

# ANÁLISIS DE VIABILIDAD PARA IMPLEMENTAR LA TECNOLOGÍA NFC APLICADA A MEDIOS DE PAGO EN SISTEMAS DE TRANSPORTE MASIVO, EN COLOMBIA.

## FEASIBILITY ANALYSIS TO IMPLEMENT TECHNOLOGY NFC APPLY TO MEANS OF PAYMENT IN MASSIVE TRANSPORT SYSTEMS IN COLOMBIA

Laura Henao Gámez

Ingeniera Electronica, Ingeniera de Soporte Técnico, IPRELENSO SAS, Bogotá D.C., Colombia, [lauritahg@gmail.com](mailto:lauritahg@gmail.com)

### RESUMEN

Los gobiernos de todos los países y en el caso particular de Colombia, siempre han tratado de mitigar los problemas en los sistemas de movilidad de las ciudades capitales e intermedias; lo anterior, debido principalmente al aumento desmedido de migración de la población a los corredores urbanos. Por tal motivo, la solución que se da para este caso es la implementación de sistemas de transporte masivo en las ciudades grandes e intermedias, con tecnología de tarjetas chip sin contacto Mifare.

En el contexto mundial, se está implementando una nueva tecnología llamada NFC para suprimir el uso de tarjetas plásticas con chip, como medio de pago en diferentes aplicaciones. En este caso particular se analiza la viabilidad de implementarlo como medio de pago en los sistemas de transporte masivo, con lo cual se logra una disminución de los gastos de adquisición de los plásticos y de infraestructura para adecuar puntos de recarga. Transformándose lo anterior, en ahorro de dinero, el cual serviría para mejorar la infraestructura vial y adquirir más vehículos, adicional a esto se obtendrían otros beneficios por ejemplo el evitar hacer filas para comprar pasajes, tener alternativas para pagar en caso de no tener dinero en efectivo o tarjeta física del sistema y esto atraería más usuarios.

**Palabras claves:** Tecnología NFC, ISO 14443, medios de pago, transporte masivo, Mifare, Tecnología de chip sin contacto, STM, SITM.

### ABSTRAC

The governments of all countries, and the particular case Colombia, always have tried to mitigate problems of mobility system in the capital cities and intermediate cites, above due principally to massive increase of population migration to urban corridors.

Therefore, the solution given in this case is the implementation of mass transit systems in large and medium cities, with chip technology Mifare contactless cards.

In the global context, is implementing a new technology called NFC by remove the use of plastic card with chip, as payment in different applications. In this particular case the feasibility of implementing it as payment in mass transit systems is analyzed, wherewith is achieved a decrease in purchase of plastic and infrastructure to adjust charging points. Transforming the above, saving money, which would improve the road infrastructure and acquire more vehicles, in addition to other benefits that would be obtained for example avoiding stand in line to buy tickets, alternatives have to pay if you do not have money in cash or physical card system and this would attract more users.

**Key words:** NFC Technology, ISO 14443, means of payment, mass transit, Mifare, Contactless chip technology, STM, SITM.

## INTRODUCCIÓN

La tecnología NFC (Near Field Communication), permite interacciones sencillas y comunicación bidireccional, por lo tanto permite hacer un intercambio de información al conectar dos dispositivos o un dispositivo y un tag sin tener que hacer contacto, solo es necesario mantenerlos a menos de 5cm de distancia. La tecnología NFC evolucionó a partir de una combinación de la identificación sin contacto (RFID) y tecnologías de interconexión, esta tecnología es una extensión del estándar ISO/IEC-14443, lo que la hace compatible con toda la infraestructura de sistemas de transporte masivo que usan este protocolo como sistema de pago.

En la ciudad de Medellín en el año 1979 se constituyó la empresa de Transporte Masivo del Valle de Aburra– Metro de Medellín- con el fin de administrar y operar el primer sistema de transporte masivo, para el 30 de Noviembre de 1995 se inició operación comercial en el primer tramo, cuyo objetivo central es el de desarrollar calidad de vida a todos los habitantes de Medellín, aplicando siempre el principio de movilidad sostenible, energías limpias e inclusión de nuevas tecnologías, lo cual les ha permitido ser reconocidos internacionalmente gracias a su cultura metro.

Con el documento CONPES 3260 de 15 de diciembre de 2003 el gobierno decreta “impulsar la implantación de sistemas integrados de transporte masivo –SITM– en las grandes ciudades del país y fortalecer la capacidad institucional para planear y gestionar el tráfico y transporte en las demás ciudades” (DNP – DIES, Ministerio de Hacienda y Crédito Público, Ministerio de Transporte, 2003); ciudades principales como Bogotá, Medellín y las Intermedias tales como Pereira, Bucaramanga, Cali y Barranquilla, con el propósito de mejorar la calidad de vida de los ciudadanos e incrementar la productiva.

Desde hace ya varios años se está viendo un cambio significativo en la forma como la gente paga el transporte público, sin duda este medio de movilización siempre ha sido una necesidad social, pues mueve a millones de personas en cada país y ciudad; por lo tanto, no es posible tener un crecimiento como país si no se tiene un sistema de movilidad de calidad, que sea un medio más rápido, cómodo y seguro, tanto para los usuarios como para los responsables de gestionar y recaudar el dinero.

Con el avance de la tecnología se dispone de diferentes medios que evitan el uso de monedas y billetes para realizar el pago a la hora de subir a el Metro, Metrocable, buses, etc.; hoy en día se usan tarjetas recargables, que son ampliamente utilizadas y evitan que el conductor se entretenga cobrando, pero de igual forma los usuarios deben pasar por largas filas para hacer la recarga de pasajes y hacer uso de este.

Actualmente, en Colombia los sistemas de transporte masivo usan tarjetas con tecnología de Chip sin contacto Mifare, las cuales permiten almacenar, por su capacidad de memoria y niveles de seguridad, información para hacer transacciones de carga y descarga de dinero. Un ejemplo claro de esto, se da en la ciudad de Medellín, donde actualmente dicha tecnología se utiliza para cancelar los recorridos en el Metro y Metrocable, y se está empezando a implementar sistemas integrados de transporte que involucren a los buses urbanos, alimentadores y demás medios de transporte de uso público, a futuro idealmente se espera todos manejen un mismo medio de pago.

Con la implementación de la tecnología de chip sin contacto, como único medio de pago en el sistema de transporte masivo de la ciudad Medellín, que les “permitió movilizar a 183 millones de usuarios en 2012” (METRO DE MEDELLIN, 2013) y en los otros STM (sistemas de transporte masivo), se han precisado importantes inversiones económicas, las cuales involucran la estructura física y tecnológica como los equipos de control de acceso a las estaciones, puntos de recarga, tarjetas y el sistema de gestión de pago.

Es importante considerar que las tarjetas Mifare Classic, actualmente utilizadas para poder ingresar al sistema, son tal vez las que mayor inversión representan, si se considera que cada año todos los sistemas de transporte masivo deben adquirirlas, debido a que estas se desgastan o los usuarios no las devuelven.

Por lo tanto, los administradores y recaudadores de los STM han intentado subsanar esto realizando convenios con Universidades, utilizando el carnet para pagar en las estaciones; otra alternativa, ha sido implementar una tarjeta propia de cada usuario por ejemplo la utilizada en la ciudad de Medellín conocida como cívica, que actualmente cuenta con “967.433” (METRO DE MEDELLIN, 2013) usuarios, pero de igual forma cada año se debe comprar un volumen alto.

En la actualidad, en Transmilenio, Mío, Transmetro, Metrolinea, Mebagus, Metroplus y Metro de Medellín emplean Tarjetas Mifare como medio de pago, por ejemplo en la ciudad de Medellín solo se emplea esta tecnología como medio de pago, con el fin de poder ingresar al metro, metrocable y metroplus, si se desea usar los buses urbanos, se debe pagar de manera convencional o con tiquetes y situaciones similares se presentan en las otras ciudades; esto ha ocasionado que se cometa fraude, que los recaudadores del sistema no lleven un conteo exacto de las personas y en 5 de los 6 sistemas implementados se sigan generando perdidas y aun no se tenga retorno de la inversión.

En la implementación de los sistemas integrados de transporte se genera un problema, similar al sistema de transporte masivo de la ciudad de Medellín, debido a que no se ha podido diseñar una forma de pago que se integre con los buses urbanos, puesto que estos no son de la empresa metro, si no de empresas privadas que agremian a los dueños de los buses y no desean hacer inversiones en estructura física para adecuar sus vehículos con lectores y molinetes.

Por último, otro problema que se evidencia, son los ataques de vulnerabilidad que sufre esta tecnología, la cual, aunque es un medio de pago seguro, puede ser hackeada para obtener pasajes gratis, perdiendo seguridad en las transacciones.

Por ejemplo en Medellín, según el boletín No 1239 “Con el fin de evitar esta situación, el METRO comenzará a expedir tiquetes integrados porción METRO con 2 y 5 viajes en la primera semana de marzo. De esta manera, los usuarios podrán adquirir hasta 12 tiquetes en cada compra” (Dirección de comunicaciones- Metro de Medellín, 2014), pero esto sería solo una solución temporal.

Por lo anterior, dichos problemas se podrían subsanar con el uso de tecnología NFC. Es por esto que se crea la necesidad de hacer un análisis de viabilidad para implementar un sistema de pago con esta tecnología, que se ha utilizado con éxito en otros países en proyectos piloto, debido a que es un método de pago seguro y rápido; por otra parte, a los operadores del sistema les evita tener que implementar más puntos de pago y a los operadores de los buses urbanos hacer costosas inversiones para acondicionar sus buses.

El siguiente paso para descongestionar las estaciones y los puntos de recarga externos, es el uso de los teléfonos móviles inteligentes con NFC y un elemento seguro, SIM CARD, Chip embebido o una SD.

Otras ventajas que tiene estos dispositivos son la inteligencia y capacidades similares a la de los computadores personales; no solo permite hacer uso para pagar el pasaje, si no realizar consulta de saldo, acceso a histórico de viajes realizados y

también trae beneficios para los operadores y las empresas de recaudo porque les evita instalar nuevas terminales de recarga. Se estima que para el 2015 más de medio millón de Smartphone tendrá NFC incorporado.

La tecnología NFC es un desarrollo aplicado al teléfono móvil que le permite relacionarse, de modo interactivo, con otros dispositivos.

En este caso, la interacción se realiza a través de un protocolo de comunicaciones compatible con la tecnología inalámbrica, basada en las Normas ISO 14443 A y B, ya en aplicación en el transporte público para la utilización de las tarjetas inteligentes sin contacto. (Dunnt, 2013)

Sin duda alguna, la tecnología de comunicación de campo cercano (NFC), de los celulares, se convierte en un elemento muy útil para los sistemas de transporte público masivo, y por tanto, para los diferentes agentes como las empresas operadoras, recaudadoras y demás autoridades que participan en la operación y obviamente, los propios usuarios del transporte público, porque podrán disponer de un elemento de comunicación en tiempo real a un coste relativamente pequeño y estos podrán estar informados de lo que sucede en el servicio, como por ejemplo retrasos, accidentes en la vía, rutas con menor flujo vehicular, entre otros.

El uso de esta tecnología también permite a los usuarios hacer recargas de manera remota haciendo abonos, por ejemplo de una cuenta de ahorro y estos por intermedio de una aplicación instalada en el smarthphone, que garantiza seguridad, haciendo la validación y actualizando el nuevo saldo que se halla recargado, con esto se evitan filas en las estaciones y la necesidad de tener efectivo para poder hacer uso de los STM.

Otra posibilidad, que tiene usar celulares inteligentes como medio de pago, es poder precargar varias aplicaciones de transporte en las cuales usen sistemas compatibles y los usuarios podrán pagar sus pasajes, no solo en Medellín, sino por ejemplo, en Bogotá en Transmilenio, o en Bucaramanga en Metro línea, sin generar incompatibilidad y perdidas de dinero, y más adelante en cualquier sistema que use como medio de pago NFC.

En este artículo se ha realizado una compilación de información, mediante un diseño descriptivo recopilando datos que se encuentran de manera pública en diferentes documentos, boletines y los informes de gestión de los sistemas de transporte masivo en Colombia; se seleccionara la información de la situación actual, el número de usuarios que usa el sistema y los avances tecnológicos que han tenido desde su puesta en funcionamiento, las falencias presentadas, junto con las soluciones que los directivos han tratado de dar para evitar fraudes.

Analizar la tecnología NFC desde su origen, la evolución que ha tenido y sus ventajas como medio de pago en los sistemas de transporte masivo frente a los que aun usan otras formas de pago; por la información obtenida de manera libre se exponen casos de éxito como el de Valencia en España.

Por último, se realizara por medio de un diseño descriptivo correlacional como la correcta implementación de la tecnología NFC aplicada a medios de pago en sistemas de transporte masivo puede traer beneficios a todos los actores involucrados en este proceso.

## **1. SISTEMAS DE TRANSPORTE MASIVO**

### **1.1. SITM EN COLOMBIA**

La tendencia mundial muestra la migración de la población a los principales centros urbanos y en los intermedios, “A nivel mundial, cerca del 50% de la población reside actualmente en ciudades. En América Latina el porcentaje de población asciende al 76%, mientras que en Colombia es del 75%” (DNP – DIES, Ministerio de Hacienda y Crédito Público, Ministerio de Transporte, 2003), lo que ha ocasionado un aumento en los niveles de pobreza en las zonas urbanas.

En las principales ciudades como Bogotá, Medellín y en las intermedias Cali, Pereira, Bucaramanga y Barranquilla está concentrada un poco más del 50% de la población Colombiana y seguirá aumentando por el proceso de migración del campo a las ciudades.

A medida que el crecimiento poblacional de las ciudades aumenta y se expanden las áreas urbanas se estima que en esta misma medida aumentan los vehículos particulares y el uso de vehículos públicos, se estima que el 70% los usa, lo que ha ocasionado desafíos a las administraciones de las ciudades para dar solución a los sistemas de transporte.

Si la calidad de transporte público no mejora ese 70% de usuarios podrían adquirir vehículo particular y aumentar el caos que se vive todos los días. Durante los últimos años este servicio se ha venido deteriorando; “Es así, como los vehículos de transporte público en Colombia presentan edades promedio llevadas, las cuales oscilan entre los 12 y 18 años, frente a 5 años de estándares internacionales” (DNP – DIES, Ministerio de Hacienda y Crédito Público, Ministerio de Transporte, 2003), adicional a esto la velocidad promedio en las horas pico es de 10km/h.

El actual esquema de los operadores de transporte publico demuestra su ineficiencia y se observa día a día en las vías recogiendo pasajeros fuera de las rutas donde debe prestar el servicio, deficiencia de buses en algunas rutas y exceso en otras,

adicional a esto con el esquema que se usa los conductores ganan por pasajero recogido lo que ocasiona incidentes en las vías por la competencia que se presenta. Todo esto ocasiona graves problemas en la prestación del servicio generando externalidades negativas que involucran la calidad de vida de los usuarios, disminución de productividad, debido a que la congestión en las vías afecta sensiblemente la economía urbana, la contaminación ambiental trae efectos casi irreversibles a nivel global.

Las principales ciudades de Colombia han venido implementando STM (sistemas de transporte masivo) según el documento *diagnóstico del transporte* (2011) el Ministerio de Transporte indico que estos sistemas se implementaron para facilitar la movilidad de los habitantes e incentivar el uso eficiente de los vehículos particulares; la primera ciudad fue Medellín en el año 1995 con el Metro, seguido de Transmilenio en el 2000 en la ciudad de Bogotá y este fue un ejemplo para implementar en las otras ciudades del país.



Figura 1: Localización de los STM en Colombia

Fuente: Ministerio de Transporte Republica de Colombia, 2005

Las autoridades competentes han promovido la implementación de los STM para mejorar la movilidad y la calidad de vida de los habitantes y motivar para que no sigan adquiriendo vehículos particulares, este tipo de proyectos necesitan de diferentes factores para su buen funcionamiento y éxito en su implementación; el primero de estos es el apoyo conjunto de los gobiernos locales y nacionales para tener el dinero que lo financia, “en los sistemas de bus rápido nacionales se ha trabajado con un esquema general en el que la nación aporta 70% de la financiación y 30% corre por cuenta del ámbito local” (Adriana Hurtado, 2010).

Otro factor fundamental en la implementación de los STM es llegar a acuerdos con los dueños de los buses para que no se generen caos, lo que han tratado de implementar es una distribución de los ingresos por pasajero que use el sistema o que el conductor sea contratado legalmente por las empresas administradores con todos los beneficios que ofrece la ley. Se estima que la Nación y los gobiernos

locales han invertido “\$10,5 billones de pesos. Por su parte los privados han participado con una inversión de \$2,7 billones de pesos, en las ciudades donde se encuentran en operación” (CAMARA COLOMBIANA DE LA INFRAESTRUTURA, 2011).

## 1.2 FUNCIONAMIENTO ACTUAL DE LOS SISTEMAS DE PAGO STM

- Bogotá, Transmilenio



Figura 2. Transmilenio Bogotá

Fuente: Cámara Colombiana de Infraestructura, 2011

Transmilenio es el sistema de transporte masivo de la ciudad de Bogotá, inicio su construcción en el año 1998 y se inauguró el 4 de diciembre de 2000. Actualmente se encuentran en operación las fases I, II y III y cuenta con 12 líneas por donde circulan los buses articulados y biarticulados los cuales tienen carriles exclusivos para su movilidad, los usuarios pagan \$1700 por un viaje en hora pico y \$1400 en hora valle. Fase I y II usan tarjetas monedero con tecnología Mifare y Fase III Tu Llave.

- Medellín, Metro de Medellín - Metroplus



Figura3. Metro de Medellín

Fuente: Pagina Metro de Medellín

En el año 1995, inicio la operación comercial con un primer tramo que comprendía la Línea A desde la estación Niquia y Poblado, en el 2004 entro en funcionamiento la línea K con servicio de metrocable para las zonas de difícil acceso, en el 2008 inicio servicio la segunda línea de metrocable y en el 2011 incorporaron rutas integradas para poder transportarse a municipios cercanos. Actualmente el sistema cuenta con 55 estaciones que se extienden por seis municipios (Bello, Medellín, Itagüí, Envigado, Sabaneta y La Estrella).



Actualmente usan Tarjetas Mifare para poder ingresar a las estaciones del Metro, tiquetes de papel para hacer uso de los servicios integrados, el costo del pasaje es de \$1900 para usuarios eventuales, ofrecen tarifas especiales para clientes frecuentes de \$1650, Adulto Mayor \$1320, adicional a esto con varias Universidades que usan la misma tecnología del metro han realizado convenios para que los estudiantes paguen una tarifa especial \$1320 estudiantes Medellín y municipios \$850 y \$2500 cuando se adquiere un integrado

Según documento Conpes 3307 del 2004 se debería construir un sistema que se integrara con el metro y llegara a los lugares donde este no podría llegar, en el año 2012 empezó la construcción de las primeras líneas de Metroplus, el objetivo es unir los lugares donde no pueden acceder el metro y Metrocable. El metro implemento una tarjeta propia de cada usuario que permite hacer recargas de cualquier valor para hacer uso del sistema, adicional permite la integración con Metroplus, metro cable y metro con un solo valor de tarifa.

- Pereira, Megabus



Figura 4. Megabus Pereira

Fuente: Cámara Colombiana de Infraestructura, 2011

Inicio operaciones en el año 2006 y fue el segundo sistema de transporte masivo en Colombia en usar sistema de buses articulados de carril exclusivo, funciona con tres líneas y rutas alimentadoras para los habitantes de los barrios periféricos, para pagar en las estaciones los usuarios usan tarjetas Mifare tiene un costo inicial de \$5000 y se recarga en las estaciones el costo del pasaje es de \$1700.

- Cali, MIO



Figura 5. Mío, Cali

Fuente: Cámara Colombiana de Infraestructura, 2011

El Sistema Integrado Masivo de Occidente (MIO) entro en operaciones en noviembre de 2009, actualmente cuenta con seis líneas en funcionamiento, integra las vías

mediante buses articulados (carriles exclusivos), padrones (carriles de tráfico mixto) y complementarios (vías secundarias), Para ingresar al sistema usan tarjetas Mifare, una tarjeta Personalizada que se puede adquirir por \$3000 y se puede recargar con cualquier valor adicional; el valor del pasaje es de \$1600.

- Bucaramanga, Metrolinea



Figura 6. Metrolinea, Bucaramanga  
Fuente: Documento metrolinea rutas del sistema, 2014

Inicio su funcionamiento en el año 2009, actualmente cuenta con 7 líneas en funcionamiento por donde transitan buses articulados, también cuenta con buses alimentadores para las estaciones de transferencia, al igual que los demás sistemas de transporte masivo del país a excepción de Transmilenio fase III funciona con tarjetas Mifare el costo del pasaje es de \$1700.

- Barranquilla, Transmetro



Figura 7. Transmetro, Barranquilla  
Fuente: Cámara Colombiana de Infraestructura, 2011

Inicio sus funcionamiento en el año 2010, es el sexto sistema de transporte masivo que funciono en Colombia al igual que en las otras ciudades son buses articulados que transitan por carriles exclusivos, funciona con tarjetas inteligentes sin contacto tiene un costo de \$2000 y se pude cargar con cualquier valor, el costo del pasaje es de \$1700.

### 1.3 INCONVENIENTES EN EL SISTEMA DE PAGO DE LOS STM

Los STM han presentado inconvenientes desde el inicio de su operación, 5 de los 6 que funcionan actualmente tienen déficit de pasajeros y por lo tanto no cumplen con las metas proyectadas, “en términos de demanda de pasajeros, a excepción de Bogotá, en las cuatro ciudades donde se encuentra operando el sistema, la demanda real es muy inferior a la estimada” (CAMARA COLOMBIANA DE LA INFRAESTRUCTURA, 2011), atribuido esto a la competencia con otros medios de transporte y la regular implementación de los SITM (sistemas integrados de Transporte).

Por ejemplo en la ciudad de Bogotá según conpes 3677 de 2010 se debe implementar un sistema integral de transporte público colectivo y buses articulados pero actualmente no ha logrado el éxito que se quería, esto ha generado que los buses azules del SITP y la fase III de Transmilenio afronten una crisis financiera presentando un déficit de \$14000 millones de pesos, después de más de un año de haber iniciado operación; adicional a generando inconformismo en los pasajeros por no poder usar el nuevo sistema con facilidad, no poder usar las tarjetas Rojas y Azules y a la falta de tarjetas Tu llave, en mano de los usuarios (tecnología diferente a la usada en fase I y II),

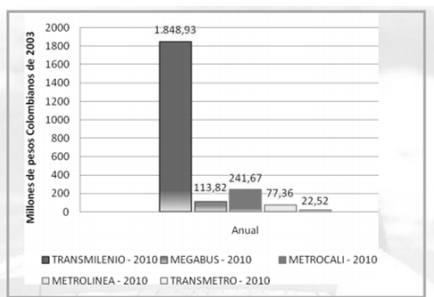


Figura 8. Ingresos diarios a STM  
Fuente: Ministerio de transporte, 2011

La solución que se dio después de varias demandas impuestas por el recaudador de Fase I y II fue actualizar los equipos de los buses azules y los torniquetes de fase III para que reciban tarjetas MIFARE y aumentar el flujo de pasajeros, pero las inversiones tecnológicas que han realizado han ocasionado que la SITP este en quiebra. Otro problema que se manifiesta son las interminables filas que se deben hacer en horas pico para poder adquirir un pasaje o hacer la recarga de las tarjetas de cliente frecuente.

En las ciudades intermedias como Cali, Pereira, Barranquilla, Bucaramanga presentan problemas financieros, debido a la falta de usuarios en el sistema y a que el valor cancelado por cada pasaje no alcanza a cubrir los gastos de mantenimiento

de los vehículos, las empresas recaudadoras han intentado motivar a los usuarios a usar el sistema pero muchos se quejan de los inconvenientes que presentan cuando no tienen tarjeta propia y los pocos puntos de recarga.

Tabla1. Sistemas integrados de Transporte Masivo en Operación

Ciudad	Ente Gestor SITM	Longitud Corredor Troncal (km)	Entrada en Operación	Demanda Estimada Pasajeros/ día	Demanda Real Pasajeros/ día Marzo 2011	Demanda Real Pasajeros/ día Junio de 2011
Pereira	Megabus	16,15	Agosto de 2006	140.000	105.000	106.187
Bucaramanga	Metrolínea	8,9	28 de Febrero de 2010	380.000	56.200	56.903
Cali	Mío	27,8	1 de Marzo de 2009	441.600	298.000	287.500
Barranquilla	Transmetro	13,4	10 de Julio de 2010	305.000	40.000	54.000

Fuente: Ministerio de transporte, Junio de 2011

En la Ciudad de Medellín única en Colombia en tener un sistema de transporte Masivo como el Metro, no es ajena a tener problemas, con la implementación de Metroplus ha tenido déficit de ingresos aunque a diferencia de los otros sistemas de las ciudades intermedias ha llegado al número de usuarios, sus problemas radican en las fuertes inversiones que han realizado, otro problema radica en que a pesar de los esfuerzos de la alcaldía local y los funcionarios del Metro no han llegado a un acuerdo para que los dueños de los buses utilicen la misma tarjeta como medio de pago esto debido a que ellos no quieren hacer inversiones costosas para adecuar sus vehículos.

En Medellín se implementó un sistema integrado que cubre el Metro, los Metrocables y el Metroplús (buses articulados) y el sistema integrado con buses se utilizan tiquetes adquiridos en las estaciones Metro, lo que ocasiona que no se tenga control de las personas que usan todo el sistema y que los usuarios que quieran usar un integrado aunque tenga la tarjeta Cívica con carga deban hacer filas para comprar los tiquetes de los buses.

## 2. NFC

### 2.1 ¿QUÉ ES NFC?

La tecnología NFC (Near Field Communication) “es una tecnología de conectividad inalámbrica de corto alcance basada en estándares que permite interacciones sencillas e intuitivas bidireccionales entre dispositivos electrónicos” (NFC forum, 2011), lo que permite a los usuarios realizar transacciones sin contacto, acceder a los contenidos digitales, y conectar los dispositivos electrónicos con un solo toque. NFC está basado en los estándares ISO 18092, 14443A estándar utilizado en la mayoría

de sistemas de transporte masivo y por tanto compatible con las infraestructuras ya implementadas.

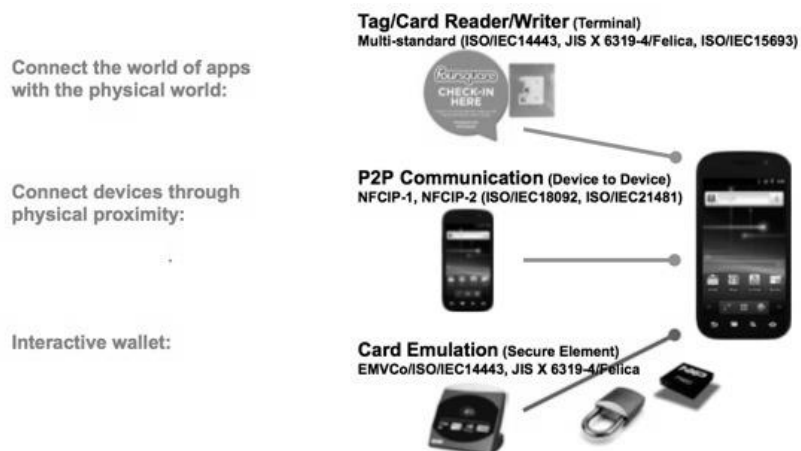


Figura9. Conexiones NFC  
Fuente: nfc-forum

NFC permite a los dispositivos intercambiar información a una distancia de hasta 4 centímetros, “con velocidades de transmisión de datos de 106 kbps, 212 kbps y 424 kbps” (Negrete & Esparza Muñoz, 2012). Los usuarios pueden funcionar como tarjetas de pago en los sistemas de transporte, permite hacer transacciones de carga y descarga, acceder a la información desde un póster inteligente o proporcionar credenciales para sistemas de control de acceso con un simple toque, otra ventaja que tiene esta tecnología es que permite ser emulada con lector lo que permite ser usado como elemento de carga de tarjetas físicas que los usuarios tengan.

El uso de Celulares inteligentes (smartphones), con NFC ha venido incrementándose, a continuación se muestra un gráfico comparativo del porcentaje de la población que para el 2012 tiene estos equipos y este porcentaje se irá incrementando.

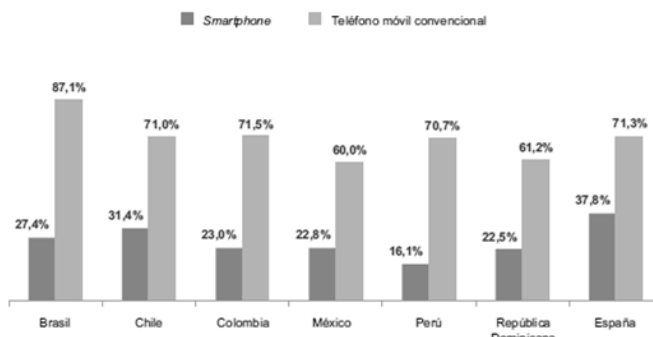


Figura 10. Usuario con smartphone y/o teléfono móvil convencional  
Fuente: Informe TecnoCom 2012

En esta misma medida ha venido incrementándose el número de teléfonos móviles con tecnología NFC, por las aplicaciones de pago que se han venido desarrollando

alrededor del mundo no solo para pago de transporte si no para otras tantas, se estima que para el 2015 1 de cada 6 usuario de Smartphone tendrá NFC.

## 2.2 ELEMENTO SEGURO PARA REALIZAR TRANSACCIONES Y LA PLATAFORMA DE ACCESO

Con la tecnología NFC en teléfonos móviles, particularmente aplicada a sistemas de pago en transporte, debe garantizársele al ente recaudador, al administrador del sistema de transporte y al usuario, que las transacciones que realiza son seguras y que el dinero no se va a perder, debido a que se debe almacenar la tarjeta emulada en el equipo por intermedio de una aplicación instalada.

Para poder garantizar control y gestión sobre todas las transacciones realizadas a través del teléfono, deben tener un elemento seguro que contenga un cifrado y descifrado, adicional debe permitir almacenar datos e instalar aplicaciones de forma segura; de acuerdo al documento NFC Secure element Stepping (2013) se pueden usar actualmente tres opciones tarjeta SIM, un chip embebido o una SD.

Por otro lado, es necesario tener un administrador de servicios de confianza (TSM) que actúe como único punto de contacto, con los fabricantes de teléfonos móviles, propietarios de los elementos seguros, los operadores móviles, sistema de transporte, para proveer los servicios de descarga de aplicaciones de pago con NFC y manejo seguro de la información de los usuarios.

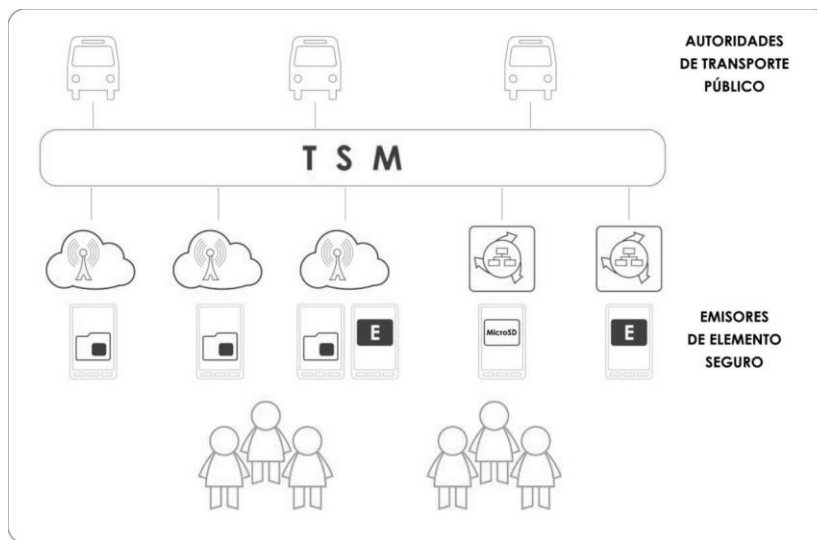


Figura11. Medio seguro y TMS  
Fuente: Libro Blanco del NFC, 2015

El elemento seguro debe ser capaz de soportar la tecnología usada en el 84% de los sistemas de transporte de Colombia, Mifare 1k y 4k, adicional a esto debe tenerse en cuenta que debe definirse un applet JavaCard de comunicaciones que será el encargado de recibir la información del TSM y leer y escribir en el sector correspondiente del elemento seguro el monedero.

## 2.3 IMPLEMENTACION DE PAGO TRANSPORTE PÚBLICO CON NFC

La Ciudad de Valencia en España es una de las primeras en las que se puede acceder al transporte público a través de dispositivos móviles con NFC, permite adquirir de manera remota el saldo para el usar el sistema y hacer recarga en línea de la tarjeta Movilis alojada en el teléfono celular. Para poder hacer uso de este nuevo medio de pago los usuarios solo requieren descargar la aplicación, hacer una transacción en línea para tener saldo, acercarse a un punto de validación operación que se puede realizar aun con el teléfono apago. Con esta aplicación el usuario también podrá consultar el histórico de viajes, saldo restante.

Ciudad	Participantes	Status	Aplicaciones NFC
France, Nice	Orange-France, SFR, Bouygues Telecom, NRJ Mobile, BNP Paribas, Credit Mutuel, Veolia, Samsung, Gemalto (TSM), Oberthur (TSM)	Commercial service announced May 2010	Payments for retail and transit purchases. (SIMs Card) (Visa payWave)
China	China Unicom, Beijing Municipal Administration and Communications Card Co (BMAC), Watchdata	Commercial service launched Jan. 2011	Payment for retail and transit Purchases (SIMpass: SIM+Antena)
Germany	Vodafone, T-Mobile, Telefonica O2 Germany, Deutsche Bahn, Altran, Giesecke & Devrient, NXP	Pilot launched, Oct. 2009	Ticketing (Smart Posters)
Italy, Milan	Telecom Italia, ATM, Samsung	Pilot announced Mar. 2011	Transit ticketing

Figura 12. Proyectos Referencia NFC

Fuente: Seminario Gestión de sistemas De prepago en transporte publico

España es uno de los países donde se ha implementado con éxito planes piloto de implementación de tecnología NFC como medio de pago en el transporte público; el Consorcio de Transporte de la Comunidad de Madrid está implementando el pago NFC, lo que les permitirá entrar en el metro y los autobuses con solo acercar su dispositivo NFC a los equipos instalados en los molinetes.

Otro caso de éxito se da en la ciudad de Málaga, donde iniciaron un piloto con 150 usuarios, precargándoles en su Smartphone una app destinada para el pago y lectura de la tarjeta que se llama Cartera Orange, con esta podrán comprar pasajes para el transporte en cualquier momento y lugar, también les permite validar cada viaje en el momento de subir al autobús sólo con acercar el teléfono al lector situado dentro del vehículo o consultar el saldo restante para sus futuros viajes.

## 3. NFC COMO MEDIO DE PAGO EN SISTEMAS DE TRANSPORTE DE COLOMBIA

### 3.1 APLICACIONES NFC EN EL TRANSPORTE PÚBLICO

En Colombia el 84% de los sistemas utilizan como medio de pago tarjetas Mifare y por tanto compatibles con NFC lo que les permitiría hacer uso de esta tecnología no solo como medio de pago en una única ciudad, si el usuario desea puede descargar las aplicaciones de cada uno de los sistemas y poder pagar con su celular en

cualquier de estas ciudades, también puede servir para que el usuario reciba información en tiempo real de la llegada de los buses, en las estaciones pueden ubicar etiquetas de NFC donde el usuario podrá consultar las rutas del sistema, saldo disponible, zonas en las que es válido el título, información cultural, entre otras.

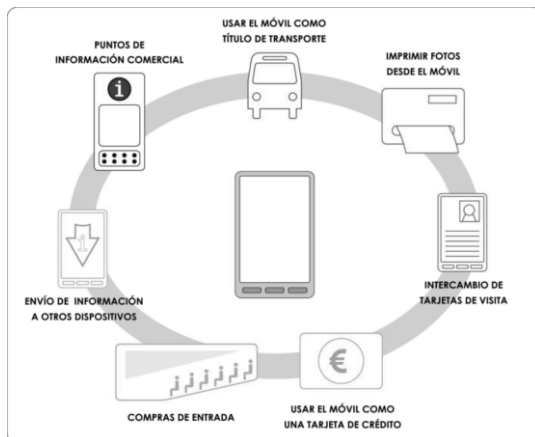


Figura 13. Aplicaciones NFC para transporte  
Fuente: Libro Blanco del NFC, 2015

NFC en los celulares permite sustituir los soportes, la compra de tarjetas Mifare para acceder a los sistemas de transporte en Colombia, adicional servirá como medio para la gestión de entrada a las estaciones, actuando como tarjeta; sin duda alguna el teléfono se convierte en el pase para subir a buses o metro. De manera que los usuarios podrán almacenar en su tarjeta SIM, SD o celular, el saldo en dinero para ingresar al sistema.

Otra ventaja de esta tecnología es que permite almacenar diversas tarjetas de transporte en el monedero virtual de nuestro móvil, lo importante es que las empresas de recaudo creen acuerdos para funcionar sobre una misma aplicación que permita su gestión y operar entre ellas y si lo desean se podrá trasladar saldo o viajes de una tarjeta a otra.

### 3.2 LA TARJETA DE PAGO DE TRANSPORTE EN EL CELULAR

La arquitectura básica para una tarjeta de transporte en un móvil NFC se puede describir de acuerdo al siguiente esquema.



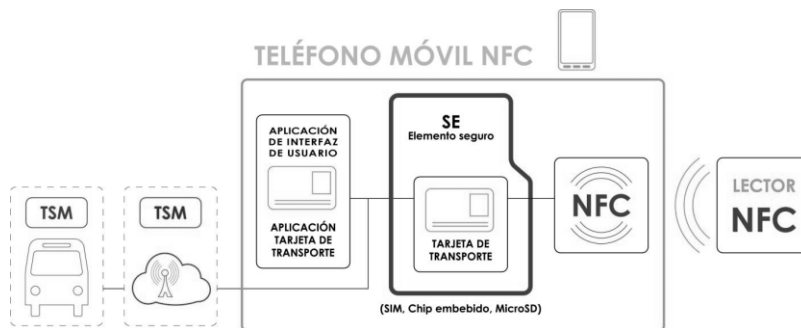


Figura14. Arquitectura de una tarjeta de pago en un telefono movil

Fuente: Libro blanco NFC, 2013

La tarjeta de cualquiera de los sistemas masivos de transporte en Colombia estaría localizada dentro del elemento seguro (SE), a las que se podría acceder desde una aplicación de interfaz de usuario en el móvil, de manera remota por la recaudadora o administradora del sistema de Transporte, MIO, TRANSMILENIO, MEGABUS, etc quien sería los propietarios de la tarjeta a través de los correspondientes TSM y operadores de telefonía móvil del propietario del celular.

“Este SE es capaz de comunicar la tarjeta con el chip NFC situado en el móvil que permite que la tarjeta de transporte sea accedida desde el exterior por equipamientos y lectores NFC” (Dunnt, 2013). Para que sea más fácil desarrollar y poder usar esta tecnología como pago en los medio de transporte Mifare4Mobile® establece todos los mecanismos necesarios para almacenar aplicaciones de transporte en el elemento seguro a través del TSM y que en la implementación MIFARE pueda ir colocada en la tarjeta que interese de manera segura.

### 3.3 BARRERAS DE IMPLEMENTACIÓN DE LA TECNOLOGÍA NFC EN COLOMBIA

**Disponibilidad de teléfonos celulares con NFC:** Durante la implementación inicial de sistemas de pago con NFC, podrían ser una barrera tecnológica debido esto a la poca disponibilidad de dispositivos NFC en mano de los usuarios, pero podría subsanarse de manera rápida se espera que para el 2015 el 50% de los teléfonos móviles ya tengan esta tecnología incorporada y se podría decir que aproximadamente 500 millones de dispositivos la tendrían, por tanto si bien la mayoría de usuarios hoy en día no disponen de celulares con NFC, la tendencia para los siguientes años es optimista.

**Migraciones de los sistemas de transporte a tecnologías que no sean compatibles con NFC:** otra de las barreras que se podrían encontrar es la migración a sistemas más seguros que no sean compatibles con el estándar NFC, se espera que los administradores de los sistemas de transporte migren a sistemas más seguros para evitar fraudes pero mantengan el mismo estándar.

**Interoperabilidad del software de la infraestructura:** el software en algunas ocasiones está adaptado para trabajar únicamente con tarjetas sin contacto, y al

trasladarla al celular NFC implica realizar cambios en los tiempos de respuesta y en los parámetros de la secuencia de activación y deben ser los establecidos en la norma ISO 14443; se debe por tanto ajustar el software de la infraestructura para evitar problemas de compatibilidad y que el dispositivo NFC no funcione correctamente; por tanto, en la implementación se deben realizar pruebas tanto a los celulares como a los elementos seguros.

**Aprobación de los Usuarios:** inicialmente podrían generar desconfianza en los usuarios, debido a que se está acostumbrado a tener una tarjeta física para pagar el pasaje en las estaciones, lo cual llevaría a pensar que cancelar ahora con el teléfono celular podría no garantiza seguridad en las transacciones y que puede perderse el dinero. Adicional a esto otro inconveniente podría ser el no poder entender el funcionamiento de las aplicaciones esto se solucionaría con jornadas de información a los usuarios de las ventajas de la tecnología y el cómo usarla.

**Aprobación de los Operadores:** Una de las principales barreras es que los operadores y recaudadores no lleguen a un acuerdo con los dueños de los elementos seguros para su implementación, y adicional a esto, no tengan un personal comprometido; debe por tanto existir planes que involucren a todos los actores involucrados en las ventajas del cambio y concientizarse que se necesita de todos para su implementación exitosa.

**Barrera Económica:** Como toda mejora tecnológica, necesita de inversiones económicas para poder implementarla, y esta no es la excepción, debido a que tendrán que actualizar equipos, desarrollar software, modificar procesos, llegar a acuerdos con los dueños de los elementos seguros; por esto debe implantarse una figura de negocio en las que todos los actores involucrados ganen y se establezcan los beneficios futuros y el retorno de la inversión, como por ejemplo el no tener que adquirir volúmenes tan elevados de tarjetas, puntos de recarga y el aumento de usuarios que podrán usar el sistema.

#### 4. CONCLUSIONES

Los sistemas de transporte masivo en Colombia han venido sufriendo problemas de tipo económico, por consiguiente muchos no han logrado llegar al punto de equilibrio debido a las grandes inversiones que han tenido que realizar para adecuar la infraestructura vial, la compra de buses articulados, el cambio y adecuación de los vehículos actuales; esto se ha presentado por diferentes factores como la falta de usuarios en los sistemas, la implementación de los sistemas integrados de transporte no ha logrado el efecto que esperaban, porque no hay tarjetas en manos de los usuarios, otra causa es el tener la tarjeta sin saldo y no poder recargarla posiblemente por falta de dinero efectivo o por las largas filas que se deben hacer.

Los sistemas de transporte deben evolucionar e implementar actualizaciones tecnológicas que mejoren la calidad de vida de los usuarios y atraiga otros tantos, con la implementación de pago con NFC ya no sería necesario contar con efectivo en el momento, hacer largas e interminables filas para poder comprar un tiquete, con un simple toque en la pantalla del celular se puede tener saldo y solo se requiere hacer una simple validación en puntos específicos para poder acceder al STM.

Es indiscutible que para poder hacer esta mejora tecnológica se necesitan de recursos económicos, pero debe tenerse en cuenta que la infraestructura existente sirve al ser compatible con el estándar NFC y trae muchos beneficios como el suprimir el uso de plásticos que actualmente debe comprar el ente operador puesto que la tarjeta sería emulada y propia del usuario, evitaría tener que seguir instalando puntos de recarga y estos recursos podrían aprovecharse para mejorar la estructura física y el número de buses disponible.

NFC es un desarrollo que con la adecuada implementación, es un ganar ganar para todo los involucrados, operadores de STM, proveedores del elemento seguro, desarrolladores y propietarios de la plataforma TSM, porque se eliminaría el tener tarjetas clonadas en el sistema, al ser una tecnológica que necesita de contacto cercano para poder funcionar sería casi imposible robar la información de los celulares, suministrando información real del número de usuarios, posibles robos en los puntos de carga por tener dinero físico y fraudes.

Diariamente, aumenta el número de equipos con NFC en el mercado y por tanto en mano de los usuarios con lo que se facilitaría la implementación, a raíz que este medio de pago es practico en la medida que se tiene el dispositivo que realiza la transacción, con tan solo descargar una aplicación los usuarios podrían acceder al sistema de transporte de su ciudad y el de las otras que tengan esta misma tecnología como medio de pago.

## **5. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS**

- [1] Adriana Hurtado, A. T. (2010). El programa de sistemas integrados de transporte masivo en Colombia: ¿un ejemplo de recentralización de la gestión de las ciudades? 26.
- [2] AFI. (2012). *TENDENCIAS EN MEDIOS DE PAGO 2012*. MADRID, ESPAÑA.
- [3] ARANGO, J. R., & TRANSPORTE, M. D. (2005). *SISTEMAS INTEGRADOS DE TRANSPORTE MASIVO*. COLOMBIA.

- [4] CAMARA COLOMBIANA DE LA INFRAESTRUCTURA. (2011). LOS SISTEMAS DE TRANSPORTE Y EL IMPACTO EN LA MOVIBILIDAD DE LAS CIUDADES. *INFRAESTRUCTURA Y DESARROLLO* , 51.
- [5] CAMARA COLOMBIANA DE LA INFRAESTRUTURA. (2011). *INFORME SISTEMAS INTEGRADOS DE TRANSPORTE MASIVO - SITM*. BOGOTA.
- [6] Direccion de comunicaciones- Metro de Medellin. (25 de FEBRERO de 2014). *metromedellin.gov.co*. Obtenido de [https://www.metrodemedellin.gov.co/index.php?option=com\\_content&view=article&id=699%3Aboletin-metro-1239-el-metro-comenzara-a-vender-tiquetes-integrados-cargados-con-dos-y-cinco-viajes&catid=1&Itemid=50&lang=es](https://www.metrodemedellin.gov.co/index.php?option=com_content&view=article&id=699%3Aboletin-metro-1239-el-metro-comenzara-a-vender-tiquetes-integrados-cargados-con-dos-y-cinco-viajes&catid=1&Itemid=50&lang=es)
- [7] DNP – DIES, Ministerio de Hacienda y Crédito Público, Ministerio de Transporte. (2003). *CONPES 3260 POLÍTICA NACIONAL DE TRANSPORTE URBANO Y MASIVO*. BOGOTA.
- [8] DNP – DIES, Ministerio de Hacienda y Crédito Público, Ministerio de Transporte. (2010). *CONPES 3677 DE MOVILIDAD INTEGRAL PARA LA REGIÓN CAPITAL BOGOTÁ - CUNDINAMARCA*. BOGOTA.
- [9] DNP: DIES-GEINF, Ministerio de Hacienda y Crédito Público, Ministerio de Transporte. (2004). *SISTEMA INTEGRADO DEL SERVICIO PÚBLICO URBANO DE TRANSPORTE MASIVO DE PASAJEROS DEL VALLE DE ABURRÁ*. BOGOTA.
- [10] Dunnt. (2013). *LIBRO BLANCO SOBRE LA APLICACION DE TECNOLOGÍA NFC EN EL TRANSPORTE PUBLICO*. Madrid, España: C/ Henri Dunant, 19 - 2º. 28036 Madrid.
- [11] FIMPE. (2005). Seminario Gestión de sistemas De prepago en transporte publico., (pág. 161). MEXICO.
- [12] METRO DE MEDELLIN. (2013). *INFORME CORPORATIVO METRO 2012*. MEDELLIN.
- [13] Negrete, M. L., & Esparza Muñoz, J. M. (2012). NFC: El avance imparable del pago por mvil . *SIC*.
- [14] NFC forum. (2011). NFC in Public Transport. 33.
- [15] PEÑALOZA PABON, C. A., MOJICA RODRIGUEZ, A., ESCOBAR SERRANO, M. L., MUÑOZ YAÑEZ, M. L., TORRADOS SAGRA, C., SILVA MORALES, L., . . . RAMOS MALDONADO, L. A. (2011). *DIAGNOSTICO DEL TRANSPORTE 2011*. BOGOTA: MINISTERIO DE TRANSPORTE.
- [16] SIMALLIANCE. (2013). NFC Secure Element Stepping Stones. *Securing the future of mobile services*. Interop Working Group.