

**SISTEMA PROTOTIPO DE PAGOS MÓVILES PARA
TRANSACCIONES UTILIZANDO LA TECNOLOGÍA NFC
EN DISPOSITIVOS MÓVILES CON SISTEMA
OPERATIVO ANDROID.**



Universidad
del Cauca

Trabajo de grado

DARIO LEONARDO NARVÁEZ JÁCOME
JOSÉ LUIS CERÓN IMBACHÍ

Director: PhD. Ing. Gustavo Adolfo Ramírez González

Universidad del Cauca
Facultad de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones
Departamento de Telemática
Popayán, Julio de 2015

Índice general

1. Introducción	1
1.1. Problema y motivación	1
1.2. Objetivos	3
1.2.1. Objetivos específicos	4
1.3. Hipótesis	4
1.4. Experimentación	4
1.5. Conclusiones y Divulgación	4
1.6. Metodología de Trabajo	5
1.7. Estructura del Documento	5
2. Estado del Arte	7
2.1. Conceptos fundamentales	7
2.1.1. Pagos móviles	7
2.1.2. Escenarios de interacción	7
2.1.3. Sociedad especializada en depósitos y pagos móviles	7
2.1.4. Moneda electrónica	8
2.1.5. Digital wallets	8
2.2. Tecnologías relacionadas	8
2.2.1. Tecnología NFC	8
2.2.1.1. Introducción	8
2.2.1.2. Ventajas de NFC	9
2.2.1.3. Historia	9
2.2.1.4. Descripción tecnológica de NFC	10
2.2.1.5. Definición estándar de datos NFC	11
2.2.1.6. Modos de funcionamiento	11
2.2.1.7. Modos de operación	12
2.2.1.8. Comparación con otras tecnologías	16
2.2.2. Android	17

2.2.3.	Arquitectura Groovy/Grails	21
2.3.	Panorama de los pagos móviles	24
2.3.1.	Evolución de los pagos móviles	24
2.3.2.	Mercado de los pagos móviles	28
2.3.3.	Comparación de tarifas de transacciones	32
2.3.4.	Riesgos de pagar con NFC	32
2.4.	Vigilancia tecnológica	33
2.4.1.	Planeación	34
2.4.2.	Búsqueda y Captación	34
2.4.3.	Análisis y comunicación	35
2.4.3.1.	Selección de artículos	35
2.4.3.2.	Trabajos relacionados	38
2.4.3.3.	Panorama del contexto de pagos móviles	40
2.4.3.4.	Sistemas de pagos móviles en las tiendas de aplicaciones	42
2.5.	Conclusiones del estado del arte	43
3.	Modelo de intercambio de información	47
3.1.	Lógica y operación de pagos móviles	47
3.1.1.	Definición de pagos móviles	47
3.1.2.	Tipos y modelos de pagos móviles	47
3.1.3.	Funciones	50
3.1.4.	Roles del sistema	50
3.1.5.	Escenarios de funcionamiento	50
3.1.6.	Modelo de funcionamiento	51
3.2.	Tecnología NFC aplicada al modelo de referencia	52
3.2.1.	Dispositivos móviles asociados a la cuenta de usuario	52
3.3.	Escenarios de Interacción	53
3.3.0.1.	Escenario de Registro de Usuarios	53
3.3.0.2.	Escenario de Inicio de Sesión	53
3.3.0.3.	Escenario de Cierre de Sesión	54
3.3.0.4.	Escenario de Ingreso de Dinero al Sistema de Pagos	54
3.3.0.5.	Escenario de Retiro de Dinero del Sistema de Pagos	54
3.3.0.6.	Escenario de Transferencia	55
3.3.0.7.	Escenario de Administración de Usuarios	55
3.4.	Descripción de las tecnologías relacionadas	55
3.4.1.	Arquitectura NFC P2P	55
3.4.2.	Android	56
3.4.3.	Grails	56
3.5.	Patrones de arquitectura	57
3.5.1.	Patrón de arquitectura RFID	57

3.5.1.1.	Patrón de arquitectura centralizado	57
3.5.1.2.	Patrón de arquitectura semi-distribuido	58
3.5.1.3.	Patrón de arquitectura distribuido	59
3.5.1.4.	Patrón de arquitectura cliente servidor	59
3.6.	Conclusiones	60
4.	Implementación	63
4.1.	Alternativas de implementación de la aplicación	63
4.1.1.	Modos de transferencias de dinero	63
4.1.2.	Modos de notificaciones	64
4.1.3.	Alternativas de tecnologías de Seguridad	64
4.1.4.	Selección de los modos y tecnologías para el desarrollo de la aplicación móvil y web.	65
4.1.4.1.	Selección modo transferencias	65
4.1.4.2.	Selección modo de notificación	65
4.1.4.3.	Selección tecnología de seguridad	65
4.2.	Descripción de mecanismos de implementación	65
4.2.1.	Vista de Casos de Uso	67
4.2.2.	Vista lógica	72
4.2.3.	Vista de procesos	74
4.2.4.	Vista de Realización	76
4.2.5.	Vista de despliegue	76
4.3.	Herramientas de control para la implementación del sistema	77
4.3.1.	JIRA	77
4.3.2.	GIT	78
4.4.	Entorno de despliegue	79
4.4.1.	Entorno de despliegue móvil	79
4.4.2.	Entorno de despliegue web	79
4.5.	Conclusiones	79
5.	Evaluación del prototipo	81
5.1.	Prueba de desempeño en una red 2G	81
5.1.1.	Descripción del lugar seleccionado	82
5.1.2.	Preparación de la experiencia	82
5.1.3.	Funcionamiento del sistema	83
5.1.4.	Proceso de prueba	84
5.1.5.	Resultados	85
5.1.6.	Conclusiones de la prueba de desempeño	86
5.2.	Implementación y presentación del sistema prototipo	86
5.2.1.	Características del sitio donde se realiza la experiencia	86

5.2.2.	Grupos opcionales para realizar la experiencia	87
5.2.3.	Reconocimiento de las condiciones del salón seleccionado	87
5.2.4.	Diseño del ambiente	88
5.2.5.	Funcionamiento del sistema	88
5.2.5.1.	Análisis de consumo de datos	88
5.2.6.	Encuesta	89
5.2.7.	Ejecución de la experiencia	92
5.2.8.	Conclusiones de la experiencia de implementación y evaluación	92
6.	Conclusiones y trabajo futuro	95
6.1.	Conclusiones por capítulo	95
6.1.1.	Conclusiones del estado del arte	95
6.1.2.	Conclusiones del modelo de intercambio de información	95
6.1.3.	Conclusiones del diseño de la implementación	96
6.1.4.	Conclusiones de la evaluación del prototipo	96
6.2.	Conclusiones generales	97
6.3.	Aportes	98
6.3.1.	Modelo de intercambio para la realización de pagos móviles	98
6.3.2.	Implementación	98
6.4.	Lecciones aprendidas	99
6.5.	Trabajos futuros	99
A.	Ficha técnica dispositivos móviles empleados	113
B.	Red GSM a través de la OpenTBS	117
B.1.	Introducción	117
B.2.	Red GSM convencional	117
B.3.	OpenBTS	118
B.4.	Beneficios de una red GSM a través de una OpenBTS	119
B.5.	General Packet Radio Service (GPRS)	119
B.5.1.	Configuración de GPRS en OpenBTS	119
B.5.1.1.	Asignando un rango de direcciones a GPRS	119
B.5.1.2.	Configuración de los parámetros para las funciones BSS	120
B.5.1.3.	Configuración de parámetros para las funciones SGSN	121
B.5.1.4.	Configuración de parámetros para las funciones GGSN	121
B.5.2.	Configuración de los dispositivos para OpenBTS GPRS	121
B.5.2.1.	Ajustes APN	121
B.5.2.2.	Data roaming	121
B.5.2.3.	Usando CLI para controlar GPRS	122
B.6.	Desempeño de GPRS en la OpenBTS	122

C. Perfil profesional y experiencia de los colaboradores	123
C.1. Primer perfil profesional	123
C.2. Segundo perfil profesional	124
D. Funcionamiento del sistema prototipo	125
D.1. Funcionamiento componente web	125
D.2. Funcionamiento de la aplicación móvil	128
D.2.1. Proceso de cobro	130
D.2.2. Proceso de pago	132

Índice de figuras

1.1. Paquetes de trabajo	5
2.1. Interacción de móvil NFC con tags	10
2.2. Configuraciones de NFC	13
2.3. Modo de emulación de tarjeta	13
2.4. Modo P2P activo-pasivo	14
2.5. Modo P2P activo-activo	15
2.6. Modo lectura y escritura	16
2.7. Arquitectura de Android	18
2.8. Arquitectura de Grails	21
2.9. Modelo vista controlador	23
2.10. Sistemas de pagos móviles en el mundo	26
2.11. Fases de la vigilancia tecnológica	34
2.12. Temas de investigación durante 2006-2014	41
3.1. Escenario con conexión	51
3.2. Escenario sin conexión	51
3.3. Modelo de funcionamiento	52
3.4. Arquitectura centralizada	58
3.5. Arquitectura semi-distribuida	58
3.6. Arquitectura distribuida	59
3.7. Arquitectura cliente servidor	60
4.1. Descripción de arquitectura	66
4.2. Diagrama de casos de uso general. Fuente propia.	68
4.3. Diagrama de paquetes	72
4.4. Diagrama Entidad-Relación	73
4.5. Diagrama de Clases	73
4.6. Realización de una transacción: pago y cobro	74
4.7. Diagrama de secuencia	75

4.8. Diagrama de Componentes	76
4.9. Diagrama de Despliegue	77
4.10. Reporte de actividades de Jira	78
4.11. Historial de commits de la aplicación móvil utilizando Git	79
5.1. OpenBTS USRP N210.	82
5.2. Esquema componentes hardware del montaje.	84
5.3. Diseño de la red 2G.	84
5.4. Montaje del diseño de red.	85
B.1. Diagrama de una red GSM tradicional	118
B.2. Diagrama de red de OpenBTS	118
D.1. Inicio de sesión en el portal web.	125
D.2. Inicio de sesión exitoso en el portal web.	126
D.3. Información de perfil de usuario.	126
D.4. Lista de agentes del sistema de pagos móviles.	127
D.5. Lista registro de transacciones.	127
D.6. Activación de NFC.	128
D.7. Registro de usuario.	128
D.8. Petición de registro al servidor.	129
D.9. Menú principal de opciones.	129
D.10. Cerrar sesión.	130
D.11. Formulario de cobro.	130
D.12. Transmisión NFC de la información de cobro.	131
D.13. Notificación de cobro exitoso.	131
D.14. Interfaz inicial de pago.	132
D.15. Notificación para aprobación de pago.	132
D.16. Notificación de pago exitoso.	133

Índice de tablas

2.1. Comparación de NFC con otras tecnologías de pagos móviles.	16
2.2. Mercado sistemas operativos para smartphones.	17
2.3. Evolución de los pagos móviles.	25
2.4. Tarifa de transacciones de M-PESA	27
2.5. Tarifas de transacciones bancarias en Colombia-cuentas de Ahorros . . .	31
2.6. Comparación de tarifas de transacciones bancos Colombianos vs M-PESA	32
2.7. Planeación vigilancia tecnológica.	34
2.8. Artículos encontrados en las fuentes de información.	35
2.9. Artículos seleccionados y número de citaciones.	36
2.10. Trabajos relacionados.	39
2.11. Aplicaciones de pago con NFC en el Play Store.	42
2.12. Aplicaciones de pago con NFC en el AppStore.	43
3.1. Tipos y modelos de pagos móviles.	50
4.1. Comparación entre Apache Shiro vs Spring Security	65
5.1. Ficha técnica de la prueba de desempeño.	81
5.2. Especificación técnica computador portátil.	83
5.3. Especificación técnica computador de escritorio.	83
5.4. Test de velocidad con el software SpeedTest.	85
5.5. Consumo de datos de la aplicación móvil	89
5.6. Ficha técnica de la prueba de implementación	92
A.1. Ficha técnica LG-G3	114
A.2. Ficha técnica Samsung Nexus S	115
A.3. Ficha técnica Samsung Galaxy Grand Prime	116
C.1. Perfil profesional Carlos Augusto Andrade	123
C.2. Perfil profesional César Augusto Gómez Villamarín.	124

Capítulo 1

Introducción

En este capítulo, se aborda de forma general el Problema y la Motivación de este trabajo de investigación. Igualmente, se presentan los Objetivos planteados, la Hipótesis y las Contribuciones o aportes al estado del conocimiento actual. Además, la descripción de la Metodología para la elaboración de las distintas fases o actividades que conforman esta investigación. En la sección “Estructura del documento”, se realiza una corta descripción del contenido de cada uno de los capítulos, que hacen parte de este documento.

1.1. Problema y motivación

El concepto de dinero es generalmente entendido como un elemento de cambio con valor comercial en el intercambio de bienes y/o servicios. En sus comienzos, este medio de cambio se representó mediante mercancías (trueque); posteriormente se desarrolló el dinero metálico, llamado así por estar representado en monedas de oro, plata, bronce y cobre. Ya entrando en la modernidad se empezó a utilizar el papel moneda, cuyo valor estaba garantizado por una institución financiera que certificaba su autenticidad, siendo hoy en día considerado como dinero de curso legal.

La evolución del comercio, sumado a los riesgos que conllevan la necesidad de movilizar grandes cantidades de dinero en efectivo, evidenció la falta de sustitutos del dinero, lo que produjo el desarrollo de algunos instrumentos representativos del dinero (cheques, letras de cambio y otros títulos valor). Estos y otros medios de pago son los que actualmente permiten facilitar el sufragio de los deberes; tal es el caso de las tarjetas, conocidas comúnmente como “dinero plástico” [1]. Esta evolución del dinero es lo que ha permitido que hoy día se puedan validar y autorizar transacciones de cualquier valor a través de miles de kilómetros, en cuestión de segundos y desde cualquier ubicación [2].

En los últimos 40 años, empresas y sociedades de micropagos ¹, tecnología, telecomunicaciones y banca. Han trabajado arduamente de manera cooperativa y colaborativa, con el fin de brindar al mercado un nuevo producto que facilite el intercambio de dinero

¹Micropagos: Son todos los pagos de baja cuantía.

y la adquisición de bienes o servicios en un entorno comercial (hoteles, tiendas, asociaciones, etc.), en donde la mayoría de ocasiones el costo de las transacciones resulta desproporcionado en comparación con el pago de un determinado artículo. Este producto se conoce como los pagos móviles [2]. El mercado de pagos móviles tiene un futuro con grandes oportunidades -pero también inciertas-, donde se han producido numerosos intentos y soluciones fallidas en las últimas décadas, a razón de factores como la lenta adopción y difusión de NFC (Near Field Communication) y la carencia de dispositivos que soporten esta tecnología [3] [4].

Los pagos móviles son pagos por bienes, servicios y cuentas con un dispositivo móvil (ya sea teléfono móvil, teléfono inteligente, PDA, o tablets), basados en tecnologías inalámbricas y de comunicación. Los pagos móviles también se clasifican en dos categorías: Pagos para compras diarias y pagos de facturas. Para compras diarias, los pagos móviles complementan o compiten con el dinero efectivo, cheques, tarjetas de crédito y tarjetas débito. Para el pago de facturas, los pagos móviles suelen proporcionar acceso a funcionalidades de pago basadas en una cuenta preexistente, tales como transferencia de dinero, pagos por Internet y aceptación de facturas electrónicas [5]. Cabe resaltar que los pagos anteriormente mencionados involucran dos actores principales: consumidores y compañías. Las posibles interacciones entre éstos son: consumidor - consumidor (P2P o C2C) o consumidor - compañía (C2B) [6].

Las cifras que maneja la Superintendencia Financiera demuestran que el 60 por ciento de los colombianos mayores de 18 años tiene al menos un producto financiero. Si bien es una cifra muy importante, en Colombia más del 90 por ciento de las transacciones realizadas en el año 2013 se hicieron en efectivo. Esto indica que hay un gran número de colombianos con productos financieros, pero que no usan instrumentos distintos al efectivo para transar [7]. Esto se debe a las limitadas opciones de pago que brindan las empresas pequeñas, en donde se realizan un gran número de transacciones a lo largo del territorio colombiano. El censo de la firma Servinformación llevado a cabo en las cinco principales ciudades del país, concluye que en Colombia aún persiste la cultura de la tienda, a pesar de la llegada al país de grandes empresas. Además, menciona que los principales establecimientos de venta al detal y de consumo local son las tiendas, mini-mercados, ferreterías, droguerías, panaderías, pastelerías, restaurantes, cafeterías y misceláneas [8].

El sector de pagos móviles, que a nivel mundial mueve más de 25 mil millones de dólares, se ha vuelto de carácter prioritario en Colombia. Como muestra de ello, cabe señalar la ley de inclusión financiera sancionada por parte del gobierno nacional, la cual permitirá a cerca de 20 millones de personas tener acceso a productos financieros a bajo costo. En la actualidad, las micro-transacciones no se han incrementado de manera significativa en el país, lo cual es debido, entre otras razones, a que dichos productos financieros manejan costos muy altos. Ejemplo de ello es que para comprar una aplicación que cuesta un dólar, el MinTic asegura que incluso se paga un valor más alto por la transacción, que por el producto en si mismo [9]. La mayoría de las compras en línea se concretan actualmente mediante el uso de una tarjeta de crédito o débito; sin embargo,

se presume que en seis años los pagos digitales desplazarán a los del dinero plástico, de acuerdo a un estudio de la consultora de mercado Accenture [10].

Una de las tecnologías para móviles que más ha llamado la atención por la seguridad, facilidad y robustez que esta ofrece para pagos móviles es NFC (Near Field Communication). NFC hace referencia a un conjunto de tecnologías inalámbricas de corto alcance, que permite transacciones simplificadas, un intercambio de datos y las conexiones que tengan lugar entre dos partes con un solo toque, por lo general a una distancia de cuatro centímetros o menos. Aunque los pagos no son la única aplicabilidad de esta tecnología, hay que reconocer que se ha convertido en uno los principales focos de NFC, ya que el atractivo de la utilización de dispositivos habilitados con NFC en un entorno comercial es innegable. Transacciones basadas en esta tecnología se llevan a cabo de forma rápida y de una manera fácil de usar. Por otra parte, los dispositivos NFC son versátiles; pueden ser utilizados para hacer pagos reales, así como para la emisión de billetes y cupones, que pueden funcionar como pases de abordar y servir como medio de publicidad y de fidelidad en el PoS (Point of Sale) [11]. NFC es compatible con cientos de millones de tarjetas sin contacto y lectores ya desplegados en todo el mundo [12]. El mercado para dispositivos habilitados con NFC es considerablemente grande. De acuerdo a una investigación de Juniper Research, se estima que el mercado de NFC facilitará transacciones por un valor de US \$ 74 billones, en 2015 [13].

No obstante, los pagos móviles han evolucionado con mayor rapidez en Oriente, en donde se encuentran casos de éxito como el de FeliCa [14] y el sistema de tren en Japón (primer sistema para pagos basada en tecnología NFC). Esto es debido a la velocidad, seguridad y utilidad que ofrece la tecnología NFC frente a otras [15] y [16].

En Occidente, la evolución de la tecnología NFC para pagos móviles se ha visto retrasada, debido quizás a la lucha entre los sectores de banca y telecomunicaciones en su intento por definir quién maneja el sistema de seguridad y quién lo posee, con el propósito de obtener los mayores beneficios en el sector de los micropagos y servicios de valor añadido que éste supone [1].

Es aquí donde se siente la necesidad de desarrollar un sistema de pagos móviles en un entorno, en el cual estén involucrados dos entes (vendedor y comprador) en un intercambio comercial, donde la representación del dinero es el efectivo, y el intercambio de este puede estar soportado en NFC para realizar transacciones financieras (micropagos). En aras de proporcionar una solución al problema planteado, surge la siguiente pregunta de investigación:

¿Cómo llevar a cabo transacciones financieras (micropagos) empleando dispositivos móviles con soporte NFC en un escenario piloto?

1.2. Objetivos

Desarrollar un sistema prototipo de pagos móviles independiente de entidades bancarias y/o telecomunicaciones utilizando la tecnología NFC en dispositivos móviles con

sistema operativo Android.

1.2.1. Objetivos específicos

- Definir los mecanismos para el intercambio de información entre usuarios de dispositivos móviles, soportando la tecnología NFC en su modo de operación P2P, para la realización de una transacción financiera.
- Implementar un sistema prototipo para micropagos, basada en la tecnología NFC en dispositivos móviles con sistema operativo Android.
- Evaluar el sistema desarrollado, con base en las pruebas de concepto de personas seleccionadas de un entorno cerrado que interactúan con el sistema.

1.3. Hipótesis

Como hipótesis inicial para el desarrollo de este trabajo de grado, se plantea:

Es posible llevar a cabo transacciones financieras (micropagos) entre dos entes (vendedor y comprador), principalmente por medio de dispositivos Android, a partir de la construcción e implementación de un sistema de pagos móviles empleando la tecnología NFC-P2P.

Bajo esta suposición, la incorporación de la tecnología NFC en un entorno de intercambio comercial, puede mejorar la realización de transacciones financieras(micropagos) y hacer partícipes a las masas poblaciones excluidas del sistema bancario tradicional debido a factores económicos y/o geográficos.

1.4. Experimentación

Como parte de la experimentación, se planteó la implementación de actividades, diseñadas para un grupo de personas seleccionadas las cuales cumplieran un perfil determinado. Esto con el propósito de evaluar la viabilidad de la implementación de este sistema. Se desarrolló una presentación en donde se contextualizó a las personas presentes en la actividad y posteriormente se realizó una actividad de interacción con la aplicación de pagos móviles.

El desarrollo de estas actividades generó una realimentación. La cual se tomó como base para la evaluación del sistema.

1.5. Conclusiones y Divulgación

Se realiza la síntesis de los resultados más relevantes, la recolección de experiencias, lecciones aprendidas y consideraciones para ser tenidos en cuenta a futuro. Como actividad de divulgación, dentro del proceso de socialización de resultados se tiene el desarrollo

del Artículo “Proposal for Mobile Payments Using NFC Technology Applicable in Rural Areas.”, que contiene el estado del arte desarrollado, la arquitectura propuesta con sus respectivos beneficios y conclusiones. Este artículo fue presentado en el VII Congreso Iberoamericano de Telemática CITA 2015. Además fue seleccionado para su publicación en versión ampliada en la revista *Sistemas & Telemática* de la Universidad Icesi.

1.6. Metodología de Trabajo

La estructura básica de las actividades propuestas para el desarrollo del presente trabajo toma como referencia la descomposición jerárquica WBS (Work Breakdown Structure) sugerida por el Project Management Institute (PMI), a través de su metodología PMBOK (Project Management Base of Knowledge), específicamente en el área de gestión del alcance (Scope Management) [17]. La Figura 1.1, muestra la descomposición en paquetes de trabajo y la Tabla 6 ilustra el cronograma propuesto. Los procesos de ingeniería del software requeridos serán abordados basados en la metodología Scrum [18].



Figura 1.1: Paquetes de trabajo

1.7. Estructura del Documento

Este documento ha sido dividido de la siguiente forma:

- El capítulo 1 presenta la introducción, la definición del problema y la estructura general del desarrollo del trabajo de grado.
- El capítulo 2, denominado “Estado del Arte”, hace referencia a los conceptos fundamentales, tecnologías, trabajos y experiencias previas de otros investigadores acerca de tecnologías usadas en un contexto de pagos móviles.

- El capítulo 3, denominado “Modelo de intercambio de información, para la realización de pagos móviles”, aporta modelos conceptuales para la construcción de una solución oportuna.
- El capítulo 4, denominado “Implementación”, contiene modelos arquitectónicos y una descripción de las herramientas que soportan la integración.
- El capítulo 5, denominado “Evaluación del prototipo”, evidencia las actividades realizadas, la selección del entorno de implementación, la configuración del entorno, los elementos utilizados, resultados obtenidos y análisis.
- Finalmente, el capítulo 6 presenta las conclusiones, trabajos futuros y aportes producto del desarrollo del presente trabajo de grado.

Capítulo 2

Estado del Arte

Este capítulo describe de una forma detallada los conceptos y tecnologías relacionadas con el desarrollo del presente trabajo de grado. De igual manera, describe las investigaciones más recientes que se han realizado, permitiendo determinar cómo ha sido tratada la temática, cómo se encuentra en el momento de realizar la propuesta de investigación y cuáles son las tendencias.

2.1. Conceptos fundamentales

2.1.1. Pagos móviles

Los pagos móviles son pagos por bienes, servicios y cuentas con un dispositivo móvil (ya sea teléfono móvil, teléfono inteligente, PDA, o tablets), basados en tecnologías inalámbricas y de comunicación [5].

2.1.2. Escenarios de interacción

Los escenarios ayudan a los usuarios y a los diseñadores en el entendimiento de la funcionalidad o ejecución de un determinado sistema, ayudando a describir la interacción entre los usuarios y los sistemas propuestos. Los escenarios pueden ayudar a las personas en la comprensión de descripciones complejas y abstractas, mostrando muchos más detalles y comportamientos de los que se mostrarían directamente o se malinterpretarían de otro modo. Por lo tanto, un escenario puede considerarse como una descripción parcial del comportamiento de una aplicación en un momento específico o bajo un conjunto de condiciones dadas [19].

2.1.3. Sociedad especializada en depósitos y pagos móviles

Las sociedades especializadas en depósitos y pagos móviles son entidades que pueden captar ahorros del público y/o socios para ofrecer los servicios de pagos, giros, transferencias, recaudo y ahorro [20].

Las sociedades especializadas en depósitos y pagos móviles pueden administrar los recursos recaudados para prestar diferentes servicios transaccionales de forma más eficiente. En efecto, en estas sociedades especializadas, además de hacer giros, el usuario esta en la capacidad de depositar su dinero y hacer pagos, transferencias y mantener un ahorro. Por el contrario, los giros hechos en oficina postal no pueden ser retirados parcialmente ni a plazos [20].

2.1.4. Moneda electrónica

El término moneda electrónica se usa normalmente para designar cualquier tipo de pago electrónico que de alguna manera hace pensar al usuario que dispone de “efectivo”, aunque en realidad, dicho término sólo hace referencia a un sistema específico de pago que viene muy acotado por ciertas propiedades criptográficas [21].

2.1.5. Digital wallets

Las digital wallets son servicios de pago en línea que surgieron a la vanguardia del uso de las tarjetas para realizar compras en la Web de manera más ordenada y simple [22]. Según una encuesta realizada en [23], en la actualidad se ha hecho notable el fortalecimiento del mercado de las digital wallets, siendo PayPal, Amazon y las tarjetas de crédito las más reconocidas con un porcentaje del 38%, 35% y 23% de confianza respectivamente.

2.2. Tecnologías relacionadas

2.2.1. Tecnología NFC

2.2.1.1. Introducción

El teléfono móvil se ha convertido en una herramienta diaria e indispensable en el que convergen muchas aplicaciones y tecnologías.

La tecnología inalámbrica NFC aparece como progreso en la convergencia de aplicaciones dentro del teléfono móvil. La provisión de servicios, el rango de aplicaciones, la confidencialidad, la velocidad, el coste y la robustez son las características más importantes de esta tecnología frente al resto de propuestas inalámbricas.

El interés que NFC está generando tiene que ver con el potencial que ofrece para el desarrollo e implementación de novedosas e interesantes aplicaciones, sobre todo de cara a mejorar la experiencia del usuario en la utilización de servicios ya existentes, como es el caso del pago a través del móvil, que es precisamente el objeto de estudio de este proyecto.

2.2.1.2. Ventajas de NFC

Las características de la tecnología NFC extienden sus posibilidades de uso y brindan grandes ventajas, algunas de las cuales son [25]:

- Mejora la usabilidad y la experiencia del usuario.
- Se puede compartir información digital entre dos dispositivos con tan sólo acercar el uno al otro.
- Seguridad, por ser una tecnología de corto alcance es más difícil que los datos puedan ser interceptados por terceras personas.
- Gracias a sus tres modos de operación (Lectura/Escritura, Punto-a-Punto y Emulación de Tarjeta NFC) la tecnología NFC es aplicable a una extensa variedad de áreas (pagos, turismo, identificación, automatización de procesos, etc).
- Es compatible con infraestructuras RFID (Radio Frequency Identification) y de tarjetas inteligentes.

2.2.1.3. Historia

RFID hace referencia a un tipo de tecnología de intercambio inalámbrico de datos. La lectura y grabación de los datos se realiza a partir de un chip conectado a una antena, que recibe señales de radiofrecuencia desde un dispositivo de lectura y grabación (denominado normalmente lector o codificador). El intercambio de datos se produce automáticamente, sin que ningún operador tenga que intervenir para activar la lectura de RFID [25].

Los sistemas RFID constan de etiquetas o tags, lectores y software para procesar los datos.

TAG: Los Tags utilizan las tecnologías de corto alcance inalámbrico, para habilitar las conexiones y transacciones para transmitir información y contenidos simplemente aproximando el lector o móvil al tag [26].

LECTOR RFID: Compuesto de antenas, un transceptor y un decodificador. El lector envía periódicamente señales para ver si hay alguna etiqueta en sus inmediaciones. Cuando capta una señal de una etiqueta, extrae dicha información y se la pasa al sistema de procesamiento de datos.

Una de las principales carencias de RFID y que la diferencia de NFC, es la comunicación o transmisión de información entre dos dispositivos activos.

NFC logra justamente lo que no consigue RFID, y se diferencia principalmente por dos motivos [25]:

- NFC provee comunicación P2P (peer to peer), lo que le permite a dos dispositivos interconectarse, haciéndola mucho más potente.

- NFC no puede ser activado remotamente por accidente o involuntariamente. El teléfono obliga a que deba existir un acercamiento entre dispositivos antes de iniciar una comunicación.
- NFC combina la característica de leer y emular etiquetas RFID.

El Near Field Communication Forum fue formado para promover el uso de la tecnología NFC mediante el desarrollo de especificaciones, asegurando la interoperabilidad entre los dispositivos y servicios, y educar al mercado sobre esta tecnología. Formado en 2004, el foro cuenta ahora con 190 miembros. Los fabricantes, desarrolladores de aplicaciones, las instituciones de servicios financieros, y otros trabajan juntos para promover el uso de la tecnología NFC en electrónica de consumo, dispositivos móviles, PC y mucho más [27].

Los objetivos del NFC Forum son:

- Crear especificaciones basadas en estándares para los desarrolladores, que definan una arquitectura modular y unos parámetros de interoperabilidad para todos los dispositivos y protocolos NFC.
- Fomentar el desarrollo de productos, usando las especificaciones del NFC Forum.
- Trabajar para asegurar que los productos que requieren capacidades NFC cumplan con las especificaciones del NFC Forum.
- Enseñar y educar a las empresas y a los consumidores sobre esta tecnología.

2.2.1.4. Descripción tecnológica de NFC

La tecnología NFC permite interacciones simples y seguras de dos vías entre dispositivos electrónicos, lo que permite a los consumidores realizar transacciones sin contacto, acceder al contenido digital, y conectar los dispositivos electrónicos con un solo toque. NFC es compatible con la infraestructura RFID.

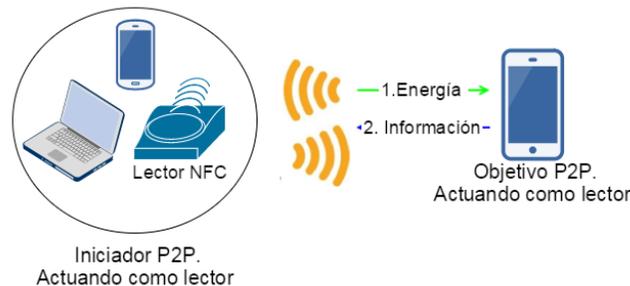


Figura 2.1: Interacción de móvil NFC con tags. Adaptada de [28].

La figura 2.1, muestra el funcionamiento de un dispositivo NFC. Cuando este se acerca lo suficiente para ponerse en contacto, se genera un acoplamiento magnético inductivo, por medio del cual se puede realizar una transferencia de energía y de datos entre los dispositivos. Este acoplamiento inductivo funciona sólo para distancias cortas y es por esto que el uso de este tipo de acoplamiento es la principal diferencia entre NFC y otras tecnologías inalámbricas como Bluetooth y WiFi, donde éstas trabajan a una distancia máxima aproximada de 10 metros y 100 metros, respectivamente. NFC permite a los dispositivos compartir información a una distancia de menos de 4 centímetros, con una velocidad máxima de comunicación de 424 kbps [27].

2.2.1.5. Definición estándar de datos NFC

Con el fin de compartir datos entre dispositivos NFC y/o etiquetas NFC, ha sido desarrollado un estándar en el que se define un formato común [29].

- NFC Data Exchange Format (NDEF): Especifica un formato de datos común, para el intercambio de información en dispositivos y tags NFC.
- NFC Record Type Definition (RTD): Proporciona una manera de definir los tipos de registros estándar, que pueden ser enviados en los mensajes intercambiados entre los dispositivos NFC.
 - ◊ Text RTD: para registros que solo contienen texto, pueden estar en múltiples lenguajes.
 - ◊ Smart Poster RTD: para posters que incorporen etiquetas con datos (URLs, SMSs o números de teléfono).
 - ◊ Uniform Resource Identifier (URI) RTD: para registros apuntan a un recurso de la Internet.

2.2.1.6. Modos de funcionamiento

Una de las principales ventajas de la tecnología NFC es que no requiere de la creación de dos campos magnéticos, pudiendo usar un solo dispositivo para crear un campo magnético, mientras que el segundo actúa de forma pasiva aprovechando la modulación de carga para transferir datos. También, puede suceder que ambos dispositivos creen su propio campo electromagnético. Al primer modo de funcionamiento se le llama pasivo, mientras que el segundo es el modo de funcionamiento activo [30].

La habilidad de funcionar en los dos modos, activo o pasivo, hace que los dispositivos NFC sean únicos dentro de otras tecnologías de comunicación sin contacto. Esto posibilita a los dispositivos a actuar como tarjetas sin contacto o como lectores. Por tanto, un teléfono móvil habilitado con NFC puede ser usado por ejemplo, para enviar información de pago a un lector y realizar una compra o para leer información de una valla o póster publicitario con una etiqueta adherida.

La descripción de ambos modos de funcionamiento se detalla a continuación:

Modo activo

En modo activo, tanto el dispositivo iniciador como el destino se comunican generando su propio campo electromagnético. En este modo, ambos dispositivos requieren de una fuente de alimentación para funcionar [29].

Modo pasivo

Cuando el dispositivo funciona en modo pasivo, el receptor sólo se utiliza para establecer la comunicación y confirmar la recepción de los datos. Aunque muchas aplicaciones requieren que los dispositivos involucrados sean activos, la combinación de uso activo/pasivo puede ser útil para comunicarse con elementos sin batería, como pueden ser las tarjetas sin contactos o las etiquetas RFID que no dispongan de fuente de alimentación propia [31].

Transaccion NFC

Toda comunicación NFC consta de 5 fases.

- Descubrimiento: en esta fase los dispositivos inician la etapa de rastrearse el uno al otro y posteriormente su reconocimiento.
- Autenticación: en esta parte los dispositivos verifican si el otro dispositivo está autorizado o si deben establecer algún tipo de cifrado para la comunicación.
- Negociación: en esta parte del establecimiento, los dispositivos definen parámetros como la velocidad de transmisión, la identificación del dispositivo, el tipo de aplicación, su tamaño, y si es el caso también definen la acción a ser solicitada.
- Transferencia: una vez negociados los parámetros para la comunicación, se puede decir que ya está establecida pero no realizada.
- Confirmación: el dispositivo receptor confirma el establecimiento de la comunicación y la transferencia de datos.

La tecnología NFC no fue desarrollada para la transferencia de grandes contenidos de información, pero se puede emplear para la iniciación de otras tecnologías de mayor ancho de banda como Bluetooth o Wi-Fi, con la ventaja de que si se emplea NFC, el tiempo de establecimiento de la comunicación es mucho menor que si se manejan las otras tecnologías para efectuar el enlace.

2.2.1.7. Modos de operación

NFC es una tecnología que puede trabajar en tres modos de operación lo que la hace mas adaptable y eficiente que otras. En la figura 2.2 se presentan las tres configuraciones de esta tecnología.

A continuación, se describen las tres posibles configuraciones de NFC:

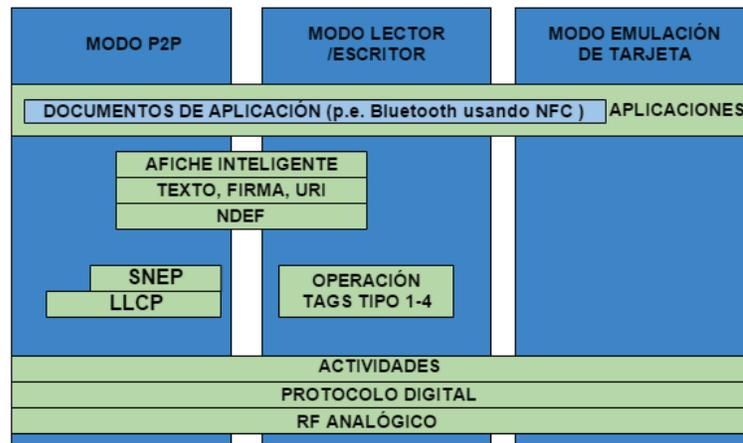


Figura 2.2: Configuraciones de NFC. Adaptada de [29].

- **Modo emulación de tarjeta**

El modo de emulación de tarjeta es el nombre dado cuando un dispositivo es usado en modo pasivo, para emular el comportamiento de una tarjeta contactless (sin contacto). La comunicación es realizada al ubicar en el campo de activación a un dispositivo activo, el cual emula un lector/escritor contactless.

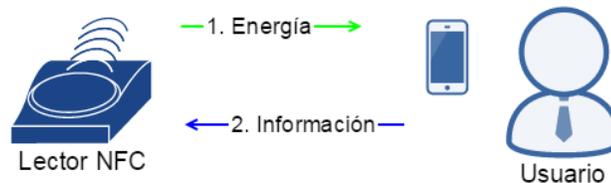


Figura 2.3: Modo de emulación de tarjeta. Adaptada de [28].

En una transacción de este tipo:

- ◊ El lector (típicamente un terminal POS, una compuerta de metro, un PC, etc.) genera un campo magnético debido a su antena.
- ◊ El lector manda comandos al dispositivo habilitado con NFC del mismo modo como si este le mandaría a una contactless smart card (tarjeta inteligente sin contacto).
- ◊ El dispositivo habilitado con NFC envía su respuesta al lector.

Uso

Típicamente, el modo de emulación de tarjeta es usado para pagos sin contacto (contactless payments) y venta de entradas (ticketing) con dispositivos NFC, estas

funciones son fácilmente implementadas sin cambio alguno en la infraestructura existente.

La industria de pagos ha aceptado el estándar EMV (Europay, MasterCard and Visa) para pagos seguros, basado en tarjetas con o sin contacto. Las implementaciones sin contacto de EMV incluyen MasterCard, PayPass y VisaPayWave, entre otros. El pago mediante NFC sigue los mismos protocolos basados en EMV, como con tarjetas. Con el fin de apoyar tanto a las tarjetas EMV sin contacto como a los dispositivos NFC, los POS actualmente están siendo actualizados para soportar la interacción sin contacto. Por ejemplo, PayPass de MasterCard ya es aceptada en mas de 340 mil puntos alrededor del mundo [28].

- **Modo de comunicación Peer to Peer**

P2P es un protocolo de intercambio, que permite a un dispositivo iniciar un intercambio con otro dispositivo sin importar quien inicie la transacción.

El modo P2P se basa en la norma ISO 18092, que incluye los siguientes:

- ◊ Modo P2P activo-pasivo

En este caso, uno de los dispositivos, el iniciador genera el campo magnético y el otro dispositivo el objetivo P2P (target P2P) esta recibéndolo.

Este modo P2P es recomendado por el NFC Forum. El protocolo de intercambio esta definido en el estándar ISO 18091 (anteriormente ECMA 340). Uno de los dispositivos es el iniciador del intercambio, y se comporta como un lector, y el otro dispositivo es el objetivo del intercambio y se comporta como una tarjeta.

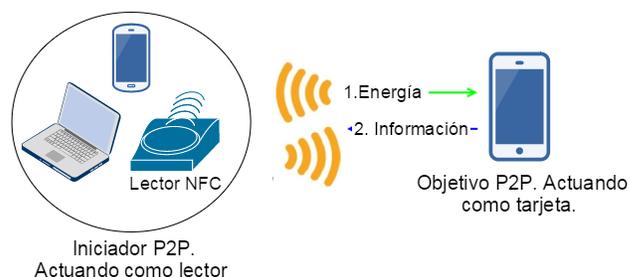


Figura 2.4: Modo P2P activo-pasivo. Adaptada de [28].

◊ Modo P2P activo-activo

En este caso, ambos dispositivos generan un campo magnético y envían información.

En este modo (que aún no recibe la aprobación por el NFC Forum) los dispositivos juegan un papel simétrico. Ambos generan un campo magnético, transmiten y reciben datos. En otras palabras, ambos dispositivos se turnan el papel de lector y tarjeta. Este modo es más lento, más complejo, el tiempo y las baterías de ambos dispositivos son usadas para generar el campo magnético. El protocolo de intercambio de datos se define en la norma ISO 18092.

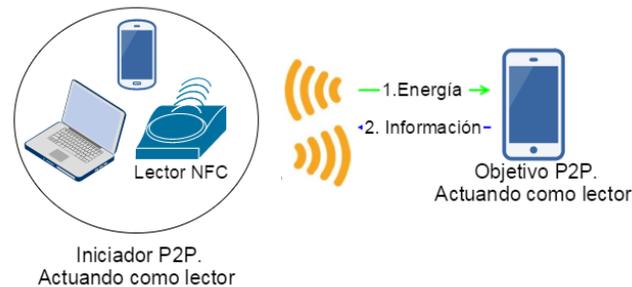


Figura 2.5: Modo P2P activo-activo. Adaptada de [28].

Usos

Caso típico de uso de P2P es el intercambio de tarjetas de negocios entre dos dispositivos. En este caso, uno de los teléfonos comienza el intercambio y envía una tarjeta de negocio (business card) a otro. Entonces, el otro dispositivo le responderá con el mismo tipo de información.

El modo activo-pasivo P2P puede ser utilizado para este tipo de intercambio. Uno de los terminales es el iniciador P2P, y el otro es el Objetivo P2P. Pero, está demostrado que, para este tipo de intercambio, el modo de emulación / lector de tarjetas es más eficiente, ya que requiere menos intercambios de protocolo para ofrecer el mismo servicio [28].

- **Modo lectura/escritura**

En el modo lectura/escritura el dispositivo NFC es capaz de leer los cuatro tipos de etiquetas especificados por el NFC Forum. En esta configuración, cuando el usuario toca con su dispositivo con tecnología NFC una etiqueta, se transfiere una

pequeña cantidad de información al dispositivo NFC. Esta información puede ser un texto en claro, una dirección de una página web o un número de teléfono [32].

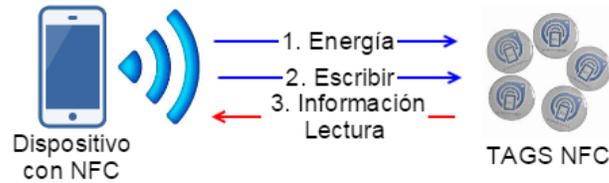


Figura 2.6: Modo lectura y escritura. Adaptada de [28].

En el modo de lector, el iniciador lee los datos de una etiqueta NFC que ya almacena una información pre-grabada en ella.

En el modo de escritor, el teléfono móvil actúa como el iniciador y escribe los datos en la etiqueta. Si la etiqueta ya contiene algún tipo de datos, el proceso sobrescribirá dicha información.

2.2.1.8. Comparación con otras tecnologías

Con el propósito de elaborar una comparación entre las principales tecnologías empleadas en los pagos móviles, se desarrolla la tabla 2.1, en donde se consideran diferentes parámetros para un análisis mas amplio y se asigna una calificación de 1 a 5 (donde 1 la peor y 5 la mejor).

	NFC Integrado	Micro SD	Códigos de barras	Pagos en la nube	SMS
Confiabilidad	4	2	1	3	1
Velocidad	4	4	3	2	1
Seguridad	4	4	1	2	2
Usabilidad	4	3	3	2	2
Aceptación	2	1	1	1	1
Disponibilidad en dispositivos	2	3	4	4	4
Valor agregado en Apps	4	3	4	4	1
PEOR 1-2-3-4-5 MEJOR					

Tabla 2.1: Comparación de NFC con otras tecnologías de pagos móviles. Adaptada de [2].

De la comparación realizada en la tabla 2.1 se deduce que NFC es una de las mejores tecnologías para ser implementadas en sistemas de pagos móviles. Esta afirmación se realiza debido a la buena calificación en confiabilidad, velocidad, seguridad, usabilidad y aporte al valor agregado de las aplicaciones móviles.

2.2.2. Android

Android es un sistema operativo basado en el núcleo Linux. Fue diseñado principalmente para dispositivos móviles con pantalla táctil, como teléfonos inteligentes o tablets; y también para relojes inteligentes, televisores y automóviles. Inicialmente fue desarrollado por Android Inc., empresa que Google respaldó económicamente y más tarde, en 2005, compró. Los dispositivos de Android venden más que las ventas combinadas de Windows Phone y IOS [33].

Android permite programar en un entorno de trabajo (framework) de Java, aplicaciones sobre una máquina virtual Dalvik (una variación de la máquina de Java con compilación en tiempo de ejecución). Además, lo que le diferencia de otros sistemas operativos, es que cualquier persona que sepa programar puede crear nuevas aplicaciones, widgets, o incluso, modificar el propio sistema operativo, dado que Android es de código libre [34]. Este sistema operativo posee una API para el desarrollo de aplicaciones con NFC (`android.nfc.tech`)[35].

En 2014, la situación revelada no puede ser más favorecedora para Google que, según un estudio en [36], ocupa más de tres cuartos del mercado de movilidad mundial con un porcentaje del 85 % , dejando atrás, a sus principales competidores Apple, Microsoft y BlackBerry.

Sistema Operativo	2013 %	2014 %
Android	80,2	84,6
Apple	13,4	11,9
Microsoft	3,8	2,7
Blackberry	2,4	0,6
Otros	0,2	0,2
TOTAL	100	100

Tabla 2.2: Mercado de Sistemas operativos para smartphones. Adaptada de [36].

Arquitectura de Android

La figura 2.7 muestra la arquitectura de Android. Como se observa está formada por cuatro capas. Una de las características más importantes es que todas las capas están basadas en software libre [37].

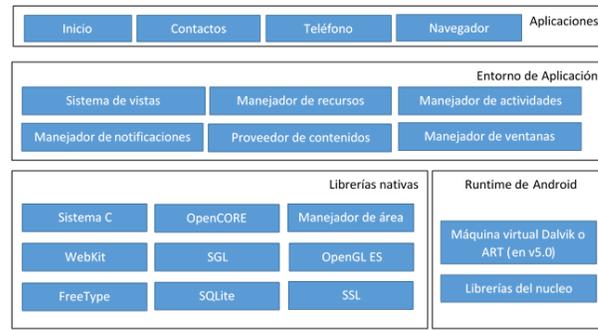


Figura 2.7: Arquitectura de Android. Adaptada de [37].

A continuación se describen las cuatro capas de la arquitectura.

- **El núcleo Linux**

El núcleo de Android está formado por el sistema operativo Linux versión 2.6. Esta capa proporciona servicios como la seguridad, el manejo de la memoria, el multiproceso, la pila de protocolos y el soporte de drivers para dispositivos. Esta capa modelo actúa como capa de abstracción entre el hardware y el resto de la arquitectura. Por lo tanto, es la única que es dependiente del hardware. Además contiene los drivers necesarios, para que cualquier componente hardware pueda ser utilizado, mediante los llamados correspondientes [37]. Siempre que un fabricante incluye un nuevo elemento de hardware, lo primero que debe realizar, para que pueda ser utilizado desde Android, es crear las librerías de control necesarios dentro de este kernel de Linux embebido, en el propio Android [38].

- **Runtime de Android**

Como podemos apreciar en el diagrama, el entorno de ejecución de Android no se considera una capa en sí mismo, dado que también está formado por librerías. Aquí encontramos las librerías con la funcionalidades habituales de Java así como otras específicas de Android. El componente principal del entorno de ejecución de Android es la máquina virtual Dalvik. Las aplicaciones se codifican en Java y son compiladas en un formato específico para que esta máquina virtual las ejecute. La ventaja de esto es que las aplicaciones se compilan una única vez y de esta forma estarán listas para distribuirse con la total garantía de que podrán ejecutarse en cualquier dispositivo Android, que disponga de la versión mínima del sistema operativo que requiera la aplicación [39].

- **Librerías nativas**

La siguiente capa que se sitúa justo sobre el kernel, la componen las bibliotecas nativas de Android, también llamadas librerías. Están escritas en C o C++ y compiladas para la arquitectura hardware específica del teléfono. Estas normalmente están hechas por el fabricante, quien también se encarga de instalarlas en el dispositivo antes de ponerlo a la venta. El objetivo de las librerías es proporcionar funcionalidad a las aplicaciones para tareas que se repiten con frecuencia, evitando tener que codificarlas cada vez y garantizando que se llevan a cabo de la forma “más eficiente” [39]. Muchas de las librerías utilizan proyectos de código abierto. Algunas de estas librerías son [37]:

- ◇ Librería sistema C: una derivación de la librería BSD de C estándar (libc), adaptada para dispositivos embebidos basados en Linux.
- ◇ Marco de trabajo multimedia: librería basada en PacketVideo’s OpenCORE; soporta codecs de reproducción y grabación de multitud de formatos de audio vídeo e imágenes MPEG4, H.264, MP3, AAC, AMR, JPG y PNG.
- ◇ Manejador de área: maneja el acceso al subsistema de representación gráfica en 2D y 3D.
- ◇ WebKit: soporta un moderno navegador Web utilizado en el navegador Android y en la vista Webview. Se trata de la misma librería que utiliza Google Chrome y Safari de Apple.
- ◇ SGL: motor de gráficos 2D.
- ◇ Librerías 3D: implementación basada en OpenGL ES 1.0 API. Las librerías utilizan el acelerador hardware 3D si está disponible, o el software altamente optimizado de proyección 3D.
- ◇ FreeType: fuentes en bitmap y renderizado vectorial.
- ◇ SQLite: potente y ligero motor de bases de datos relacionales disponible para todas las aplicaciones.
- ◇ SSL: proporciona servicios de capa de conexión segura (Secure Socket Layer).

- **Entorno de aplicación**

La siguiente capa está formada por todas las clases y servicios que utilizan directamente las aplicaciones para realizar sus funciones. La mayoría de los componentes de esta capa son librerías Java, que acceden a los recursos de las capas anteriores a través de la máquina virtual Dalvik. Siguiendo el diagrama encontramos [39]:

- ◇ Manejador de actividades: se encarga de administrar la pila de actividades de la aplicación, así como su ciclo de vida.
- ◇ Manejador de ventanas: se encarga de organizar lo que se mostrará en pantalla. Básicamente crea las superficies en la pantalla, que posteriormente pasarán a ser ocupadas por las actividades.

- ◇ Proveedor de contenidos: esta librería es muy interesante porque crea una capa que encapsula los datos que se compartirán entre aplicaciones para tener control sobre cómo se accede a la información.
- ◇ Sistema de vistas: en Android, son elementos que ayudan a construir las interfaces de usuario: botones, cuadros de texto, listas y hasta elementos más avanzados como un navegador web o un visor de Google Maps.
- ◇ Manejador de notificaciones : engloba los servicios para notificar al usuario cuando algo requiera su atención, mostrando alertas en la barra de estado. Un dato importante es que esta biblioteca también permite jugar con sonidos, activar el vibrador o utilizar los LEDs del teléfono en caso de tenerlos.
- ◇ Manejador de paquetes: esta biblioteca permite obtener información sobre los paquetes instalados el dispositivo Android, además de gestionar la instalación de nuevos paquetes. Con paquete nos referimos a la forma en que se distribuyen las aplicaciones Android, estos contienen el archivo .apk, que a su vez incluyen los archivos .dex con todos los recursos y archivos adicionales que necesite la aplicación, para facilitar su descarga e instalación.
- ◇ Manejador de telefonía: con esta librería se puede realizar llamadas o enviar y recibir SMS/MMS, aunque no permite reemplazar o eliminar la actividad que se muestra cuando una llamada está en curso.
- ◇ Manejador de recursos: esta librería permite gestionar todos los elementos que forman parte de la aplicación y que están fuera del código, es decir, cadenas de texto traducidas a diferentes idiomas, imágenes, sonidos o layouts.
- ◇ Manejador de localización: permite determinar la posición geográfica del dispositivo Android, mediante GPS o redes disponibles y trabajar con mapas.
- ◇ Manejador de sensores: posibilita la manipulación de elementos de hardware del teléfono como el acelerómetro, giroscopio, sensor de luminosidad, sensor de campo magnético, brújula, sensor de presión, sensor de proximidad, sensor de temperatura, etc.
- ◇ Cámara: con esta librería es posible hacer uso de la(s) cámara(s) del dispositivo para tomar fotografías o para grabar vídeo.
- ◇ Multimedia: permite reproducir y visualizar audio, vídeo e imágenes en el dispositivo.

• Aplicaciones

En esta última capa se incluye el conjunto de aplicaciones instaladas en una máquina Android. Todas las aplicaciones han de correr en la máquina virtual Dalvik para garantizar la seguridad del sistema. Normalmente, las aplicaciones Android están escritas en Java. Para desarrollar aplicaciones en Java podemos utilizar el Android SDK. Existe otra opción consistente en desarrollar las aplicaciones utilizando C/C++. Para esta opción podemos utilizar el Android NDK (Native Development Kit) [37].

2.2.3. Arquitectura Groovy/Grails

Grails

Es un framework para aplicaciones web libre desarrollado sobre el lenguaje de programación Groovy (el cual a su vez se basa en la plataforma Java). Grails pretende ser un marco de trabajo altamente productivo siguiendo paradigmas tales como convención sobre configuración o no te repitas, proporcionando un entorno de desarrollo estandarizado y ocultando gran parte de los detalles de configuración al programador [40].

Grails funciona sobre los marcos (frameworks) ya probados y de confianza, como Spring, Hibernate, SiteMesh y otras bibliotecas de código abierto populares en el mundo empresarial Java. El modelo-vista-controlador (MVC) de Grails es una abstracción construido sobre Spring MVC. La persistencia Grails marco, GORM, es una abstracción construida sobre Hibernate. [41].

La implementación de la mayoría de los marcos web de Java puede ser tedioso. Puesto que requiere un extenso tiempo para editar la configuración archivos, personalizar archivos de contexto web, modificar diseños de página, construir scripts y reiniciar aplicaciones después de cada cambio. Estas tareas consumen la mayor parte del tiempo de los desarrolladores a expensas de abordar el problema de negocio real y funcional [41].

Por el contrario, Grails ofrece lo mejor de marcos de trabajo (frameworks) web de Java disponibles mientras protege al desarrollador de la tediosa configuración, la complejidad del diseño y repetitivo código que se hace en el desarrollo web de Java, de modo engorroso e ineficiente. En resumen, Grails permite al desarrollador concentrarse en características de tiempo de ejecución, no editar XML, mientras que también proporciona una productiva, experiencia en el desarrollo ágil [41].

La figura 2.8 muestra la estructura de la arquitectura grails. La cual se describe a continuación.

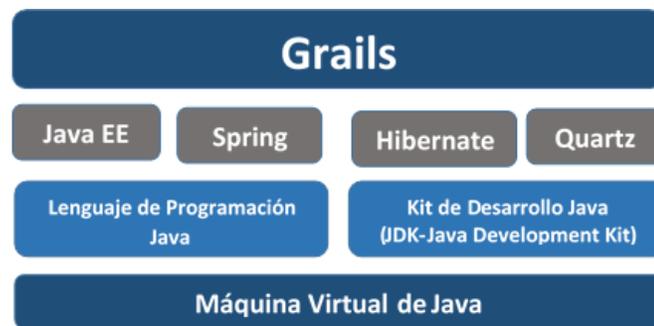


Figura 2.8: Arquitectura de Grails. Adaptada de [42].

Lenguaje Groovy

Java ha mostrado ser un lenguaje de programación poderoso y de alto nivel. Sin embargo, posee sutilezas que en algunas ocasiones vuelven tediosa y redundante la

codificación. Además, a diferencia de algunos lenguajes orientados a objetos, Java no poseen características dinámicas. El lenguaje de programación Groovy (Koenig, 2007) surgió en el año 2003. Groovy reúne características de Java, Ruby, Python y SmallTalk en un solo lenguaje, lo que lo convierte en un lenguaje poderoso y fácil de usar. La curva de aprendizaje de Groovy para los desarrolladores Java es relativamente pequeña, que permite crear aplicaciones en Groovy de forma inmediata. Los desarrolladores de Grails eligieron a Groovy como su lenguaje base debido a su poder y dinamismo [43].

Spring Framework

El desarrollo de aplicaciones web con Java Enterprise Edition (JEE) tiene detalles que lo hacen tedioso y repetitivo. Teniendo ello en cuenta Rod Johnson, un desarrollador férreo en JEE, publicó en su libro *Expert One-on-One J2EE Design and Development* (2003) una serie de herramientas que facilitan, aceleran y simplifican el desarrollo de aplicaciones Web en JEE. Este conjunto de herramientas son la base del Spring Framework. Spring promueve la separación de los módulos de aplicación mediante la Inyección de Dependencias (Fowler, 2004), que propone el bajo acoplamiento de componentes, así como su reutilización dentro del mismo programa. Por otra parte, Spring Framework abstrae mucha de la funcionalidad de JEE mediante la automatización de ésta o proporcionando versiones más sencillas. En los últimos años, Spring ha ganado popularidad entre los desarrolladores de software y es cada vez más utilizado en la creación de aplicaciones Web [43].

Hibernate Framework

Hibernate es una herramienta de Mapeo objeto-relacional (ORM.Object Relational Mapping) para la plataforma Java (y disponible también para .Net con el nombre de NHibernate) que facilita el mapeo de atributos entre una base de datos relacional tradicional y el modelo de objetos de una aplicación, mediante archivos declarativos (XML) o anotaciones en los beans de las entidades que permiten establecer estas relaciones. Hibernate es software libre, distribuido bajo los términos de la licencia GNU LGPL [44].

En otras palabras, Hibernate es un Framework que agiliza la relación entre la aplicación y la base de datos. Para poder aprender a utilizarlo es necesario contar con los conocimientos básicos de base de datos y SQL así como manejar el lenguaje Java.

Grails Framework

Grails Framework es creado por Graeme Rocher en el año 2006 como una respuesta a la necesidad de agilizar, automatizar y simplificar el desarrollo de aplicaciones Web, utiliza el lenguaje Groovy que permite realizar una gran cantidad de acciones en pocas líneas de código. En general, Grails toma las mejores prácticas de cada uno de los frameworks para formar un marco de trabajo estable, robusto, sencillo de usar y de fácil mantenimiento. Del libro *Grails in Action* [45], se retoman los conceptos de Grails Framework, los cuales lo distinguen de otras herramientas:

- Convención sobre configuración: Grails posee una estructura especial para la ubicación de cada uno de sus elementos, clases y archivos de configuración. Esto evita que el desarrollador tenga que hacer la configuración mediante XML.
- Filosofía ágil: Grails permite la reutilización de código para aumentar la productividad; además, es posible hacer cambios y visualizarlos en tiempo real sin necesidad de reiniciar el servidor de aplicaciones.
- Fundamentos sólidos: Grails se basa en las mejores herramientas de desarrollo existentes, lo que brinda un soporte sólido para el desarrollo de aplicaciones.
- Plantillas y Scaffolding: Grails maneja el concepto de Scaffolding para la generación automática de código para controladores y vistas basado en una serie de plantillas o templates.
- Integración con Java: módulos desarrollados en Java pueden ser integrados a Grails de forma natural. Lo anterior, debido a que Groovy es completamente compatible con Java, permitiendo utilizar cualquier clase, API y biblioteca de Java en Grails.
- Wetware: Grails ha ganado muchos seguidores, lo que ha incrementado el número de recursos dedicados al soporte y mantenimiento. Sitios Web, foros de discusión, libros, podcast y plugins son algunas de las herramientas disponibles.
- Productividad: una de las consecuencias más evidentes del uso de Grails, es el nivel de productividad que se logra. Una aplicación que podría llevar semanas o incluso meses queda lista en cuestión de horas o días, disminuyendo el tiempo de entrega.

Por otro lado, una aplicación desarrollada con Grails Framework sigue la arquitectura (MVC) [46], figura 2.9. Donde el Modelo es el objeto que representa los datos del programa, la Vista es el objeto que maneja la presentación visual de los datos representados por el Modelo y el Controlador es el objeto que proporciona significado a las órdenes del usuario, actuando sobre los datos representados por el Modelo.

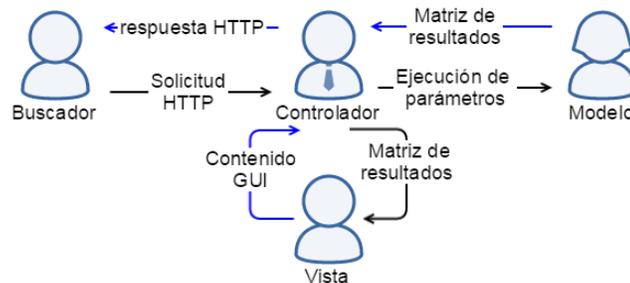


Figura 2.9: Modelo vista controlador. Adaptada de [46].

Apache Shiro Framework

Apache Shiro es un framework poderoso y de fácil uso para la seguridad en Java que realiza la autenticación, autorización, criptografía y gestión de sesiones. Shiro ha sido diseñado para ser intuitivo y de simple implementación proveyendo funcionalidades robustas [47]. Algunas de las funcionalidades que son posibles realizar con Apache Shiro son:

- Autenticar a un usuario para verificar su identidad.
- Realizar el control de acceso para un usuario: determinar los perfiles de usuario con los que tendrá acceso a ciertas funcionalidades dependiendo de sus permisos.
- Reaccionar a eventos durante la autenticación, control de acceso, o durante toda la vida de una sesión.

2.3. Panorama de los pagos móviles

2.3.1. Evolución de los pagos móviles

La evolución de los micropagos se ha caracterizado por la aparición y el colapso de diferentes generaciones. Debido a cambios sociales y tecnológicos en la actualidad esta temática está siendo el centro de atención de empresas y gobiernos. Siguiendo la clasificación de [48], a continuación se presenta la tabla 2.3, en donde se muestran las características de cada generación.

Generación	Definición	Puntos clave	Tecnologías empleadas	Áreas de aplicación
1.0 1994-1999	Sistemas basados en cuentas o token, dirigido a la monetización de contenido digital.	1. Entrada de empresas de alta tecnología IBM & Compaq 2. Desafíos de escalabilidad, falta de confianza de los clientes 3. Colapso por bancarrota/ Prueba: Digicash (bancarrota 1998), Netbill (cerrado en 2005) y CyberCash (bancarrota 2001).	Internet Firmas digitales.	Contenido digital.
2.0 2000-2006	Sistemas de interfaces web vinculados a los depósitos financieros del de los clientes.	1. Enfocados a los desafíos de la gen 1.0: Sistemas basados en cuentas, incremento de la escalabilidad y alianzas con bancos para ganar confianza con los usuarios. 2. Incremento en la competencia y altos costos regulatorios que desencadenaron colapsos. Por ejemplo, Beenz (2008) y PayStone (2009).	MFA RFID Telefonía móvil. Aplicaciones web.	Comercio online. Juegos. Bienes digitales.
2.5 2006-2007 en adelante	Sistemas dirigidos a las transacciones virtuales de bajo costo.	1. Cambios en los hábitos del consumidor, incremento en la adopción de dispositivos móviles y pagos móviles. 2. Innovaciones tecnológicas-NFC (2006), estándares Peer To Peer (2009), Smartphones (2006-2007). 3. Explosión de canales (móvil, puntos de transacciones, consola de tv para juegos) y casos de uso juegos, transporte y sistemas de pagos sociales.	Digital wallets. Social media. Almacenamiento en la nube.	1.Comercio en el mundo real 2Comercio móvil 3.Pagos P2P. 4.Redes sociales. 5. Transporte.
3.0 Aún por llegar	Sistemas caracterizados por inter-operatividad de proveedor mundial.	Nuevos modelos de negocios para trabajar sobre los desafíos de hoy en día, como lo son los altos costos fijos y la fragmentación de sistemas.	Tecnología NFC.	

Tabla 2.3: Evolución de los pagos móviles. Adaptada de [48].

Algunos de los pioneros de pagos móviles, al igual que las micro-finanzas, fueron emprendimientos en países cuyos habitantes cuentan con escasos ingresos económicos. Conscientes del enorme tamaño del mercado y el alto índice de penetración de la telefonía móvil, se visualizó la viabilidad para la implementación de un sistema de este tipo.

Safaricom M-PESA Kenia)[49], SMART Money (Filipinas) [50] y Globe G-Cash (Filipinas) [50] fueron algunos de los pioneros. Sólo estas dos últimas compañías mueven juntas alrededor de 275 millones de dólares al mes [51]. La figura 2.10 resalta a África como la pionera en productos/servicios de pagos móviles en funcionamiento y evidencia el retraso de Occidente en este aspecto [1].

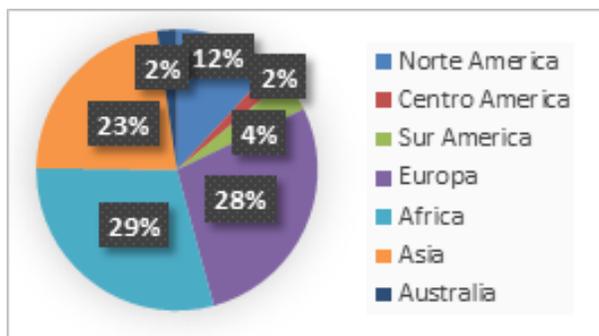


Figura 2.10: Sistemas de pagos móviles en el mundo. Adaptada de [52].

Como se presentó en la introducción, África resalta por ser uno de los continentes pioneros en la inserción masiva de los pagos móviles. De acuerdo a esto se procede a realizar un análisis de M-PESA, uno de los casos más exitosos en dicho continente.

M-Pesa

M-PESA fue desarrollado por el operador de telefonía móvil Vodafone y lanzado comercialmente por su filial keniana Safaricom en marzo de 2007. M-PESA es un sistema electrónico de pago que es accesible a través de dispositivos móviles. Para acceder al servicio, los clientes deben registrarse por primera vez en un punto de venta de M-PESA autorizado. A continuación, se le asigna una cuenta de dinero electrónico que está relacionada al número telefónico y es accesible a través de una aplicación que reside en la SIM card. Los clientes pueden depositar y retirar dinero a / desde sus cuentas por el intercambio de efectivo por valor electrónico en una red de tiendas al por menor (a menudo denominado agentes). A estas tiendas se les paga una cuota por cada vez que un usuario realice un tipo de intercambio en una de sus oficinas. Una vez que los clientes tienen dinero en sus cuentas, pueden utilizar sus teléfonos para transferir fondos a otros usuarios de M-PESA, e incluso a los usuarios no registrados. Todas las transacciones son autorizadas y registradas en tiempo real mediante SMS seguros, y están limitadas a una cantidad de EE.UU. \$ 800 [53].

La tabla 2.4 muestra los tipos de transacciones que se realizan a través del sistema de pagos M-PESA con sus respectivos valores en dólares¹ y pesos colombianos (COP).

¹Se asume el valor del dólar a 2751 COP a la fecha del 20 de Julio del 2015.

Transacción	Costo de transacción (1 Dolar =2751 COP)	
	US \$	COP \$
Registro	0	0
Transferencia	35 ¢	962,85
Pago de facturas	30 ¢	825,3
Consulta de saldo	1,1 ¢	30,261

Tabla 2.4: Tarifa de transacciones de M-PESA. Adaptado de [53].

A continuación se presentan las características más relevantes de este sistema de pagos:

- Usando los puntos de venta M-PESA se reducen los costos de acceso para los usuarios.
- 415 millones de dólares por mes se deben a transferencias P2P. Esto es igual a aproximadamente el 17 por ciento del producto interno bruto de Kenia (PIB) 0.9.
- El promedio de las transacciones P2P tienen un valor de 33 dólares, pero Vodafone afirmó que la mitad de las transacciones realizadas son por un valor menor a U.S. \$10.
- Hay al menos 27 empresas usando M-PESA para distribuciones masivas de dinero.
- Desde el lanzamiento del pago de facturas en Marzo de 2009. Al menos 75 empresas usan M-PESA para la recolección de dinero por parte de sus usuarios.
- La proporción de población pobre registrada en M-PESA ha ido en incremento. Del 28 % en 2008 hasta el 70 % en 2014 de la población adulta en Kenia usa M-PESA.
- El porcentaje de usuarios que confían en su agente de pagos alcanza una tasa del 95 %. Cuando los usuarios fueron encuestados acerca de una hipotética quiebra de M-PESA, 85 % de los encuestados afirmaron que esto tendría un gran efecto negativo en sus vidas.
- La confianza de Safaricom en M-PESA ha crecido, permitiendo pagos institucionales, permitiendo el pago de salarios y de facturas.

El desarrollo de proyectos de pagos móviles desarrollados en Latinoamérica presenta un considerable retraso comparándolo con Europa y África. A pesar de esto, existe el caso en Ecuador que es de alta relevancia. A continuación se presentan las características de este sistema Ecuatoriano.

Sistema de pagos móviles en Ecuador

Ecuador se ha convertido en el primer país del mundo en lanzar un proyecto gubernamental de pago a través del móvil. Los ecuatorianos podrán usar su móvil para pagar con dinero electrónico, sin necesidad de conectarse a Internet o del uso de smartphones [54].

El sistema de pago a través del móvil establecido por el Banco Central de Ecuador, tiene un funcionamiento similar al de una tarjeta de débito. Los usuarios abren una cuenta y depositan dinero antes de poder empezar a pagar a través de ella. Después de enviar la solicitud desde sus móviles, los usuarios pueden descargarse dinero electrónico en su teléfono, recargar la cuenta del móvil y transferir dinero.[54]

El funcionamiento de este sistema se basa en la transmisión de la información a través de USSD. USSD (Unstructured Supplementary Services Data) es un medio de transmitir información o instrucciones por una red GSM. USSD tiene algunas similitudes con el SMS (ambos utilizan el “signaling path” de la red GSM). Como diferencia, el USSD no es un servicio de almacenamiento y envío, es un servicio orientado a sesión tal que cuando un usuario accede a algún servicio USSD, se establece una sesión y la conexión de radio permanece abierta hasta que el usuario, la aplicación o el paso del tiempo la libera [55].

El objetivo del desarrollo de este sistema de pagos, es beneficiar a las pequeñas empresas y personas que trabajan en negocios informales y que a menudo tienen dificultades para dar el cambio justo a sus clientes.

El efectivo es la principal barrera para la inclusión. Es económicamente costoso para las instituciones financieras brindar cobertura a población en regiones rurales. Dado que la recolección de sus depósitos y redimir sus ahorros en pequeñas sumas de dinero en efectivo, requiere una infraestructura costosa que muchos de ellos no están dispuestos a asumir.

2.3.2. Mercado de los pagos móviles

El mercado de los pagos mediante dispositivos móviles, es un sector que está sufriendo una importante transformación y ofrece perspectivas prometedoras tanto para los consumidores como para los proveedores. Teniendo en cuenta que el uso de servicios móviles basados en la tecnología de los teléfonos inteligentes se está extendiendo en todo el mundo [56].

Contexto mundial

Esta tecnología no ha sido indiferente para las grandes compañías bancarias, las cuales están adecuando sus sistemas financieros. Por ejemplo, están los estándares de pago PayPass de MasterCard [57] o Visa Wave de Visa [58].

En la versión 2015 del MWC (Mobile World Congress), grandes compañías anunciaron desarrollos para dar soporte a los pagos móviles. Primero, PayPal mencionó durante este evento que lanzará este año un nuevo lector de tarjetas de crédito y débito con chip

y PIN que aceptará pagos móviles a través de la tecnología NFC [59]. Segundo, Samsung presentó el nuevo Galaxy S6 y S6 edge. Los nuevos dispositivos ofrecen Samsung Pay [60], un nuevo servicio de pago móvil, desarrollado junto con Mastercard, Visa, American Express, Bank of America, Chase y Citibank, cuya fortaleza es la promesa de compatibilidad con la mayoría de tarjetas disponibles en el mercado [61]. Por último, luego del lanzamiento de Samsung Pay, Google fue el siguiente de la lista en anunciar novedades para la industria. La empresa presentó Android Pay [62], una API que vendrá integrada en Android para que los desarrolladores puedan implementar su propio sistema de pagos. Paralelamente, Apple aseguró meses atrás que Apple Pay [63], su nuevo sistema de pagos móviles está siendo más utilizado que otros sistemas similares contactless para pagar compras.

Con la incorporación al mercado del iPhone 6, Apple ingresó al mercado de NFC, habilitando este dispositivo con esta tecnología. La compañía dio a conocer su decisión de permitir pagos con NFC únicamente a través de Apple Pay. Con esta decisión, Apple opta por no facilitar el acceso a las opciones NFC y hacer que solo su nuevo servicio de pagos pueda aprovechar su potencial. Así, de momento no habrá aplicaciones de terceros ni accesorios que ofrezcan a los usuarios nuevas formas de interacción con iPhone.

En ese orden de ideas, los bancos no son las únicas compañías en el sector de pagos móviles. bien, estas empresas que incursionan en este sector aún les queda mucho por recorrer. Según un estudio en [64], el 41 % de las personas todavía prefieren que su información la tengan los bancos y resalta que los cambios se darán pronto e inevitablemente. Por otro lado, afirma que si las “nuevas” compañías ofrecieran estos servicios entre 46 % y 33 % de las personas los usaría. Ese rango es el que preocupa a diferentes bancos a nivel mundial. Por ejemplo el banco BBVA, considera que la gran competencia son esas compañías y no las entidades tradicionales. Al sector le tocará afrontar un periodo de “profunda reconversión digital ya que la industria se está convirtiendo en BIT (banca, información y tecnología)”.

Contexto nacional

A nivel local también se han oído voces, algunas más abiertas que otras, como el Banco Popular, quien se pregunta si los bancos tradicionales podrán competir en ese nuevo entorno. Esta pregunta se formula debido a que, como explica Celent en [64], “los actores tradicionales parecen más enfocados en su negocio y consideran que los llamados start-ups son marginales y no compiten directo”. Además, opinan que siguiendo el principio de la disrupción, estas compañías comienzan quitándole negocios marginales a los actores tradicionales y de a poco se posesionan hasta ser líderes por sus nuevos servicios.

Las campañas de inclusión financiera, los proyectos de ley que pretenden incentivar el pago electrónico y la posibilidad de acceder a nuevas tecnologías permiten prever que, antes de que concluya la década, la mayoría de las transacciones de Colombia se concretarán por canales electrónicos, relegando al efectivo a un segundo lugar, indica la firma Evertec [65]. Adicionalmente, resalta que la penetración tecnológica y la puesta en marcha de legislaciones relacionadas con el uso de medios alternativos de pago, también

han ido contribuyendo a lograr objetivos en la materia.

Gracias a la ley 1735 del 2014, Pague Digital [66]. Ahora todos los colombianos podrán hacer transacciones digitales sin necesidad de tener una cuenta de ahorros o de crédito. Las transacciones se realizarán bajo condiciones más fáciles, seguras y a un menor costo, incluso se podrán hacer micro-transacciones que corresponden a montos inferiores a 10 mil pesos (COP).

En el contexto Colombiano, se tiene la cédula cafetera inteligente. Este sistema es un claro ejemplo de los beneficios que los pagos digitales ofrecen a la población rural. La cédula cafetera inteligente se crea con la idea de pagar únicamente a los agricultores por las cosechas de café, pero se ha expandido a un canal eficiente y transparente para la distribución de subsidios y créditos gubernamentales. La Federación Nacional de Cafeteros de Colombia con el Banco de Bogotá transformó la tarjeta de identificación a una tarjeta de pago prepago personalizada, permitiendo que los caficultores puedan usar sus tarjetas en cajeros automáticos o POS desplegados por el Banco. Desde el año 2014, la cédula ofrece a los caficultores cuentas de ahorros completas en el Banco de Bogotá. Con todo esto, la Federación ha logrado ahorrar en más de siete años un aproximado de 15.5 millones de dólares por el uso de la cédula cafetera. Esto corresponde a un ahorro de casi el 80 % del costo a que si se hubiera hecho en dinero en efectivo [67].

Durante 2014 el comercio electrónico en Colombia creció por encima de lo estimado y alcanzó cifras récord en materia de transacciones. El informe de la firma PayU Latam, destaca que durante el año anterior el comercio electrónico en el país registró un aumento de 41,3 por ciento [68].

Basados en el estudio anterior, en el año pasado el comercio electrónico logró operaciones por un valor cercano a los 3.500 millones de dólares, superando por más de 1.000 millones de dólares a lo registrado en el 2013.

La tabla 2.5 muestra algunas de las tarifas de las transacciones de los bancos mas reconocidos en Colombia.

BANCOS	Cuota de manejo		Consultas de saldo				Retiros				Transferencias a cuentas de diferente Titular de la entidad			Pagos a Tercero	
	Cuenta de ahorros	Tarjeta débito de la cuenta de ahorros	Cajero de la entidad	Cajero otra entidad	Internet	Cajero de la entidad	Cajero otra entidad	Internet	Cajero de la entidad	Cajero otra entidad	Internet	Cajero de la entidad	Cajero otra entidad	Terceros	Terceros
	VALOR DE OPERACION (COP)														
AV VILLAS	1102	9880	1450	4255	0	1450	4255	0	1450	4255	0	1450	4255	0	0
Banco Agrario		9350	1500	4150	0	1500	4150	0	1500	4150	0	0	4150	0	926
Banco Caja social	7192	0	0	4084	0	0	4084	0	0	4084	0	0	0	0	0
Banco corpbanca	9900	9900	1900	7100	0	1900	4150	0	1900	4150	0	1900	4150	0	2320
Banco de Bogotá		9100	1150	4150	0	1150	4150	0	1150	4150	0	1150	4150	0	0
Banco popular	7850	9966	1150	4000	0	1150	4000	0	1150	4000	0	1150	4000	0	0
Bancolombia		9270	0	4139	0	0	4139	0	0	4139	0	0	0	0	0
BBVA Colombia		9500	1300	4180	0	1300	4180	0	1300	4180	0	1750	4180	0	0
Davivienda		9800	0	4250	0	1100	4250	0	1100	4250	0	0	4250	0	0

Tabla 2.5: Tarifas de transacciones bancarias en Colombia-cuentas de Ahorros-Diciembre 2014. Adaptado de [69].

2.3.3. Comparación de tarifas de transacciones

Con base en las tablas 2.5 y 2.4 que corresponden a las tarifas bancarias en Colombia y tarifas de transacciones de M-PESA respectivamente. Se realiza una comparación entre los costos de las transacciones de las entidades bancarias mas conocidas y el sistema de pagos Africano. Con el propósito de hacerse una idea de la diferencia en costos económicos, que conlleva la realización de una transacción financiera a través de un banco en Colombia y por medio del sistema Keniano. Aclarando que los costos operaciones no van a ser los mismos por condiciones como: valor adquisitivo de la moneda, impuestos, gastos en tecnología, gastos en planta física, entre otros.

Para la realización de la comparación, cabe resaltar que algunos de los bancos que se presentan en la tabla 2.5, solicitan una consignación de dinero para la creación de la cuenta de ahorros y exigen un monto mínimo en ella, del cual el usuario no puede hacer uso. Este parámetro no es tenido en cuenta para la realización del ejercicio. La comparación se realiza bajo las siguientes dos consideraciones: Las transacciones de retiro y transferencia de dinero son realizados en cajeros automáticos de la misma entidad hacia usuarios del mismo. Para el caso de M-PESA las transferencias son realizadas a través de la aplicación móvil y el retiro del dinero se realiza en las oficinas de los agentes.

Entidad	Registro (COP)	Cuota de manejo tarjeta débito (COP)	Retiro (COP)		Transferencia (COP)	
			Vlr. retiro	Monto max	Vlr. retiro	Monto max
M-PESA	0	-	0	1335,15	0	1335,15
			272	2724,48	272	2724,48
			4432,43	408719,35	2588,56	408719,35
			8991,83	1.907.356,95	8991,83	1.362.397,82
AV VILLAS	-	9880		1450		1450
Banco Agrario	-	9350		1500		0
Banco Caja Social	-	0		0		0
Banco Corpbanca	-	9900		1900		1900
Banco de Bogotá	-	9100		1150		1150
Banco Popular	-	9966		1150		1150
Bancolombia	-	9270		0		0
BBVA Colombia	-	9500		1300		1750
Davienda	-	9800		1100		0

Tabla 2.6: Comparación de tarifas de transacciones bancos Colombianos vs M-PESA. Adaptado de [69] y [70].

De la tabla 2.6 se deduce que un sistema de pagos móviles trae grandes beneficios para la población de bajos recursos. Puesto que los costos de operación de estos sistema son más económicos.

2.3.4. Riesgos de pagar con NFC

Desde la aparición de la última generación de Smartphones, en los que ya se integra el chip NFC, cada vez se hace más familiar esta tecnología. Se sabe de su potencial pero existe cierta desconfianza, básicamente por el tema de la seguridad. Esto se debe principalmente a que la mayoría de las cosas que se muestran, están orientadas al

funcionamiento y no se hace claridad sobre la seguridad que esta tecnología posee [74].

Como se sabe la única condición que requieren los chips para funcionar es que estén ubicados a una distancia no mayor de 4 centímetros por lo que es prácticamente imposible que alguien pueda monitorizar la comunicación sin darse cuenta. Además el peligro de que se puedan atrapar los datos en el aire es reducido. Adicionalmente la comunicación va cifrada.

Los miedos más notorios que tienen las personas para usar esta tecnología incluyen:

- Como esta tecnología está integrada a dispositivos electrónicos resulta fácil de robar, suplantar identidad o en definitiva romper su seguridad.
- La principal vulnerabilidad, es que alguien copie los datos mediante interceptación de la comunicación entre el móvil (emisor) y el receptor (aparato de pago), manipulando los datos para evitar la comunicación (DoS, o denegación de servicio) o bien el ataque conocido como Man in the middle en el que el emisor y el receptor creen estar comunicándose entre sí, pero hay un tercer participante que está en el medio comunicándose con ambos.

Igual de seguro que los métodos actuales:

- Está claro que ningún método es 100 % seguro. NFC está preparada para la mayoría de los planteamientos de seguridad. NFC es más seguro que usar la tarjeta de crédito.
- En caso de hurto del móvil este posee claves de seguridad para el acceso a éste y a las aplicaciones se les puede configurar un segundo password.
- Se puede limitar la cantidad de las transacciones con esta tecnología.
- Para sistemas de pagos relacionados con cuentas bancarias, estos pueden usar cuentas que no sean las principales.

2.4. Vigilancia tecnológica

En esta sección se describe y se analiza la construcción del marco conceptual del presente trabajo de grado. Para ello, primero se mencionan dos definiciones de vigilancia tecnológica [71]:

- Consiste en la observación y el análisis del entorno científico, tecnológico y de los impactos económicos presentes y futuros, para identificar las amenazas y las oportunidades.
- Es la observación y el análisis del entorno seguidos por la difusión de las informaciones seleccionadas y analizadas, útiles para la toma de decisiones estratégicas.

La Vigilancia Tecnológica contempló las siguientes fases para su construcción, como se puede observar en la figura 2.11:

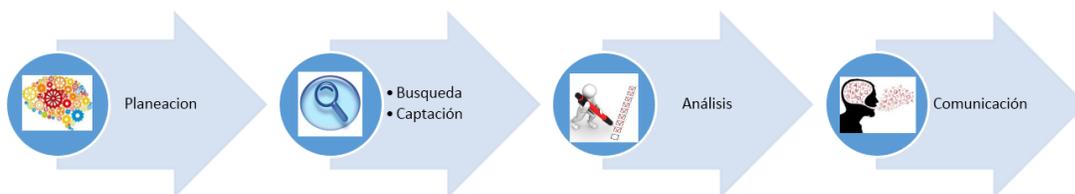


Figura 2.11: Fases de la vigilancia tecnológica. Fuente propia.

2.4.1. Planeación

Durante esta fase se definió el objetivo de la vigilancia, para llevar a cabo un análisis más profundo de la situación actual del tema de pagos móviles con NFC. Además de lo anterior, se identificaron las fuentes de información más relevantes y las palabras clave que orientaron el proceso de búsqueda de información.

En la tabla 2.7 se presenta la planeación de la vigilancia tecnológica, describiendo el objetivo general, el objetivo específico del estudio, las fuentes de información y las palabras claves.

Objeto general del estudio	Generar una visión general del estado actual del tema de pagos móviles con NFC.
Objeto Especifico del estudio	<ol style="list-style-type: none"> 1. Identificar las aplicaciones/sistemas realizadas(os) de más importancia. 2. Identificar los años en los que más se han publicado artículos sobre la temática. 3. Identificar tecnologías alternas para la realización de pagos móviles.
Identificación de fuentes de información	<ol style="list-style-type: none"> 1. Google Scholar 2. Play store 3. IEEE Xplore Digital Library 4. Science Direct 5. Google
Palabras clave	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mobile Payments 2.NFC mobile payments 3.Android NFC mobile payments 4.Java NFC mobile payments 5.NFC mobile payments iOS 6.NFC Payments services 7.NFC Android (filtrado con mobile payment) 8.Contact less payments 9.Contact less payments + nfc 10.M commerce.

Tabla 2.7: Planeación vigilancia tecnológica. Fuente propia.

2.4.2. Búsqueda y Captación

Teniendo en cuenta las palabras clave se procedió a realizar una búsqueda de información lo más exacta posible. Para ello, se realizaron 6 búsquedas de las 10 inicialmente planteadas. Cuatro fueron excluidas de la lista de búsqueda, puesto que los documentos encontrados fueron de poca relevancia. En la tabla 2.8 se muestran las palabras clave empleadas y el número de artículos encontrados en los buscadores:

Palabras de búsqueda	ScienceDirect	IEEE	Springer	ACM	GoogleScholar
Mobile Payments	16.526	708	16.135	8.103	843.000
NFC mobile payments	282	93	376	374	15.300
Android NFC mobile payments	35	20	335	105	3.420
Java NFC mobile payments	57	3	347	126	4.470
iOS NFC mobile payments	18	2	290	67	2.900
NFC payment services	331	44	1.418	361	17.800

Tabla 2.8: Artículos encontrados en las fuentes de información. Fuente propia.

La tabla 2.8 muestra el resultado de la búsqueda, la cual se desarrolló en aras de identificar artículos en donde se hayan desarrollado sistemas de pagos móviles, empleado la tecnología NFC y/o similares. Además, con el ánimo de identificar cuáles han sido los principales objetivos de estudio relacionados a la temática durante los últimos años.

2.4.3. Análisis y comunicación

En esta fase se realiza un análisis muy detallado sobre la información encontrada de acuerdo a la fase de planeación, búsqueda y captación.

2.4.3.1. Selección de artículos

Dado lo anterior, en la tabla 2.9 se presentan los documentos seleccionados y su correspondiente número de citas encontradas en Google Scholar².

²La fecha de selección de los artículos de esta fuente es: 18-Febrero-2014

Artículo	Referencia	# de citaciones
1	[14]	-
2	[15]	6
3	[16]	3
4	[72]	13
5	[73]	42
6	[74]	5
7	[75]	10
8	[76]	4
9	[77]	5
10	[78]	8
11	[79]	1
12	[80]	1
13	[81]	-
14	[82]	18
15	[83]	1
16	[13]	1
17	[84]	51
18	[85]	94
19	[86]	105
20	[87]	2
21	[88]	30
22	[89]	2
23	[16]	3
24	[90]	1
25	[91]	-
26	[92]	-
27	[93]	-
28	[94]	-
29	[95]	49
30	[96]	178
31	[97]	9
32	[98]	2
33	[99]	1
34	[100]	-
35	[101]	2
36	[102]	1
37	[103]	1
38	[49]	106
39	[104]	7

Tabla 2.9: Artículos seleccionados y número de citaciones. Fuente propia.

De la tabla 2.9, se concluye lo siguiente:

- Luego de ejecutar la búsqueda en las fuentes de información (tabla 2.7) , se seleccionaron un total de 39 artículos. Los cuales fueron escogidos por estar estrechamente relacionados con la temática de este trabajo de grado.
- Los artículos [85], [86], [96] y [49] cuentan con un total de 94,105,178, 106 citaciones respectivamente. Condición que fue tenida en cuenta para desarrollar un análisis minucioso del contenido de cada uno de ellos, debido a su relevancia.

2.4.3.2. Trabajos relacionados

Partiendo de la base de información obtenida en la sección anterior, se hace pertinente la estructuración de una tabla donde se detalle el conjunto de trabajos y artículos científicos más importantes; los cuales estén altamente relacionados con la temática de pagos móviles, NFC y/o que desarrollan e investigan el modo de operación P2P - NFC aplicado a cualquier escenario de la vida cotidiana.

Este conjunto de documentos se considera como los artículos más relevantes, debido a la calidad de la información aportada.

Proyecto	Año	Descripciones y aporte	Tecnologías empleadas
A Generic Model for NFC-based Mobile Commerce [72]	2009	1. Se describe varias fases importantes y generales que se llevan a cabo en un proceso de compras.	NFC J2ME XML
Performance of different mobile payment service concepts compared with a NFC-based solution [73]	2009	1. Se compara la seguridad y velocidad de NFC con otros métodos de pago móvil: SMS, WAP, OTP,IVR. 2.Se impulsa el uso de la tecnología NFC para pagos debido a la facilidad y la velocidad con la que se pueden hacer las transacciones.	NFC SMS WAP OTP IVR
Research on NFC and SIMpass Based Application [74]	2009	1. Se compara NFC con la tecnología SIMPass 2. Se afirma la necesidad de un método común para la creación de aplicaciones móviles que puedan ser usadas con tecnología NFC o SIMPass.	NFC SIMPass
The Concept of Secure Mobile Wallet [75]	2011	1. Se define, diseña e implementa una Cartera Móvil Segura. 2. Se combinan técnicas de criptografía simétrica y asimétrica para la seguridad de la aplicación.	J2ME NFC
Secure Mobile Communication in m-payment system using NFC Technology [76]	2012	1 Se propone un protocolo de seguridad en la transferencia de información para la autenticación entre un terminal cliente y un terminal de punto de pagos.	NFC
Shopping application system with near field communication(NFC) Based on android [77]	2013	1. Se mide la usabilidad y funcionalidad de un sistema de pagos en supermercados. 2. La comunicación existente es por medio de NFC (offline) y no tiene un modelo cliente servidor.	NFC Android
IDA-PAY: un sistema innovador de micropagos basado en la tecnología NFC para dispositivos móviles android[78]	2012	1. Se describe un prototipo de pagos móviles con NFC en su modo de operación P2P, para probar las condiciones de seguridad que esta tecnología ofrece. 2. Funcionamiento sujeto a conectividad de Internet	NFC P2P Android
An approach to a decentral mobile payment system usinf NFC and the German eID-Card [79]	2012	1. Se desarrolla una solución para llevar a cabo pagos móviles a través de un dispositivo móvil y un servidor de pagos descentralizado. 2. La transacción se lleva a cabo unicamente si existe una conectividad a Internet.	1.Android 2.Windows mobile 3.iPhone 4.NFC
Promoting collaborative mobile payment by using NFC-Micro SD technology [13]	2013	1.Se desarrolla una solución de pagos móviles, para evaluar las condiciones de seguridad que brinda la NFC-Micro SD. 2. La transacción se realiza de inmediato bajo una condición de conectividad a la red.	NFC Micro SD
A proposal for a public transport ticketing solution based on customers' mobile devices [80]	2013	1. Se detalla un proyecto para transporte público en el que la necesidad es llegar a un público objetivo más grande con un mínimo de inversión. 2. Se presentan la metodología usada por ellos para validar su propuesta.	NFC
NFC-mobile Payment System Based on POS Terminal Authentication [81]	2014	1. Se propone un nuevo sistema de pagos móviles usando un teléfono habilitado con NFC. 2. Se utiliza en el sistema un nuevo enfoque de la criptografía que ofrece un mecanismo de intercambio de una clave simétrica dinámica para proteger la información bancaria.	NFC
Implementation of payment protocol on NFC-enabled mobile phone [14]	2014	1. Se estudian soluciones factibles para la implementación de un protocolo de pagos para teléfonos habilitados con NFC. 2. Se describen de 3 métodos de pago diferentes.	NFC
Mobile payments go viral: M-pesa in kenya [49]	2010	1. Se presenta la estructura del sistema de micropagos P2P implementado en Kenia y explica cómo ha logrado alcanzar una alto porcentaje de uso.	SMS
An assessment of NFC for future mobile payments systemsAño [85]	2007	1. Evaluación de NFC como tecnología aplicada para los sistemas de pagos móviles.	NFC RFID
Towards a holistic analysis of mobile payments:A multiple perspectives approach [86]	2006	1. Comparación de los pagos móviles con otros sistemas de pagos	NFC SMS RFID
The economics of mobile payments: Understanding stakeholder issues for an emerging financial technology application [96]	2007	1. Se contextualizan los pagos móviles desde la teoría económica. Con la finalidad de analizar aspectos importantes a tener en cuenta desde el punto de vista administrativo para la implementación de este.	NFC SMS

Tabla 2.10: Trabajos relacionados. Fuente propia.

Al observar la tabla 2.10, se llega a las siguientes conclusiones:

- Existe una brecha en los sistemas de pagos aplicados en el continente Latinoamericano, puesto que son pocas las implementaciones de este tipo en comparación a los registrados en Europa y África.
- Existen aplicaciones que únicamente fueron desarrolladas para finalidades de análisis de seguridad y no se implementaron en entornos reales con usuarios finales.
- Se le da prioridad a los estudios de seguridad de la información transmitida.
- Los sistemas desarrollados presentan en común la implementación de NFC como tecnología base para su funcionamiento. Estas arquitecturas, también están soportadas con otras tecnologías para la transmisión de la información a los servidores.
- Las principales tecnologías empleadas para la realización de los micropagos son NFC y SMS. Adicionalmente, se observa una tendencia al desarrollo de aplicaciones basadas en el sistema operativo Android.

2.4.3.3. Panorama del contexto de pagos móviles

La figura 2.12, es una representación gráfica de datos; la cual está diseñada para superponer las áreas de la información recolectada. Para hallar el número de artículos en un determinado año, se procede a restar el valor correspondiente del pico superior (eje Y) con el valor del pico inferior del mismo eje.

Esta figura fue elaborada a partir de los 39 artículos seleccionados. Partiendo de esa base de información, se generaron cierto tipo de grupos de clasificación. Esto en pro de realizar un análisis que detalle cuales han sido los principales objetos de estudio relacionados a la temática de los pagos móviles durante el periodo comprendido entre los años de 2006 y 2014.

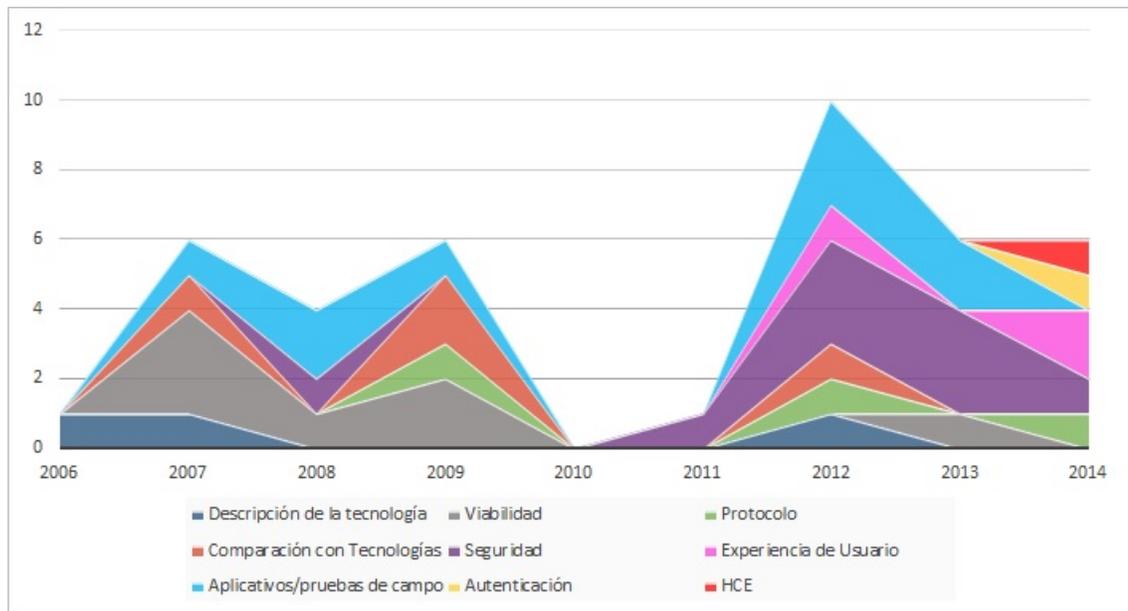


Figura 2.12: Figura de áreas. Temas de investigación durante 2006-2014. Fuente propia.

Del análisis de la figura 2.12, se tienen las siguientes deducciones sobre los sistemas de pagos móviles:

- Durante el periodo comprendido entre 2006 y 2008, los estudios se centraron en la descripción de la tecnología NFC y la viabilidad de ésta.
- Durante el periodo de 2007 a 2010, se observa una tendencia al desarrollo de aplicaciones/pruebas de campo. Además de esto los estudios también se enfocaron en la descripción de la tecnología y de la comparación de NFC con otras tecnologías usadas para realizar pagos móviles.
- En el periodo de 2010 a 2011 se observa que existió un hito muy importante. En ese entonces se evidenció un descenso considerable y posteriormente leve incremento en la publicación de artículos relacionados con la temática de pagos móviles. Luego de realizar una investigación para descubrir el porque de este comportamiento negativo, se llegó a la conclusión que entre los factores que desencadenaron esta tendencia se encuentran: Primero, la introducción al mercado del sistema operativo Android en el 2007 [105], desencadenó la masificación del uso de este nuevo sistema operativo. Segundo, con el lanzamiento de la versión 2.3 de Android Gingerbread en el 2010, el cual soporta la tecnología NFC, se produjo un traslado masivo al uso de este sistema operativo[105]. Por último, el mercado fue testigo de unas demandas realizadas por parte de eBay y PayPal a Google por el hurto de secretos comerciales de pagos móviles[106], lo que freno el desarrollo de investigaciones alrededor de esta temática.

- En los últimos tres años se observa una tendencia al desarrollo de sistemas de pagos móviles junto con el análisis de usabilidad de estos mismos.

2.4.3.4. Sistemas de pagos móviles en las tiendas de aplicaciones

Motivados a conocer el estado del arte de los sistemas de pagos en las tiendas de aplicaciones móviles mas importantes, se procede al desarrollo de las tablas 2.11 y 2.12.

La tabla 2.11 muestra las aplicaciones encontradas en el Play Store que están disponibles para pagos móviles con NFC. Las palabras claves con las que fueron encontradas son: Pagos + NFC.

#	Nombre	Calif.	Año	Descargas	Tipo	Fabricante	Lugar
1	NFC Daily	4.5	2014 V.1.0	500+	multifuncional	No1 Creative Appli	Vietnam
2	TAGTUM NFC	4.0	2013	500+	Compras	TAGTUMA SOLUTIONS	España
3	NFC coupons	1	2011 V 1.0	500+	Compras	ASTAL	No especifica
4	Ibonus NFC Payment terminal	5	2014 V 2.0.0	500+	Productividad	Chun Tung Siu	Hong Kong
5	MokiPay	3.9	2014 V. 1.2.2	5000+	Finanzas	MokiPay	Europa- Lituania
6	SingTel mWallet	3	2014 V.3.1.0	50.000+	Finanzas	SingTel Idea Factory Pte Ltd.	Singapur
7	Visa QIWI wallet	4.2	2014 V2.12.2	1 millon +	Finanzas	QIWI Wallet Ltd	Rusia
8	CommBank	4	2014 V. 3.5.1	1millon+	Finanzas	Commonwealth Bank of Australia	Australia- Sidney
9	Alpha bank Tap n Pay	3.2	28/7/14	1000 +	Finanzas	Alpha bank	Grecia
10	InstaPagos	4.5(11p)	2014 V.1.1.3	100+	Finanzas	INSTAPAGOS	Colombia
11	UBPay	3.9(558p)		500.000	multifuncional	Harex Infotech	Corea

Tabla 2.11: Aplicaciones de pago con NFC en el Play Store. Fuente propia.

De las aplicaciones de pagos móviles encontradas en el PlayStore, se concluye lo mencionado a continuación:

- Las aplicaciones están soportadas por billeteras digitales.
- Analizando al conjunto de aplicaciones seleccionadas para este estudio, se deduce que existe muy poca interoperabilidad entre estos sistemas. Debido principalmente a los intereses económicos de los diferentes fabricantes.
- De este conjunto de aplicaciones, el sistema más antiguo fue registrado en el 2011. Lo que evidencia que el desarrollo de aplicaciones en esta tienda es relativamente nueva.
- De la totalidad de aplicaciones analizadas, únicamente una fue implementada en Colombia.

- La mayoría de sistemas poseen menos de 500 descargas. Esto evidencia la poca tendencia al uso masivo de estos sistemas.

En el AppStore no se encontraron resultados con las palabras de búsqueda pagos + NFC, así que fue necesario el cambio de las palabras de búsqueda por NFC Payments. .

#	Nombre	Calif.	Año	Descargas	Tipo	Fabricante	Lugar
1	Common Bank	4+	2009	-	Finanzas	Commonwealth Bank of Australia	Australia
2	VisaMobile for iCarte	4+	2010	-	Finanzas	Wireless Dynamics Inc	
3	Vodafone	4+	2014	-	Finanzas	Vodafone	Londres
4	UBPay	3.9	-	500.00	Multifuncional	Harex Infotech	Corea

Tabla 2.12: Aplicaciones de pago con NFC en el AppStore. Fuente propia.

Al observar las aplicaciones que conforman la tabla 2.12, se concluye que las aplicaciones encontradas en la tabla 2.12 usan tecnologías de comunicación similares a NFC como Bluetooth. Además, emplean dispositivos hardware para dar soporte a la comunicación entre dispositivos.

2.5. Conclusiones del estado del arte

De acuerdo con los conceptos fundamentales, tecnologías relacionadas, panorama de los pagos móviles y a la vigilancia tecnológica, se puede concluir:

- Actualmente la tecnología NFC es el centro de atención de grandes compañías para el desarrollo de sistema de pagos móviles. Debido a las características de velocidad, costo y robustez; las cuales la diferencian de otras propuestas inalámbricas.
- NFC logra justamente lo que no consigue RFID. NFC provee comunicación P2P (peer to peer), lo que le permite a dos dispositivos interconectarse, haciéndola mucho más potente.
- La capacidad de comunicación bidireccional de NFC es ideal para establecer conexiones con otras tecnologías, precisamente por la simplicidad de contacto.
- El Forum fue formado para promover el uso de la tecnología NFC, mediante el desarrollo de especificaciones, asegurando la interoperabilidad entre los dispositivos y servicios, y educar al mercado sobre esta tecnología.

- La habilidad de funcionar en los dos modos, activo o pasivo, hace que los dispositivos NFC sean únicos dentro de otras tecnologías de comunicación sin contacto. Esto posibilita a los dispositivos a actuar como tarjetas sin contacto o como lectores.
- La tecnología NFC, no fue desarrollada para la transferencia de grandes contenidos de información, pero se puede emplear para la iniciación de otras tecnologías de mayor ancho de banda como Bluetooth o Wi-Fi, con la ventaja de que si se emplea NFC, el tiempo de establecimiento de la comunicación es menor que si se maneja las otras tecnologías para efectuar el enlace.
- NFC es una tecnología que puede trabajar en tres modos de operación lo que la hace más adaptable y eficiente que otras. El modo de operación emulación de tarjeta es una buena opción para el uso de NFC en pagos móviles, pero debido a los intereses de empresas de banca, telecomunicaciones y fabricantes de dispositivos hacia el dominio del elemento seguro, no la hace la mejor opción para un proyecto escalable.
- A medida que propuestas de pagos móviles evolucionan, algunos tienden a volverse obsoletos, mientras que otros pueden llegar a combinarse. En la comparación de NFC frente a otras tecnologías que se emplean para los pagos móviles, esta tecnología se visualiza como una de las mejores opciones a pesar de los desafíos de aceptabilidad y disponibilidad de los dispositivos. Debido principalmente a su confiabilidad, velocidad, seguridad y usabilidad.
- La seguridad de los sistemas de pagos a través de NFC, son igual o más seguros que los métodos tradicionales de pago (p.e. tarjeta de crédito, la tarjeta débito y el efectivo).
- La popularidad de Android es alta. En el año 2014, el 84,6 % del mercado de los smartphones contaba con este sistema operativo.
- Aunque Android haya incluido el uso de HCE para reemplazar el elemento seguro físico y eliminar así las restricciones a causa de los intereses de terceros, es una limitante para la realización de pagos móviles que no tengan conexión a Internet, además de que esta tecnología se condiciona para teléfonos con versiones mayores o iguales a KitKat.
- La evolución de los micropagos se ha caracterizado por la aparición y el colapso de diferentes generaciones. Debido a cambios sociales y tecnológicos en la actualidad, esta temática está siendo el centro de atención de empresas y gobiernos nivel mundial. En Colombia el gobierno nacional a través de la ley Pague Digital busca incrementar los niveles de inclusión financiera basándose en soluciones de pagos móviles.

- La implementación de sistemas de micropagos en países con bajos niveles de bancarización y/o en vía de desarrollo, ayuda al incremento de índices de inclusión financiera. Como es el caso del sistema de pagos implementado en Kenia, denominado M-PESA. Este un claro ejemplo de los beneficios de los pagos móviles para la población. Tal es el caso, que en el 2014, el 70 % de los adultos Kenianos usaban esta aplicación como medio de pagos masivos.
- Ecuador se ha convertido en el primer país del mundo en lanzar un proyecto gubernamental de pago a través del móvil. Los ecuatorianos podrán usar su móvil, para pagar con dinero electrónico sin necesidad de conectarse a Internet o del uso de smartphones.
- De la comparación de las tarifas de las transacciones que se realizan en Colombia a través de los Bancos y de las que se llevan a cabo por medio de M-PESA, se concluye que un sistema de pagos móviles, trae grandes beneficios para la población de bajos recursos. Puesto que los costos de operación de estos sistema son más económicos.
- La aparición del sistema operativo Android en el mercado de dispositivos móviles, impulsó la investigación e implementación de NFC en el área de pagos móviles.

De acuerdo con la Vigilancia Tecnológica desarrollada se puede observar:

- Existe una brecha en los sistema de pagos aplicados en el continente Latinoamericano, puesto que son pocas las implementaciones de este tipo en comparación a los registrados en Europa y África.
- En Europa y África hay tendencia al desarrollo de aplicaciones de pagos móviles que ejecuten los cobros inmediatamente bajo condiciones de conectividad a la red. De acuerdo con esto, se observa una brecha en los sistemas de pagos, los cuales puedan ser implementados en zonas donde no se posea conectividad a la Internet.
- Basado en la tendencia de los sistema de pagos móviles registrados en Europa y África. Se determina que el sistema a desarrollar va a ser diferente de estos, por las características de funcionamiento bajo condiciones de no conectividad a Internet e independencia de instituciones financieras.
- La mayoría de los objetos de estudio se han centrado en la seguridad y viabilidad de la implementación de NFC como herramienta de pago.
- De la totalidad de los artículos seleccionados, son muy pocos los que han sido desarrollados en Colombia.
- La implementación de NFC, se presenta como una potencial tecnología para el incremento de la usabilidad y la rapidez en la ejecución de los pagos móviles.

- Las principales tecnologías empleadas para la realización de los micropagos son NFC y SMS. Adicionalmente, se observa para esta área una leve tendencias al desarrollo de aplicaciones basados en el sistema operativo Android.
- Durante el periodo comprendido entre 2006 y 2008, los estudios se centraron en la descripción de la tecnología NFC y la viabilidad de está.
- En el periodo de 2010 a 2011, se observa que existió un hito muy importante. En ese entonces se evidenció un descenso considerable y posteriormente leve incremento en la publicación de artículos relacionados con la temática de pagos móviles. Luego de realizar una investigación para descubrir el por qué de este comportamiento negativo, se llegó a la conclusión que entre los factores que desencadenaron esta tendencia se encuentran: Primero, la introducción al mercado del sistema operativo Android en el 2007 [105], desencadenó la masificación del uso de este nuevo sistema operativo; Segundo, con el lanzamiento de la versión 2.3 de Android Gingerbread en el 2010, el cual soporta la tecnología NFC, se produjo un traslado masivo al uso de estos dispositivos móviles [105]; Por último, el mercado fue testigo de unas demandas realizadas por parte de eBay y PayPal a Google por el hurto de secretos comerciales de pagos móviles [106], lo que frenó el desarrollo de investigaciones alrededor de esta temática.
- En el periodo comprendido entre 2011 y 2014, se observa una tendencia al desarrollo de sistemas de pagos móviles, junto con el análisis de usabilidad de estos mismos.

Capítulo 3

Modelo de intercambio de información, para la realización de pagos móviles

Este capítulo define los tipos y modelos de pagos móviles para la elaboración de un modelo de referencia que permitirá conocer el funcionamiento y arquitectura del sistema con sus componentes.

3.1. Lógica y operación de pagos móviles

3.1.1. Definición de pagos móviles

El pago móvil se define como “El pago de bienes o servicios con un dispositivo móvil como un teléfono, asistente personal digital (PDA) u otro dispositivo”.

El objetivo final de los pagos móviles a largo plazo es proporcionar una alternativa homogénea, para la realización de transferencias de dinero, que integre los diferentes pagos legales existentes (dinero en efectivo, transferencias bancarias, tarjetas de crédito y otras).

Por lo anterior, un sistema de pagos móviles involucra la interacción entre usuarios con dispositivos móviles, que permite la transferencia de fondos y proporciona una alternativa para la integración con otros métodos de pagos.

3.1.2. Tipos y modelos de pagos móviles

Pagos móviles según la base del pago: uno de los principales problemas es la decisión de cuál entidad va a proveer el soporte para la infraestructura financiera: el banco, el operador móvil, otra empresa privada/pública o un consorcio. De acuerdo a [107], hay tres tipos de modelos diferentes disponibles para soluciones de m-payments, sobre la base del pago:

- Basado en cuenta bancaria.
- Basado en tarjeta de crédito.
- Basado en facturación por el operador de red móvil.
- Basado en dinero electrónico prepagado.

Pagos móviles según el funcionamiento: principalmente, se ofrece el servicio de pago móvil teniendo en cuenta los siguientes modelos [108]:

- **Modelo centrado en el operador:** el servicio de pago móvil se ofrece a través de un MNO (mobile network operator - operador de red móvil). Una billetera móvil independiente con dinero en efectivo o dinero electrónico (almacenado en la SIM, cripto-chip interno/externo al dispositivo móvil o aplicación software) puede ser ofrecida por el operador de telefonía móvil. El cobro de la billetera digital se puede hacer a través de la factura del operador móvil y el retiro del dinero por medio de oficinas especializadas que tengan acuerdos previos con el operador móvil.
- **Modelo centrado en banco:** las aplicaciones móviles o dispositivos son proporcionados por un banco a los clientes para la realización de transacciones de los pagos móviles y ofrece a los comerciantes los POS. Los operadores de redes móviles se utilizan como portadores simples o proveedores de dispositivos.
- **Modelo colaborativo:** los bancos, operadores móviles y un tercero de confianza cooperan para la prestación del servicio de pago móvil, incluyendo la emisión de dispositivos que aseguren la fidelidad de los clientes de marca compartida.
- **Modelo Peer-to-Peer :** una institución privada / pública o empresa, independientemente de las instituciones financieras y operadores de redes móviles, es el proveedor de servicios de pago móvil.

Pagos móviles según el sistema de dinero electrónico: el servicio de pagos móviles puede o no incluir el dinero electrónico (también conocido como moneda electrónica, dinero electrónico, efectivo electrónico, moneda digital, dinero digital, cyber moneda).

De acuerdo a [109], unos ejemplos de dinero electrónico son: EFT - transferencia electrónica de fondos, direct debit, moneda digital y moneda virtual unidos bajo el término de “criptografía financiera”. Hay tres tipos de sistemas de dinero electrónico:

- **Sistemas Centralizados:** venden su dinero electrónico directamente al cliente (p.e. PayPal, WebMoney, netCash.is, Payoneer, Cashu, sistemas locales privados para el ejército de Estados Unidos).
- **Sistemas Descentralizados:** venderá su dinero electrónico digitalmente a través de terceros Intercambiadores (p.e. sistema Ripple monetaria, Bitcoin, Loom).

Pagos móviles según la ejecución de la transacción: independientemente de cuál de los modelos de servicio de pago del proveedor es adoptado, hay cuatro modelos principales para la ejecución de las transacciones de pagos móviles:

- Pagos basados en SMS.
- Pagos por medio de la cuenta telefónica.
- Pagos móviles por navegador (HTTP con capas de seguridad).
- Pagos Contactless - OCR (Optical Character Recognition) por medio de imágenes/texto, NFC o DOV (Data over voice).

Pagos móviles según tipo de conexión: en los pagos móviles existe una categorización muy bien definida dependiendo del tipo de conexión. Aquellas que requieren una conexión a la red en todo momento para la realización de una transacción y aquellas que pueden realizar una transacción sin la necesidad de una conexión a la red [21].

- **Pagos Online:** en este tipo de pagos la acción de pago y la acción de depósito se ejecutan al mismo tiempo, ya que la conexión obliga y permite la comprobación de la validez de los fondos monetarios para la realización de la transferencia. Una de las grandes ventajas de este tipo de pagos, es la eliminación del problema de la duplicación de un mismo gasto (double-spending).
- **Pagos Offline:** los pagos offline son una muy buena opción para contextos en donde la conexión a la red no siempre se garantiza y/o donde no se puede manejar mucho tráfico en la red. Pero es necesario mecanismos más robustos para la detección del double-spending, ya que la transacción se verifica en el momento en que haya conexión. Este problema se puede superar utilizando mecanismos de trazabilidad que permitan detectar quien ha realizado una transacción fraudulenta.

A partir de la categorización realizada anteriormente, se procede a la estructuración de la tabla 3.1, en donde se exhiben los tipos y modelos de pagos móviles.

PARÁMETRO	CATEGORIZACIÓN SEGÚN PARÁMETRO			
Base del pago	Basado en cuenta bancaria	Basado en tarjeta de crédito	Basado en facturación por el operador de red móvil	Basado en dinero electrónico prepago
Funcionamiento de pago	Modelo centrado en el operacor	Modelo centrado en el banco	Modelo colaborativo	Modelo Peer to Peer
Sistema de dinero electrónico	Sistema centralizado		Sistema descentralizado	
Modelo de ejecución de pagos móviles	Basado en SMS	Por medio de la cuenta telefónica	Pagos móviles por navegador	Pagos contactless
Tipo de conexión	Pagos online		Pagos offline	

Tabla 3.1: Tipos y modelos de pagos móviles. Adaptado de [107].

3.1.3. Funciones

Las funciones básicas necesarias que un sistema de pagos móviles debe cumplir son:

Carga de dinero en el sistema: el dinero que circula en el sistema debe estar soportado de alguna manera. Por esta razón, debe existir un método de cambio entre el dinero físico a electrónico.

Retiro de dinero de una cuenta de usuario: el sistema debe ofrecer la posibilidad de convertir dinero electrónico a real cuando se requiera.

Transferencia de dinero entre cuentas de usuario: la funcionalidad principal que el sistema debe permitir es el de asignar un monto de una cuenta a otra.

3.1.4. Roles del sistema

Administrador: es aquel que tiene los permisos para gestionar los agentes en el sistema.

Agente: el papel de los agentes es el de ingresar o retirar dinero al sistema de pagos. El dinero registrado debe estar soportado.

Usuario normal: son todos aquellos que tienen la posibilidad de transferir dinero de una cuenta a otra.

3.1.5. Escenarios de funcionamiento

Los escenarios más generales que un sistema de pagos debe abordar son los siguientes:

Escenario con conexión a Internet: la figura 3.1, representa un escenario con conectividad a la Internet. Esta tipología es de gran importancia, porque representa la posibilidad más segura para la realización de transacciones. Por consiguiente, se garantiza la validación de la información y la realización de la transferencia en tiempo real.



Figura 3.1: Escenario con conexión. Fuente propia.

Escenario sin conexión a Internet: la figura 3.2, representa un escenario sin conexión a la Internet. La ejecución de un pago en una red sin conexión a Internet es el caso más general pero más vulnerable. La validación de la información se hace tiempo después de realizada la transferencia de dinero entre usuarios, cuando se presenta una conexión al servidor.



Figura 3.2: Escenario sin conexión. Fuente propia.

3.1.6. Modelo de funcionamiento

La figura 3.3 se realiza con base en la clasificación de pagos móviles, roles, funciones y escenarios de funcionamiento. En esta se plasma de forma general la funcionalidad principal del sistema, la cual es la transferencia de dinero de un usuario a otro, y en donde están involucrados dos actores cliente. Además, se requiere que exista un canal de conversión de dinero en efectivo a digital o viceversa. Por eso, es necesario un actor agente que esté a cargo de realizar la conversión. Adicionalmente, para llevar un control

valor a pagar y la identificación del cobrador. El último paso consiste en la aceptación del cobro para la transferencia y redistribución de dinero del sistema.

3.3. Escenarios de Interacción

Los escenarios de interacción son considerados una herramienta para modelar y asimilar los requerimientos para la construcción de un sistema[48]. Para su descripción se hará uso de un patrón que incluye:

Objetivo principal: propósito del actor en el escenario.

Lugar: espacio físico donde puede darse.

Actor: personaje principal del escenario.

Requisitos técnicos: condiciones que se deben cumplir para la posible implementación del mismo.

Condiciones iniciales: aspectos relevantes que deben cumplirse previamente.

Descripción: desarrollo narrativo de la situación que se desea diseñar.

3.3.0.1. Escenario de Registro de Usuarios

Objetivo principal: registrar en el sistema un nuevo usuario.

Lugar: cualquier lugar.

Actor: cualquier usuario.

Requisitos técnicos: dispositivos móviles con tecnología NFC y conexión a Internet.

Condiciones iniciales: tener instalada la aplicación en el dispositivo.

Descripción: el usuario debe seleccionar la opción de registro y llenar el formulario.

3.3.0.2. Escenario de Inicio de Sesión

Objetivo principal: autenticación y autorización de los usuarios.

Lugar: cualquier lugar.

Actor: cualquier usuario.

Requisitos técnicos: tener un computador u otro dispositivo.

Condiciones iniciales: estar registrado en el sistema.

Descripción: el usuario ingresa a la aplicación y llena el formulario de inicio de sesión para autenticarse en el sistema.

3.3.0.3. Escenario de Cierre de Sesión

Objetivo principal: desautorizar al usuario de todos los permisos concedidos al iniciar sesión.

Lugar: cualquier lugar.

Actor: cualquier usuario.

Requisitos técnicos: tener un computador u otro dispositivo.

Condiciones iniciales: haber iniciado sesión desde la aplicación móvil o web.

Descripción: el usuario previamente autenticado en el sistema selecciona la opción de salir para cerrar la sesión establecida.

3.3.0.4. Escenario de Ingreso de Dinero al Sistema de Pagos

Objetivo principal: registrar ingreso de dinero en el sistema.

Lugar: cualquier lugar.

Actor: usuario con perfil de Agente.

Requisitos técnicos: tener un computador u otro dispositivo con conexión a Internet.

Condiciones iniciales: tener acceso al sistema con un perfil de Agente.

Descripción: el usuario con perfil de agente debe iniciar sesión en la aplicación web y seleccionar la opción de ingreso de dinero. Ingresa la cantidad del monto a registrar en el formulario y presiona el botón de aceptar.

3.3.0.5. Escenario de Retiro de Dinero del Sistema de Pagos

Objetivo principal: retirar dinero del sistema.

Lugar: cualquier lugar.

Actor: usuario con perfil de Agente.

Requisitos técnicos: tener un computador u otro dispositivo con conexión a Internet.

Condiciones iniciales: tener acceso al sistema con un perfil de Agente.

Descripción: el usuario con perfil de agente debe iniciar sesión en la aplicación web y seleccionar la opción de retiro de dinero. Ingresa la cantidad del monto a retirar en el formulario y presionar el botón de aceptar.

3.3.0.6. Escenario de Transferencia

Objetivo principal: realizar la transferencia de dinero de una cuenta a otra.

Lugar: cualquier lugar.

Actor: cualquier usuario.

Requisitos técnicos: dispositivos móviles con tecnología NFC.

Condiciones iniciales: estar registrado en el sistema.

Descripción: los usuarios implicados tienen una sesión activa y realizan una transferencia de dinero entre ellos utilizando sus dispositivos.

3.3.0.7. Escenario de Administración de Usuarios

Objetivo principal: visualizar y administrar los permisos de los usuarios registrados.

Lugar: cualquier lugar.

Actor: usuario con perfil de Administrador.

Requisitos técnicos: tener un computador u otro dispositivo con conexión a la Internet.

Condiciones iniciales: estar registrado en el sistema.

Descripción: el administrador visualiza los usuarios registrados en el sistema y puede cambiar los permisos que cada uno de ellos tiene.

3.4. Descripción de las tecnologías relacionadas

A continuación se describe de manera general las tecnologías relacionadas que se aplican al desarrollo de este trabajo de grado, la tecnología NFC en su modo de operación P2P, el sistema operativo Android y por último Groovy/Grails.

3.4.1. Arquitectura NFC P2P

P2P es un protocolo de intercambio que permite a un dispositivo iniciar un intercambio con otro dispositivo sin importar quien inicie la transacción. El modo P2P se basa en la norma ISO 18092, que incluye dos modos: P2P Pasivo y P2P Activo.

- Modo P2P activo-pasivo

En este caso, uno de los dispositivos, el iniciador genera el campo magnético y el otro dispositivo el objetivo P2P (target P2P) esta recibéndolo. Este modo P2P es recomendado por el NFC Forum. El protocolo de intercambio esta definido en

el estándar ISO 18091 (anteriormente ECMA 340). Uno de los dispositivos es el iniciador del intercambio, y se comporta como un lector, y el otro dispositivo es el objetivo del intercambio y se comporta como una tarjeta.

- Modo P2P activo-activo

En este caso, ambos dispositivos generan un campo magnético y envían información. Este modo aún no recibe la aprobación por el NFC Forum. En este modo,

los dispositivos juegan un papel simétrico, ambos generan un campo magnético, transmiten y reciben datos. En otras palabras, ambos dispositivos se turnan en jugar el papel de un lector y el papel de una tarjeta. Este modo es más lento, más complejo, el tiempo y las baterías de ambos dispositivos son usadas para generar el campo magnético. El protocolo de intercambio de datos se define en la norma ISO 18092.

El modo activo-pasivo P2P puede ser utilizado para este tipo de intercambio. Uno de los terminales es el iniciador P2P, y el otro es el Objetivo P2P. Pero, está demostrado que, para este tipo de intercambio, el modo de emulación / lector de tarjetas es más eficiente, ya que requiere menos intercambios de protocolo para ofrecer el mismo servicio.

3.4.2. Android

Está diseñado para dispositivos móviles con pantalla táctil, teléfonos inteligentes o tablets; y también para relojes inteligentes, televisores y automóviles. Inicialmente fue desarrollado por Android Inc [33].

Android permite programar en un entorno de trabajo (framework) de Java, aplicaciones sobre una máquina virtual Dalvik (una variación de la máquina de Java con compilación en tiempo de ejecución). Además, lo que le diferencia de otros sistemas operativos, es que cualquier persona que sepa programar puede crear nuevas aplicaciones, widgets, o incluso, modificar el propio sistema operativo, dado que Android es de código libre [34]. Este sistema operativo posee una API para el desarrollo de aplicaciones con NFC (android.nfc.tech)[35]. Esta API permite el envío y recepción de información en forma de mensajes NDEF [110].

3.4.3. Grails

Es una herramienta de construcción de proyectos (utilizando Java o Groovy) y testing a la vez, que permite, además, añadir plugins (complementos) desarrollados por terceros. Tiene la característica de que abarca las tres capas del desarrollo web: acceso a base datos, capa de negocio y vista. Para conseguir todo esto en un solo producto, Grails se basa en muchos frameworks opensource conocidos: principalmente Spring e Hibernate.

Groovy/Grails Tool Suite (GGTS) es el entorno de desarrollo oficial basado en Eclipse que ofrece soporte para las últimas versiones de Grails. Incluye un servidor de aplicaciones Tomcat por defecto que permite el despliegue local de la aplicación.

3.5. Patrones de arquitectura

Los patrones arquitectónicos, o patrones de arquitectura, son patrones de software que ofrecen soluciones a problemas de arquitectura de software en ingeniería de software. Especifican un conjunto predefinido de sub-sistemas con sus responsabilidades y una serie de recomendaciones para organizar los distintos componentes [111]. Más específicamente, un patrón arquitectónico determina el vocabulario de los componentes y conectores que se pueden utilizar, junto con un conjunto de restricciones sobre cómo pueden ser combinados [112].

Los patrones de arquitectura de la tecnología RFID en [113], representan la base de referencia para el diseño y elección del patrón de arquitectura de la tecnología NFC, la cual se emplea en el proceso de las transferencias en el sistema de pagos desarrollado. Es de importancia mencionar que la tecnología RFID, es la predecesora y madre de la tecnología NFC. Por lo tanto, los patrones de arquitectura de ella son objetos de análisis.

3.5.1. Patrón de arquitectura RFID

Partiendo del hecho que NFC es un subconjunto de RFID. Los modelos de la arquitectura RFID son la base para la estructuración de los patrones de arquitectura del presente trabajo.

Cuando se está diseñando un aplicación basada en RFID, el diseño del sistema debe partir de la decisión sobre el lugar de almacenamiento de la información, para ello se tienen dos opciones: una base de datos centralizada (servidor) y una base de datos almacenada en el dispositivo de cada usuario.

Cada una de las anteriores opciones mencionadas conduce a los patrones de arquitectura de [113], los cuales se describen a continuación.

3.5.1.1. Patrón de arquitectura centralizado

Este patrón arquitectónico es frecuentemente usado en el desarrollo de aplicaciones. Ha sido estandarizado por EPCglobal [114]. Cuando un lector (dispositivo de pago) se encuentra cerca de un dispositivo pasivo (dispositivo de cobro), lee su información de cobro. Luego, se envía una petición al servidor donde se verifica dicha información. Si el servidor opera sin ningún problema; este almacena la información de la transacción en su base de datos y por último le envía una respuesta al dispositivo con la información pertinente.



Figura 3.4: Arquitectura centralizada. Adaptada de [113].

3.5.1.2. Patrón de arquitectura semi-distribuido

En este patrón de arquitectura, los dispositivos móviles, con soporte NFC, son periódicamente sincronizados con la base de datos central alojada en el servidor. De esta manera, son los usuarios quienes llevan una base de datos interna que contiene información en sus dispositivos. Entonces cuando los dispositivos de los usuarios interactúan entre ellos, el dispositivo activo leerá la información transmitida y operará según la actividad que se esté ejecutando en ese momento. Así como se puede observar en la figura 3.5.



Figura 3.5: Arquitectura semi-distribuida. Adaptada de [113].

3.5.1.3. Patrón de arquitectura distribuido

En este patrón de arquitectura, la información digital se encontraría alojada dentro de la memoria del dispositivo de pago. Como se puede observar en la figura 3.6, cuando el usuario que realiza un pago acepta la transacción; dicha información estaría almacenada en el dispositivo de pago y se le comunicaría al dispositivo de cobro a través de la comunicación NFC.



Figura 3.6: Arquitectura distribuida. Adaptada de [113].

3.5.1.4. Patrón de arquitectura cliente servidor

Desde el punto de vista funcional, se puede definir la computación Cliente/Servidor como una arquitectura distribuida que permite a los usuarios finales obtener acceso a la información en forma transparente aún en entornos multi-plataforma. En el modelo cliente servidor, el cliente hace una petición solicitando un determinado servicio a un servidor, y este envía uno o varios mensajes con la respuesta (provee el servicio). En un sistema distribuido cada máquina puede cumplir el rol de servidor para algunas tareas y el rol de cliente para otras [115].

Esta arquitectura permite distribuir físicamente los procesos y los datos en forma más eficiente lo que en computación distribuida afecta directamente el tráfico de la red, reduciéndolo considerablemente. A continuación se describen las características de los elementos de este patrón.

Cliente

Es el encargado de hacer peticiones al servidor. El Cliente normalmente maneja todas las funciones relacionadas con la manipulación y despliegue de datos [115].

Entre las características de los clientes se encuentran:

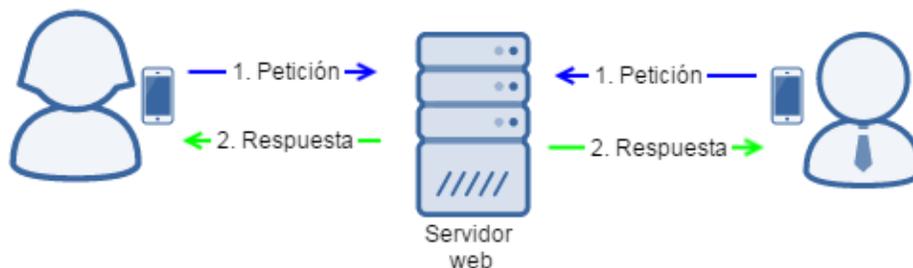


Figura 3.7: Arquitectura cliente servidor. Adaptada de [113].

- Administrar la interfaz de usuario.
- Procesar la lógica de la aplicación y hacer validaciones locales.
- Generar requerimientos de bases de datos.
- Recibir resultados del servidor.

Servidor

Es el encargado de atender a múltiples clientes que hacen peticiones de algún recurso administrado por él. El servidor normalmente maneja todas las funciones relacionadas con la mayoría de las reglas del negocio y los recursos de datos [115].

Las funciones que lleva a cabo el servidor se resumen en los siguientes puntos:

- Aceptar los requerimientos de bases de datos que hacen los clientes.
- Procesar requerimientos de bases de datos.
- Formatear datos para transmitirlos a los clientes.
- Procesar la lógica de la aplicación y realizar validaciones a nivel de bases de datos.

3.6. Conclusiones

- Partiendo del hecho que NFC es un subconjunto de RFID. Los modelos de la arquitectura RFID expuestos anteriormente son la base para el diseño de la arquitectura del sistema de pagos (basado en la tecnología NFC-P2P). Adicionalmente, debido a los factores de diseño del sistema, en donde se establece la funcionalidad de operar de modo Online y Offline, se observa la viabilidad de emplear el patrón de arquitectura semi-distribuido.

- Los tipos y modelos de pagos móviles que mejor definen al sistema que se pretende realizar son: basado en dinero electrónico prepago, modelo Peer to Peer, sistema descentralizado, pagos contactless, pago Online y Offline.
- El uso de escenarios de interacción ayudan notoriamente en la comprensión de los requerimientos del sistema.
- La utilización de Grails en la construcción del sistema simplifica el tiempo de desarrollo, dado que existen plugins como Apache Shiro, que configuran la aplicación web automáticamente para soportar el control de autenticación y acceso a través de roles y permisos.
- El modo P2P activo-pasivo es la mejor opción para la transmisión de información porque el tiempo de transmisión, complejidad y consumo de batería es menor.

Capítulo 4

Implementación

4.1. Alternativas de implementación de la aplicación

4.1.1. Modos de transferencias de dinero

Modo de transferencia Online

El modo de transferencia Online representa el método más seguro pero menos escalable debido a que no hay garantía de que exista una conexión a la Internet en todo lugar.

1. El cobrador introduce el valor a cobrar en la aplicación y transfiere ese dato al dispositivo móvil del pagador mediante NFC.
2. El pagador acepta la transferencia, se almacena la transacción en la base de datos local del dispositivo y envía al servidor la información vía HTTPS.
3. El servidor hace el traspaso del dinero de una cuenta a otra, almacena la transacción en la base de datos del servidor y notifica a los usuarios.
4. Se almacena y actualiza la información de la transacción en las bases de datos locales.

Modo de transferencia Offline

La realización de pagos en una red sin conexión a la Internet es el caso más general pero más vulnerable.

1. El cobrador introduce el valor a cobrar en la aplicación y envía ese dato al dispositivo del pagador mediante NFC.
2. El pagador acepta la transferencia, se almacena la transacción en la base de datos local y envía la información al pagador vía NFC.
3. Se almacena la transacción en la base de datos local del cobrador.

4. El cobrador y/o pagador al iniciar sesión en la aplicación con una conexión a la Internet, envía al servidor la transacción vía HTTPS.
5. El servidor hace el traspaso del dinero de una cuenta a otra y notifica a los usuarios.
6. Se almacena y actualiza la información de la transacción en las bases de datos locales.

4.1.2. Modos de notificaciones

Las notificaciones son vitales en el sistema ya que comunican al usuario sobre actualizaciones de su información.

Modo notificación vía GCM

Al momento de registrarse un usuario desde la aplicación móvil se envía una petición de registro al GCM (Google Cloud Messaging) para obtener un identificador. El identificador GCM es almacenado en conjunto con la información del usuario en la base de datos del servidor.

Cuando el servidor necesita enviar una notificación a los usuarios, hace una petición al servidor GCM utilizando el identificador del usuario. Al momento de llegar la notificación al dispositivo del usuario, la aplicación móvil captura el evento y lo despliega en la barra de notificaciones de Android.

Modo notificación vía Correo Electrónico

La aplicación web contiene la lógica de creación y envío de correos electrónicos automáticos desde una cuenta de correo electrónico asociada. El servidor haría uso del correo electrónico ingresado por el usuario en el proceso de registro en el momento de necesitar enviar una notificación.

4.1.3. Alternativas de tecnologías de Seguridad

Entre las alternativas de frameworks de seguridad más destacados en la comunidad Grails se encuentran Apache Shiro y Spring Security. Las preferencias en la utilización por parte de la comunidad son similares para ambas tecnologías. Pero, su uso depende de la aplicación a desarrollar. Ambos proveen autenticación, autorización y otros elementos de seguridad para aplicaciones empresariales que son usadas en entidades que manejan información sensible. La siguiente tabla se generó con base en foros de desarrolladores [116] [117][118], teniendo en cuenta elementos como: curva de aprendizaje, simplicidad y documentación de las tecnologías.

	Apache Shiro	Spring Security
Simplicidad	La simplicidad es la característica diferenciadora de Apache Shiro. A pesar de ser un framework muy robusto es fácil de implementar y configurar.	Las últimas versiones de Spring Security se han caracterizado por mejorar la simplicidad en la implementación y configuración, pero aún sigue siendo compleja su utilización.
Curva de aprendizaje	Apache Shiro ofrece un tutorial de 10 minutos en el que muestran la mayoría de funcionalidades del framework.	Su poca simplicidad conlleva a un mayor estudio para aprender a manejar el framework
Documentación	Amplia	Amplia

Tabla 4.1: Comparación entre Apache Shiro vs Spring Security. Fuente propia.

4.1.4. Selección de los modos y tecnologías para el desarrollo de la aplicación móvil y web.

4.1.4.1. Selección modo transferencias

Debido a que los dos modos (online y offline) tienen sus ventajas y desventajas principalmente en escalabilidad y seguridad. Se decide trabajar con ambos, dependiendo de la conexión de los usuarios al momento de realizar la transacción. Para ello, el estado de conexión a Internet se evalúa al inicio de sesión y con ello la aplicación define que pasos seguirá una transacción.

4.1.4.2. Selección modo de notificación

La mayor ventaja que ofrecen las notificaciones GCM es la posibilidad de capturar la información desde la aplicación y con esa información poder actualizar el estado de una transacción en la base de datos local. Adicionalmente, el uso de este tipo de notificaciones se ajustan al funcionamiento en un modo de transferencia Offline, ya que, es posible simular una notificación desde la aplicación móvil.

4.1.4.3. Selección tecnología de seguridad

Se decide el uso de Apache Shiro en la implementación de la aplicación web, porque satisface las necesidades del proyecto (autenticación, autorización y manejo de sesión) y se presenta como alternativa en simplicidad y curva de aprendizaje frente a Spring Security. Tal como fundamenta la tabla 4.1

4.2. Descripción de los mecanismos para implementar la aplicación móvil y web

Una vez se ha definido el modelo de referencia y el patrón de arquitectura de las tecnologías base de este proyecto de grado, se procede a plantear los mecanismos para almacenar, recuperar e intercambiar información entre usuarios de dispositivos móviles

con sistema operativo Android empleando la tecnología NFC en su modo de operación P2P, teniendo en cuenta las siguientes consideraciones:

- Dada la necesidad de almacenar la información de forma local y trabajar de manera independiente a un elemento de control (servidor) en el modo de transferencia Offline. Se concluye que el patrón de arquitectura que mejor se adapta al sistema de pagos es el semi-distribuido que por su modo de funcionamiento contiene además al patrón cliente-servidor.
- La arquitectura de Android y Grovy/Grails definen los componentes para el desarrollo de la aplicación móvil y web respectivamente.

En esta trabajo de grado se emplea el modelo de 4+1 vistas propuesto por Philippe Kruchten [119], ya que permite representar de forma estándar los mecanismos para almacenar, recuperar e intercambiar información a través de diagramas UML¹. La figura 4.1 muestra este modelo.

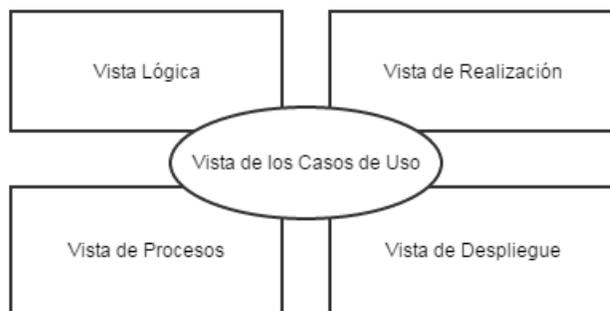


Figura 4.1: Descripción de arquitectura. Adaptado de [120]

- Vista de los Casos de Uso: descripción de la funcionalidad del sistema, las interfaces externas, y los principales usuarios a través de un diagrama de casos de uso. Esta vista es obligatoria cuando se utiliza el modelo 4+1 vistas, ya que todos los elementos de los mecanismos para almacenar, recuperar e intercambiar información se derivan de los requerimientos allí presentados.
- Vista Lógica: muestra los componentes principales de diseño y sus relaciones de forma independiente de los detalles técnicos y de cómo la funcionalidad será implementada en la plataforma de ejecución.
- Vista de Procesos: en esta vista se muestran los procesos que hay en el sistema y la forma en la que se comunican estos procesos; es decir, se representa desde la perspectiva de un integrador de sistemas, el flujo de trabajo paso a paso de negocio y operacionales de los componentes que conforman el sistema.

¹StarUML V.1.3.© 2014-2015 MKLab, Co. Todos los derechos reservados.

- Vista de Despliegue: en esta vista se muestra el sistema desde la perspectiva de un programador y se ocupa de la gestión del software.
- Vista de Realización: en esta vista se muestran todos los componentes físicos del sistema así como las conexiones físicas entre esos componentes que conforman la solución.

4.2.1. Vista de Casos de Uso

Los casos de uso mostrados en la figura 4.2 están directamente relacionados con los escenarios de interacción propuestos en el modelo de referencia.

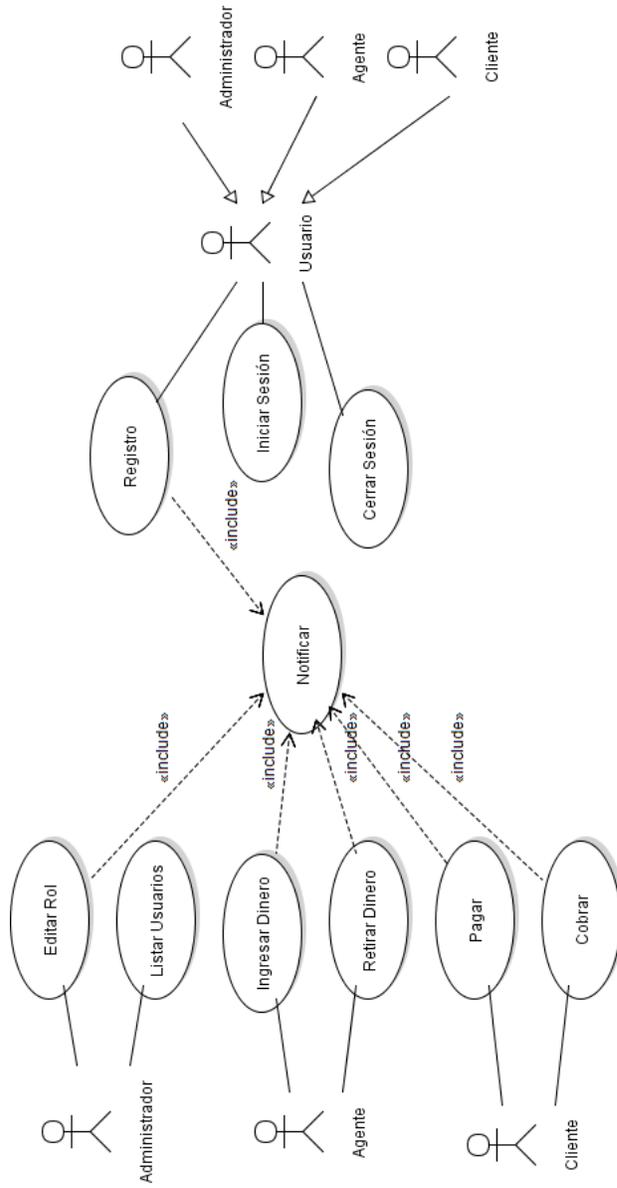


Figura 4.2: Diagrama de casos de uso general. Fuente propia.

Para la especificación de los casos de uso se emplea un formato que incluye [121]:

Actores: actores involucrados en el caso de uso.

Requisitos: condiciones iniciales que favorecen el caso de uso.

Escenario de interacción: escenario del modelo de referencia con el que se relaciona el caso de uso.

Flujo de eventos: flujo principal de eventos en el caso de uso y su relación con los escenarios de interacción del modelo de referencia.

Flujos alternos: eventos que pueden ocurrir en el desarrollo del caso de uso impidiendo que termine correctamente.

Resultado: resultado de la ejecución del caso de uso.

CU: Registro

Proporciona la funcionalidad a los usuarios de registrarse en el sistema.

Actores: usuario.

Requisitos: tener instalada la aplicación en un dispositivo móvil que tenga soporte a NFC y una conexión a Internet.

Escenarios: escenario de Registro de Usuarios.

Flujo de eventos: el usuario accede a la aplicación desde un dispositivo móvil donde se le desplegara un formulario de inicio de sesión y una botón de registro. El usuario selecciona la opción de registro y se muestra un nuevo formulario. El usuario llena toda la información solicitada y presiona el botón de enviar.

Resultado: el usuario queda registrado en la base de datos del sistema y se envía una notificación de éxito.

CU: Iniciar Sesión

Permite al usuario registrado autenticarse frente al sistema para realizar las transacciones.

Actores: usuario.

Requisitos: tener abierta la aplicación.

Escenarios: escenario de Inicio de Sesión.

Flujo de eventos: el usuario accede a la aplicación e ingresa su número de cédula y contraseña en el formulario de inicio de sesión y presiona el botón de entrar.

Resultado: el usuario queda autenticado en el sistema para realizar transacciones.

CU: Cerrar Sesión

Permite al usuario cerrar la sesión previamente inicializada.

Actores: usuario.

Requisitos: tener una sesión activa.

Escenarios: escenario de Cierre de Sesión

Flujo de eventos: el usuario presiona el botón cierre de sesión y el sistema lo reedirige a la vista inicial.

Resultado: el usuario queda sin autorización para efectuar transacciones.

CU: Ingresar Dinero

Posibilita la creación de nuevo dinero para que haya más flujo en el sistema.

Actores: agente.

Requisitos: tener una sesión activa desde la aplicación web con permisos de agente.

Escenarios: escenario de Ingreso de Dinero al Sistema de Pagos.

Flujo de eventos: el agente selecciona la opción Ingreso de Dinero y se le despliega un formulario en el que debe escribir la cantidad de dinero y el password por seguridad.

Resultado: el sistema registra el evento e ingresa el dinero.

CU: Retirar Dinero

Posibilita el retiro de dinero del sistema.

Actores: agente.

Requisitos: tener una sesión activa desde la aplicación web con permisos de agente.

Escenarios: escenario de Retiro de Dinero del Sistema de Pagos.

Flujo de eventos: el agente selecciona la opción de Retiro de Dinero y se le despliega un formulario en el que debe escribir la cantidad de dinero a retirar y el password por seguridad.

Resultado: el sistema registra el evento y retira el dinero.

CU: Pagar

Permite el envío de dinero desde un cliente a otro.

Actores: clientes.

Requisitos: los dos clientes que realizarán la transferencia de dinero deben tener una sesión activa en la aplicación móvil.

Escenarios: escenario de Transferencia.

Flujo de eventos: el cliente selecciona la opción pagar y une su dispositivo con el otro cliente cobrador para la transferencia de la información vía NFC. Por último, se despliega el valor a pagar y es aceptado.

Resultado: el sistema realiza la transferencia de dinero y notifica a los dos clientes implicados.

CU: Cobrar

Permite la recepción de dinero de un cliente.

Actores: clientes.

Requisitos: los dos clientes que realizarán la transferencia de dinero deben tener una sesión activa en la aplicación móvil.

Escenarios: escenario de Transferencia.

Flujo de eventos: el cliente selecciona la opción pagar y se muestra un formulario de cobro. El cliente ingresa el valor a cobrar y selecciona la opción enviar, por último, une su dispositivo con el otro cliente pagador para la transferencia de la información vía NFC.

Resultado: el sistema realiza la transferencia de dinero y notifica a los dos clientes implicados.

CU: Listar Usuarios

Permite al administrador del sistema visualizar una lista de todos los usuarios registrados.

Actores: administrador

Requisitos: tener una sesión activa en la aplicación web con permisos de administrador.

Escenarios: escenario de Administración de Usuarios.

Flujo de eventos: el administrador selecciona la opción lista de usuarios.

Resultado: el administrador visualiza la lista de usuarios registrados.

CU: Editar Rol

Permite al administrador del sistema cambiar el rol de los usuarios registrados

Actores: administrador

Requisitos: tener una sesión activa en la aplicación web con permisos de administrador.

Escenarios: escenario de Administración de Usuarios.

Flujo de eventos: el administrador selecciona el usuario de la lista al que desea cambiar el rol, se despliega un formulario con la opción editar rol. Cambia el rol del usuario y acepta los cambios.

Resultado: el rol del usuario seleccionado es cambiado.

4.2.2. Vista lógica

La figura 4.3 corresponde al diagrama de paquetes. Esta contiene la lógica de negocio y de presentación del sistema.

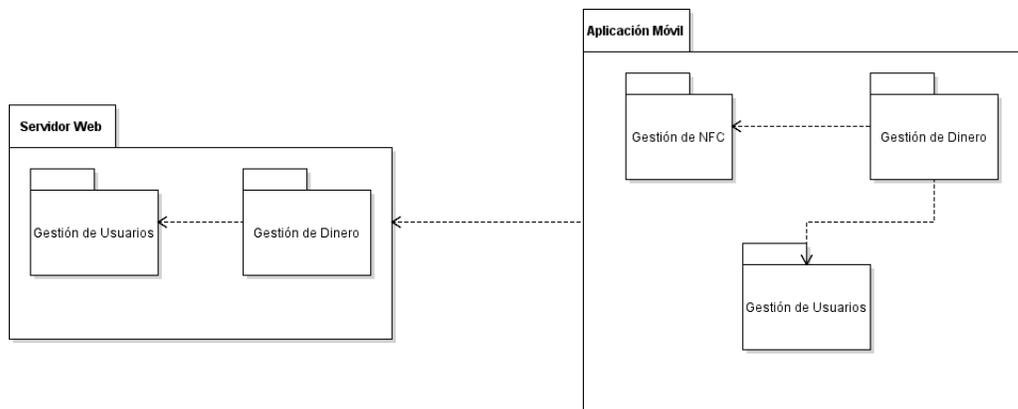


Figura 4.3: Diagrama de Paquetes. Fuente Propia

Se propone el diagrama de Entidad-Relación de la figura 4.4, en donde se indica el modelado de la base de datos del sistema.

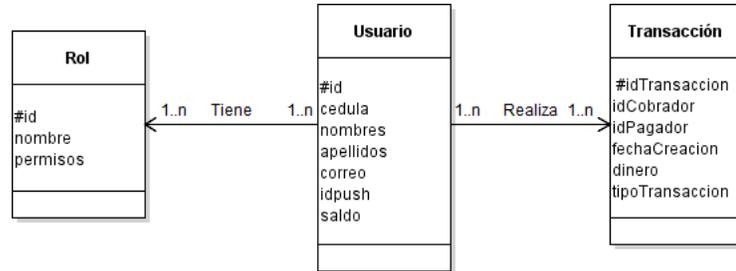


Figura 4.4: Diagrama Entidad-Relación. Fuente propia

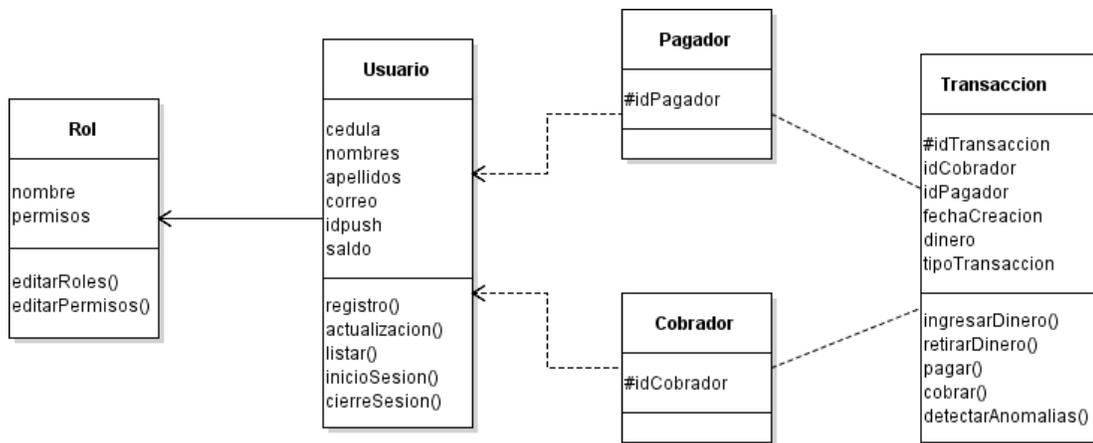


Figura 4.5: Diagrama de Clases. Fuente propia

4.2.3. Vista de procesos

La figura 4.6 incluye el diagrama de actividades para una transacción que se compone de los casos de usos: pagar y cobrar.

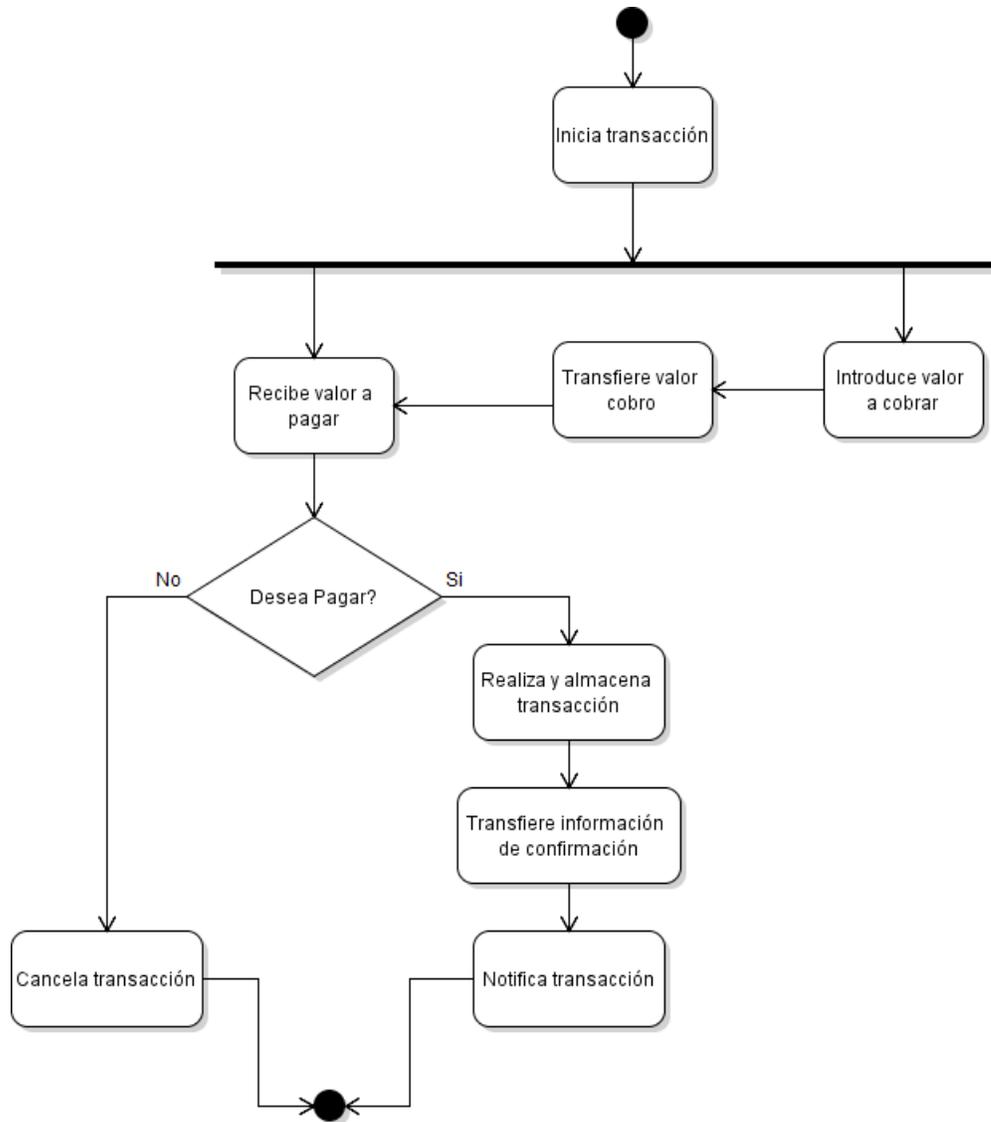


Figura 4.6: Realización de una transacción: pago y cobro. Fuente Propia

La figura 4.7 representa la secuencia de una transacción para la realización de un pago móvil.

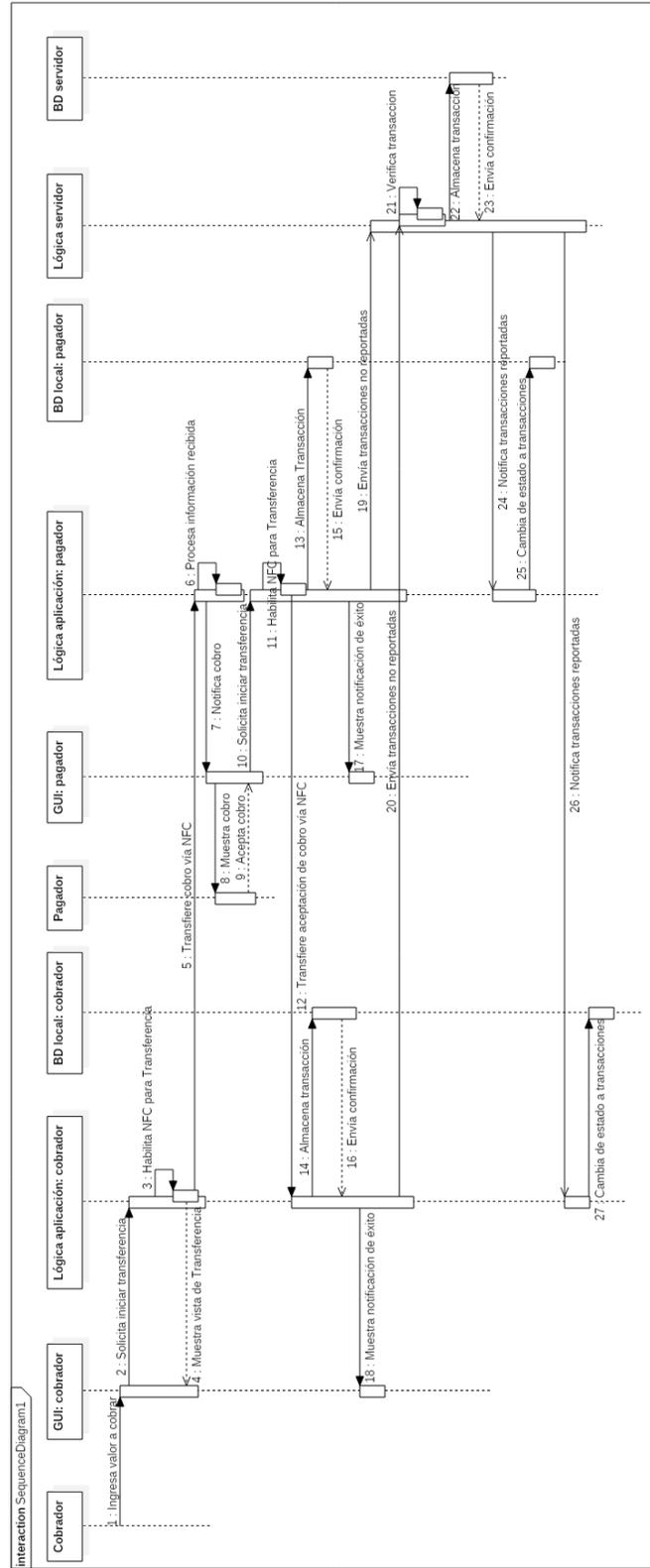


Figura 4.7: Diagrama de secuencia para una la realización de una transacción: pago y cobro. Fuente Propia

4.2.4. Vista de Realización

El resultado de descomposición del sistema se muestra en la figura 4.8.

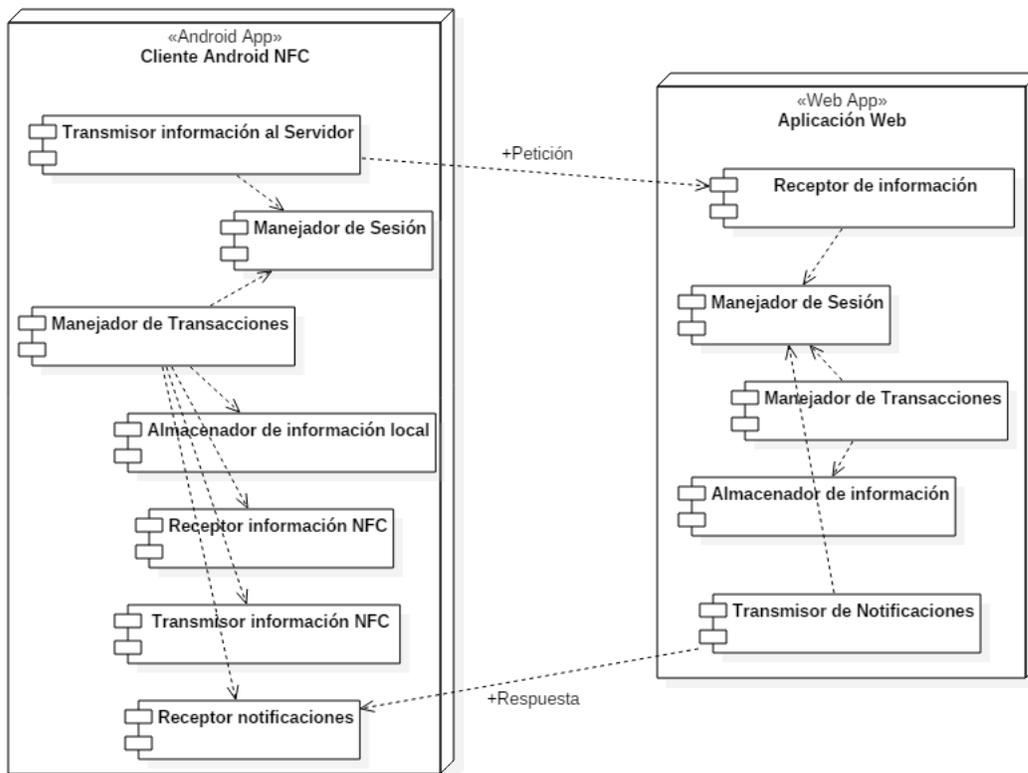


Figura 4.8: Diagrama de Componentes. Fuente Propia

4.2.5. Vista de despliegue

En el diagrama de despliegue, figura 4.9, se observa como los componentes software diseñados se mapean en el hardware. Se han dispuesto dos dispositivos móviles con la misma aplicación pero con diferente perfil de usuario.

4.3. HERRAMIENTAS DE CONTROL PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA⁷⁷

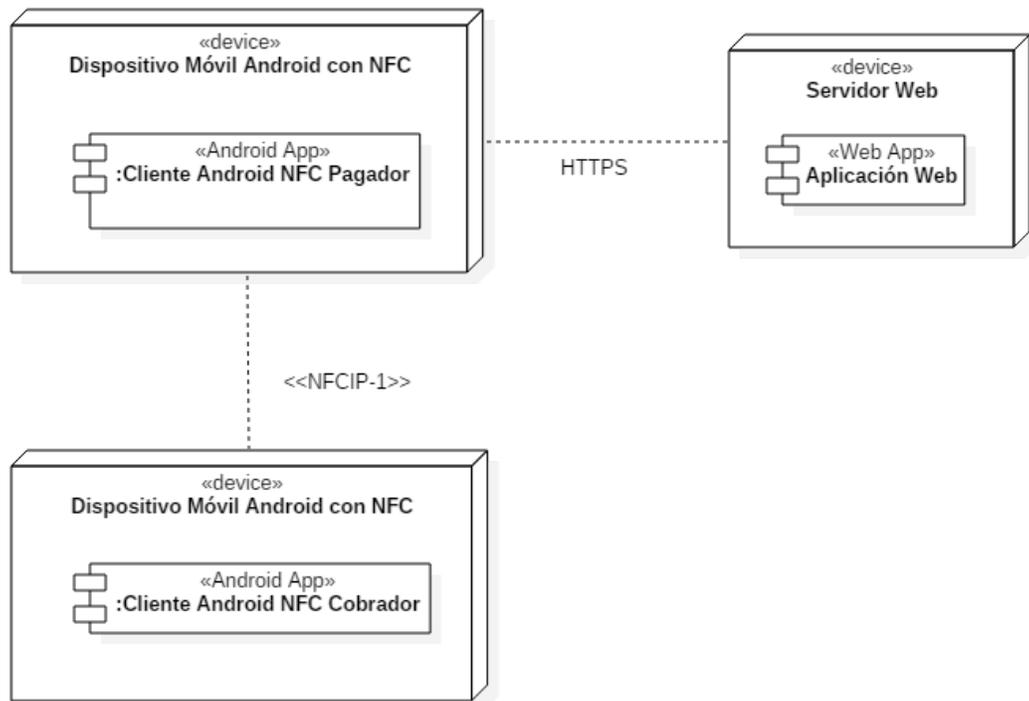


Figura 4.9: Diagrama de Despliegue. Fuente Propia

4.3. Herramientas de control para la implementación del sistema

Para llevar un control adecuado de las actividades que se debieron realizar en la implementación del sistema y también del código fue necesario el uso de herramientas como Jira ² y Git ³ .

4.3.1. JIRA

Jira es una plataforma web que permite el seguimiento de proyectos de aplicaciones. Sirve de apoyo para la gestión de requisitos, seguimiento del estado de actividades y también ofrece el seguimiento a errores. Además, puede ser utilizado para la gestión y mejora de procesos, gracias a sus funciones para la organización de flujos de trabajo. La planificación y el seguimiento de actividades que se puede realizar mediante esta

²Jira. V.6.3.14. © 2012-2015 Atlassian Corporation Pty Ltda.

³Git. Versión empleada V.1.9.4.

plataforma, la hizo apropiada para el desarrollo de este proyecto de grado. Aunque Jira es una plataforma de pago también ofrece licencias académicas.

En la figura 4.10 se muestra el progreso de las actividades propuestas para el desarrollo del software móvil y web.



Figura 4.10: Reporte de actividades de Jira. Fuente propia.

4.3.2. GIT

Un elemento importante para el desarrollo de software es el control de versionamiento, que es un sistema para el registro de cambios realizados sobre un archivo o conjunto de archivos a lo largo del tiempo, de modo que se puede recuperar versiones específicas más adelante. Permite revertir archivos a un estado anterior, revertir el proyecto entero a un estado anterior, comparar cambios a lo largo del tiempo, ver quien modificó por última vez algo, que puede estar causando problemas, quién y cuando se introdujo un error. Git también ofrece el control de versionamiento distribuido que permite la colaboración entre desarrolladores y ofrece mayor seguridad en la información, dado que el repositorio de los clientes, replica completamente el repositorio del servidor, así, se mantiene redundancia en la información en caso de pérdida o daño de un computador de algún integrante del equipo de desarrollo, evitando la pérdida parcial o total del proyecto en desarrollo [122].

Para un control organizado entre actividades propuestas en la plataforma de Jira en conjunto con el versionamiento de Git, se hizo uso del repositorio remoto Bitbucket⁴ que permite la integración de estos sistemas.

La figura 4.11 ilustra el historial de versionamiento para la aplicación móvil durante el tiempo de desarrollo.

⁴Bitbucket. Es un servicio de alojamiento basado en web, para los proyectos que utilizan el sistema de control de versiones distribuido Mercurial y Git. <https://bitbucket.org/>

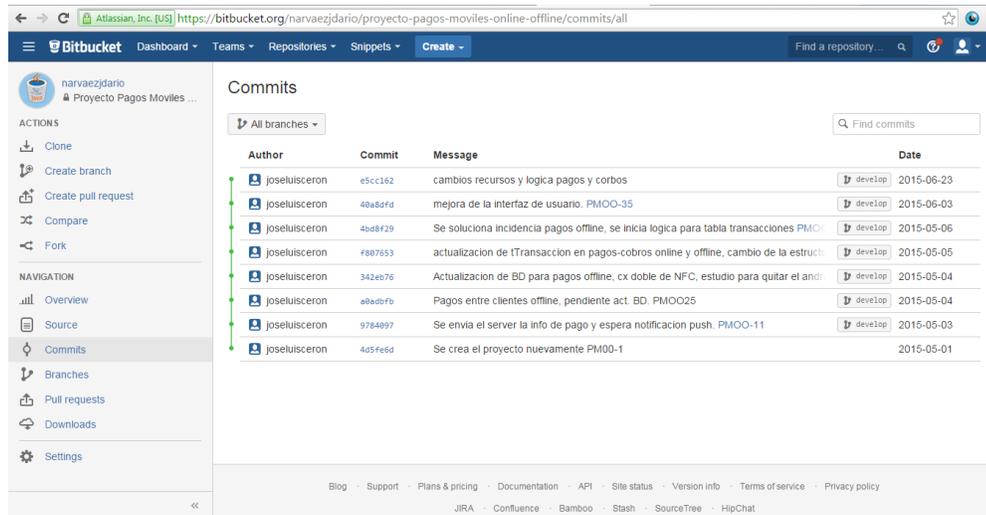


Figura 4.11: Historial de commits de la aplicación móvil utilizando Git

4.4. Entorno de despliegue

4.4.1. Entorno de despliegue móvil

Para el despliegue y realización de pruebas de la aplicación móvil se hizo uso de dispositivos móviles propios y de la universidad. Las características de los dispositivos utilizados son mostrados en el anexo A:

4.4.2. Entorno de despliegue web

El despliegue de la aplicación web, se realizó utilizando el producto de computación en la nube Openshift ⁵ ya que es gratuito para aplicaciones pequeñas y ofrece la posibilidad del uso de HTTPS sin ningún costo. Gracias a esto se logró asegurar la comunicación que contenía información sensible entre cliente y servidor.

4.5. Conclusiones

De la implementación del Sistema Prototipo de Pagos Móviles utilizando la tecnología NFC en dispositivos Android se puede concluir lo siguiente:

- El patrón de diseño semi-distribuido ofrece redundancia de la información que favorece a la verificación de transacciones y por ende a la seguridad del sistema.
- El uso de HTTPS es el más adecuado para las comunicaciones con el servidor que requieran proteger información sensible, como es el caso de las transferencias

⁵OpenShift. Software para almacenamiento y desarrollo en la nube. © 2014 Red Hat, Inc. <https://www.openshift.com>.

de dinero. Ya que la información viaja cifrada de tal forma, que sólo las partes involucradas pueden descifrar su contenido.

- GCM no requiere que una aplicación se este ejecutando para recibir mensajes, sino que el sistema operativo Android lo despertará cuando el mensaje llegue, de esta forma se reduce el consumo de batería del dispositivo.
- El uso del modelo 4+1 en la planeación del sistema permite comprender mejor el funcionamiento y los requerimientos que se desean cubrir con la implementación del sistema.
- La tecnología NFC al no necesitar un establecimiento de configuración mejora la velocidad de intercambio de información entre dispositivos móviles.

Capítulo 5

Evaluación del prototipo

Este capítulo presenta un informe detallado de las pruebas que se llevaron a cabo para la evaluación del sistema prototipo desarrollado. Primero, se realizó una prueba de funcionamiento del sistema en una red controlada para evaluar el desempeño de este, bajo un entorno de conectividad de baja velocidad. Segundo, se ejecutó una prueba de concepto, la cual se llevó a cabo en el salón 228 de la Facultad de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones de la Universidad del Cauca en la ciudad de Popayán (Cauca - Colombia).

Se describe el diseño, la preparación y la ejecución de las experiencias realizadas, explicando la manera en cómo se desarrolló cada una de las actividades, los participantes, el tiempo de ejecución, elementos usados y personal a cargo. Posteriormente, se realiza un análisis de la información obtenida luego de haber realizado las actividades planificadas.

5.1. Prueba de desempeño en una red 2G

Esta prueba fue llevada a cabo en aras de analizar el desempeño del sistema en entornos donde la velocidad de conectividad sea limitada. Para realizar dicha actividad se emuló una red 2G a través de una herramienta de código abierto.

A continuación se describe la ficha técnica de la prueba de desempeño del sistema prototipo.

Fecha de la actividad	8 de Julio de 2015
Hora de inicio	10:00 am
Hora de finalización	12:15 pm
Participantes	Sebastian Rojas, Julian Eduardo Plazas, José Luis Cerón y Dario Narvaez
Modo aplicación móvil	Online

Tabla 5.1: Ficha técnica de la prueba de desempeño. Fuente propia.

5.1.1. Descripción del lugar seleccionado

Para la ejecución de esta actividad se empleó un lugar, el cual contará con conectividad a Internet y un computador con sistema operativo Linux para el despliegue de la red 2G.

Por lo anterior se seleccionó el salón 115 del Instituto de Postgrado en Electrónica y Telecomunicaciones (IPET) de la Universidad del Cauca.

5.1.2. Preparación de la experiencia

OpenBTS: se trabajó con la herramienta de código abierto (USRP N210) para brindar conectividad a los terminales móviles a través de una red 2G GSM.



Figura 5.1: OpenBTS USRP N210. Fuente propia.

Smartphones: los dispositivos móviles empleados fueron dos: uno de ellos es un Samsung Nexus S y el otro smartphone es un LG G Flex. Ambos dispositivos están habilitados con la tecnología NFC y sistema operativo Android. Los dispositivos deben contar con SIM para poder operar en esta red.

Conectividad: el aula que fue escogida para el desarrollo de la presentación presenta una buena velocidad (78.4 Mbps de subida y 52.71 Mbps de descarga) a Internet por medio de la red interna de la Universidad del Cauca.

Computador portátil: para el despliegue de la aplicación móvil en los smartphones, se usó de un computador portátil con las siguientes características:

Disco Duro	250 GB
Memoria RAM	4 GB
Procesador	Intel core i3
Sistema operativo	Windows 7

Tabla 5.2: Especificación técnica computador portátil. Fuente propia.

Computador de escritorio: para la configuración de la OpenBTS se hizo uso de un computador el cual cumple la función de servidor. Las especificaciones de dicho dispositivo se listan a continuación en la tabla 5.3.

Fabricante	Dell
Memoria RAM	8 GB
Procesador	Intel® Xeon® secuencia 3000
Sistema operativo	Linux
Software empleado	Asterisk

Tabla 5.3: Especificación técnica computador de escritorio. Fuente propia.

5.1.3. Funcionamiento del sistema

El objetivo principal de una openBTS es implementar una celda(s) de telefonía GSM 2G y presentar una interfaz de aire a terminales de tipo GSM sin importar su nivel tecnológico o antigüedad. OpenBTS consiste en una aplicación Linux que utiliza SDR (Software Defined Radio) para combinar la interfaz GSM del usuario (La interfaz entre la BTS y el usuario móvil) [123]. En el anexo B, se describe de manera más profunda las características y desempeño de la red GSM a través de la OpenBTS.

OpenBTS está diseñado para proveer sistemas de comunicación GSM bajo configuración de red privada. Cualquiera puede utilizar OpenBTS para implementar redes para comunicaciones corporativas privadas, locales, entre sus ventajas técnicas destacan:

- Rápida capacidad de poner en marcha una red con una celda.
- Una nueva opción para empresas de telecomunicaciones pequeñas o medianas que desean competir en el mercado de la telefonía celular a bajo costo.

En esta actividad se maneja un ordenador el cual interactúa con un periférico de software radio (USRP N210). La siguiente imagen muestra de manera esquemática el diagrama de bloques de estos componentes:

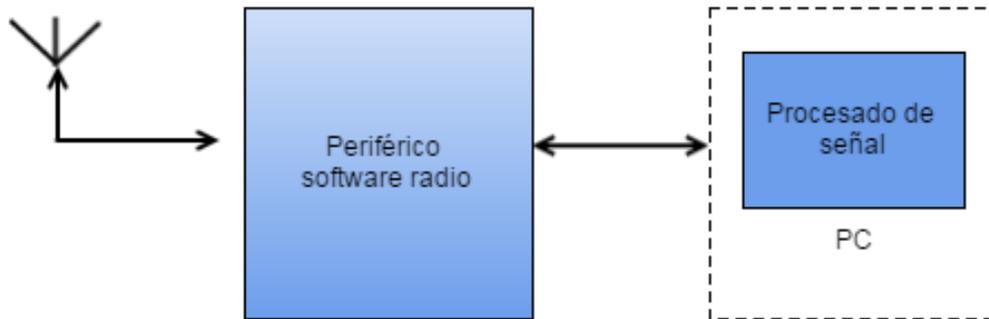


Figura 5.2: Esquema componentes hardware del montaje. Adaptada de [124].

5.1.4. Proceso de prueba

A continuación, en la figura 5.3 se muestra el diseño total para el despliegue de la red 2G y en la figura 5.4 se puede ver el montaje final y la interacción de los usuarios a través de los dispositivos móviles conectados a Internet por medio de esta red.

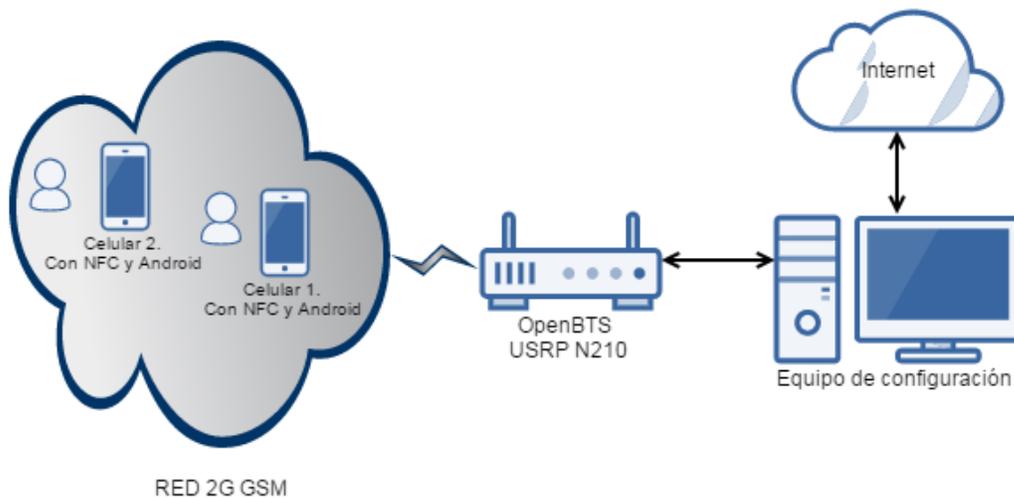


Figura 5.3: Diseño de la red 2G. Fuente propia.

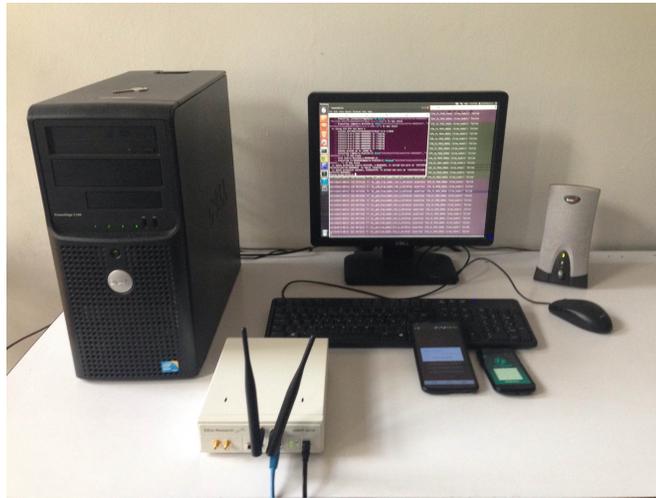


Figura 5.4: Montaje del diseño de red. Fuente propia

En la tabla 5.4 se detallan los datos de velocidad de carga y descarga por parte del computador de escritorio (servidor) y del dispositivo móvil en donde se desplegó la aplicación. El análisis de velocidad se realiza mediante el software SpeedTest.

Dispositivo	Velocidad (Mbps)	
	Descarga	Carga
Computador de escritorio	78.4	52.71
Smartphone	0.007	0.005

Tabla 5.4: Test de velocidad con el software SpeedTest. Fuente propia.

5.1.5. Resultados

Luego de realizar el debido proceso para el montaje de la red y la instalación de las aplicaciones en los dispositivos móviles. Se procede a interactuar con el sistema prototipo para analizar el comportamiento de este en la red 2G (nombrada JD); cuyas velocidades de descarga y carga son limitadas. Los siguientes ítems listados fueron los resultados de la interacción y del análisis de los datos obtenidos.

- Las velocidades de carga y descarga registrada desde los móviles fue 0.005 Mbps y 0.007Mbps respectivamente.
- La red presentó inestabilidad. Debido a esto la conexión a la Internet de los dispositivos se perdía con cierta frecuencia.
- Al realizar la actividad de registro de usuario no se evidenció el arribo de la petición al servidor.

- Durante la conexión de los dispositivos móviles a la red GSM, se evidenció que algunos de los dispositivos con los que se contaba no se conectaron a ella.

5.1.6. Conclusiones de la prueba de desempeño

Basados en los resultados de la experiencia descrita anteriormente se procede a listar las conclusiones de esta actividad.

- Mediante análisis de desempeño de GPRS en la OpenBTS se sabe que la mayor velocidad de descarga posible es de 7500 bytes. Debido a esta característica, el desempeño del sistema bajo esta red no fue satisfactorio y se concluye que se requiere disponer de otra infraestructura de prueba más confiable, para conocer las condiciones mínimas de funcionamiento del sistema prototipo.
- El algoritmo de TCP/IP asume que la pérdida de paquetes es debido a la congestión en red, y por lo que asume que cualquier paquete que no ha sido entregada en unos pocos segundos se ha perdido, y la retransmite después de un retardo variable que está diseñado para reducir la congestión a nivel mundial en el Internet. Por desgracia, este algoritmo interactúa mal con conexiones lentas como GPRS.

5.2. Implementación y presentación del sistema prototipo

El desarrollo de esta experiencia consistió en la presentación de las características más relevantes del presente estudio y de la interacción de personal seleccionado con la implementación del sistema prototipo de pagos móviles. Para ello fue necesario contextualizar a los participantes con la temática desarrollada. A continuación, se nombran los elementos usados, procedimientos y por último los resultados con su respectivo análisis.

5.2.1. Características del sitio donde se realiza la experiencia

Se analizó la necesidad que el lugar escogido fuera apto para la presentación de la temática desarrollada e interacción de los participantes con el sistema prototipo; por lo que se tuvieron en cuenta las siguientes condiciones:

- Conectividad.
- Disponibilidad de computadores.
- Disponibilidad de smartphones con NFC.

Por lo anterior se seleccionó el salón 228 de la Facultad de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones.

5.2.2. Grupos opcionales para realizar la experiencia

Dada la naturaleza del prototipo y los posibles entornos en los que ha futuro se podría implementar se acude al equipo del proyecto núcleos de innovación ¹. Quienes designaron a personas que cumplieran con un perfil de conocimiento en pequeñas cadenas productivas. Estas personas son Carlos Augusto Andrade y César Augusto Gómez Villamarín. Los perfiles profesionales de cada uno de ellos se encuentran en el anexo C.1 y en el anexo C.2 respectivamente.

El perfil de los expertos solicitados al equipo de núcleos de innovación debía cumplir o estar altamente relacionado con cierto tipo de características, las cuales se listan a continuación:

- Experiencia en desarrollo de aplicaciones móviles.
- Desarrollo de modelos de negocios.
- Experiencia en desarrollo de proyectos con el gobierno nacional de Colombia y que estén relacionados con ciencia y tecnología.
- Conocimiento en áreas de innovación.
- Trabajo con comunidades rurales.

El planteamiento de estos requisitos se hacen con la finalidad de obtener una reorientación de calidad, con la que se pueda verificar la viabilidad de la implementación del sistema prototipo en el territorio Colombiano, posibles entornos de aplicación y su opinión sobre el entorno desarrollado.

5.2.3. Reconocimiento de las condiciones del salón seleccionado

El día anterior a la fecha de la reunión con las personas escogidas se realizó una visita al salón 228. Esto para conocer de antemano las condiciones que esta aula presenta. A continuación se mencionan las características que presentó este sitio el día 23 de Junio de 2015:

- Conectividad: se verificó la conectividad a la red de la Universidad del Cauca. Se realizaron pruebas de conexión al servidor del sistema y se obtuvo una velocidad de calidad y una permanente conectividad.
- Computadores: únicamente se contaba con un computador de escritorio, el cual no poseía el software necesario para el desarrollo de la presentación. Por lo tanto se hizo necesario contar con los computadores personales de los autores de esta investigación.

¹Núcleos de innovación © 2014 Todos los derechos reservados.
<http://www.unicauca.edu.co/nucleosinnovacion/>.

- Smartphones: el departamento de Telemática cuenta con dos dispositivos móviles Samsung Nexus S; los cuales están habilitados con la tecnología NFC y fueron separados para la presentación.
- Equipo de proyección: el aula presenta con los elementos necesarios para la proyección de la presentación con la que se realiza la contextualización a los asistentes.

En las siguientes secciones se explican los diferentes procedimientos o aspectos que se tuvieron en cuenta en el momento de la preparación de la experiencia.

5.2.4. Diseño del ambiente

Smartphones: los dispositivos empleados fueron dos Samsung Nexus S, estos están habilitados con la tecnología NFC y fueron habilitados con un plan de datos para asegurar la conectividad a Internet.

Conectividad: el aula que fue escogida para el desarrollo de la presentación presenta una buena conectividad Wi-Fi a Internet, pero como soporte los dispositivos móviles empleados fueron habilitados con un plan de datos, esto con el fin de garantizar la funcionalidad del sistema durante el despliegue del sistema.

Presentación: se adecuó el salón de la reunión con los equipos suministrados, para la proyección del contenido visual.

Computadores: para el despliegue del sistema se hizo uso de dos computadores portátiles con las siguientes características:

- computador 1: disco Duro 250 GB, memoria RAM 4GB, Procesador intel core i3.
- computador 2: disco Duro 1TB, memoria RAM 6GB, Procesador intel core i5.

5.2.5. Funcionamiento del sistema

5.2.5.1. Análisis de consumo de datos

Por medio de la aplicación móvil gratuita Traffic Monitor Plus ² se procede a realizar un estudio del consumo de datos móviles al realizar las peticiones al servidor. El despliegue del sistema se realizó a través de una red Wi-Fi, la cual presenta velocidades de descarga y carga de 5.28Mbps y 1.09Mbps respectivamente (velocidades tomadas con SpeedTest ³). En la tabla 5.5 se presentan los resultados de esta actividad.

²Traffic Monitor Plus © 2015 Zoho Corp Todos los derechos reservados.

³SpeedTest © 2014 Ookla Todos los derechos reservados.

Acción	Velocidad kB		
	CARGA	DESCARGA	TOTAL
Inicio de sesión	0.89	1.06	1.95
Cierre de sesión	1,1	0.94	2.04
Registro Fallido	1.21	0.85	2.06
Registro exitoso	1.21	0.83	2.04
Pago	1.13	0.83	1.96
Cobro	0	0.83	0.83
Inicio de sesión con envío de 10 registros de transacciones offline	3.79	4.13	7.92
TOTAL kB	9.33	9.47	18.8

Tabla 5.5: Consumo de datos de la aplicación móvil. Fuente propia.

Las siguientes figuras corresponden al funcionamiento de la aplicación web, en donde el administrador y el agente pueden realizar operaciones de control sobre los usuarios y el sistema en general. La URL de conexión a la aplicación web es: <https://pagosmoviles-unicaucadigital.rhcloud.com/> .

El sistema web está diseñado básicamente para cumplir con funcionalidades de control y administración tanto por el administrador del sistema como por los agentes. Las figuras de funcionamiento se pueden ver en el anexo D.1.

En el anexo D.2 se presentan las figuras que corresponden al diseño de la aplicación móvil con sistema operativo Android y se describen las funcionalidades de esta aplicación y secuencia de la misma.

5.2.6. Encuesta

Durante la creación de la presentación, se tuvo en cuenta un conjunto de preguntas. Por medio de las cuales y bajo el concepto de los asistentes, se pudiera identificar en qué tipo de entornos ellos consideran viable la implementación de un sistema de este tipo. Además de conocer las ventajas, desventajas y posibles barreras de penetración del sistema en los entornos identificados.

Las preguntas realizadas a los participantes y las respectivas respuestas por parte de ellos, se listan a continuación:

¿Qué potencial le ve usted a la implementación de un sistema de pagos con funcionalidad Offline y Online para sectores de la población Colombiana donde no se posee ningún tipo de conectividad a la red?

Respuesta: el funcionamiento e implementación de un sistema de pagos móviles de este tipo en Colombia sería muy importante. Partiendo del hecho que existen numerosos municipios que no cuentan con ningún tipo de conectividad a Internet.

¿Qué opinión tiene sobre el bajo consumo de datos que presenta la aplicación al realizar las peticiones al servidor?

Respuesta: el tema de consumo de datos de cualquier sistema es de vital importancia. El sistema prototipo al presentar bajos requerimientos de consumo de datos puede ser aplicable en zonas rurales; las cuales debido principalmente a condiciones geográficas cuentan con velocidades de conectividad muy limitadas. Con esto el sistema se vuelve más asequible para personas que están fuera del sistema bancario.

¿Qué tan útil y/o práctico encuentra usted este sistema para ser desplegado en zonas rurales del territorio Colombiano?

Respuesta: la implementación de este sistema de pagos móviles en este tipo regiones trae cierto tipo de beneficios para el público objetivo, pero se deben tener en cuenta las barreras de penetración.

Entre las ventajas del despliegue de este sistema en las zonas rurales están. Primero, reducción del uso masivo del efectivo, el cual conlleva ciertos riesgos de seguridad. Segundo, ahorro en el tiempo empleado en el transporte hacia las cabeceras municipales para la realización de transacciones. Por último, la mayoría de las actividades económicas que se llevan a cabo en estas zonas son de tipo informal; por medio de un sistema de pagos móviles legalmente constituido se permitiría la recolección de nuevos impuestos por parte del gobierno.

Las principales barreras de penetración a las que hay que hacerle frente son. Primeramente, el nivel de resistencia al cambio que presentan las personas a usar nuevas tecnologías. También, esta el índice teléfonos habilitados con la tecnología NFC. Por último, la motivación o interés de las personas a cambiar sus dispositivos móviles por smartphones habilitados con NFC.

¿En qué tipo de asociaciones con las que han trabajado o conoce, creen ustedes que adoptarían este sistema de pagos?

Respuesta: se cree que los escenarios en los cuales la implementación de este sistema de pagos móviles tendría acogida deben presentar características de confianza y compenetración en sus diferentes procesos (p.e. Transporte de mercancía, retiro de dinero, pagos, entre otros). De acuerdo con esto y a la experiencia de trabajo en diferentes proyectos se menciona a la asociación de pesca Agropesca y a la región rural y aislada de Yurimaguas (zona amazónica Peruana) en donde se está realizando el proyecto Tucan3G⁴.

La presentación estuvo caracterizada por ser una conversación de realimentación. En donde los participantes realizaban preguntas y consideraciones personales sobre el

⁴TUCAN 3G. Proyecto de tecnologías inalámbricas para comunidades rurales aisladas en países en vía de desarrollo. Basado en las implementaciones de femtoceldas celulares 3G. <http://www.ict-tucan3g.eu/>

estado del arte, desarrollo e implementación del mismo. Las principales consideraciones mencionadas se muestran a continuación:

Preguntas realizadas a los autores de esta presentación

¿Qué ejemplos de aplicaciones o sistemas de pagos móviles han encontrados a nivel nacional o regional?

Respuesta: se tiene el caso de pagos móviles Ecuatoriano. Este es el primer sistema de este tipo a nivel mundial en ser apoyado directamente por el gobierno nacional y su funcionamiento se basa en la tecnología USSD.

¿Qué tan seguro es su sistema, han realizado pruebas a su sistema?

Respuesta: debido a los objetivos inicialmente planteados no realizaron pruebas de seguridad. Sin embargo, si se tuvieron en cuenta ciertas consideraciones de seguridad como la comunicación HTTPS, el uso de NFC y trazabilidad de las operaciones realizadas, entre otras.

¿Qué tipo de beneficios evidencian los usuarios en el eventual caso de reemplazar los pagos a través de este sistema y dejar a un lado el efectivo?

Respuesta: entre los diferentes beneficios que los usuarios tendrían están: Reducción de riesgos de seguridad, Ahorro de tiempo, divisibilidad del dinero, etc.

¿Cuales son las tarifas que las personas afiliadas a una entidad bancaria pagan por realizar una transacción financiera?

Respuesta: este estudio no había sido realizado. Por lo tanto, se agrego al estado del arte la sección 2.3.3, en donde se plasman las tarifas transaccionales de los principales bancos en Colombia y se compara con el sistema de pagos M-PESA.

Afirmaciones por parte de los participantes de esta actividad

Este tipo de sistema puede llegar a ser importante para las personas y además de eso se presta para brindar opciones de valor agregado, habilitando a las personas a conocer sus gastos e ingresos y de esta manera tener un control sobre su estado económico y ahorrar.

Se sabe que los actuales métodos de pago como el dinero plástico son métodos inseguros. Por lo que la utilización de sistemas que reduzcan este tipo de riesgos son de importancia.

Al momento de la implementación de este tipo de sistemas se debe tener en cuenta la resistencia al cambio que presentan muchas personas para el uso de nuevas tecnologías. Por eso se deben realizar actividades de concientización y educación.

Adicionalmente durante la presentación surgieron preguntas y consideraciones que se relacionaban más con el modelo de negocio, las cuales no se consideran que aporten directamente para el desarrollo de los objetivos planteados inicialmente, por lo que no fueron incluidas en ninguno de los listados anteriores.

5.2.7. Ejecución de la experiencia

La tabla 5.6, representa la ficha técnica de la actividad de la implementación y evaluación del sistema prototipo.

Fecha de la experiencia	24 de Junio de 2015
Hora de inicio	11:20 am
Hora de finalización	2:00 pm
Docente a cargo	Ing. Gustavo Ramirez
Participantes	1 Docente (Ing. Gustavo R.)
	Invitados:
	1 invitado presencial (Cesar A. Villamarin)
	1 Videollamada (Carlos A. Andrade)
Autores:	Jose Luis Cerón
	Dario Narvaez
Modo de la aplicación móvil	Online-Offline

Tabla 5.6: Ficha técnica de la prueba de implementación. Fuente propia.

5.2.8. Conclusiones de la experiencia de implementación y evaluación

Las conclusiones de esta actividad han sido tomadas de la realimentación recibida de los expertos César Augusto Gómez Villamarín y Carlos Augusto Andrade.

- El público ideal para la implementación de un sistema de este tipo serían las asociaciones o cadenas de suministro ubicadas en áreas rurales. Esto debido a la opción de funcionamiento Offline.
- Este tipo de sistema, puede llegar a ser importante para las personas y además se presta para brindar opciones de valor agregado, permitiendo a las personas a conocer sus gastos e ingresos y de esta manera tener un control sobre su estado económico y ahorrar.
- Los clientes potenciales para este sistema son todas las entidades donde se manejan transacciones en una red interna, los cuales tengan un nivel de confianza entre los entes pertenecientes a este tipo de entornos. Entre ellos se consideran potenciales clientes a: la asociación Agropesca, la región de Yurimaguas (localizada en la zona Amazónica Peruana), plazas de mercado y cooperativas pequeñas que estén compenetradas en sus diferentes procesos (p.e. Transporte de mercancía, retiro de dinero, pagos, entre otros).
- El uso de un sistema de pagos móviles le traería varios beneficios a la comunidad, entre los que se destacan: ahorro de tiempo, ahorro en costo de transacciones, mayor seguridad frente al uso de efectivo, divisibilidad del dinero (alternativas para cambios o regresos).
- Los esfuerzos recientes del gobierno Colombiano, se centran en apoyar iniciativas de sistemas de pagos móviles. Lo anterior, con el objetivo de incluir a las poblaciones del territorio nacional, en donde los índices de bancarización son considerablemente bajos.

- Para la implementación de este tipo de sistemas en regiones rurales, se deben tener en cuenta cierto tipo de barreras de penetración, las cuales son mencionadas a continuación: primero, percepción de seguridad de la población frente a un sistema de pagos móviles; segundo, la barrera tecnológica. Existen personas que no poseen la habilidad o conocimiento del funcionamiento de los smartphones.
- Se sugiere realizar mejoras en cuestiones de usabilidad, para lograr un sistema más intuitivo.
- A nivel regional se tienen sistemas de pagos móviles similares que han tenido éxito en el mercado. Tal es el caso del sistema de pagos móviles en Ecuador. Este es el primer sistema de este tipo a nivel mundial en ser apoyado directamente por el gobierno central. Lo que es un buen indicativo que la implementación del sistema desarrollado en el territorio Colombiano puede ser viable.

Capítulo 6

Conclusiones y trabajo futuro

6.1. Conclusiones por capítulo

6.1.1. Conclusiones del estado del arte

Retomando la exploración del estado del arte como punto de partida de este trabajo de grado y el proceso de conceptualización presentado, se puede concluir:

- En la literatura, la evolución de los micropagos se ha caracterizado por la aparición y el colapso de diferentes generaciones. Durante estos periodos, los pagos móviles no habían ganado la atención que están recibiendo hoy en día. La sinergia presentada en los pagos móviles se debe a diversos factores, tales como: primero, la aceptabilidad de pagos usando dispositivos móviles que se está volviendo más común cada día. Segundo, la ley aprobada “pague digital” evidencia el interés del gobierno nacional Colombiano hacia la inclusión financiera para muchas de las personas que hacen parte de una economía informal. Tal es el caso de las áreas rurales, las cuales debido a la falta de sistemas de pagos electrónicos sus transacciones se basan principalmente en efectivo. Tercero, la convergencia de los servicios en los dispositivos móviles y el desarrollo e implementación de la tecnología NFC por parte de grandes empresas en sistemas de pagos.
- El interés que NFC está generando, tiene que ver con el potencial que ofrece para el desarrollo e implementación de novedosas e interesantes aplicaciones, sobre todo de cara a mejorar la experiencia del usuario en la utilización de servicios ya existentes, como es el caso del pago a través del móvil.

6.1.2. Conclusiones del modelo de intercambio de información

- Existen diversidad de tipos y modelos de pagos móviles, que dependiendo de la población que se desee llegar se selecciona un tipo u otro.
- De acuerdo al estudio del funcionamiento que un sistema de pagos debería tener, se logró analizar la forma como la tecnología NFC podía ser utilizada para diferentes escenarios de funcionamiento.

- Para el modelo de referencia propuesto es considerado que los elementos, listados a continuación, son los actores y medios necesarios para la conformación del mismo: el cobrador, pagador, administrador, agente, un medio de interacción usuario-usuario (Móvil, NFC), un medio que albergue y valide los registros de transacciones (aplicación web) y un medio de comunicación con el mismo (Internet).
- Existen varios patrones de arquitectura para el diseño e implementación de un sistema con la tecnología RFID, que permiten tener una visión amplia para el patrón de arquitectura, que mejor se adapte a las necesidades para el desarrollo del presente trabajo de grado.

6.1.3. Conclusiones del diseño de la implementación

- El uso de los diagramas UML facilita la comprensión y la planeación del sistema a implementar. Permitiendo el ahorro de tiempo en desarrollo y en recursos utilizados.
- La utilización de una tecnología u otra depende de la complejidad del proyecto a utilizar. Spring Security, ofrecía muchas más opciones que Shiro pero su complejidad no era requerida para este proyecto. Quedando seleccionado Shiro.
- La utilización de herramientas como Jira para la planificación y seguimiento de actividades que se debían realizar para el desarrollo del proyecto, agilizan la comunicación entre los integrantes ya que se conoce en tiempo real el estado de las actividades asignadas a cada integrante.
- El uso de Git como herramienta para el control de versionamiento y el uso de repositorios como Bitbucket, evitan el riesgo de pérdida de información del código y permiten retornar a un estado anterior del código en el caso en que la última versión tenga conflictos.

6.1.4. Conclusiones de la evaluación del prototipo

Se realizan dos tipos de actividades, una de ellas fue realizada para observar el desempeño del sistema en condiciones de velocidad de conexión limitada y la otra actividad, es la presentación a los representantes del equipo de trabajo del proyecto núcleos de innovación. Con base en este par de actividades se procede a concluir que:

- El algoritmo de TCP/IP asume que la pérdida de paquetes es debida a la congestión en red, por lo que cualquier paquete que no ha sido entregado en unos pocos segundos se ha perdido, y retransmite después de un retardo variable que está diseñado para reducir la congestión a nivel global en el Internet. Por desgracia, este algoritmo interactúa mal con conexiones lentas como GPRS.
- Los clientes potenciales para este sistema son todas las agrupaciones o asociaciones donde se manejan transacciones en una red interna, los cuales tengan un nivel de confianza entre los entes pertenecientes a este tipo de entornos.

- Al realizar la implementación de un sistema de este tipo, se deben tener en cuenta cierto tipo de consideraciones como las barreras de penetración y leyes existentes para no caer dentro de la ilegalidad.
- Por medio del análisis de consumo de datos, se determina que la cantidad de datos consumida es baja (aproximadamente 6KB para un pago, según la tabla 5.5), característica que es de vital importancia para el despliegue del sistema en regiones con conexiones de velocidad a Internet limitadas.

6.2. Conclusiones generales

- La tecnología se ha convertido en un instrumento vital para la inclusión financiera, debido a su potencial para agilizar y reducir el costo al realizar transacciones financieras, permitiendo a los intermediarios financieros, brindar productos y servicios a sectores de la población donde el establecimiento de canales tradicionales representa costos operativos muy altos.
- Es una realidad que la adopción de los smartphones, está creciendo a nivel nacional, impulsando la conexión a Internet. Por otro lado, están los esfuerzos por parte del gobierno nacional con la Ley Pague Digital. Estas realidades prevén un futuro cercano muy promisorio para el despliegue de sistemas de pago móviles exitosos.
- Del estudio de la evolución de los pagos móviles, se deduce que el éxito o el fracaso de un sistema de este tipo ha dependido mayormente, de los esfuerzos de estandarización, el apoyo de entidades financieras así como también por el apoyo de los gobiernos.
- Existe una necesidad a nivel nacional de brindar soluciones de pagos móviles, con la finalidad de incrementar los porcentajes de inclusión financiera, es preciso tener en cuenta técnicas económicas y compatibles con arquitecturas ya existentes las cuales estén soportadas por métodos robustos en aspectos de seguridad.
- De la comparación de las tarifas de las transacciones que se realizan en Colombia a través de los Bancos y de las que se llevan a cabo por medio de sistemas de pagos móviles como M-PESA. Se concluye que un sistema de pagos móviles trae grandes beneficios para la población de bajos recursos, puesto que los costos de operación de estos sistema son más económicos.
- De acuerdo al análisis de vigilancia tecnológica desarrollada, se concluye que aunque existen diversidad de trabajos relacionados de pagos móviles que utilizan tecnología NFC, no hay trabajos que lo implementen de forma Offline e independiente de empresas de telecomunicaciones y banca. Además, que un sistema de pagos móviles contribuye positivamente en el desarrollo de una población.
- Los patrones de arquitectura explicados en este documento, se ajustan a diferentes necesidades según el problema que se desea abordar. En nuestro caso, el

patrón semi-distribuido era el más óptimo para el proyecto, dado que permitía la flexibilidad que ofrecen los pagos Offline con la seguridad de los pagos Online.

- La planificación y organización en un proyecto de desarrollo de software es vital para el cumplimiento de las metas propuestas. Así, como también el uso de herramientas que lo faciliten.
- La evaluación por parte de personas experimentadas, permitió tener una visión más clara de la viabilidad del sistema y la factibilidad para implementarse en un contexto real.

6.3. Aportes

6.3.1. Modelo de intercambio para la realización de pagos móviles

Retomando los aspectos más importantes del modelo de intercambio de información propuesto se tienen los siguientes aportes:

- Un modelo de referencia que permite la realización de transacciones utilizando dispositivos móviles con tecnología NFC.
- Una descripción de los escenarios de interacción para modelar y asimilar los requerimientos, para la construcción de un sistema pagos móviles utilizando la tecnología NFC.
- Una descripción y definición de los diferentes patrones de arquitectura, que ayudan a la planeación estructural de un sistema software que implemente tecnología NFC.

6.3.2. Implementación

Para la implementación de la arquitectura propuesta, fueron desarrolladas diferentes herramientas software que fueron integradas a la solución propuesta.

- Una descripción estándar del modelo de referencia utilizando el modelo 4+1 vistas (casos de uso, lógica, procesos, implementación y despliegue).
- Una aplicación móvil bajo el sistema operativo Android, que permite la realización y almacenamiento de transacciones y que se comunica vía https con una aplicación web alojada en la plataforma de OpenShift.
- Una aplicación web utilizando Groovy/Grails que valida las transacciones realizadas, permite el manejo de permisos y sesión de usuarios y el ingreso o retiro de dinero. Las respuestas a las peticiones del cliente se realizan utilizando JSON.

6.4. Lecciones aprendidas

- La implementación de la mayoría de los marcos web de Java puede ser tedioso. Puesto que requiere un extenso tiempo para editar la configuración archivos, personalizar archivos de contexto web, modificar diseños de página, construir scripts y reiniciar aplicaciones después de cada cambio. Estas tareas consumen la mayor parte del tiempo de los desarrolladores a expensas de abordar el problema de negocio real y funcional. Por el contrario, Grails es una alternativa de los framework web de Java disponibles que protege al desarrollador de la tediosa configuración, la complejidad del diseño y repetitivo código que se hace en el desarrollo web de Java, de modo engorroso e ineficiente.
- La utilización de herramientas para llevar un control de actividades y versionamiento como Jira y Git respectivamente, agilizan el desarrollo del código y protegen la información en caso de pérdida.
- Los intereses de terceros pueden llegar a obstaculizar la implementación de tecnologías que mejoran la calidad de vida de las personas. Tal es el caso de los intereses de empresas por el desarrollo de sistemas de pagos.
- El uso del protocolo HTTPS para la transferencia de información de un sistema que maneja datos, sensibles es vital para evitar que sea interceptada y alterada.
- La implementación de la tecnología en la vida cotidiana de las personas puede mejorar notoriamente la calidad de vida de ellas como en el caso de Kenia.
- La tecnología se ha convertido en un instrumento vital para la inclusión financiera, debido a su potencial para agilizar y reducir el costo de realizar transacciones financieras, permitiendo a los intermediarios financieros, brindar productos y servicios a sectores de la población donde el establecimiento de canales tradicionales representa costos operativos muy altos.

6.5. Trabajos futuros

A partir de la experiencia adquirida en este trabajo de grado, se sugieren los siguientes trabajos futuros:

- Implementar y comparar el sistema de pagos utilizando otro tipo de tecnologías como: SMS, Bluetooth y códigos QR.
- Ampliar las pruebas funcionamiento del sistema bajo diferentes velocidades de Internet, para determinar la velocidad mínima requerida.
- Incluir al sistema de pagos el uso de tarjetas NFC.
- Añadir mayor seguridad en la comunicación entre dispositivos vía NFC.

Bibliografía

- [1] M. R. Carrillo, “Nuevas alternativas de pago en internet: el dinero electrónico y los sistemas de micropagos,” 2014, [Accessed: Oct 21,2014]. [Online]. Available: https://derechoprivado.uniandes.edu.co/components/com_revista/archivos/derechoprivado/pri205.pdf
- [2] Smartcardalliance.org, “Alliance activities: Publications: The mobile payments and nfc landscape: A u.s. perspective.” [Accessed: Oct 20,2014]. [Online]. Available: <http://www.smartcardalliance.org/publications-the-mobile-payments-and-nfc-landscape-a-us-perspective/>
- [3] R. Sanders, “From emv to nfc: the contactless trail,” *Card Technology Today*, vol. 20, pp. 12–13, March 2008.
- [4] N. Shaw, “The mediating influence of trust in the adoption of the mobile wallet,” *Journal of Retailing and Consumer Services*, vol. 21, pp. 449–459, July 2014.
- [5] T. Dahlberg, N. Mallat, J. Ondrus, and A. Zmijewska, “Past, present and future of mobile payments research: A literature review,” *Electronic Commerce Research and Applications*, vol. 7, no. 2, pp. 165 – 181, 2008, special Section: Research Advances for the Mobile Payments Arena. [Online]. Available: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1567422307000075>
- [6] M. G. Jeroen de Bel, “Mobile payments,” [Accessed: Sep 5,2014]. [Online]. Available: <http://www.mobiltarca.com/media/documents/mobey-forum-mobile-payments-2012-innoplay-2011.pdf>
- [7] M. Romero, “Miscelaneas y cafés internet, desvares de los colombianos,” [Accessed: Oct 21,2014]. [Online]. Available: <http://www.portafolio.co/negocios/top-10-los-negocios-mas-populares-colombia>
- [8] Caracol.com, “Santos sanciona la ley de inclusión financiera dirigida a los más pobres,” [Accessed: Nov 1,2014]. [Online]. Available: <http://www.caracol.com.co/noticias/internacionales/santos-sanciona-la-ley-de-inclusion-financiera-dirigida-a-los-mas-pobres/20141021/nota/2472318.aspx>

- [9] C. colombiana de comercio electrónico, “Los pagos digitales desplazarán a los bancos en seis años,” [Accessed: Nov 12,2014]. [Online]. Available: <http://ccce.org.co/noticias/los-pagos-digitales-desplazaran-los-bancos-en-seis-anos>
- [10] N. Forum, “About the technology nfc and contactless technologies,” [Accessed: Oct 22,2014]. [Online]. Available: <http://nfc-forum.org/what-is-nfc/about-the-technology/>
- [11] Innopay.com, “Mobile payments 2012 - my mobile, my wallet? | innopay,” [Accessed: Dec 12,2014]. [Online]. Available: <http://www.innopay.com/content/mobile-payments-2012>
- [12] N. Forum, “What is nfc?” [Accessed: Nov 1,2014]. [Online]. Available: <http://nfc-forum.org/what-is-nfc/>
- [13] S.-H. Wu and C. Yang, “Promoting collaborative mobile payment by using nfc-micro sd technology,” in *Services Computing (SCC), 2013 IEEE International Conference on*, June 2013, pp. 454–461.
- [14] M. Svítok, “Implementation of payment protocol on nfc-enabled mobile phone,” D. thesis, Dept. Comp. Scien., Brun Univ., Brno, Czech Republic, 2014, [Accessed: Nov 1, 2014]. [Online]. Available: http://is.muni.cz/th/324621/fi_m/thesis.pdf
- [15] U. Ceipidor, C. Medaglia, A. Opromolla, V. Volpi, A. Moroni, and S. Sposato, “A survey about user experience improvement in mobile proximity payment,” in *Near Field Communication (NFC), 2012 4th International Workshop on*, March 2012, pp. 51–56.
- [16] N. Shaw, “The mediating influence of trust in the adoption of the mobile wallet,” *Journal of Retailing and Consumer Services*, vol. 21, no. 4, pp. 449 – 459, 2014. [Online]. Available: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0969698914000447>
- [17] P. M. Institute, “Standards overview | project management institute,” [Accessed: Nov 16, 2014]. [Online]. Available: <http://www.pmi.org/PMBOK-Guide-and-Standards.aspx>
- [18] K. Schwaber and Sutherland, “The scrum guide,” 2014, [Accessed: Nov 6, 2014]. [Online]. Available: <http://www.scrumguides.org/docs/scrumguide/v1/scrum-guide-us.pdf>
- [19] Catalina-Córdoba, Marlon-Burbano, Héctor-Lame-Lame, Manuel-Salazar, Gustavo-Ramírez, Mario-Solarte, and Oriel-Herrera, “Valoración de sistemas ubicuos basados en e-campus y near field communication en un ambiente universitario,” *Sistemas & Telemática*, vol. 11, no. 27, 2013.
- [20] U. de cristal, “Conoce más sobre la ley de inclusión financiera,” Octubre 2014, [Accessed: Nov 22, 2014]. [Online]. Available: <http://www.urnadecristal.gov.co/gestion-gobierno/ley-inclusion-financiera>

- [21] J. R. Pegueroles Vallés, “Sistemas de pagos electrónicos,” 2002.
- [22] V. empresarial, “Las billeteras digitales,” Febrero 2015, [Accessed: Feb 3, 2015]. [Online]. Available: https://visaempresarial.com/co/noticias/las-billeteras-digitales_310
- [23] J. Koetsier, “Digital wallets: Paypal, amazon, and credit cards are top contenders (not apple, google),” Diciembre 2013, [Accessed: May 4, 2014]. [Online]. Available: <http://venturebeat.com/2013/12/02/digital-wallets-paypal-amazon-and-credit-cards-are-top-contenders-not-apple-google/>
- [24] A. C. Ruiz, “Desarrollo de una aplicación a través de la tecnología nfc,” Junio 2011, [Accessed: Nov 4, 2014]. [Online]. Available: <http://e-archivo.uc3m.es/bitstream/handle/10016/13724/pfcAidaCampaRuiz.pdf?sequence=1>
- [25] I. T. Corporation, “Conceptos básicos de rfid: Conocimiento y uso de la identificación por radiofrecuencia,” 2007, [Accessed: Ene 20, 2015]. [Online]. Available: http://www.intermec.com.mx/learning/content_library/white_papers/localized/wpABC_MX.pdf
- [26] Kimaldi, “Tags rfid nfc de lectura y escritura ideales para ser usados a partir de dispositivos móviles nfc,” [Accessed: Feb 2, 2015]. [Online]. Available: http://www.kimaldi.com/productos/sistemas_rfid/lectores_rfid_y_tags_13_56_mhz/etiquetas_rfid_de_13_56_mhz/tags_etiqueta_nfc
- [27] N. Forum, “Our mission & goals,” [Accessed: Feb 23, 2015]. [Online]. Available: <http://nfc-forum.org/about-us/the-nfc-forum/>
- [28] S. Yoon, “Debunking nfc peer-2-peer myths,” [Accessed, Ene 19, 2015]. [Online]. Available: [http://www.hades.in/BasePapers/.../Nfc/HWL%20\(48\).pdf](http://www.hades.in/BasePapers/.../Nfc/HWL%20(48).pdf)
- [29] NFCForum.com, “Nfc forum technical specifications,” [Accessed: Feb 23, 2015]. [Online]. Available: <http://nfc-forum.org/our-work/specifications-and-application-documents/specifications/nfc-forum-technical-specifications/>
- [30] A. García, “Qué es nfc y como utilizarlo,” Diciembre 2013, [Accessed: Oct 9, 2014]. [Online]. Available: <http://andro4all.com/2013/12/que-es-el-nfc-y-utilizarlo-en-android>
- [31] J. Zambrano, “Tecnología nfc ?, no sabes para que sirve?” 2010, [Accessed: Nov 10, 2014]. [Online]. Available: <http://www.taringa.net/post/info/4612231/Tecnologia-NFC-no-sabes-para-que-sirve-entra.html>
- [32] D. A. C. Chavarría, “Tecnología de comunicación de campo cercano (nfc) y sus aplicaciones,” Julio 2011, [Accessed: Sep 20, 2014]. [Online]. Available: http://eie.ucr.ac.cr/uploads/file/proybach/pb2011/pb2011_012.pdf

- [33] O. handset alliance, “Industry leaders announce open platform for mobile devices,” Noviembre 2007, [Accessed: Mar 3, 2015]. [Online]. Available: http://www.openhandsetalliance.com/press_110507.html
- [34] M. Báez, “Introducción a android,” 2014.
- [35] Android.com, “android.nfc.tech,” [Accessed: Feb 3, 2015]. [Online]. Available: <http://developer.android.com/reference/android/nfc/tech/package-summary.html>
- [36] M. Marín, “Android domina el mercado mundial de smartphones con un 85cuota,” Julio 2014, [Accessed: Sep 4, 2014]. [Online]. Available: <http://www.ticbeat.com/tecnologias/android-domina-mercado-mundial-smartphones/>
- [37] J. Tomás, “Arquitectura de android,” [Accessed: May 1, 2015]. [Online]. Available: <http://www.androidcurso.com/index.php/tutoriales-android/31-unidad-1-vision-general-y-entorno-de-desarrollo/99-arquitectura-de-android>
- [38] U. C. III, “Arquitectura android,” [Accessed: May 1, 2015]. [Online]. Available: <https://sites.google.com/site/swcuc3m/home/android/generalidades/2-2-arquitectura-de-android>
- [39] Condesa, “Arquitectura de android,” Julio 2011, [Accessed: May 1, 2015]. [Online]. Available: <http://androideity.com/2011/07/04/arquitectura-de-android/>
- [40] WIKIPEDIA, “Grails,” [Accessed: May 1, 2015]. [Online]. Available: <http://es.wikipedia.org/wiki/Grails>
- [41] S. Corporation, “Grails web framework,” 2013, [Accessed: May 1, 2015]. [Online]. Available: http://www.sapient.com/content/dam/sapient/sapientglobalmarkets/pdf/thought-leadership/MarProg_Grails_WP_Web.pdf
- [42] P. Technosoft, “Groovy and grails application development,” January 2013, [Accessed: Abr 26, 2015]. [Online]. Available: <http://people10.com/blog/groovy-and-grails-application-development-2/>
- [43] C. V. E. García Granados Alejandro, *Desarrollo Web con Grails Framework*. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Centro de Investigación en Tecnologías de la Información y Sistemas, 2011.
- [44] EducaciónIT, “¿qué es java hibernate?” Febrero 2013, [Accessed: May 2, 2015]. [Online]. Available: <http://blog.educacionit.com/2013/02/07/que-es-java-hibernate/>
- [45] Smith, G., Ledbrook, and P, *Grails in Action*. Manning Publications Co, 2009.
- [46] Koenig, D., Glover, and A., *Groovy in Action*, 2nd ed. Manning Publications Co, 2007.

- [47] A. Shiro, “Introduction to apache shiro,” 2008-2015, [Accessed: Jul 20, 2015]. [Online]. Available: <http://shiro.apache.org/introduction.html>
- [48] H. S. P. Natasha Roy and M. Kirtania, “Micropayments: The case for wider market participation by banks,” [Accessed: Sep 24, 2014]. [Online]. Available: http://www.tcs.com/resources/white_papers/Pages/Micropayments.aspx
- [49] B. . M. G. F. I. Mas, D. Redclife, “Mobile payments go viral: M-pesa in kenya,” Marzo 2010, [Accessed: Mar. 20, 2015]. [Online]. Available: http://siteresources.worldbank.org/AFRICAEXT/Resources/258643-1271798012256/M-PESA_Kenya.pdf
- [50] M. Pickens, “Window on the unbanked: mobile money in the philippines,” 2009.
- [51] J. Alonso, “Microprestamos en zonas rurales a través de teléfonos móviles,” [Accessed: Abr. 10, 2015]. [Online]. Available: <https://textosms.wordpress.com/2009/12/03/microprestamos-en-zonas-rurales-a-traves-de-telefonos-moviles/>
- [52] GSMA, “Gsm, mobile money deployment tracker,” [Accessed: Abr. 5, 2015]. [Online]. Available: <http://www.gsma.com/mobilefordevelopment/programmes/mobile-money-for-the-unbanked/insights/tracker>
- [53] I. Mas, B. Dan Radcliffe, and M. G. Foundation, “Mobile payments go viral: M-pesa in kenya,” Marzo 2010, [Accessed: Feb 8, 2015].
- [54] B. C. de Ecuador, “El banco central lanza oficialmente el sistema de dinero electrónico, un medio de pago para uso de la ciudadanía,” Diciembre 2013, [Accessed: Jun 28, 2015]. [Online]. Available: <http://www.bce.fin.ec/index.php/boletines-de-prensa-archivo/item/730-el-banco-central-lanza-oficialmente-el-sistema-de-dinero-electr%C3%B3nico-un-medio-de-pago-para-uso-de-la-ciudadan%C3%ADa>
- [55] E. F. Clavijo, C. T. Cuevas, R. M. Mateu, F. C. Gil, and P. M. Dimingo, “Tecnología gsm.” 2010.
- [56] ISACA, “Pagos mediante dispositivos móviles: cuestiones relacionadas con los riesgos, la seguridad y el aseguramiento,” Noviembre 2011, [Accessed: Mar 8, 2015]. [Online]. Available: <http://www.isaca.org/chapters8/Montevideo/cigras/Documents/cigras-2012-03-mobile-payments-wp-espaol.pdf>
- [57] M. Worldwide, “Mastercard ® paypass tm.”
- [58] VISA, “paywave,” [Accessed: Feb 2, 2015]. [Online]. Available: <http://usa.visa.com/personal/security/card-technology/visa-paywave.jsp>
- [59] F. latinoamérica, “Paypal lanza plataforma para pagos móviles nfc,” Marzo 2015, [Accessed: May 3, 2015]. [Online]. Available: <http://noticias.frecuenciaonline.com/2015/03/03/paypal-lanza-plataforma-para-pagos-moviles-nfc/>

- [60] SAMSUNG, “Samsung presenta samsung pay,” [Accessed: Feb 4, 2015]. [Online]. Available: <http://www.samsung.com/es/news/local/samsung-pay>
- [61] M. C. Latam, “Samsung presentó en el mwc su nuevo sistema de pagos,” Febrero 2015, [Accessed: May 3, 2015]. [Online]. Available: <http://noticias.mobilemoneylatam.com/2015/02/28/samsung-presento-en-el-mwc-su-nuevo-sistema-de-pagos/>
- [62] Google, “Android pay,” [Accessed: Mar 3, 2015]. [Online]. Available: <https://www.android.com/pay/>
- [63] Apple, “Your wallet. without the wallet.” [Accessed: Mar 5, 2015]. [Online]. Available: <https://www.apple.com/apple-pay/>
- [64] G. R. y Cía. S.A., “Apps y banco digital, la estrategia para competirle a google y paypal,” Septiembre 2014, [Accessed: May 3, 2015]. [Online]. Available: <http://www.vanguardia.com/actualidad/tecnologia/280698-apps-y-banco-digital-la-estrategia-para-competirle-a-google-y-paypal>
- [65] ElTiempo.com, “Antes del 2020, pagos electrónicos le ganarían al efectivo en colombia,” [Accessed: May 5, 2014]. [Online]. Available: <http://www.eltiempo.com/archivo/documento/CMS-13878508>
- [66] C. de Colombia, “Ley 1735 de 2014,” Octubre 2014, [Accessed: Feb 8, 2015]. [Online]. Available: <http://wp.presidencia.gov.co/sitios/normativa/leyes/Documents/LEY%201735%20DEL%2021%20DE%20OCTUBRE%20DE%202014.pdf>
- [67] B. T. Cash, “Saving \$15.5 million by replacing cash with cards for colombian coffee farmers,” Febrero 2015, [Accessed: Abr. 9, 2015]. [Online]. Available: <http://betterthancash.org/increasing-financial-inclusion-for-colombia-coffee-farmers-and-saving-15-5-million-by-replacing-cash-with>
- [68] Portafolio.co, “Comercio electrónico creció más de 40 Enero 2015, [Accessed: Feb15, 2015]. [Online]. Available: <http://www.portafolio.co/economia/comercio-electronico-crecio-mas-40-colombia>
- [69] S. financiera de Colombia, “Informe evolución de las tarifas de los servicios financieros,” Diciembre 2014, [Accessed: Jun 25, 2015]. [Online]. Available: <https://www.superfinanciera.gov.co/descargas?>
- [70] J. Wamathai, “New mpesa charges effective august 2014,” Agosto 2014, [Accessed: 21 Jul,2015]. [Online]. Available: <http://www.hapakenya.com/2014/08/20/new-mpesa-charges/>
- [71] V. tecnológica e Inteligencia Competitiva, “Pere escorsa y elicet cruz,” Marzo 2008, [Accessed: Feb 2, 2015]. [Online]. Available: http://datateca.unad.edu.co/contenidos/107034/Entorno_de_Conocimiento/Vigilancia_Tecnologica_e_Inteligencia_Competitiva.pdf

- [72] H.-C. Cheng, J.-W. Chen, T.-Y. Chi, and P.-H. Chen, “A generic model for nfc-based mobile commerce,” in *Advanced Communication Technology, 2009. ICACT 2009. 11th International Conference on*, vol. 03, Feb 2009, pp. 2009–2014.
- [73] M. Massoth and T. Bingel, “Performance of different mobile payment service concepts compared with a nfc-based solution,” in *Internet and Web Applications and Services, 2009. ICIW '09. Fourth International Conference on*, May 2009, pp. 205–210.
- [74] X. Yu-ning, “Research on nfc and simpass based application,” in *Management and Service Science, 2009. MASS '09. International Conference on*, Sept 2009, pp. 1–4.
- [75] H. Zhao and S. Muftic, “The concept of secure mobile wallet,” in *Internet Security (WorldCIS), 2011 World Congress on*, Feb 2011, pp. 54–58.
- [76] T. Ali and M. Awal, “Secure mobile communication in m-payment system using nfc technology,” in *Informatics, Electronics Vision (ICIEV), 2012 International Conference on*, May 2012, pp. 133–136.
- [77] E. Husni and S. Purwantoro, “Shopping application system with near field communication (nfc) based on android,” in *System Engineering and Technology (ICSET), 2012 International Conference on*, Sept 2012, pp. 1–6.
- [78] L. Mainetti, L. Patrono, and R. Vergallo, “Ida-pay: An innovative micro-payment system based on nfc technology for android mobile devices,” in *Software, Telecommunications and Computer Networks (SoftCOM), 2012 20th International Conference on*, Sept 2012, pp. 1–6.
- [79] J. Essbach, “An approach to a decentral mobile payment system using nfc and the german eid-card,” in *Wireless Systems (IDAACS-SWS), 2012 IEEE 1st International Symposium on*, Sept 2012, pp. 67–71.
- [80] M. C. Ferreira, H. Nóvoa, T. G. Dias, and J. F. e Cunha, “A proposal for a public transport ticketing solution based on customers’ mobile devices,” *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, vol. 111, no. 0, pp. 232 – 241, 2014, transportation: Can we do more with less resources? – 16th Meeting of the Euro Working Group on Transportation – Porto 2013. [Online]. Available: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877042814000573>
- [81] B. M. Aldughayfiq, “Nfc-mobile payment system based on pos terminal authentication,” Master’s thesis, Dalhousie University, August 2014.
- [82] M. Roland, J. Langer, and J. Scharinger, “Applying relay attacks to google wallet,” in *Near Field Communication (NFC), 2013 5th International Workshop on*, Feb 2013, pp. 1–6.

- [83] W. Anwar, D. Lindskog, P. Zavorsky, and R. Ruhl, “Redesigning secure element access control for nfc enabled android smartphones using mobile trusted computing,” in *Information Society (i-Society), 2013 International Conference on*, June 2013, pp. 27–34.
- [84] S. Dominikus and M. Aigner, “mcoupons: An application for near field communication (nfc),” in *Advanced Information Networking and Applications Workshops, 2007, AINAW '07. 21st International Conference on*, vol. 2, May 2007, pp. 421–428.
- [85] J. Ondrus and Y. Pigneur, “An assessment of nfc for future mobile payment systems,” in *Management of Mobile Business, 2007. ICMB 2007. International Conference on the*, July 2007, pp. 43–43.
- [86] —, “Towards a holistic analysis of mobile payments: A multiple perspectives approach,” *Electronic Commerce Research and Applications*, vol. 5, no. 3, pp. 246 – 257, 2006, mobile technology and services. [Online]. Available: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1567422306000159>
- [87] C. Olsen, “Getting the most out of {EMV} with contactless cards,” *Card Technology Today*, vol. 19, no. 4, pp. 10 – 11, 2007. [Online]. Available: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0965259007700786>
- [88] J. Pesonen and E. Horster, “Near field communication technology in tourism,” *Tourism Management Perspectives*, vol. 4, no. 0, pp. 11 – 18, 2012. [Online]. Available: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2211973612000323>
- [89] R. Sanders, “From {EMV} to nfc: the contactless trail?” *Card Technology Today*, vol. 20, no. 3, pp. 12 – 13, 2008. [Online]. Available: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S096525900870077X>
- [90] H. Suryotrisongko, Sugiharsono, and B. Setiawan, “A novel mobile payment scheme based on secure quick response payment with minimal infrastructure for cooperative enterprise in developing countries,” *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, vol. 65, no. 0, pp. 906 – 912, 2012, international Congress on Interdisciplinary Business and Social Sciences 2012 (ICIBSoS 2012). [Online]. Available: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877042812052032>
- [91] “London’s {NFC} mobile phone pilot judged to be a great success,” *Card Technology Today*, vol. 20, no. 9, pp. 1 – 3, 2008. [Online]. Available: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0965259008701762>
- [92] “Mag-stripe fingerprint card announced for payment,” *Card Technology Today*, vol. 20, no. 1, pp. 7 –, 2008. [Online]. Available: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0965259008700343>

- [93] “{NFC} {SIM} card supports loyalty, payment and transport,” *Card Technology Today*, vol. 21, no. 1, pp. 3 –, 2009. [Online]. Available: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0965259009700040>
- [94] “Security of mobile payments,” *Card Technology Today*, vol. 21, no. 6, pp. 7 – 16, 2009. [Online]. Available: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0965259009701094>
- [95] T. Zhou, “An empirical examination of continuance intention of mobile payment services,” *Decision Support Systems*, vol. 54, no. 2, pp. 1085 – 1091, 2013. [Online]. Available: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167923612002898>
- [96] Y. A. Au and R. J. Kauffman, “The economics of mobile payments: Understanding stakeholder issues for an emerging financial technology application,” *Electronic Commerce Research and Applications*, vol. 7, no. 2, pp. 141 – 164, 2008, special Section: Research Advances for the Mobile Payments Arena. [Online]. Available: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1567422307000026>
- [97] R. Das, “Nfc-enabled phones and contactless smart cards 2008–2018,” *Card Technology Today*, vol. 20, no. 7–8, pp. 11 – 13, 2008. [Online]. Available: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0965259008701725>
- [98] T. Caldwell, “Locking down the e-wallet,” *Computer Fraud and Security*, vol. 2012, no. 4, pp. 5 – 8, 2012. [Online]. Available: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1361372312700283>
- [99] G. B. N. Saparkhojayev, A. Nurtayev, “Access control and management system based on nfc-technology by the use of smart phones as keys,” *Middle-East Journal of Scientific Research*, vol. 21, July 2014.
- [100] D. A. Gratton, “14 - near field communications: The smart choice for enabling connectivity,” in *Developing Practical Wireless Applications*, D. A. Gratton, Ed. Burlington: Digital Press, 2007, pp. 216 – 224. [Online]. Available: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9781555583101500173>
- [101] G. Bernabeu, “Globalplatform – the future of mobile payments,” *Card Technology Today*, vol. 19, no. 11–12, pp. 9 –, 2007. [Online]. Available: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0965259007701548>
- [102] “New kids on the block,” *Card Technology Today*, vol. 21, no. 5, pp. 14 – 15, 2009. [Online]. Available: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0965259009700805>
- [103] T. Souvignet, J. Hatin, F. Maqua, D. Tesniere, P. Léger, and R. Hormière, “Payment card forensic analysis: From concepts to desktop and mobile analysis tools,” *Digital Investigation*, vol. 11, no. 3, pp. 143 – 153, 2014, special Issue: Embedded Forensics. [Online]. Available: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1742287614000802>

- [104] C. TOMA, “M-payments issues and concepts,” *Informativa Económica*, vol. 16, no. 3, 2012.
- [105] AndroidZone, “Historia de android: La evolución a lo largo de sus versiones,” Mayo 2013, [Accessed: Jul 28, 2015]. [Online]. Available: <http://androidzone.org/2013/05/historia-de-android-la-evolucion-a-lo-largo-de-sus-versiones/>
- [106] D. M. REPORTER, “ebay and paypal sue google for stealing mobile payment trade secrets,” May 2011, [Accessed: jul 28, 2015]. [Online]. Available: <http://www.dailymail.co.uk/sciencetech/article-1391421/eBay-PayPal-sue-Google-stealing-mobile-payment-trade-secrets.html>
- [107] A. S. Lim, “Inter-consortia battles in mobile payments standardization,” *Electronic Commerce Research and Applications*, 2007.
- [108] Wikipedia, “Mobile payment,” [Accessed: Feb 23, 2015]. [Online]. Available: http://en.wikipedia.org/wiki/Mobile_payment
- [109] Wikipedia.com, “Electronic money,” [Accessed: Feb 25, 2015]. [Online]. Available: http://en.wikipedia.org/wiki/Electronic_money
- [110] A. developer, “Nfc basics,” [Accessed: Mar 22, 2015]. [Online]. Available: <https://developer.android.com/guide/topics/connectivity/nfc/nfc.html>
- [111] wikipedia.org, “Patrones de arquitectura,” [Accessed: May 3, 2015]. [Online]. Available: http://es.wikipedia.org/wiki/Patrones_de_arquitectura
- [112] D. Garlan and M. Shaw, *An Introduction to Software Architecture*, V.Ambriola and G.Tortora, Eds. World Scientific Publishing Company, 1993, vol. 1.
- [113] M. Simatic, “Choosing the right rfid-based architectural pattern,” Junio 2013.
- [114] F. Armenio, H. Barthel, L. Burstein, P. Dietrich, J. Duker, J. Garrett, B. Hogan, O. Ryaboy, S. Sarma, J. Schmidt, K. Suen, K. Traub, and J. Williams, *The epcglobal architecture framework*, EPCglobal Std., March 2006.
- [115] A. software foundation, “Cliente-servidor,” [Accessed: May 3, 2015]. [Online]. Available: http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lis/marquez_a_bm/capitulo5.pdf
- [116] S. Overflow, “Spring security vs apache shiro,” Julio 2015, [Accessed: Jul 21,2015]. [Online]. Available: <http://stackoverflow.com/questions/11500646/spring-security-vs-apache-shiro%7B%7D>
- [117] S. OVERFLOW, “Shiro vs. springsecurity,” Febrero 2014, [Accessed: Jul 21, 2015]. [Online]. Available: <http://stackoverflow.com/questions/4991084/shiro-vs-springsecurity>

- [118] R. Bansal, “Which is better - apache shiro or spring security and why?” Agosto 2013, [Accessed: Jul 21, 2015]. [Online]. Available: <http://www.quora.com/Which-is-better-Apache-Shiro-or-Spring-Security-and-Why>
- [119] R. Miles and K. Hamilton, “Learning uml 2.0,” *O’Reilly®*, pp. 13–15, 2006.
- [120] P. B. Kruchten, “The 4 + 1 view model of architecture,” *Software, IEEE*, vol. 12, no. 6, pp. 42–50, 1995.
- [121] J. Rumbaugh, M. Blaha, W. Premerlani, F. Eddy, W. E. Lorensen *et al.*, *Object-oriented modeling and design*. Prentice-hall Englewood Cliffs, 1991, vol. 199, no. 1.
- [122] S. Chacon and B. Straub, *ProGit*, 1st ed. Apress, 2009. [Online]. Available: <https://git-scm.com/book/es/v1>
- [123] D. Flores, “Manual de uso e instalación de openbts,” Marzo 2013, [Accessed: Jul 24, 2015]. [Online]. Available: <http://es.scribd.com/doc/132262871/Manual-de-instalacion-de-OpenBTS-Version-0-2#scribd>
- [124] J. P. Montero Hidalgo *et al.*, “Implementación de un sistema de comunicaciones basado en software radio,” 2014.
- [125] SmartGSM, “Características, opiniones y reviews de celulares y móviles,” 2004, [Accessed: Jul 29, 2015]. [Online]. Available: <http://www.smart-gsm.com/>
- [126] OpenBTS, “Getting started with openbts,” [Accessed: Jul 26, 2015]. [Online]. Available: <http://openbts.org/>
- [127] OpenBTS.org, “Openbts application suite,” Apr 2014, [Accessed: Jul 26, 2015]. [Online]. Available: <http://openbts.org/site/wp-content/uploads/2014/07/OpenBTS-4.0-Manual.pdf>

Anexo A

Ficha técnica dispositivos móviles empleados

En las siguientes tablas, se encuentran las ficha técnicas de los smartphones que fueron empleados en las diferentes pruebas de prototipo.

General	Red Anunciado Status	GSM 850 / 900 / 1800 / 1900 - HSDPA 850 / 900 / 1700 / 1900 / 2100 - LTE 850 / 900 / 1800 / 2100 / 2600 2014, Mayo Disponible
Tamaño	Dimensiones Peso	146.3 x 74.6 x 8.9 mm 149 g
Display	Tipo Tamaño	LCD True HD-IPS touchscreen capacitivo, 16M colores 1440 x 2560 pixels, 5.5 pulgadas - Pantalla Gorilla Glass 3 - Soporte multitouch - Sensor acelerómetro para auto rotación - Sensor de proximidad para auto apagado - Sensor giroscópico
Ringtones	Tipo Customización Vibración	Polifónico, MP3, WAV Descargas Si - Conector de audio 3.5 mm - Sonido Dolby Mobile
Memoria	Agenda telefónica Registro de llamadas Slot de tarjeta	Entradas y campos prácticamente ilimitados, Foto de llamada Prácticamente ilimitado microSD, hasta 128GB - 16GB/32GB memoria interna, 2GB/3GB RAM (dependiendo del mercado) - Procesador quad-core Qualcomm MSM8975AC Snapdragon 801 2.5 GHz, GPU Adreno 330
Características	GPRS Velocidad de datos OS Mensajería Navegador Reloj Alarma Puerto infrarrojo Juegos Colores Cámara	Si Android OS, v4.4.2 KitKat SMS, MMS, Email, Push Mail, IM, RSS HTML5 Si Si Si Negro Metálico, Blanco Seda, Dorado Brillante, Violeta, Rojo 13 MP, autofocus asistido por láser, flash LED dual, foco táctil, detección de rostro y sonrisa, estabilización óptica de imagen, HDR, geo-tagging, video UHD@30fps, sonido stereo, cámara frontal 2.1 MP 1080p@30fps - Carga inalámbrica - GPS con soporte A-GPS y GLONASS - Brújula digital - EDGE - 3G HSDPA 42Mbps / HSUPA 21Mbps - 4G LTE Cat. 4 - Wi-Fi 802.11 a/b/g/n/ac; Wi-Fi Direct; DLNA; Miracast; banda dual - Bluetooth v4.0 A2DP, LE - Apt-X - NFC - microUSB 2.0 - Integración con redes sociales - Cancelación activa de ruido con micrófono dedicado - Reproductor de video DivX/Xvid/MP4/H.264/H.263 - Reproductor de audio MP3/WAV/eAAC+ - Radio FM Stereo con RDS - Organizador - Editor de imagen/video - Editor de documentos (Word, Excel, PowerPoint, PDF) - Servicios Google - Memo/comandos/discado de voz - Manoslibres incorporado - Ingreso predictivo de texto
Batería		

Tabla A.1: Ficha técnica LG-G3. Adaptado de [125].

GENERAL	Red Anunciado Status	GSM 850 / 900 / 1800 / 1900 - HSDPA 1700 / 2100 / 900 2010, Diciembre Activo
TAMAÑO	Dimensiones Peso	123.9 x 63 x 10.9 mm 129 g
DISPLAY	Tamaño	Super AMOLED touchscreen capacitivo, 16M colores 480 x 800 pixels,,4.0 pulgadas- Pantalla Contour con vidrio curvado - Soporte multi-touch - Sensor acelerómetro para auto rotación - Capa protectora anti-huellas digitales - Controles sensibles al tacto - Sensor de proximidad para auto apagado - Sensor giroscópico de 3 ejes
RINGTONES	Tipo Customización Vibración	Polifónico, MP3, WAV Descargas Si
MEMORIA	Agenda telefónica Registro de llamadas Slot de tarjeta	Entradas y campos prácticamente ilimitados, Foto de llamada Prácticamente ilimitado No
CARACTERÍSTICAS	GPRS Velocidad de datos OS Mensajería Navegador Reloj Alarma Puerto Infrarrojo Juegos Colores Cámara	Si - Android OS v2.3 Gingerbread SMS, MMS, Email, Push Mail, IM, RSS HTML Si Si No Descargables Negro 5 MP, 2560 x 1920 pixels, autofocus, flash LED, geo-tagging, foco táctil, video 720p@30fps, cámara secundaria VGA
BATERÍA		Standard, Li-Ion 1500 mAh

Tabla A.2: Ficha técnica Samsung Nexus S. Adaptado de [125].

GENERAL	Red	GSM 850 / 900 / 1800 / 1900 (SIM 1 & SIM 2) - HSDPA - LTE (opcional)
	Anunciado Status	2014, Septiembre Disponible
TAMAÑO	Dimensiones	144.8 x 72.1 x 8.6 mm
	Peso	156 g
DISPLAY	Tipo	LCD TFT touchscreen capacitivo, 16M colores 540 x 960 pixels, 5.0 pulgadas
	Tamaño	- Soporte multitouch - Sensor acelerómetro para auto rotación - Controles sensibles al tacto - Sensor de proximidad para auto apagado - Interfaz de usuario TouchWiz
RINGTONES	Tipo Customización	Polifónico, MP3, WAV Descargas
	Vibración	Si - Conector de audio 3.5 mm
MEMORIA	Agenda telefónica Registro de llamadas	Entradas y campos prácticamente ilimitados, Foto de llamada Prácticamente ilimitado
	Slot de tarjeta	microSD hasta 64GB - 8GB memoria interna, 1GB RAM - Procesador Qualcomm MSM8916 Snapdragon 410 quad-core 1.2 GHz, GPU Adreno 306
CARACTERÍSTICAS	GPRS	si
	Velocidad de datos	
	OS	Android OS, v4.4 KitKat
	Mensajería	SMS, MMS, Email, Push Mail, IM, RSS
	Navegador	HTML5
	Reloj	Si
	Alarma	Si
	Puerto Infrarrojo	No
	Juegos	Si
	Colores	Gris, Blanco 8 MP, 3264x2448 pixels, autofocus, flash LED, geo-tagging, detección de rostro y sonrisa, foco táctil, HDR, video 1080p30fps, cámara frontal 5 MP - SIM dual (opcional) - GPS con soporte A -GPS + GLONASS- Brújula digital - EDGE - 3G HSDPA 21Mbps / HSUPA 5.76Mbps - Wi-Fi 802.11 b/g/n; Wi-Fi Direct - Bluetooth v4.0 A2DP - microUSB 2.0 - NFC (opcional) - Reproductor de video MP4/WMV/H.264/H.263 - Reproductor de audio MP3/WAV/eAAC+/AC3 - Radio FM - Organizador - Editor de imagen/video - Editor de documentos - Servicios Google - Memo/comandos/discado de voz - Manoslibres incorporado - Ingreso predictivo de texto
BATERÍA	Cámara	
		Standard, Li-Ion 2600 mAh

Tabla A.3: Ficha técnica Samsung Galaxy Grand Prime. Adaptado de [125].

Anexo B

Red GSM a través de la OpenTBS

En este anexo se explican los conceptos básicos de funcionamiento y configuración de una red GSM a través de la OpenBTS. Además de el por qué de la experimentación del sistema prototipo con esta red GSM

B.1. Introducción

El objetivo principal es implementar una celda(s) de telefonía GSM 2G y presentar una interfaz de aire a terminales de tipo GSM sin importar su nivel tecnológico o antigüedad, el cual a su vez usa el aplicativo de central telefónica Asterisk PBX para conectar las llamadas entre los usuarios de la red y el mundo exterior.

B.2. Red GSM convencional

Una red GSM es un sistema complejo compuesto por varios componentes. El último tramo de este sistema es la antena BTS (Base Station Transceiver). La BTS es la responsable de transmitir y recibir las señales de radio frecuencia (RF) al terminal del usuario (teléfono celular, PDA, módem, etc.) Las BTS son controladas por una BSC (Base Station Controller) que está conectado a un MSC y VLR (Mobile Switching Center y Visitor Location Register). Básicamente, el MSC/VLR son responsables de autenticar al usuario contra la base de datos HLR -Home Location Register- y el AUC -Centro de Autenticación de usuarios- de la red del operador [123]. Los elementos claves de una red GSM son mostrados en la figura B.1.

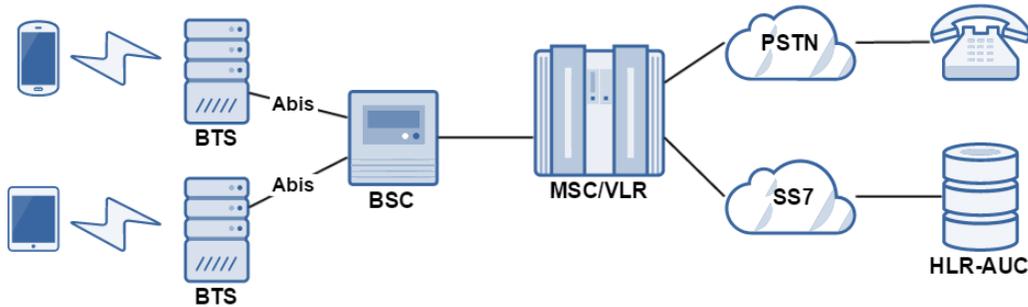


Figura B.1: Diagrama de una red GSM tradicional. Adaptado de [123].

B.3. OpenBTS

El proyecto OPENBTS es un proyecto software de código abierto dedicado a revolucionar las redes móviles mediante la sustitución de protocolos de telecomunicaciones y sistemas tradicionales de hardware complejo con el protocolo de Internet y un software flexible. Esta arquitectura es abierta por lo que permite la creación de nuevas aplicaciones y servicios y simplifica considerablemente la creación y funcionamiento de una red móvil [126].

OpenBTS utiliza el software Universal Software Radio Peripheral (USRP) para presentar una interfaz GSM de aire a la norma de teléfonos GSM utilizando el software de central telefónica Asterisk PBX para conectar las llamadas. OpenBTS utiliza el hardware llamado usrp para recibir y transmitir la señal GSM, esto se hace utilizando el framework de GNU Radio. Asterisk se utiliza para conectar los teléfonos GSM en la red OpenBTS. Cualquier otro dispositivo que pueda conectarse a Asterisk puede ser también utilizado [123]. En la figura B.2 se detalla el diagrama de red de la OpenBTS.

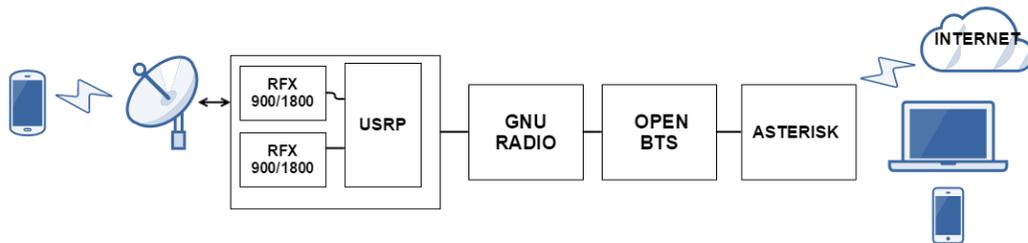


Figura B.2: Diagrama de red de OpenBTS. Adaptado de [123].

Cabe resaltar que USRP y usrp no tienen relación entre sí. USRP se refiere al

framework de software de radio frecuencia y usrp, usrp1, usrp2, usrp E100, usrp 200 y usrp 210 se refiere al hardware para radiofrecuencia el cual es usado en esta ocasión.

B.4. Beneficios de una red GSM a través de una OpenBTS

OpenBTS está diseñado para proveer sistemas de comunicación GSM bajo configuración de red privada [127]. Entre las ventajas técnicas sobresalen:

- Rápida capacidad de poner en marcha una red con una celda.
- Celdas con bajo consumo de energía (desde 100 Watt).
- Permite a una empresa privada o telco crear su red 2G en un modo orgánico con niveles de inversiones y operaciones bajos.

B.5. General Packet Radio Service (GPRS)

GPRS (General Packet Radio Service) es un servicio de paquete de datos 2.5G que soporta velocidades de hasta 30 Kbytes/segundo en los canales de radio GSM [127].

Con base en [127], se mencionan los pasos generales que se deben tener en cuenta para la configuración de este servicio.

B.5.1. Configuración de GPRS en OpenBTS

Ciertos parámetros necesitan ser configurados antes de desplegar el servicio GPRS en la BTS. El primer parámetro que habilita o deshabilita la función de GPRS es “GPRS.Enable”. Esta opción puede ser editada usando el CLI (Command Line Interface) de OpenBTS o la interfaz web OpenRANUI y se necesita un reinicio de la OpenBTS.

B.5.1.1. Asignando un rango de direcciones a GPRS

OpenBTS usa el NAT (Network Address Translation) función del kernel de linux para la asignación de las direcciones IP a los dispositivos GPRS. El rango de las direcciones disponibles está definido por los parámetros de configuración “GGSN.MS.IP.Base” y “GGSN.MS.IP.MaxCount”. Adicionalmente, los parámetros “GGSN.MS.IP.Route” y “GGSN.DNS” pueden ser usados para especificar la dirección de la ruta y el DNS.

Los valores por defecto son los siguientes:

- GGSN.MS.IP.Base = “192.168.99.1”
- GGSN.MS.IP.MaxCount = 254 – En la configuración por defecto las direcciones IP serán asignadas desde 192.168.99.1 hasta 192.168.99.255. Ellas expirarán según la cantidad de segundos especificados en el parámetro de configuración del desarrollador “GGSN.IP.ReuseTimeout”

- GGSN.MS.IP.Route = (deshabilitado) – Cuando no está especificado explícitamente, OpenBTS crea este valor desde el “GGSN.MS.IP.Base” asumiendo una máscara de 24 bit mask.
- GGSN.DNS = (deshabilitado) – Cuando no está especificado explícitamente, se utilizan los servidores DNS del sistema host.

La configuración NAT es almacenada en el archivo “/etc/OpenBTS/iptables.rules” y es cargada en “/etc/network/interfaces” al iniciar el sistema. Las normas NAT por defecto trabajan con direcciones IP estáticas y dinámicas del sistema host, asumiendo que la interfaz “eth0” es usada para la conectividad a Internet.

B.5.1.2. Configuración de los parámetros para las funciones BSS

Los parámetros asociados con las funciones (capas 1 y 2) de GPRS son prefijados con “GPRS.” en la tabla de configuración.

Los parámetros de configuración de interés particular para un operador son:

- GPRS.Enable – Habilita el servicio GPRS: 0 o 1. Si está habilitado, GPRS is anunciada en la guía C0T0, y el servicio GPRS debe empezar enseguida.
- GPRS.ChannelCodingControl.RSSI – Si la intensidad de la señal es inferior a esta cantidad en dB, GPRS usa una velocidad de codificación menor CS-1 con menos ancho de banda pero con mayor robustez en la codificación.
- GPRS.Channels.Min.C0 – Los número de los intervalos de tiempo asignados para el servicio GPRS van desde C0 (primero) ARFCN.
- GPRS.Channels.Min.CN – Número total de intervalos de tiempo asignados para el servicio GPRS de todos los demás ARFCNs excepto C0.

Los siguientes parámetros están definidos como parámetros de nivel de desarrollador (editables vía “devconfig” comando en la CLI únicamente):

- GPRS.RAC – GPRS Código de área de enrutamiento anunciado en la guía C0T0. La combinación de LAC (GSM.Identity.LAC) y RAC debe ser única dentro de la red. Si todas las celdas tienen distintos LACs, entonces este parámetro no importa.
- GPRS.RA COLOUR – GPRS Color de enrutamiento de área es anunciado en la guía C0T0. Este parámetro debe ser distinta a la anunciada por las células vecinas.
- GPRS.MS.Power.
- GPRS.Codecs.Downlink – Lista de los GPRS downlink codecs permitidos.
- GPRS.Codecs.Uplink – Lista de los GPRS uplink codecs permitidos.

B.5.1.3. Configuración de parámetros para las funciones SGSN

Para obtener información del actual estatus SGSN, incluyendo la dirección IP asignada para especificar los dispositivos móviles, se debe usar el comando de CLI “sgsn list”. Los parámetros asociados con la función SGSN de GPRS son prefijados con “SGSN.” en la tabla de configuración. Estos parámetros de configuración son poco probables a requerir cambio, y únicamente están disponibles usando el comando de CLI “devconfig”

B.5.1.4. Configuración de parámetros para las funciones GGSN

Los parámetros asociados con las funciones GGSN de GPRS son prefijados con “GGSN.” en la tabla de configuración. Algunos de ellos ya han sido descritos arriba. La configuración de los parámetros de interés son para un operador son:

- GGSN.Firewall.Enable – 0=no firewall; 1= bloqueado Intento MS de acceder a la OpenBTS u otro MS; 2=bloqueado todas las direcciones IP privadas.
- GGSN.IP.ReuseTimeout – Cuanto tiempo las dirección IP son reservadas luego de que finalice una sesión.
- GGSN.IP.TossDuplicatePackets – Cualquier número entero distinto de cero hace que los paquetes TCP duplicado / IP sean lanzados de inmediato para evitar el tráfico innecesario en la radio.
- GGSN.Logfile.Name – Si se especifica, el tráfico de Internet se registra en este archivo.
- GGSN.MS.IP.Base – Dirección IP base asignada a MS.
- GGSN.MS.IP.MaxCount – Número de direcciones IP a usar por MS.
- GGSN.MS.IP.Route – La dirección de la ruta en la forma form xxx.xxx.xxx.xxx/yy, debe abarcar todas las direcciones IP de MS. Si no se especifica, OpenBTS crea este valor de la GGSN.MS.IP.Base asumiendo una máscara de 24 bits.

B.5.2. Configuración de los dispositivos para OpenBTS GPRS

B.5.2.1. Ajustes APN

OpenBTS GPRS no impone el uso de cualquier APN concreto (Access Point Name), pero al menos uno de APN debe definirse en el teléfono para que utilice GPRS.

B.5.2.2. Data roaming

Si el MCC (Mobile country code) y MNC (Mobile network code) de su unidad BTS no coinciden con las de la tarjeta SIM de un usuario, puede ser necesaria habilitar el data roaming en el teléfono antes de que se intente utilizar GPRS.

B.5.2.3. Usando CLI para controlar GPRS

Dos comandos de la CLI son usados para supervisar y controlar la actividad GPRS, estos son : “gprs” y “sgsn”.

El comando “gprs” proporciona medios para iniciar y detener selectivamente el servicio GPRS, lista los canales en uso por GPRS y establece el nivel de depuración.

El comando “sgsn” permite supervisar y controlar el subsistema SGSN/GGSN.

B.6. Desempeño de GPRS en la OpenBTS

Sobre cada canal físico (slot) en un TBF (Temporary Block Flow), los paquetes IP son segmentados en frames RLC¹ en la capa 2 llevando de 20 a 50 bytes de información de usuario cada uno, dependiendo del tipo del tipo de codec usado, y transfiere a una velocidad de 50 fotogramas por segundo por cada slot asignado a la estación móvil. El codec que OpenBTS usa depende de la intensidad de la señal para cada estación móvil. Esto significa que la conexión GPRS más lenta (un slot, codec CS-1) maneja cerca de 1000 bytes por segundo, mientras que la descarga más rápida usando la configuración multi-slot (2 carga, 3 descarga) es cerca de $50 \times 50 \times 3 = 7500$ bytes por segundo. Las tasas de carga útil disponibles reales son por lo general de 10% a 30% más bajas debido al establecimiento de overhead, el handshaking TCP/IP y header overhead (sobrecarga de cabecera). El desempeño será notablemente inferior (tan bajo como 0.5 del máximo) para aplicaciones que realicen muchas transferencias IP pequeñas, ya que la relación de los gastos generales de la carga útil es mayor para las transferencias más pequeñas.

¹RLC:Radio Link Control, parte de la capa 2 de GPRS. Similar a LAPDm, que proporciona la segmentación y reensamblaje fiable a través del canal físico.

Anexo C

Perfil profesional y experiencia de los colaboradores

Las tablas mostradas a continuación describen los perfiles profesionales y experiencia laboral de los colaboradores en la actividad de implementación del sistema prototipo. En ellas no se muestra todo el perfil laboral de los colaboradores. Las tablas contienen la información pertinente para evidenciar que el perfil de estas personas es el indicado para una evaluación de calidad.

C.1. Primer perfil profesional

La tabla C.1 muestra parte de la experiencia laboral y estudios del Ingeniero Carlos Augusto Andrade.

Nombre	Carlos Augusto Andrade
Títulos académicos	Ingeniero Físico, Maestría en Ingeniería Física, Universidad del Cauca – Colombia
EXPERIENCIA LABORAL	
Institución	WEISMANN INSTITUTE OF SCIENCES
Periodo de vinculación	2007, 3 meses.
Cargo	Investigador Junior., Rehovot Israel
Institución	UNIVERSIDAD DEL CAUCA
Cargo-Periodo de vinculación	1., Profesor Catedrático. Febrero 2009. Diciembre 2010. 2., Profesor Ocasional Tiempo Completo. Enero 2012- Enero 2014. 3., Investigador senior en el proyecto Conformación de Núcleos de Innovación Fundamentados en Gestión del Conocimiento para el Desarrollo de Productos Innovadores en el Cauca. ID 3847. Enero 2014-Actual.
Institución	UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO
Cargo-Periodo de vinculación	1., Profesor Catedrático. Febrero-Mayo 2011. 2., Profesor Ocasional medio Tiempo. Agosto 2011-Enero 2012.

Tabla C.1: Perfil profesional Carlos Augusto Andrade. Fuente propia.

C.2. Segundo perfil profesional

La tabla C.2 muestra parte de la experiencia laboral y estudios del Ingeniero César Augusto Gómez Villamarín.

Nombre	César Augusto Gómez Villamarín
Títulos académicos	Administrador de Empresas Universidad Cooperativa de Colombia, Popayán, 2011.
EXPERIENCIA LABORAL	
Institución	Centro Regional de Productividad e Innovación del Cauca CREPIC
Periodo de vinculación	Septiembre 2011 – Enero 2012
Cargo	Contratista
Institución	Universidad del Cauca
Periodo de vinculación	Abril 2012 – Diciembre 2012
Cargo	Contratista (Investigador)
Institución	Red de Universidades Latinoamericanas RED Urel - Pasto
Periodo de vinculación	Noviembre 2012 – Mayo de 2013
Cargo	Contratista (Investigador)
Institución	Centro Regional de Productividad e Innovación del Cauca CREPIC
Periodo de vinculación	Septiembre 2013 – Noviembre 2013
Cargo	Contratista (Investigador)
Institución	Corporación de Incubación y Fomento de Empresas de Base Tecnológica – Parquesoft Popayán
Periodo de vinculación	Octubre 2013 – Enero 2014
Cargo	
Institución	Universidad del Cauca
Periodo de vinculación	Octubre 2013 – Octubre 2014
Cargo	Contratista (Investigador)
Institución	Universidad del Cauca
Periodo de vinculación	Noviembre 2014 – Diciembre 2014
Cargo	Contratista (Investigador)
PROYECTOS	
Fortalecimiento de la relación universidad empresa-estado en los departamentos de Cauca y Nariño; Segunda Rueda de Negocios de Innovación, financiado por Colciencias (Septiembre de 2012 – Mayo de 2013).	
TUCAN3G. Wireless technologies for isolated rural communities in developing countries based on cellular 3G femtocell deployments. Séptimo Programa Marco de la Comunidad Europea. Acuerdo de subención entre la Universidad Politécnica de Catalunya y el CREPIC	
Conformación de Núcleos de Innovación Fundamentados en Gestión de Conocimiento para fomentar el desarrollo de productos innovadores en el Cauca – Universidad del Cauca – Sistema General de Regalías (septiembre 2013 - septiembre 2015).	
Participación en la construcción del Plan estratégico departamental de ciencia, tecnología e innovación para el departamento del Cauca “CONCIENCIA CAUCA”	
Implementación de Núcleos de Innovación Abierta Fundamentados en Gestión de Conocimiento para promover Productos Innovadores Popayán, Cauca, Occidente (Diligenciamiento de la MGA para el SGR)	
Construcción del Plan Vive Digital Cauca, Occidente (Diligenciamiento de la MGA para el SGR)	
Construcción de una Cultura Digital en el municipio de Caldono, Cauca (Diligenciamiento de la MGA para el SGR)	

Tabla C.2: Perfil profesional César Augusto Gómez Villamarín. Fuente propia.

Anexo D

Funcionamiento del sistema prototipo

A continuación se muestran las imágenes que corresponden a las funcionalidades del sistema de pagos móviles. Este tiene dos componentes uno web y otro es la aplicación móvil.

D.1. Funcionamiento componente web

En la figura D.1 se puede visualizar la interfaz web para el inicio de sesión.

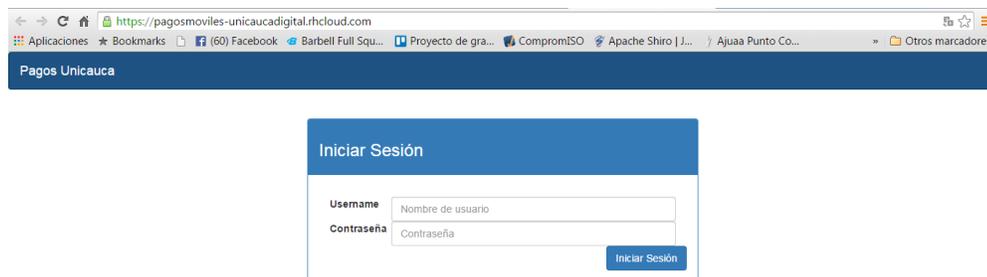


Figura D.1: Inicio de sesión en el portal web. Fuente propia

En la figura D.2, se puede evidenciar el inicio de sesión exitoso. En la parte superior de la imagen se despliegan todas las funcionalidades que puede acceder.



Figura D.2: Inicio de sesión exitoso en el portal web. Fuente propia

La figura D.3 muestra los detalles de la cuenta de usuario, además de esto el agente o administrador está en la capacidad de modificar la información o eliminar un usuario si así lo desea.

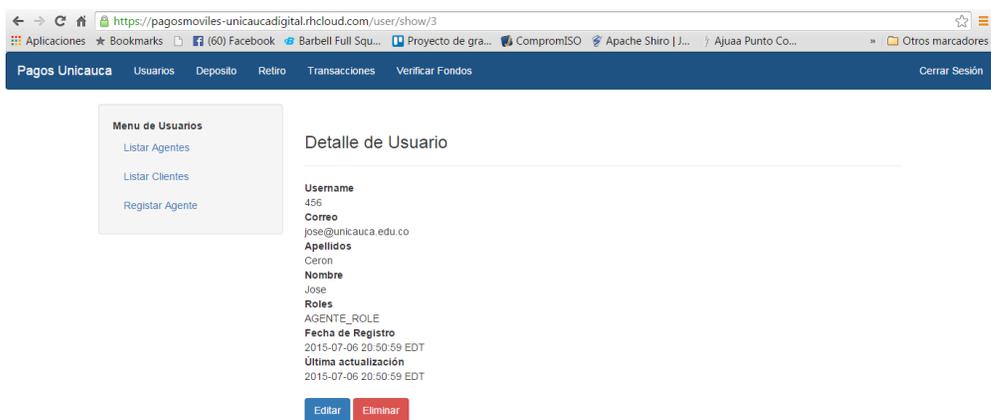


Figura D.3: Información de perfil de usuario. Fuente propia

La figura D.4, despliega una lista con la totalidad de agentes del sistema, los cuales están en la capacidad de registrar a los clientes y apoyarlos en la inserción y extracción de dinero al sistema.

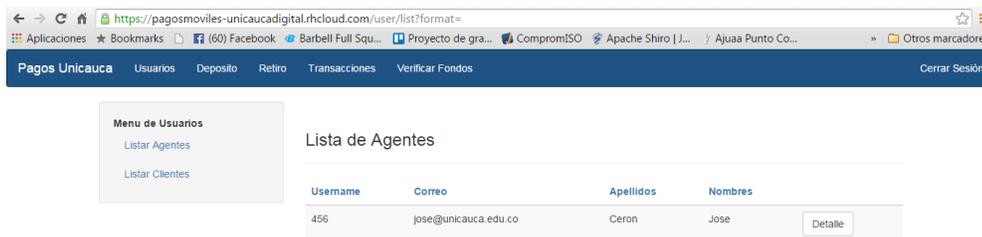


Figura D.4: Lista de agentes del sistema de pagos móviles. Fuente propia

La figura D.5 muestra el registro de transacciones de un usuario en particular. Esto se realizó con el objetivo de que los usuarios puedan conocer todas sus transacciones comerciales realizadas a través del sistema.

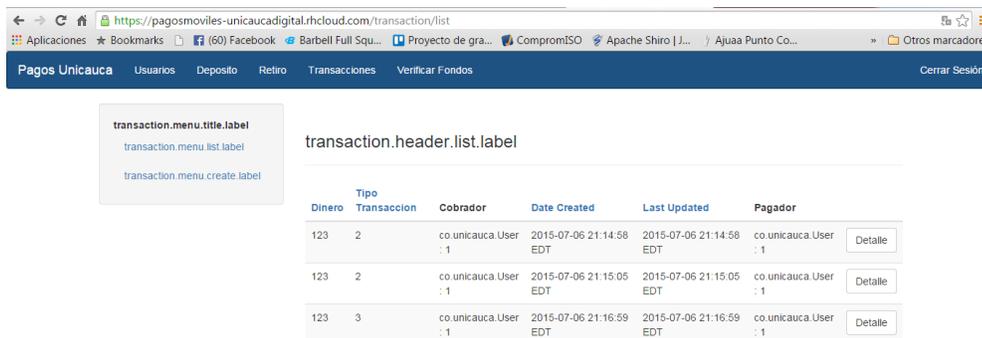


Figura D.5: Lista registro de transacciones. Fuente propia

D.2. Funcionamiento de la aplicación móvil

La figura D.6 muestra la ventana de configuración del smartphone. En este paso se procede a la activación de la funcionalidad de NFC para el posterior lanzamiento de la aplicación.

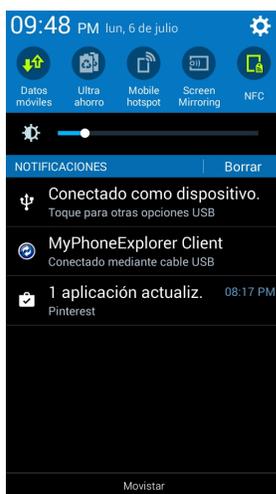


Figura D.6: Activación de NFC. Fuente propia

La figura D.7 muestra la interfaz diseñada para el registro de los usuarios en el sistema, esta operación debe realizarse bajo una condición de conectividad a Internet para la correspondiente comunicación con el servidor.



Figura D.7: Registro de usuario. Fuente propia

La figura D.8 muestra el proceso de sincronización con el servidor. En donde se intercambia información para el registro del usuario en el servidor y el almacenamiento de cierta información en la base de datos local.

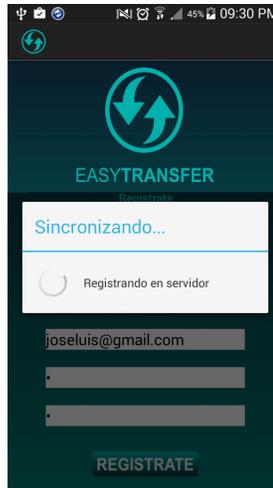


Figura D.8: Petición de registro al servidor. Fuente propia

La figura D.9 corresponde a la interfaz de opciones principal. En ella el usuario puede seleccionar el tipo de transacción a realizar, visualizar el saldo actual y cerrar la sesión.



Figura D.9: Menú principal de opciones. Fuente propia

La figura D.10 muestra la ventana de notificación para el cierre de sesión.

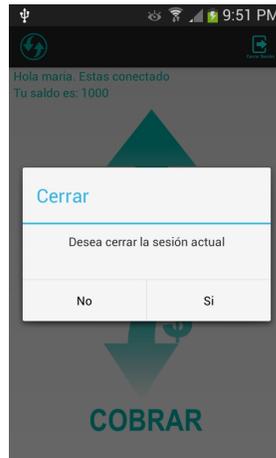


Figura D.10: Cerrar sesión. Fuente propia

D.2.1. Proceso de cobro

Las siguientes figuras muestran el proceso por medio del cual un usuario puede realizar un cobro a otro usuario del sistema.

El primer paso en el proceso de cobro es mostrada en la figura D.11. En ella el usuario debe ingresar el monto que desea cobrar al pagador.

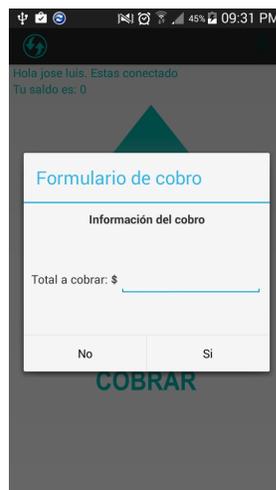


Figura D.11: Formulario de cobro. Fuente propia

El segundo paso en el proceso de cobro luego de haber ingresado el monto a cobrar es mostrado en la figura D.12. Es este paso el usuario debe acercar el dispositivo al dispositivo de pago, y tocar la pantalla al momento del despliegue de la notificación de inicio de la comunicación NFC.



Figura D.12: Transmisión NFC de la información de cobro. Fuente propia

Por último, de ser exitoso el cobro el sistema visualiza una notificación en donde despliega el mensaje observado en la figura D.13.



Figura D.13: Notificación de cobro exitoso. Fuente propia

D.2.2. Proceso de pago

Luego de seleccionar la opción de pagar el usuario queda habilitado para realizar la operación de pago. La actividad queda en estado de espera hasta que se le acerque el dispositivo con la correspondiente información de cobro. Este proceso se visualiza en la figura D.14.



Figura D.14: Interfaz inicial de pago. Fuente propia

A continuación del contacto de los dos dispositivos móviles. El pagador recibe un mensaje de notificación. La funcionalidad de este es para reconocer si realmente el usuario desea realizar el pago. Esta opción se visualiza en la figura D.15.



Figura D.15: Notificación para aprobación de pago. Fuente propia

El sistema está habilitado para realizar una transacción de modo Online y Offline. Por lo tanto si un pago es realizado en ausencia de conectividad, se debe realizar un paso extra. Este es explicado a continuación: El usuario pagador luego de aceptar pagar la cantidad transmitida (figura D.15) debe realizar un nuevo choque con el smartphone cobrador para transmitir la notificación de pago al cobrador. Como se observa en la figura D.16.



Figura D.16: Notificación de pago exitoso. Fuente propia

Luego de haber realizado el pago en modo Online u Offline se visualizará un mensaje, el cual notifica sobre la culminación de la transacción.