talanquera y es completamente electrónico ya que en este no hay intervención de personas y el sistema se encarga de verificar si el vehículo tiene el transponder y en caso de no tenerlo le tomara una fotografía que será usada como evidencia para demostrar que el vehículo uso el sistema y no pago la tarifa y por ende es acreedor de una multa.



Figura 4 - Telepeaje sin Talanquera

A continuación se describen los componentes del sistema de cobro electrónico de peaje:

7.4.1 Sensor de detección de vehículos

Estos sensores se pueden ubicar a un lado de la vía, en la superficie de la vía o en la parte superior del peaje y sus funciones son:

- Identificar el número de ejes del vehículo
- El tipo de vehículo, es decir si es automóvil o vehículo de carga.
- Identificar si el vehículo usa dos ruedas

La siguiente imagen muestra diferentes formas de vehículos las cuales fueron tomadas con un laser, las imágenes son guardadas para permitir la identificación de los vehículos al momento de pasar a través del sistema o para contabilizar la cantidad de vehículos que pasan a través del peaje, este sistema es usado en Alemania.

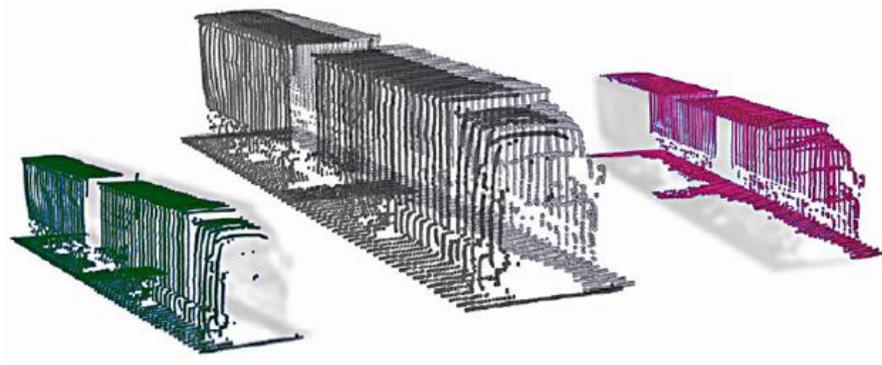


Figura 5 - Perfiles de vehículos

Algunos sistemas de clasificación pueden tomar 0.1 s para hacer la clasificación de los vehículos, durante la clasificación el sistema hace lo siguiente:

- ✓ Identifica vehículos entre 23 clases.
- ✓ Precisión al momento de detectar los vehículos que transitan a la misma velocidad.
- ✓ Mide la longitud del vehículo y el número de ejes.
- ✓ Permite identificar el flujo vehicular.

7.4.2 TAG o Transponder

En un dispositivo que se instala en el vehículo el cual se comunica con el sistema a través del lector de TAG instalado en el peaje, la estación se comunica con el TAG a través de radio frecuencia (CEN DSRC (Europea) e ISO 18000-6C (Estadounidense)), al momento de realizar la comunicación el sistema consulta la base de datos para determinar si el usuario está registrado y tiene saldo que le permita realizar la transacción, generalmente este dispositivo es instalado en el parabrisas y actualmente se usan 2 tipos de TAG uno en el cual se usa una tarjeta con un chip la cual se introduce en el dispositivo instalado en el vehículo o un TAG la cual es un sticker que va adherido al parabrisas del vehículo



Figura 6 – TAG



Figura 7 – TAG adhesivomarca TransCore

Generalmente el TAG contiene la información del vehículo con el fin de poder hacer control de los vehículos que transitan a través de las carreteras; también existe otro TAG que puede ser intercambiado entre vehículos, es decir que se puede usar en diferentes vehículos, este contiene la información del usuario para que sea cobrado el peaje.

7.4.3 Cámaras

La función de las cámaras es monitorear los vehículos que pasan a través del peaje y fotografiar a aquellos vehículos que pasan sin pagar el peaje, la imagen es enviada a la entidad encargada del control del tráfico para que el usuario reciba una multa por el no pago del peaje, el telepeaje usa reconocimiento automático de número de las placas.



Figura 8 - Cámaras

7.5 Sistema de cobro usando cámaras

Este sistema es conocido como video tolling y fue creado principalmente para la identificación y reconocimiento de las placas de los vehículos; el sistema funciona así, el vehículo pasa por el peaje y unas cámaras ubicadas en la parte superior toman una fotografía a la placa del vehículo, un programa se encargar de identificar los caracteres que componen el número y busca en la base de datos el nombre del usuario al cual pertenece el vehículo para hacer el cobro respectivo del valor del peaje.

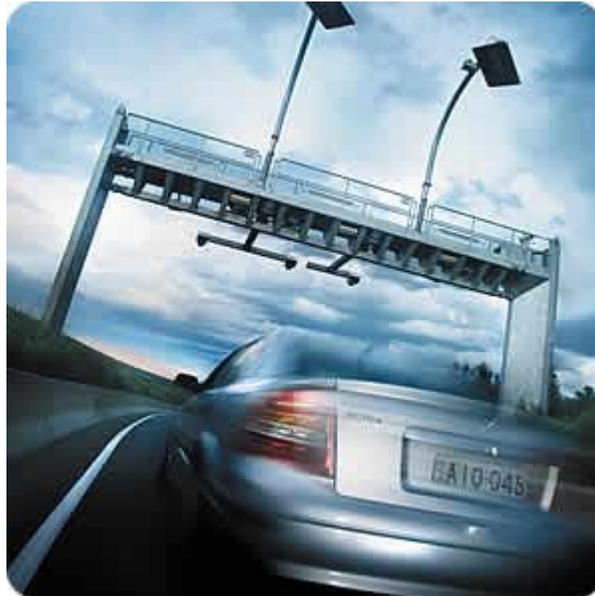


Figura 9 - Video Tolling

Este sistema posee algunas desventajas entre las cuales se encuentran:

- ✓ Diferentes estilos de placas, por ejemplo los vehículos diplomáticos poseen placas diferentes a los vehículos particulares.
- ✓ La imagen puede verse borrosa debido a que al momento de tomar la fotografía, la placa esté fuera de foco.
- ✓ Al momento de tomar la fotografía puede haber poca luz, sombras o reflexión que no permitan que la imagen se vea claramente.
- ✓ Placas desgastadas, al momento de hacer la detección de caracteres el programa podrá presentar dificultades para identificar los caracteres.
- ✓ Si el vehículo transita a alta velocidad la imagen que tome la cámara se puede ver borrosa.

Adicional a los componentes descritos anteriormente el sistema cuenta con un servidor instalado en el peaje y sistema de control encargado de monitorear los peajes, a continuación se da una descripción de estos componentes:

7.6 Servidor en sitio

El servidor que se instala en sitio está encargado de las siguientes funciones:

- ✓ Recibir la información de las TAG instaladas en los vehículos la cual es enviada por los lectores de TAG.
- ✓ Procesar las imágenes de las placas que toman las cámaras para determinar el número de placa del vehículo.
- ✓ Procesar la información de los sensores encargados de la detección de los vehículos.
- ✓ Cuando el servidor procesa esta información la envía al centro de control encargado del monitoreo de los diferentes peajes para que haga el cobro del peaje o informe al ente encargado del tránsito que un vehículo hizo uso del sistema sin hacer el pago respectivo de este.

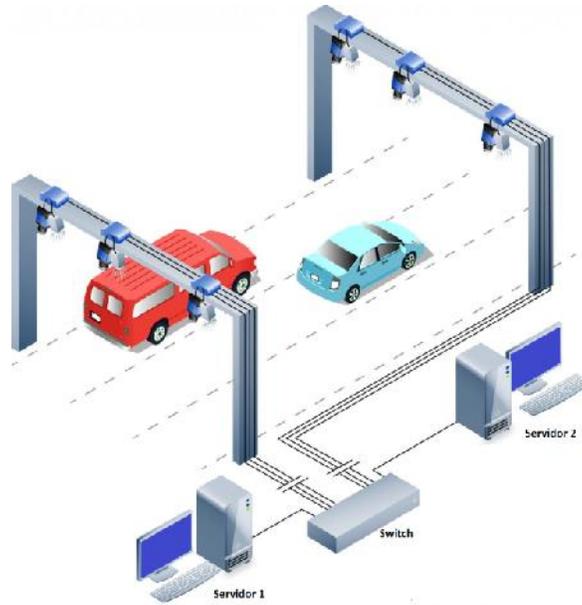


Figura 10 – Servidores en sitio

7.7 Centro de monitoreo

El centro de monitoreo es la capa superior de la red ya que todos los sistemas están interconectados a este, sus funciones principales son:

- ✓ Gestiona y controla cada uno de los elementos instalados en cada uno de los peajes.
- ✓ Recolecta la información enviada por cada servidor acerca de los vehículos que transitan a través de cada peaje.
- ✓ Se encarga de hacer el cobro del uso del peaje.
- ✓ Envía al ente de control de tránsito la información de los infractores que hicieron uso del peaje sin pagarlo para que se haga la respectiva sanción.

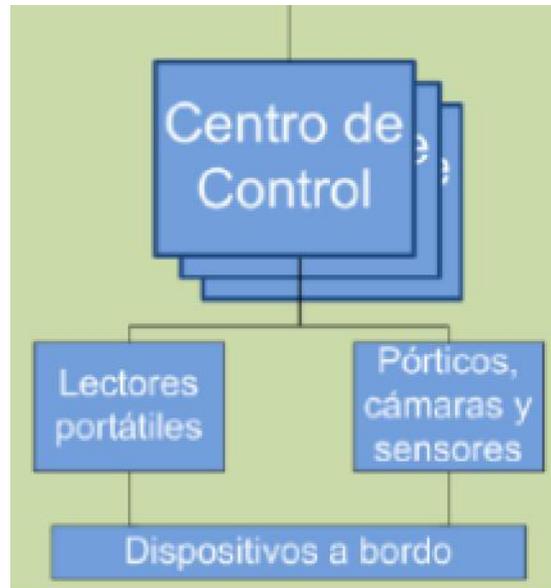


Figura 11 – Centro de Monitoreo

7.8 Estándares de comunicación

En esta sección se va a describir 2 estándares que definen la manera en que las tarjetas instaladas en los vehículos se intercomunican con los lectores de estas, los estándares son CEN DSRC (norma Europea) la cual fue definida por la ETSI y EPC Clase 1 Generación 2 la cual fue definida por la ISO y también es conocida como la ISO 18000-6C (norma Estadounidense).

7.8.1 CEN DSRC

Es un estándar dedicado a comunicaciones a corto rango, este estándar provee la comunicación entre los vehículos y el sistema encargado de la lectura de las TAG, este estándar

es usado por sistemas encargados de recolección de datos y opera en las frecuencias entre 5,725 GHz y 5,875 GHz.

Esencialmente este estándar regula:

- ✓ Las frecuencias de operación y anchos de banda del sistema
- ✓ Equipos a bordo
- ✓ Equipos viales

Este sistema es usado por la mayoría de países pertenecientes a la unión europea, vale la pena aclarar que los sistemas usados en Europa no son completamente compatibles, para ello es necesario que se haga un plan que garantice que interoperabilidad de estos sistemas.

Este sistema funciona mediante envío de señales de radio frecuencia usando frecuencias dentro del rango de operación definido para este estándar, el equipo vial envía la señal al equipo a bordo para obtener la información almacenada en la TAG con el fin de poder hacer la transacción, durante el intercambio se usan políticas de seguridad que garantizan que solo el equipo vial pueda leer la información del equipo a bordo como uso de contraseña encriptada para garantizar que una persona ajena al sistema pueda obtener la información del TAG ya que durante las transacciones se puede usar información bancaria.

Algunas de las características técnicas del estándar son:

- ✓ Memoria del usuario: > 1kB

- ✓ Distancia entre el TAG y el lector <30 m
- ✓ Tiempo que toma el sistema para realizar la transacción <25 ms
- ✓ Usa el estándar de encriptación estándar DES y 3-DES

7.8.2 ISO 18000-6C

Este estándar define la interfaz para la identificación de dispositivos que trabajan entre las frecuencias 860 MHz y 960 MHz, este define los parámetros de envío y retorno de las conexiones incluyendo los atributos técnicos, pero no limitado a frecuencia de operación, la exactitud de los canales de operación, ancho de banda ocupado por cada canal, la máxima potencia isotrópica radiada (EIRP sigla en inglés), modulación, ciclo de trabajo, codificación de datos, tasa de transferencia.

Este estándar especifica los requerimientos físicos y lógicos para una retro dispersión pasiva, esencialmente este estándar especifica:

- ✓ Interacciones físicas entre los lectores de los TAG y los TAG.
- ✓ Procedimientos y comandos de operación entre el lector y el TAG.
- ✓ Esquema que permitirá identificar un TAG entre múltiples TAGs.

En este esquema el lector envía una señal al TAG la cual la energiza, en ese momento el TAG le devuelve al lector la información que este tiene almacenada acerca del usuario para que

el sistema verifique si este está registrado y verifica el sistema de pago que este tiene registrado, ya sea prepago o pos pago.

El sistema usa políticas de seguridad para garantizar que un usuario no autorizado pueda leer la información contenida en la TAG, se usa encriptación del password usando códigos permitidos por este estándar.

A continuación se dan algunas características del estándar ISO 18000-6C

- Memoria del usuario: 512 bits
- Distancia entre el TAG y el lector <20 m
- Tiempo que toma el sistema para realizar la transacción <20 ms
- Se usa un password de 32 bits para poder acceder a la información de la TAG

Este estándar define el modo de operación y las funciones que cumplen cada uno de los dispositivos que intervienen en la identificación de los vehículos

8 LOCALIZACION

Colombia cuenta con 57 rutas viales principales con peajes a lo largo y ancho del territorio para un total de 462 peajes distribuidos así (Transporte M. d., Transporte en cifras estadísticas, 2014):

NOMBRE DE LA RUTA	RUT A No.	VIA	DISTANCI A Kms.	Total PEAJE S
BOGOTA - ARMENIA - PEREIRA - MANIZALES.	<u>1</u>	MELGAR	340	9
BOGOTA - BARRANQUILLA - CARTAGENA	<u>2</u>	SIBERIA-MAGDALENA MEDIO-VIA AL MAR	1.103	16
BOGOTA- BARRANQUILLA- CARTAGENA	<u>3</u>	SIBERIA-MAGDALENA MEDIO-LA CORDIALIDAD	1.125	15
BOGOTA - BARRANQUILLA	<u>4</u>	CHIQUINQUIRA- BUCARAMANGA- MAGDALENA MEDIO	959	14
BOGOTA - BARRANQUILLA	<u>5</u>	TUNJA-BUCARAMANGA- MAGDALENA MEDIO	969	15
BOGOTA - BARRANQUILLA	<u>6</u>	LOS ALPES-MAGDALENA MEDIO	996	13
BOGOTA -	<u>7</u>	SIBERIA-MAGDALENA	1.009	13

BARRANQUILLA		MEDIO		
BOGOTA - BUCARAMANGA	<u>8</u>	CHIQUINQUIRA	384	6
BOGOTA - BUCARAMANGA	<u>9</u>	TUNJA	394	7
BOGOTA - BUENAVENTURA	<u>10</u>	BUGA-BUENAVENTURA	497	9
BOGOTA - CALI - BUENAVENTURA	<u>11</u>	BUGA - CALI	437	12
BOGOTA - CARTAGENA	<u>12</u>	MEDELLIN-SAN ONOFRE	1026	15
BOGOTA - CARTAGENA	<u>13</u>	SIBERIA-MAGDALENA MEDIO-BOSCONIA- CARMEN DE BOLIVAR	1075	13
BOGOTA - CUCUTA	<u>14</u>	CHIQUINQUIRA	580	8
BOGOTA - CUCUTA	<u>15</u>	TUNJA	589	9
BOGOTA - HONDA - MANIZALES	<u>16</u>	SIBERIA-LA VEGA	285	4
BOGOTA - HONDA - MANIZALES - MEDELLIN	<u>17</u>	SIBERIA-HONDA- MARIQUITA	467	7
BOGOTA - IPIALES - RUMICHACA	<u>18</u>	PALMIRA	880	15
BOGOTA - MEDELLIN	<u>19</u>	SIBERIA-HONDA-PUERTO	414	6

		TRIUNFO		
BOGOTA - MONTERIA	<u>20</u>	SIBERIA-MEDELLIN- PLANETA RICA	802	11
BOGOTA - NEIVA - SAN AGUSTIN	<u>21</u>	MELGAR	510	7
BOGOTA - SANTA MARTA	<u>22</u>	TUNJA	959	16
BOGOTA - SANTA MARTA	<u>23</u>	SIBERIA-MAGDALENA MEDIO	964	10
BOGOTA - SOGAMOSO - YOPAL	<u>24</u>	TUNJA-SOGAMOSO	335	5
BOGOTA - VALLEDUPAR	<u>25</u>	CHIQUINQUIRA- BUCARAMANGA	847	11
BOGOTA - VALLEDUPAR	<u>26</u>	TUNJA-BUCARAMANGA	833	12
BOGOTA - VALLEDUPAR	<u>27</u>	SIBERIA-MAGDALENA MEDIO	883	10
BOGOTA - VILLAVICENCIO	<u>28</u>	CAQUEZA	95	3
BOGOTA - VILLAVICENCIO - GRANADA	<u>29</u>	CAQUEZA	172	5
BOGOTA -	<u>30</u>	CAQUEZA	285	6

VILLAVICENCIO	-				
PUERTO LOPEZ	-				
PUERTO GAITAN					
BOGOTA - YOPAL		<u>31</u>	GUATEQUE-AGUACLARA	322	3
BOGOTA - YOPAL		<u>32</u>	VILLAVICENCIO	353	5
MEDELLIN	-	<u>33</u>	PUERTO TRIUNFO-	461	6
BUCARAMANGA			MAGDALENA MEDIO		
MEDELLIN - CALI		<u>34</u>	LA PINTADA- SUPIA-	420	10
			CARTAGO-BUGA-CALI		
MEDELLIN	-	<u>35</u>	EL CARMEN DE BOLIVAR	666	8
CARTAGENA	-				
BARRANQUILLA					
MEDELLIN	-	<u>36</u>	SAN ONOFRE-CALAMAR	699	8
CARTAGENA	-				
BARRANQUILLA					
MEDELLIN - NEIVA		<u>37</u>	GUARNE-PUERTO	587	8
			TRIUNFO-HONDA		
MEDELLIN - TURBO		<u>38</u>	SAN CRISTOBAL-	360	1
			MUTATÁ-APARTADÓ		
MEDELLIN	-	<u>39</u>	CISNEROS-PUERTO	740	8
VALLEDUPAR			BERRIO-MAGDALENA		
			MEDIO		
BARRANQUILLA	-	<u>40</u>	CIENAGA-TUCURINCA-	762	10

BUCARAMANGA - CUCUTA		BOSCONIA-MAGDALENA MEDIO		
BUCARAMANGA - CALI	41	GIRÓN-MAGDALENA MEDIO	755	8
CALI - IPIALES - RUMICHACA	42	JAMUNDI-SANTANDER DE QUILICHAO-POPAYAN-EL BORDO	441	5
CARTAGENA - MANIZALES	43	GAMBOTE-SAN ONOFRE- MEDELLÍN-SUPIÁ	769	12
CARTAGENA - PARAGUACHON	44	LA BOQUILLA-PUERTO COLOMBIA-CIENAGA- CAMARONES-MAICAO	429	9
CARTAGENA - VALLEDUPAR	45	TURBACO-EL CARMEN DE BOLÍVAR-PUENTE PLATO-BOSCONIA	358	4
CUCUTA - BOGOTA - RUMICHACA	46	CHIQUINQUIRA-BOGOTÁ- BUGA-MEDIACANOA- CALI-POPAYAN	1458	8
CUCUTA - BUCARAMANGA - MEDELLIN	47	MAGDALENA MEDIO- CISNEROS	567	6
ARMENIA - MEDELLIN	48	CERRITOS-LA VIRGINIA- SUPIA-LA PINTADA	293	5

BARRANCABERMEJA - MOCOA	49	MAGDALENA MEDIO- HONDA-NEIVA	939	9
MANIZALES - QUIBDO	50	SUPIA-LA PINTADA	322	3
MONTERIA - CARTAGENA - BARRANQUILLA	51	AL MAR	363	7
MONTERIA - CARTAGENA - BARRANQUILLA	52	LA CORDIALIDAD	385	8
MONTERIA - TURBO	53	ARBOLETES	183	1
SINCELEJO - EL CARMEN - BOSCONIA - VALLEDUPAR	54	EL CARMEN DE BOLÍVAR- PLATO-BOSCONIA	316	4
TUNJA - PUERTO ARAUJO	55	ARCABUCO-MONQUIRÁ- BARBOSA	199	1
TUNJA - PUERTO BOYACA	56	SACHICA-OTANCHE	255	1
VALLEDUPAR - PARAGUACHON	57	LA PAZ-VILLANUEVA	209	2

9 ANALISIS DE FACTORES DETERMINANTES

9.1 Vías de cuarta generación

Las vías de cuarta generación o 4G permitirán que el país se desarrolle de una forma más acelerada y competitivamente haciendo frente a las exigencias de los nuevos retos del comercio global, generando miles de empleos a los colombianos y entregándoles vías de primera calidad.

Se tendrán 40 nuevas concesiones, transformando 1200 Km e doble calzada de los 8000 km de vías, invirtiendo 47 billones de pesos en desarrollo y trabajo para 180 mil personas en 24 departamentos (Infraestructura, 2014).

9.2 Como beneficios socioeconómicos tenemos:

Ahorro en tiempo de viaje en promedio de un 30%:



Figura 12 – Ahorro tiempos de viaje

Como se puede observar en la gráfica anterior el tiempo de viaje entre las principales ciudades se puede disminuir en promedio un 30% lo cual debe ser apoyado por un buen sistema de peajes electrónicos.

El ahorro en el costo de operación vehicular es aproximadamente del 20%



Figura 13 – Ahorro costo operación vehicular

Para las vías de 4G tenemos:

- ✚ 8000 Km de vías origen – destino
- ✚ 1370Km de doble calzada.
- ✚ 141 túneles con más de 125Km de los cuales 96 Km son de más de 2Km de largo.
- ✚ 146Km en 1300 viaductos.

Los proyectos en licitación para las vías 4G son los siguientes:

- ✚ Girardot -Honda -Puerto Salgar

- ✚ Perimetral del Oriente de Cundinamarca
- ✚ Mulaló–Loboguerrero
- ✚ Cartagena –Barranquilla y Circunvalar
- ✚ de la Prosperidad
- ✚ Autopista Conexión Norte
- ✚ Autopista al Río Magdalena 2
- ✚ Autopista Conexión Pacífico 1
- ✚ Autopista Conexión Pacífico 2
- ✚ Autopista Conexión Pacífico 3

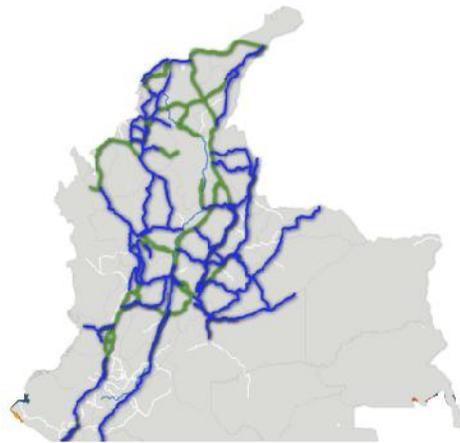


Figura 14 – Autopistas 4ta Generación

9.3 Reducción en costos operativos en el peaje

Con la instalación de peajes donde el recaudo se haga electrónicamente se genera una reducción de costos comparado con la operación de peajes manuales, esto se debe al no tener el manejo de dinero en efectivo. En las casetas actuales, el dinero recaudado se debe mover hacia

un banco local más cercano por medio de una compañía de transporte de valores quien cobrará el servicio y el seguro, todo esto asociado al valor total recogido.

Por otro lado, el conteo de efectivo manual, la entrega del tiquete y las demás actividades realizadas por el personal puede ser eliminado, esto conlleva una reducción de costos asociados al personal. (Transporte G. E., 2013)

9.4 Reducción en emisiones, consumo de combustible y congestión

El implementar peajes electrónicos conlleva una reducción en los tiempos de espera en el peaje. Hoy en día, un vehículo debe parar por completo y esperar mientras se completa la transacción en efectivo. En peajes electrónicos, el usuario no deberá parar y, dependiendo de la configuración, podrá continuar a una velocidad constante.

El hecho de poder continuar a una velocidad constante implica que la congestión que se genera en el peaje por vehículos detenidos, disminuye. Adicionalmente, el hecho de frenar y volver a arrancar, junto con el tiempo adicional que se demora el vehículo en la transacción manual generan emisiones y consumo de combustible adicionales. (Transporte G. E., 2013)

10 MODELOS DE CONTRATO DEL USUARIO CON EL SISTEMA

Las personas que decidan conducir por las vías que tienen peajes electrónicos pueden manejar un solo dispositivo montado sobre el vehículo para el uso de los peajes electrónicos, debido a la interoperabilidad de los sistemas aun si son operados por concesionarios diferentes. (Estudio Cualitativo: ITS - Intelligent Transportation System- en Colombia, 2010)

- ✓ La adquisición del dispositivo es gratuita y se firma un contrato en el cual se cobra el uso de las carreteras de forma mensual.
- ✓ Los usuarios tendrán una cuenta la cual pueden verificar via internet y validar la información de uso de los peajes electrónicos.
- ✓ Los pagos se pueden hacer con débito automático (de una cuenta bancaria) o pagado en efectivo en las entidades bancarias o de recaudo de servicios públicos.
- ✓ También existe la opción de Prepago y de Pospago.

Prepago:

- ✓ Los usuarios deben registrar una cuenta de recaudo.
- ✓ Los usuarios deberán recargar la tarjeta con dinero y se descontará de su saldo los usos que se generen cuando pasen por un peaje electrónico.
- ✓ Los usuarios podrán asociar una cuenta bancaria a su tarjeta prepago para que se haga el débito automático programado (auto recargar la tarjeta prepago).
- ✓ En el caso que no haya recargado su cuenta, la entidad de recaudo podrá cobrar una tarifa diferencial por los costos extra de procesamiento.

Post-pago:

- ✓ Los usuarios deben registrar una cuenta de recaudo.
- ✓ Por cada uso de los peajes, se genera una deuda con el sistema. Estas se acumulan y le llega una cuenta al usuario al final de mes.

Infactores:

- ✓ En el caso de que un usuario no se haya registrado y utilice las aplicaciones de peaje o cargo por congestión, el sistema tendrá acceso a la información de registro del vehículo y se marcará como infractor.
- ✓ Si el vehículo no tiene tag, se hará la identificación por cámara de video a la placa del vehículo, el caso sería competencia de las autoridades de tránsito quienes deberán poner una sanción al vehículo. El recaudador comunicará la infracción a las autoridades de tránsito y el comparendo les llegará a sus casas.
- ✓ En el modo pospago sólo serán considerados como infractores, quienes no paguen su cuenta al final de mes.

11 PROVEEDORES DE SISTEMAS DE LA SOLUCION DE PEAJES ELECTRONICOS

Alrededor del mundo han surgido muchas compañías que empezaron a desarrollar tecnologías para poder solucionar el problema que se detecto respecto a la movilidad de vehículos a través de los peajes convencionales y cobro por uso de estos peajes, a continuación

se listan algunas de las compañías que actualmente proveen la solución de peajes electrónicos:

<http://www.rfidjournal.com/blogs/experts/entry?5097>

- **Transcore:** Esta compañía inicio en 1930 soportando operaciones en peajes de Estados Unidos, tiene instalaciones alrededor el mundo, esta compañía ha desarrollado este tipo de peajes para casi la mitad de peajes en Estados Unidos y es la firma más grande del país que provee sistemas inteligentes de transporte. En 2014 Engineering News-Record ubicó a Transcore como la compañía número 89 entre las 500 compañías de diseño más importantes. (Transcore)
- **Atlantia:** Esta compañía fue fundada en 1950 e inicialmente fue llamada Autostrade Concessioni e Costruzioni S.p.A, en 1982 esta compañía llego a manejar el 52% de los peajes en Italia y el 17% de los peajes en Europa, funcionando en 15 regiones y 60 provincias en Italia. En 2007 la compañía paso a llamarse Atlantia. (Atlantia)
- **Telvent Caseta:** esta empresa desarrolla, suple, integra y mantiene sistemas electrónicos de peajes y soluciones con tecnología RFID. Sus productos incluyen sistemas de control de línea para operaciones de ETC, sistemas para centrales de monitoreo, manejo de base de datos y sistemas de reporte de reportes que proveen auditoría y capacidades de seguridad para la operación de los peajes. (Bloomberg)

- **Vysionics:** Esta compañía tiene una larga historia en integración de soluciones ANPR a través de sistemas de reconocimiento computarizado CRS, esta empresa fue la primera en inventar el sistema ANPR en colaboración con el departamento de científico de desarrollo de la policía de Escocia en 1979. (Vysionics)
- **G.E.A.:** esta compañía francesa ha llegado a ser la líder en la actividad diseño, fabricación y mantenimiento de sistemas de cobro de peajes desde su creación en 1971, actualmente es el proveedor número 1 en Francia y más del 85% de los peajes en Francia operan con los equipos de G.E.A. y más de 12.000 líneas de peajes alrededor del mundo operan con sus soluciones. (<http://www.gea.fr>)
- **International Road Dynamics:** es una compañía líder a nivel mundial en manejo de tráfico, operando internacionalmente en la industria de ITS. Tiene una experiencia de 35 años, es una compañía especializada en control avanzado de tráfico, protección de puentes y tecnologías de manejo de peajes. IRD tiene instalaciones de operación alrededor del mundo con mayores proyectos a lo largo de Canada, Estados Unidos, Arabia Saudita, Pakistan, India, China, Hong Kong, Indonesia, Korea, Malasya, Brasil, Colombia, Chile, Ecuador, Honduras, Perú, Uruguay, Mexico y otros países. (<http://www.irdinc.com/>)
- **JAI:** esta compañía Danesa fue fundada hace más de 50 años, ha estado en el primer plano de nuevos desarrollos en tecnologías de visión. La compañía provee innovación digital CCD/CMOS para cámaras para aplicaciones industriales, médicas y sistemas de

vigilancia, también como soluciones completas de reconocimiento de imágenes de vehículos in ITS. JAI tiene presencia global a lo largo de compañías en Dinamarca, Alemania, Finlandia, Japón, China y Estados Unidos, también tiene participación en más de 35 países a través de empresas asociadas. (JAI)

- **Kapsch Trafficcom:** Es una compañía proveedora de sistemas de transporte inteligente ITS, su sistema emplea información y tecnologías de comunicación para soportar y optimizar vías de transporte, incluye infraestructura, usuarios, vehículos e industria. Su foco central está en ITS que para asegurara la seguridad, disponibilidad y calidad de la infraestructura, esto es llamado ITS orientada a operador/autoridad. (Kapsch)
- **Omron:** fue establecida en 1933 como Tateisi Electric Manufacturing Co., Omron ha soportado la industria con soluciones de innovación y tecnologías avanzadas. (Omron)
- **Q-Free ASA:** una compañía líder a nivel global como proveedor de productos y soluciones dentro de ITS para manejo de sistemas de transporte avanzados. Esta empresa ofrece experticia en cada área de aplicación principal, incluyendo peajes de autopistas, peajes para camiones, congestiones y sistemas para manejo de parqueaderos. La empresa tiene participación en los siguientes países Canadá, Australia, Brasil, Chile, Francia, Indonesia, Malasia, Noruega, Portugal, Serbia, Eslovenia, Sur África, Suecia, Holanda, Tailandia, Reino Unido y Estados Unidos. (<https://www.q-free.com/>)

- **SAIC:** Science Applications International Corporation es un integrador líder en tecnología que provee servicios y soluciones en mercados técnicos, ingeniería e IT en empresas, SAIC tiene aproximadamente 13.000 empleados alrededor del mundo. (Saic)
- **Siemens Electronic Tolling:** soluciones de peajes hoy ofrecen más que un modelo de refinanciamiento: ellos sirven como un herramienta para proveer movilidad en las conglomeraciones urbanas y ofrecer un valor agregado. El requerimiento para esto son soluciones basadas en soluciones electrónicas. (Tolling)
- **Toll Collect:** desde el 1 de Enero de 2005, Toll Collect ha sido establecida y opera confiablemente como el primer sistema de peaje satelital para camiones. Los cargos por el uso de los peajes en las rutas Alemanas son cargadas por Toll Collect a las compañías transportadoras y los fondos recogidos son transferidos al tesoro Alemán durante todo el año. Desde la inauguración el peaje, Toll Collect ha sido un aliado del gobierno federal de Alemania. (Toll Collect)
- **TRMI:** por más de 3 décadas, TRMI ha sido productor de sistemas de peajes electrónicos para organizaciones públicas y privadas. TRMI instaló el primer sistema de peaje de estado solido en el puente Golden Gate en 1981. (TRMI)
- **3M:** Armado con innovación tecnológica y experiencia en industria, 3M provee solución ingeniosa para una variedad de industrias de transportes alrededor del mundo. (3M)

- **Schneider Electric:** SmartMobility™ Tolling es el más exacto y confiable sistema. Este es independientemente auditado y provee un completa plataforma de manejo para redes de peajes con diagnósticos en línea y en tiempo real para el completo sistema de peaje. (Electronic)

12 IMPACTO AMBIENTAL Y SOCIAL

La implementación de peajes electrónicos tiene un beneficio ambiental ya que reduce la contaminación producida por los vehículos; actualmente los automotores deben parar por completo, esperar mientras se completa la transacción y arrancar nuevamente para continuar con su recorrido, generando altos consumos de combustible y emisiones de gases. Con el peaje electrónico el usuario no se detiene para pagar ya que el cobro por uso de la vía se hace de forma rápida y electrónica. EL usuario podrá continuar con velocidad constante permitiendo que la congestión en los peajes desaparezca. (Transporte M. d., Proyecto de Decreto para adoptar el Sistema Nacional de Identificación Vehicular - SINEV- , 2012)

La combustión de energéticos al interior de los motores de los vehículos, implica la emisión de una amplia gama de contaminantes atmosféricos entre ellos el material particulado (PM) y el dióxido de carbono (CO₂). El primero genera impactos directos sobre la salud humana, pues ocasiona y exacerba enfermedades cardiorrespiratorias; el segundo, contribuye al fenómeno global de cambio climático. Indiscutiblemente, los niveles de emisión de estos contaminantes están relacionados con la edad de los vehículos, pues los automotores más modernos cuentan con

sistemas de control de emisiones, con condiciones técnico mecánicas que garantizan procesos de combustión más eficientes y menores tasas de consumo de combustible por kilómetro recorrido.

En la siguiente tabla se muestra las emisiones de gases por vehículos pequeños y de carga. (EPA, 2014)

Parámetro	Valor	Fuente
Emisiones de CO2 para vehículos livianos en espera	0.0023 g/litro de gasolina	US EPA (8)
Emisiones de CO2 para vehículos pesados en espera	0.0027 g/litro de diesel	US EPA (8)
Emisiones de CO para vehículos en espera	0.052 g/min (promedio)	US EPA (8)
Emisiones de NOX para vehículos en espera	0.6082 g/min (promedio)	US EPA (8)
Emisiones de THC para vehículos en espera	0.1594 g/min (promedio)	US EPA (8)
Uso de combustible en espera	0.002641721 gal / minuto x tamaño del motor	US EPA (8)
Tiempo de espera para vehículos livianos (valle)	1 minuto	Base en el tráfico liviano
Tiempo de espera para vehículos livianos (pico)	3 minutos	Base en el tráfico pesado
Tiempo de espera para vehículos pesados (valle)	5 minutos	ANDI (10)
Tiempo de espera para vehículos pesados (pico)	12 minutos	ANDI (10)

Ocupación promedio vehículos particulares	1.8 personas / vehículo	Caltrans (5)
Ocupación promedio vehículos de carga	1.1 personas / vehículo	Caltrans (5)

Reducción de emisiones totales

Emisiones	Cantidad
Reducción CO2 (Ton)	26.12
Reducción Nox (Ton)	39.76
Reducción CO (Ton)	156.81
Reducción THC (Ton)	10.8

Reducción en emisiones para algunas vías.

Emisiones	Honda - Puerto Salgar - Girardot	Mulaló - Loboguerrero y Cali - Dagua - Loboguerrero	Perimetral del Oriente de Cundinamarca	Cartagena - Barranquilla Circunvalar de la Prosperidad
Reducción CO2 (Ton)	597.58	351.45	1441.94	643.39

Reducción Nox (Ton)	0.91	0.53	2.19	0.98
Reducción CO (Ton)	3.59	2.11	8.65	3.86
Reducción THC (Ton)	0.25	0.15	0.6	0.27

12 ANEXOS

12.1 ANEXO A

**SISTEMAS DE INFORMACIÓN Y CONTROL PARA TRANSPORTES –
COMUNICACIONES
ESPECIALIZADAS DE CORTO ALCANCE A 5,8 GHz**

(Cuestión UIT-R 205/8)

(2000)

La Asamblea de Radiocomunicaciones de la UIT,

considerando

- a) que los sistemas de información y control para transportes (TICS) pueden contribuir de forma significativa a la mejora de la seguridad pública;
- b) que el establecimiento de normas internacionales facilitará la aplicación de los sistemas TICS en todo el mundo y permitirá hacer economías de escala en el suministro al público de equipos y servicios TICS;
- c) la conveniencia de lograr una armonización internacional de los TICS en su fase inicial;
- d) que la compatibilidad de los TICS a escala mundial puede depender de la existencia de atribuciones comunes de espectro radioeléctrico;

* Esta Recomendación debe señalarse a la atención de la Comisión de Estudio 1 de Radiocomunicaciones.

e) que la Organización Internacional de Normalización (ISO) está trabajando en la normalización de los TICS (en aspectos ajenos a las radiocomunicaciones) en ISO/TC204 que contribuirá a los trabajos del UIT-R,

reconociendo

a) que el Instituto Europeo de Normas de Telecomunicación (ETSI) ha adoptado normas europeas sobre «Telemática para transporte vial y tráfico (RTTT): Características técnicas y métodos de prueba para equipos de comunicaciones de transmisión especializados de corto alcance (DSRC) que funcionan en la banda atribuida con fines industriales, científicos y médicos (ISM) a 5,8 GHz (ES 200 674-2)». Para estos sistemas se han identificado las bandas 5 795-5 805 MHz y 5 805-5 815 MHz (sobre una base nacional);

b) que otras organizaciones regionales, como el Asia-Pacific Telecommunications Standardization Program (ASTAP), han aprobado una propuesta de proyecto de norma sobre «Equipos de comunicaciones especializados de corto alcance (DSRC) en la banda de 5,8 GHz»,

observando

a) que la banda de frecuencias 5 725-5 875 MHz también se utiliza por otros servicios y sistemas de radio operando de acuerdo con el RR,

recomienda

1 que las características técnicas y de explotación de las comunicaciones especializadas de corto alcance (DSRC, *dedicated short range communications*) descritas en el Anexo 1 se consideren representativas de aquellas que funcionan en la banda de frecuencias de 5,8 GHz; que para la implantación de las DSRC son viables los métodos activo (transceptor) y de dispersión hacia atrás (transpondedor) descritos en el Anexo 1.

12.2 ANEXO B

Precio promedio de los elementos:

<p>Sticker Tag</p> <p>\$15</p>	<p>Toll Tag</p> <p>\$ 30</p>	<p>Multiprotocol Reader \$5300</p>
 <p>TransCore iGo⁺ Plus Sticker Tag</p> <p>ONE LINE OF LARGE FIXED FONT OR TWO LINES OF SMALL OF CUSTOM FONT VVDDD 15-4758-3000 CUS CTRL # OR TAG ID</p>		
<p>Mobile Tag Reader \$ 1300</p>	<p>License plate reader camera</p> <p>\$ 4500</p>	<p>Universal Toll Antenna \$135</p>
		

ANEXO 1

Características técnicas y de explotación de las DSRC que funcionan en la banda de frecuencias de 5,8 GHz

1 Generalidades

La presente Recomendación considera las tecnologías y características para DSRC en la banda de 5,8 GHz. Esta Recomendación incluye tanto el método activo (transceptor) como el de dispersión hacia atrás (transpondedor) como tecnologías DSRC disponibles para los TICS. Se describen las características técnicas y de explotación de ambos métodos.

1.1 Introducción

Las DSRC constituyen un sistema de radiocomunicaciones móviles especializado para vehículos que se desplazan por carretera. Las DSRC son una tecnología fundamental para comunicaciones TICS, contribuyendo al enlace entre carreteras, el tráfico y los vehículos del TICS con tecnología de información.

Las DSRC hacen referencia a cualquier tecnología de radiocomunicaciones de corto alcance desde una infraestructura vial a un vehículo o una plataforma móvil. Las aplicaciones DSRC incluyen cobro electrónico de peaje, pago de aparcamiento, pago de combustible, señalización en el vehículo, información de tráfico, gestión de transporte público y de vehículos comerciales, gestión de flotas, información meteorológica, comercio electrónico, recogida de datos de sonda, advertencia de pasos a nivel, transferencia de datos entre cabeza tractora y

remolque, otros servicios de contenido, travesía de fronteras y despacho electrónico de mercancías.

Un ejemplo de una aplicación DSRC es el pago electrónico de peaje (ETC, *electronic toll collection*). Aplicando tecnología de radiocomunicaciones DSRC bidireccional, los sistemas ETC en carreteras de peaje permite a los conductores pagar el peaje automáticamente sin utilizar dinero y sin necesidad de pararse en los controles. Los sistemas ETC mejoran la fluidez del tráfico en los controles de peaje así como el nivel de contaminación al reducir el consumo de combustible. Además, al permitir al tráfico pasar por el peaje sin parar, aumenta la capacidad de la carretera en tres o cuatro veces y se evita la congestión del tráfico en los peajes. También se espera que los sistemas ETC reduzcan el coste de explotación de las carreteras de peaje al sustituir al cobro manual de peajes.

La Fig. 1 muestra un ejemplo de la interacción de las DSRC con una red global de comunicaciones para aplicaciones TICS.

1.2 Objeto

Las DSRC para aplicaciones de TICS utilizan técnicas radioeléctricas distintas de las de voz para transferir datos en distancias cortas entre el borde de la carretera y unidades radioeléctricas móviles con el fin de realizar operaciones relacionadas con la mejora del tráfico, su seguridad y otras aplicaciones inteligentes de servicio de transporte en una amplia gama de

entornos públicos y comerciales. Los sistemas DSRC también pueden transmitir mensajes de estado e industriales relacionados con las unidades implicadas.

2 Características técnicas y de explotación

Los tipos de comunicación entre un vehículo y la carretera son generalmente puntuales, continuos y de zona amplia. Las DSRC tratan del enlace de radiocomunicaciones de tipo puntual. Las DSRC se consideran una tecnología eficaz para este tipo de sistemas como ETC y navegación. Los sistemas DSRC tienen las siguientes características:

- Comunicaciones en zonas restringidas: Comunicaciones posibles únicamente en zonas restringidas.
- Comunicaciones breves: Comunicaciones posibles en periodos de tiempo restringidos.

Los dos componentes principales que incluyen los DSRC son los equipos de a bordo y los equipos viales.

Equipos de a bordo (OBE): El OBE, situado cerca del salpicadero o en el parabrisas del vehículo, está constituido por circuitos de radiocomunicaciones, un circuito de tratamiento de aplicación, etc. Normalmente tiene una interfaz hombre-máquina que incluye conmutadores, dispositivos de presentación y alarma.

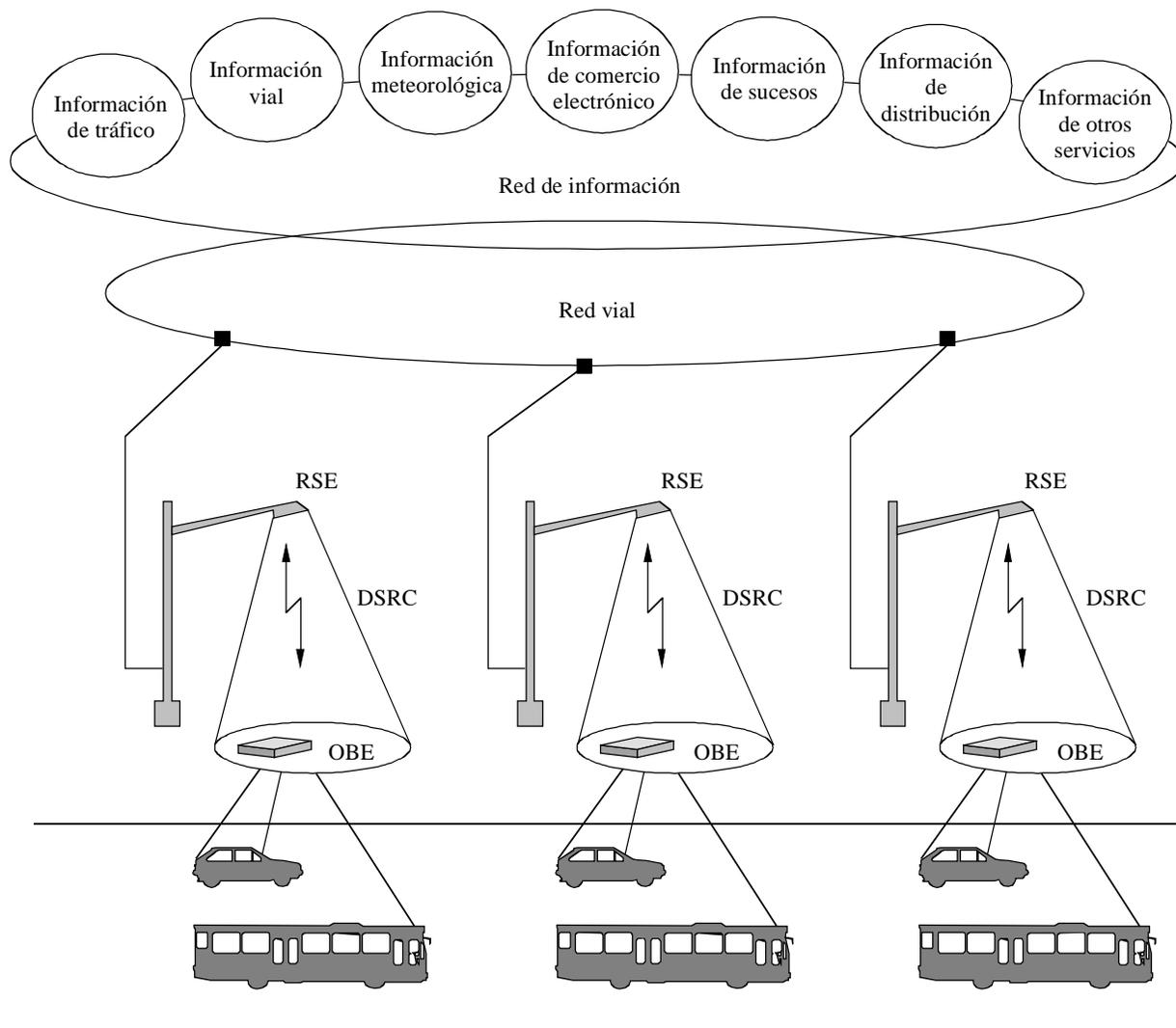
Equipo vial (RSE): El RSE está instalado sobre o a lo largo de la carretera y comunica con el OBE móvil mediante señales radioeléctricas. El RSE está constituido por circuitos de

radiocomunicaciones, un circuito de tratamiento de aplicación, etc. Normalmente tiene un enlace con el sistema vial para intercambiar datos.

Los sistemas DSRC funcionan transmitiendo señales radioeléctricas para el intercambio de datos entre los equipos OBE montado a bordo del vehículo y el equipo vial RSE. Este intercambio de datos exige alta fiabilidad y privacidad del usuario puesto que puede incluir transacciones financieras y otras.

Se han utilizado de forma provechosa tanto el método activo (transceptor) como el pasivo (dispersión hacia atrás) para los servicios existentes de tipo DSRC.

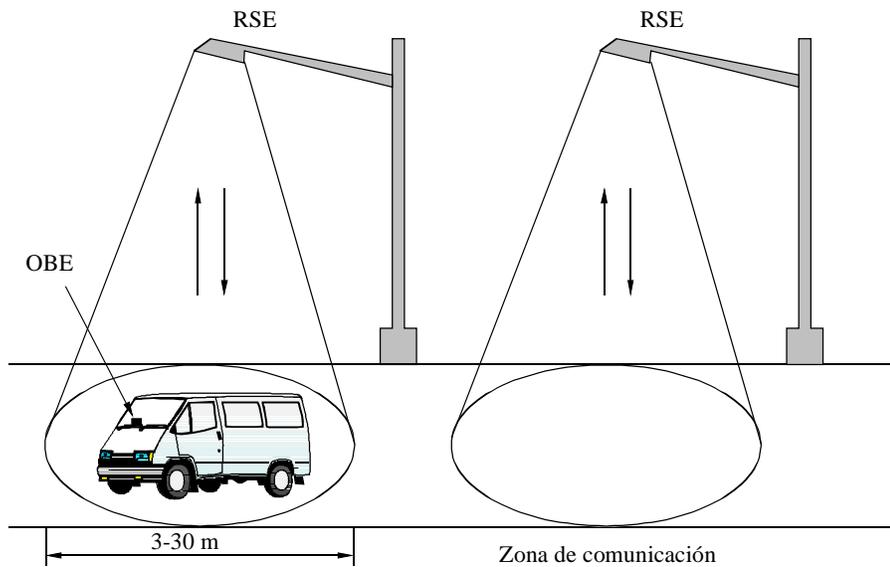
FIGURA 1
Interacción de las DSRC con una red global de comunicaciones para los TICS



OBE: equipo de a bordo (*on-board equipment*)
RSE: equipo vial (*roadside equipment*)

1453-01

FIGURA 2
Ejemplo de zona de comunicación



1453-02

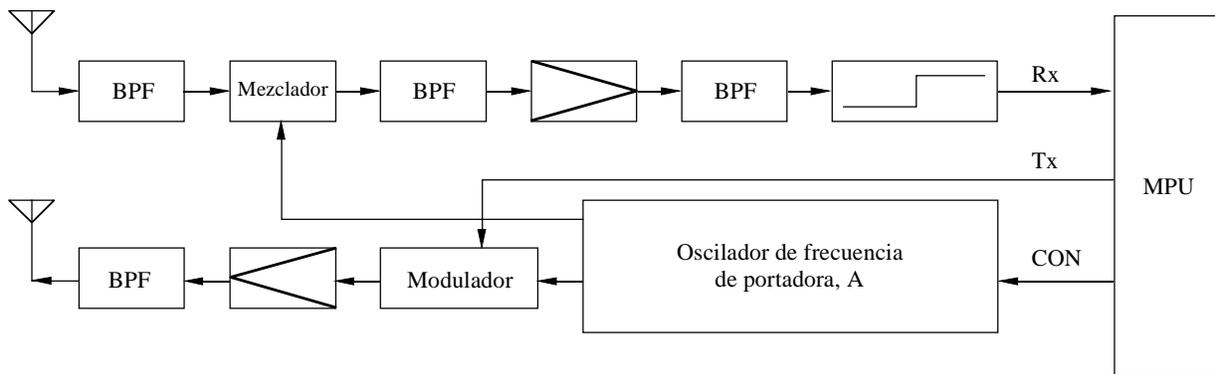
2.1 Método activo (transceptor)

Las unidades viales están equipadas con los dispositivos necesarios para las radiocomunicaciones. Para el método activo (transceptor), las unidades de a bordo están equipadas con las mismas funciones que las unidades viales para las radiocomunicaciones. En concreto, tanto las unidades viales como los OBE incorporan un oscilador de frecuencia portadora en la banda de 5,8 GHz y tienen la misma funcionalidad para las transmisiones radioeléctricas.

Aquí se presenta la configuración típica de unidades de a bordo, debido a que también existe un esquema alternativo para la configuración del OBE.

La Fig. 3 muestra un diagrama de bloques típico de los circuitos radioeléctricos del OBE.

FIGURA 3
Configuración típica del OBE en el método activo de transceptor



BPF: Filtro de paso de banda
MPU: Unidad de tratamiento principal

1453-03

La parte superior es el receptor. La parte inferior es el transmisor. La parte de tratamiento se sitúa a la derecha. Se pueden compartir las antenas de transmisión y de recepción. El OBE en el método activo (transceptor) recibe señales radioeléctricas desde la unidad vial con la antena situada en la parte superior izquierda. Cada señal recibida pasa a través de cada bloque funcional y se procesa mediante la MPU como datos de recepción. La señal de transmisión del OBE es la señal portadora en la banda de 5,8 GHz proveniente del oscilador A, modulada con los datos de transmisión. La señal se envía por la antena situada abajo a la izquierda.

El desglose de las características técnicas requeridas para las facilidades de radiocomunicaciones es el siguiente:

CUADRO 1

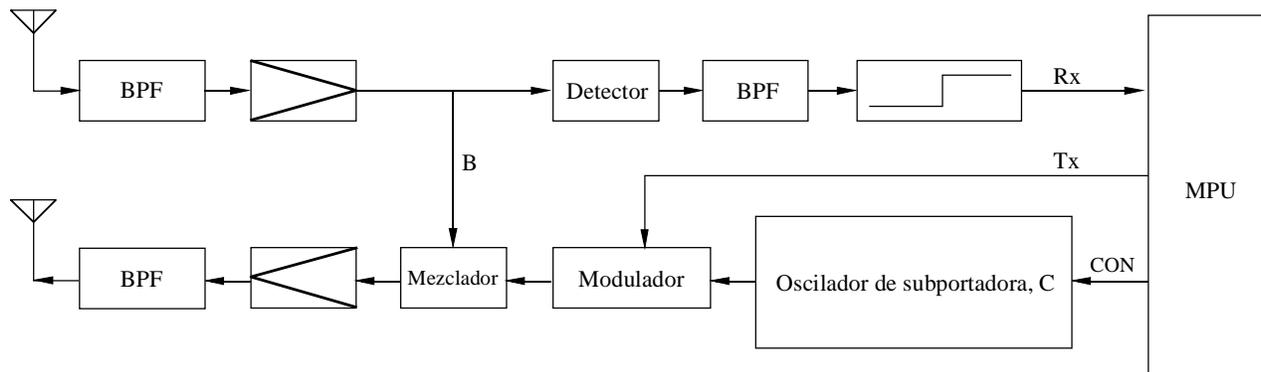
Características del método activo (transceptor)

Objeto	Características técnicas
Frecuencias de portadora	Banda de 5,8 GHz para el enlace descendente y el enlace ascendente
Separación entre portadoras RF (separación de canal)	10 MHz
Anchura de banda ocupada permitida	Menos de 8 MHz
Método de modulación	Modulación por desplazamiento de amplitud (MDA)
Velocidad de transmisión de datos (velocidad binaria)	1 024 kbit/s
Codificación de datos	Codificación Manchester
Separación dúplex	40 MHz
Tipo de comunicación	Tipo transceptor
p.i.r.e. máxima ⁽¹⁾	≤ 30 dBm (enlace descendente) (Para una distancia de transmisión de 10 m o inferior. Potencia suministrada a la antena ≤ 10 dBm)
	$\leq 44,7$ dBm (enlace descendente) (Para una distancia de transmisión superior a 10 m. Potencia suministrada a la antena $\leq 24,77$ dBm)
	≤ 20 dBm (enlace ascendente) (Potencia suministrada a la antena ≤ 10 dBm)

2.2 Método de dispersión hacia atrás (transpondedor)

Al contrario que en el método activo (transceptor) mostrado en el § 2.1, el OBE para el método de dispersión hacia atrás (transpondedor) no tiene oscilador interno para generar una señal de portadora radioeléctrica en la banda de 5,8 GHz, de forma que depende del oscilador de 5,8 GHz de la unidad vial con la que se comunica. En la Fig. 4 se da una explicación detallada con un diagrama de bloques funcional típico.

FIGURA 4
Configuración típica del OBE en el método pasivo de dispersión hacia atrás



1453-04

Las señales para el método de dispersión hacia atrás (transpondedor) también se procesan en la MPU al recibir datos después de pasar a través de cada bloque funcional. La diferencia con el sistema activo (transceptor) radica en las transmisiones del OBE. El sistema de dispersión hacia atrás (transpondedor) no tiene oscilador de señal de portadora. Por lo tanto, cuando se transmite desde el OBE, la unidad vial tiene que emitir continuamente una señal de portadora sin modular. El OBE recibe esta señal, que se introduce en el circuito de transmisión después de pasar a través del circuito B, y la toma como su propia señal de portadora. Los datos de transmisión modulan la salida del oscilador C de señal de subportadora y se mezclan con la señal de portadora proveniente de C. Una señal subportadora transporta estos datos de transmisión del equipo de a bordo mediante una frecuencia diferente de la señal de portadora (frecuencia de la señal de portadora más/menos la frecuencia de subportadora).

El desglose de las características técnicas requeridas por las facilidades de radiocomunicaciones es el siguiente:

CUADRO 2

Características del método de dispersión hacia atrás (transpondedor)

Objeto	Características técnicas	
	Velocidad de datos moderada	Velocidad de datos alta
Frecuencias de portadora	Banda de 5,8 GHz para el enlace descendente	Banda de 5,8 GHz para el enlace descendente
Frecuencias de subportadora	1,5 MHz/2 MHz (enlace ascendente)	10,7 MHz (enlace ascendente)
Separación de portadoras RF (separación de canal)	5 MHz	10 MHz
Anchura de banda ocupada permitida	Menos de 5 MHz/canal	Menos de 10 MHz/canal
Método de modulación	MDA (portadora de enlace descendente) MDP (subportadora de enlace ascendente)	MDA (portadora de enlace descendente) MDP (subportadora de enlace ascendente)
Velocidad de transmisión de datos (velocidad binaria)	500 kbit/s (enlace descendente) 250 kbit/s (enlace ascendente)	1 Mbit/s (enlace descendente) 1 Mbit/s (enlace ascendente)
Codificación de datos	FM0 (enlace descendente) NRZI (enlace ascendente)	
Tipo de comunicación	Tipo transpondedor	Tipo transpondedor
p.i.r.e. máxima ⁽¹⁾	≤ 33 dBm (enlace descendente) ≤ -24 dBm (enlace ascendente: banda lateral única (BLU))	≤ 39 dBm (enlace descendente) ≤ -14 dBm (enlace ascendente: BLU)

13 BIBLIOGRAFIA

<https://www.mintransporte.gov.co/mintraninos/publicaciones.php?id=267>

<http://www.eltiempo.com/archivo/documento/MAM-51619>

<http://www.wikipedia.org>

http://www.cid.unal.edu.co/cidnews/components/com_fcecidprensa/gallery/uploads/pejaes_electronicos-Dic-2.pdf

http://www.cid.unal.edu.co/cidnews/components/com_fcecidprensa/gallery/uploads/tarjetas-electronicas.pdf

<http://www.caracol.com.co/noticias/regionales/antioquia-primer-departamento-con-interoperabilidad-en-el-pago-de-peajes/20140626/nota/2293728.aspx>

https://www.bbvaresearch.com/wp-content/uploads/migrados/140410_Situaci_nAutomotriz_Colombia2013_tcm346-444417.pdf

<https://www.transcore.com/>

<http://www.invias.gov.co/index.php/component/content/article/143-red-vial-nacional/hermes/1831-elmapadecarreteras2014>

<http://blogs.iadb.org/moviliblog/2014/05/02/cual-es-el-reto-de-los-sistemas-de-telepeajes/>

http://www.iso.org/iso/home/store/catalogue_tc/catalogue_detail.htm?csnumber=59643

http://www.iso.org/iso/catalogue_detail.htm?csnumber=46149

http://solutions.3m.com.co/wps/portal/3M/es_CO/Centro_Noticias/3M_AI_Dia/Publicaciones/RSS-Feed/?PC_Z7_RJH9U5230GN3402F0PNH3538B2000000_assetId=1361737529636

http://en.wikipedia.org/wiki/Toll_road

<http://www.autopass.no/en/use-of-autopass/this-is-how-the-toll-stations-work>

http://www.utexas.edu/research/ctr/pdf_reports/0_5217_P1.pdf

<http://ani.gov.co/>

http://solutions.3m.com/wps/portal/3M/en_US/NA_Motor_Vehicle_Services_Systems/Motor_Vehicle_Industry_Solutions/parking-tolling-dmv-solutions/toll-solutions/

<http://www.neology-rfid.com/>

http://es.wikipedia.org/wiki/Cobro_electr%C3%B3nico_de_peajes

<https://www.transcore.com/>

<http://www.atlantia.it/en/profilo/attivita.html>

<http://www.bloomberg.com/research/stocks/private/snapshot.asp?privcapId=34010869>

<http://www.vysionics.com/>

<http://www.schneider-electric.com/solutions/ww/en/sol/25752193-smartmobility-tolling-the-answer-for-effective-and-accurate-tolling?segment=24594615>

http://www.gea.fr/Anglais/Gea_index_en.htm

Bibliografía

- 3M. (s.f.). *3M*. Obtenido de *3M*:
http://solutions.3m.com/wps/portal/3M/en_US/NA_Motor_Vehicle_Services_Systems/Motor_Vehicle_Industry_Solutions?WT.mc_id=www.sirit.com
- Asociados, A. A. (2011). *ESTUDIO DE PROSPECTIVA DE PEAJES URBANOS EN CIUDADES COLOMBIANA*.
- Atlantia. (s.f.). *Atlantia*. Obtenido de Atlantia: <http://www.atlantia.it/en/index.html>
- Bloomberg. (s.f.). <http://www.bloomberg.com/research/stocks/private/snapshot.asp?privcapId=34010869>. Obtenido de <http://www.bloomberg.com/research/stocks/private/snapshot.asp?privcapId=34010869>: <http://www.bloomberg.com/research/stocks/private/snapshot.asp?privcapId=34010869>
- CINTEL. (2010). Movilizando el Transporte con Tecnología. *Revista Colombiana de Telecomunicaciones*.
- Electronic, S. (s.f.). *Schneider Electronic*. Obtenido de Schneider Electronic: <http://www.schneider-electric.com/solutions/ww/en/sol/25752193-smartmobility-tolling-the-answer-for-effective-and-accurate-tolling?segment=24594615>
- EPA, U. (2014). *United States Environmental Protection Agency*. Obtenido de United States Environmental Protection Agency: <http://www.epa.gov/>
- Estudio Cualitativo: ITS - Intelligent Transportation System- en Colombia. (2010). *InteractIC*, 43.
- Fedesarrollo. (2013). *Indicadores del sector Transporte en Colombia*. Bogotá: Fedesarrollo.
- Group, K. T. (2011). *Experience counts*. Kapsch TrafficCom Group.
- GSD+. (2013). *Análisis costo/beneficio y legal para la implementación de Recaudo Electrónico Vehicular en peajes en Colombia*. Bogotá.
- <http://www.gea.fr>. (s.f.). <http://www.gea.fr>. Obtenido de <http://www.gea.fr>: http://www.gea.fr/Anglais/Gea_index_en.htm
- <http://www.irdinc.com/>. (s.f.). <http://www.irdinc.com/>. Obtenido de <http://www.irdinc.com/>
- <https://www.q-free.com/>. (s.f.). <https://www.q-free.com/>. Obtenido de <https://www.q-free.com/>: <https://www.q-free.com/>
- Inc, S. (2009). *Sirit Guideline for RFID Security in AVI Application*. Sirit Technologies.
- Infraestructura, A. N. (2014). *Cuarta Generación de Concesiones*. ANI.
- INVIAS. (2011). <http://www.invias.gov.co/index.php/sala/publicaciones>. Obtenido de <http://www.invias.gov.co/>: <http://www.invias.gov.co/index.php/sala/publicaciones>
- INVIAS. (2014). Mapa de Carreteras de Colombia. Bogota, Colombia.
- JAI. (s.f.). *Jai*. Obtenido de Jai: <http://www.jai.com/en/>
- Kapsch. (s.f.). *Kapsch*. Obtenido de Kapsch: <http://www.kapsch.net/>
- Omron. (s.f.). *Omron*. Obtenido de Omron: <http://www.omron.com/>
- Saic. (s.f.). *Saic*. Obtenido de Saic: http://www.saic.com/products/transportation/tollvision/Toll_Collect. (s.f.). Obtenido de Toll Collect: <https://www.toll-collect.de/>
- Tolling, S. E. (s.f.). *Siemens Electronics Tolling*. Obtenido de Siemens Electronics Tolling: <http://www.mobility.siemens.com/mobility/global/en/urban-mobility/road-solutions/toll-systems-for-cities/pages/toll-systems-for-cities.aspx>
- Transcore. (s.f.). www.transcore.com. Obtenido de Transcore: <https://www.transcore.com/about-us>
- transportation, U. D. (s.f.). *Electronic Toll-Collection System*.
- Transporte, G. E. (2013). *Evaluación del estado actual de la identificación vehicular en Colombia*. GSD Expertos en Transporte.

Transporte, M. d. (2011). *Transporte en Cifras*. Ministerio de Transporte.
Transporte, M. d. (2012). Proyecto de Decreto para adoptar el Sistema Nacional de Identificación Vehicular - SINEV- . Colombia: Ministerio de Transporte.
Transporte, M. d. (6 de Diciembre de 2013). Decreto 2846 de 2013. Bogotá: Ministerio de Transporte.
Transporte, M. d. (2014). *Transporte en cifras estadísticas*. Bogotá: Ministerio de Transporte.
TRMI. (s.f.). Obtenido de TRMI: <http://www.trmi.com/>
Tutorial sobre circuitos RFID. (2011). *EDLAP*, 73-87.
Vysionics. (s.f.). <http://www.vysionics.com/>. Obtenido de <http://www.vysionics.com/>
Wikipedia. (24 de Diciembre de 2014). Obtenido de <https://es.wikipedia.org/wiki/Peaje>
Wikipedia. (24 de Febrero de 2015). *Wikipedia*. Obtenido de Wikipedia: https://es.wikipedia.org/wiki/Cobro_electr%C3%B3nico_de_peajes

14 GLOSARIO

AET: all-electronic tolling

ANPR: Automatic number plate recognition

AVI: Automatic Vehicle Identification.

AVC: Automatic Vehicle Classification.

CRS: Computer Recognition Systems

DES: Data Encryption Standard

DSRC: Dedicated short-range communications

EFC: electronic fee collection

EIRP: effective isotropic radiated power

ETC: Electronic Toll Collection

ISO: International Organization for Standardization

ITS: Intelligent Transportation Systems

OBU: On Board Unit

ORT: Open Road Tolling

RSE: Roadside Equipment

TAG: Transponder

VES: Video Enforcement Systems.

NOx: Óxido de Nitrógeno

CO: Monóxido de Carbono

CO2: Dioxido de Carbono

HC: Hidrocarburos no quemados