



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS

INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN

CARRERA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS E INFORMÁTICA

**TRABAJO DE TITULACIÓN, PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO DE INGENIERÍA DE SISTEMAS E INFORMÁTICA**

**TEMA: APLICACIÓN MÓVIL DE FACTURACIÓN ELECTRÓNICA
PARA LA EMPRESA BIGDATA C.A A TRAVÉS DE UNA
ARQUITECTURA DISTRIBUIDA INTEROPERABLE**

AUTOR: CRESPÍN VERA, DAVID LEONARDO

DIRECTOR: ING. SOLÍS ACOSTA, EDGAR FERNANDO

SANGOLQUÍ

2017

CERTIFICADO DEL DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN

CARRERA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS E INFORMÁTICA

CERTIFICACIÓN

Certifico que el trabajo de titulación, "APLICACIÓN MÓVIL DE FACTURACIÓN ELECTRÓNICA PARA LA EMPRESA BIGDATA C.A A TRAVÉS DE UNA ARQUITECTURA DISTRIBUIDA INTEROPERABLE" realizado por el señor DAVID LEONARDO CRESPIÓN VERA, ha sido revisado en su totalidad y analizado por el software anti-plagio, el mismo cumple con requisitos teóricos, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, por lo tanto me permito acreditarlo y autorizar al señor DAVID LEONARDO CRESPIÓN VERA para que lo sustente públicamente.

Sangolquí, 1 de febrero del 2017

Atentamente,

Director ING. EDGAR FERNANDO SOLIS ACOSTA

AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN

CARRERA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS E INFORMÁTICA

AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD

Yo, DAVID LEONARDO Crespín Vera, con cédula de identidad N°1309744041, declaro que este trabajo de titulación "APLICACIÓN MÓVIL DE FACTURACIÓN ELECTRÓNICA PARA LA EMPRESA BIGDATA C.A A TRAVÉS DE UNA ARQUITECTURA DISTRIBUIDA INTEROPERABLE" ha sido desarrollado considerando los métodos de investigación existentes, así como también se ha respetado los derechos intelectuales de terceros considerándose en las citas bibliográficas.

Consecuentemente declaro que este trabajo es de mi autoría, en virtud de ello me declaro responsable del contenido, veracidad y alcance de la investigación mencionada.

Sangolquí, 1 de febrero del 2017

DAVID LEONARDO Crespín VERA

CC:1309744041

AUTORIZACIÓN



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN

CARRERA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS E INFORMÁTICA

AUTORIZACIÓN

Yo, DAVID LEONARDO CRESPIÓN VERA, autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar en la biblioteca virtual de la institución el presente trabajo "APLICACIÓN MÓVIL DE FACTURACIÓN ELECTRÓNICA PARA LA EMPRESA BIGDATA C.A A TRAVÉS DE UNA ARQUITECTURA DISTRIBUIDA INTEROPERABLE" cuyo contenido, ideas y criterios son de mi autoría y responsabilidad.

Sangolquí, 1 de febrero del 2017

DAVID LEONARDO CRESPIÓN VERA

CC:1309744041

DEDICATORIA

El resultado de este proyecto va dedicado con cariño a mis padres Jaime y Patricia.

AGRADECIMIENTO

Un agradecimiento especial a mis padres ya que gracias a su apoyo y esfuerzo hicieron posible culminar con mis estudios.

Al Ing. Fernando Solís y al Ing. César Villacís por su ayuda para la realización de este proyecto.

ÍNDICE DE CONTENIDO

CERTIFICADO DEL DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN	i
AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD	ii
AUTORIZACIÓN.....	iii
DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTO	v
ÍNDICE DE CONTENIDO	vi
ÍNDICE DE TABLAS	xi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xii
ANEXOS.....	xiv
RESUMEN.....	xv
ABSTRACT.....	xvi
CAPÍTULO 1	1
INTRODUCCIÓN	1
1.1. Antecedentes.....	1
1.2. Planteamiento del problema	2
1.3. Justificación	3
1.4. Objetivos.....	3
1.4.1. Objetivo general	3
1.4.2. Objetivos específicos	4
1.5. Alcance	4
CAPÍTULO 2.....	6
MARCO TEÓRICO	6

2.1. Criptografía, certificado digital, firma digital y firma electrónica	6
2.1.1. Criptografía	6
2.1.2. Certificado digital.....	8
2.1.3. Firma digital y firma electrónica.....	8
2.1.3.2. Firma electrónica	9
2.2. Facturación electrónica.....	10
2.2.1. Definición	10
2.2.2. Comprobantes electrónicos.....	10
2.2.3. Proceso de comprobantes electrónicos	11
2.2.3.2. Clave de acceso	12
2.2.3.3. Formatos XML	12
2.2.3.4. RIDE	13
2.2.3.5. Ambientes de emisión.....	14
2.2.3.6. Esquemas de emisión.....	15
2.3. Metodología	17
2.3.1. Selección de la metodología de desarrollo.....	17
2.3.1.1. Extreme Programming o XP	18
2.3.1.2. Scrum.....	18
2.3.1.3. Mobile-D.....	18
2.4. Herramientas de desarrollo.....	23
2.4.1. Java Platform, Java Enterprise Edition (Java JEE)	23
2.4.2. Servidor Apache Tomcat.....	24
2.4.3. Java Server Faces (JSF).....	24
2.4.4. Primefaces	24

2.4.5. Netbeans IDE	25
2.4.6. Android.....	26
2.4.7. Arquitectura de Android.....	26
2.4.8. Versiones de Android	28
2.4.9. Android Studio IDE.....	28
2.4.10. Base de datos PostgreSQL.....	29
2.4.11. Hibernate ORM	30
2.4.12. Servicio web	31
2.4.13. REST.....	32
2.4.14. Servicios Web RESTful	33
2.4.15. JAX-RS Y Jersey.....	33
2.4.16. Retrofit.....	34
2.4.17. HttpClient	34
2.4.18. Google Cloud Messaging (GCM)	35
2.4.19. JSON Web Token (JSON Web Token)	36
CAPITULO 3.....	38
DESARROLLO DE LA APLICACIÓN MÓVIL	38
3.1. Exploración	38
3.1.1. Establecimiento de grupos de interés	38
3.1.2. Definición del alcance y establecimiento del proyecto	39
3.2. Inicialización	39
3.2.1. Requerimientos iniciales	39
3.2.3. Pila del producto.....	42
3.2.4. Módulo: Persistencia	47

3.2.5.	Módulo: Usuarios	47
3.2.6.	Módulo: Impuestos	48
3.2.7.	Módulo: Mensajes	48
3.2.8.	Módulo: Clientes, productos y establecimientos	48
3.2.9.	Módulo: Comprobantes electrónicos	48
3.2.10.	Módulo: Repositorio	49
3.2.11.	Módulo: Firma electrónica	49
3.2.12.	Limitaciones	49
3.2.13.	Supuestos y dependencias	49
3.2.14.	Planificación inicial	50
3.2.15.	Planificación de fases.....	51
3.2.16.	Diseño de la aplicación	53
3.2.16.1.	Esquema de navegabilidad aplicación web	53
3.2.16.2.	Esquema de navegabilidad aplicación móvil	55
3.2.16.3.	Arquitectura de la aplicación.....	57
3.2.16.4.	Proceso de facturación electrónica.....	59
3.2.16.5.	Diagrama relacional de base de datos	59
3.2.16.6.	Descripción de interfaces de usuario.....	61
3.2.16.6.1.	Aplicación web	61
3.2.16.6.2.	Aplicación móvil.....	61
3.3.	Producción y estabilización.....	69
3.3.1.	Estándares de codificación	70
3.3.2.	Descripción de paquetes.....	71
3.3.2.1.	Paquetes de la aplicación web.....	71
3.3.2.2.	Paquetes de servicio web	73
3.3.2.3.	Paquetes de aplicación móvil.....	75

3.3.3. Prácticas de seguridad.....	77
3.4. Pruebas del sistema y correcciones	79
3.4.1. Pruebas unitarias	81
3.4.2. Pruebas de integración	84
3.4.3. Pruebas de interfaces de usuario.....	84
3.4.4. Pruebas de aceptación.....	84
3.5. Ejecución	84
CAPITULO 4.....	98
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	98
4.1. Conclusiones	98
4.2. Recomendaciones.....	99
CAPITULO 5.....	100
5.1. Referencias.....	100

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Validaciones recepción	16
Tabla 2 Comparación de Metodologías Ágiles.....	21
Tabla 3 Versiones de Android.....	28
Tabla 4 Capacidades de PostgreSQL	29
Tabla 5 Requerimientos	41
Tabla 6 Pila del producto	43
Tabla 7 Historia de usuario: Registrar información del emisor del comprobante	50
Tabla 8 Planificación de fases	51
Tabla 9 Descripción de paquetes de aplicación web	72
Tabla 10 Descripción de paquetes de servicio web	73
Tabla 11 Descripción de paquetes de aplicación móvil	75
Tabla 12 Lista de verificación de pruebas unitarias.....	81
Tabla 13 Lista de verificación de pruebas de integración.....	84

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Clave simétrica	7
Figura 2 Clave asimétrica	7
Figura 3 Firma XadES_BES	11
Figura 4 Formato XML de factura	13
Figura 5 Formato RIDE de factura	14
Figura 6 Comprobantes electrónicos	15
Figura 7 Soporte Java EE	25
Figura 8 Soporte Servicios Web	25
Figura 9 Arquitectura Android	26
Figura 10 Hibernate	30
Figura 11 Servicio Web.....	31
Figura 12 Navegabilidad aplicación	54
Figura 13 Navegabilidad aplicación móvil.....	56
Figura 14 Arquitectura de la aplicación.....	58
Figura 15 Proceso de facturación electrónica.....	59
Figura 16 Diagrama relacional de base de datos.....	60
Figura 17 Tema Modena.....	61
Figura 18 Pantalla de inicio.....	62
Figura 19 Inicio de sesión	62
Figura 20 Pantalla principal	63
Figura 21 Pantalla comunes	63
Figura 22 Opciones repositorio	64
Figura 23 Comprobantes emitidos	64
Figura 24 Barra de herramientas	65
Figura 25 Opciones facturación	65
Figura 26 Factura electrónica	66
Figura 27 Resumen	66
Figura 28 RIDE	67

Figura 29 Firma y autorización.....	67
Figura 30 Mensaje autorización.....	68
Figura 31 Administración clientes.....	69
Figura 32 Barra de herramientas.....	69
Figura 33 Pantalla de inicio.....	85
Figura 34 Pantalla de registro de usuario emisor.....	86
Figura 35 Pantalla de registro de usuario receptor.....	87
Figura 36 Pantalla renovar certificado digital.....	88
Figura 37 Pantalla de recuperación de contraseña.....	89
Figura 38 Inicio de sesión.....	90
Figura 39 Pantalla principal.....	91
Figura 40 Pantalla de administración de empresas.....	92
Figura 41 Opción que muestra información del certificado.....	93
Figura 42 Pantalla de inicio.....	94
Figura 43 Pantalla inicio de sesión.....	94
Figura 44 Menú lateral izquierdo.....	95
Figura 45 Menú desplegable.....	95
Figura 46 Tipos de comprobante.....	96
Figura 47 Componentes de factura electrónica.....	96
Figura 48 Opciones de repositorio.....	97
Figura 49 Comprobantes emitidos autorizados.....	97

ANEXOS

Anexo 1: Ficha Técnica de Comprobantes Electrónicos Esquema On-line

Anexo 2: Historias de usuario

Anexo 3: Prototipos

Anexo 4: Pruebas de interfaces de usuario

Anexo 5: Pruebas de aceptación

Anexo 6: Ejecución del sistema

Anexo 7: Carta de auspicio

Anexo 8: Carta de aceptación

RESUMEN

Este trabajo presenta el análisis, diseño e implementación de una aplicación para dispositivos móviles con sistema operativo Android que permite la generación, autorización, notificación y almacenamiento de comprobantes electrónicos, fue desarrollado para la empresa BIGDATA. Para llevarlo a cabo se ha empleado la metodología ágil Mobile-D, ya que cuenta con un enfoque especial para dispositivos móviles, se apoya en otras técnicas y procesos bien conocidos y consolidados y cuenta con una clara documentación. Para la implementación de la aplicación móvil se usó el SDK de Android junto con los conceptos de diseño de Material Design, también se desarrolló una pequeña aplicación web usando Java EE, JSF y Primefaces, que se encarga de la administración y registro de información de los usuarios, en medio de ambas aplicaciones se encuentra un servicio web RESTful que se encarga de gestionar todas las peticiones y respuestas principalmente en formato JSON. Para la persistencia de datos se usó el framework Hibernate y para el almacenamiento se utilizó la base de datos relacional PostgreSQL.

Palabras Clave:

- **ANDROID**
- **MOBILE-D**
- **MATERIAL DESIGN**
- **RESTFUL**
- **JSON**

ABSTRACT

This work presents the analysis, design and implementation of an application for mobile devices with Android operating system that allows the generation, authorization, notification and storage of electronic vouchers, was developed for the company BIGDATA. To carry it out, the agile Mobile-D methodology has been used, since it has a special focus on mobile devices, it relies on other well-known and consolidated techniques and processes and has a clear documentation. For the implementation of the mobile application, the Android SDK was used in conjunction with the design concepts of Material Design. A small web application was also developed using Java EE, JSF and Primefaces, which is responsible for the administration and registration of user information, in the middle of both applications is a RESTful web service that is responsible for managing all requests and responses mainly in JSON format. For the data persistence, the Hibernate framework was used and the PostgreSQL relational database was used for storage.

Keywords:

- **ANDROID**
- **MOBILE-D**
- **MATERIAL DESIGN**
- **RESTFUL**
- **JSON**

CAPÍTULO 1

INTRODUCCIÓN

1.1. Antecedentes

El uso y la incorporación cada vez más frecuente de tecnologías de la información en la sociedad, ha obligado a que poco a poco nos integremos a un mundo electrónico, donde nuestra identidad digital transcurre paralela a nuestra identidad física, en el cual el principal problema reside en que no existe contacto directo entre las partes implicadas, para ello es necesario un documento digital que ofrezca las mismas funcionalidades que los documentos físicos con el agregado de ofrecer garantías aún sin presencia física, es decir, que no exista una pérdida de seguridad y confidencialidad, y que genere confianza, es en estos aspectos donde la firma electrónica está tomando más relevancia cada día.

Uno de los principales usos de la firma electrónica es la facturación electrónica, la cual es la versión digital del proceso tradicional de facturación con documentos físicos, este documento electrónico garantiza, al igual que la facturación tradicional, una validez legal y tributaria mediante procedimientos de firma digital a través del uso de certificados digitales reconocidos en el país.

En el Ecuador el Servicio de Rentas Internas (SRI), a través de una normativa emitida en mayo del 2013, motiva la implementación obligatoria y voluntaria de este sistema a empresas públicas y privadas del Ecuador.¹

BIGDATA una empresa relacionada con el análisis, diseño e implementación de sistemas informáticos, y que actualmente se encuentra dedicada al desarrollo de sistemas de facturación electrónica orientados a la web se ve en la necesidad de trasladar sus procesos y sistemas de facturación electrónica a dispositivos móviles para micro y pequeñas empresas.

¹ Resolución NAC-DGERCGC13-00236, Registro Oficial 956 de 17 de mayo de 2013.

1.2. Planteamiento del problema

En todo el Ecuador la facturación electrónica es una realidad, una obligación para los grandes contribuyentes y está en continuo crecimiento. En agosto del 2014, las sociedades emisoras y administradoras de tarjetas de crédito iniciaron con el proceso electrónico mientras las instituciones financieras, contribuyentes especiales del sector de telecomunicaciones, televisión pagada y exportadores comenzaron en octubre del 2015, luego siguieron la dinámica las empresas y entidades del sector público, Asamblea Nacional, organismos y entidades de la función ejecutiva y judicial, entre otras, para los siguientes meses se prevé que ingresen a este esquema todos los contribuyentes².

Debido a este hecho, micro y pequeñas empresas que realizan transacciones con los grandes contribuyentes se encuentran con los siguientes inconvenientes:

- Se ven obligadas a formar parte del esquema de emisión de comprobantes electrónicos para poder continuar sus relaciones comerciales con las mismas.
- No cuentan con una infraestructura tecnológica adecuada para integrar procesos de facturación electrónica.
- Dado su giro del negocio necesitan disponer de un medio tecnológico que sea móvil y fácil para gestionar sus procesos contables y de esta manera no se vean afectadas tanto en tiempo como en dinero.

² Resolución NAC-DGERCGC14-00366, Registro Oficial 257 y Resolución NAC-DGERCGC14-00157, Registro Oficial 215.

1.3. Justificación

Actualmente la empresa BIGDATA no cuenta con una aplicación móvil que se ajuste a las necesidades de ciertos clientes como micro y pequeñas empresas, los cuales dada su falta de infraestructura tecnológica y el ámbito de sus actividades comerciales necesitan recurrentemente la posibilidad de generar sus comprobantes electrónicos al instante de una forma práctica, ágil y segura.

Además, una aplicación móvil de facturación electrónica permitiría solucionar los problemas que existe con la facturación tradicional y se obtendrían los siguientes beneficios, los cuales son:

- Proporcionar la misma validez que los documentos físicos.
- Reducción de tiempos de envío de comprobantes.
- Ahorro en el gasto de papelería física y su archivo.
- Contribuye al medio ambiente, debido al ahorro de papel y tintas de impresión.
- Mayor seguridad en el resguardo de los documentos.
- Menor probabilidad de falsificación.
- Procesos administrativos más rápidos y eficientes. (SRI Servicio de Rentas Internas, 2016)

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

Analizar, diseñar y desarrollar una aplicación móvil de facturación electrónica para la empresa BIGDATA C.A a través de una arquitectura distribuida interoperable.

1.4.2. Objetivos específicos

- Revisar el estado del arte referente a firma electrónica, facturación electrónica en el Ecuador y herramientas de desarrollo que permitan integrar aplicaciones Java y Android.
- Realizar el análisis de los requerimientos del sistema a través de las buenas prácticas y técnicas que recomienda la metodología Mobile-D.
- Definir el diseño y desarrollo del sistema que permita la generación, autorización, distribución y almacenamiento de comprobantes electrónicos desde un dispositivo móvil.
- Ejecutar pruebas unitarias, de integración, de interfaces de usuario y de aceptación del sistema que permitan verificar su funcionalidad.

1.5. Alcance

El tema “Aplicación móvil de facturación electrónica para la empresa BIGDATA C.A a través de una arquitectura distribuida interoperable.”, se basa en el siguiente marco:

La aplicación móvil desarrollada funciona a partir de la versión 4.4 KitKat API 19 de Android, ya que es considerada una de las versiones más estables y ha marcado un punto de referencia en lo que se refiere a rapidez, innovación y funcionalidades de utilidad dentro de las versiones de Android.

Los tipos de comprobantes que se generan desde el dispositivo móvil ya que son los más comunes, son los siguientes:

- Factura
- Nota de crédito
- Comprobante de retención

Los comprobantes que se generen desde la aplicación móvil serán dentro de un entorno de pruebas.

El proceso de emisión comprobante electrónico consiste en:

- **Emisión:** El emisor dispone de la generación de tres tipos de comprobantes electrónicos que son considerados los más importantes y usados los cuales son: factura, nota de crédito y comprobante de retención.
- **Firma:** Una vez generado el comprobante electrónico se valida la estructura del XML y se firma con el certificado de firma digital del emisor.
- **Autorización:** El emisor envía el comprobante firmado usando los servicios web del SRI en donde será validado y posteriormente autorizado o no autorizado.
- **Notificación:** El comprobante autorizado es enviado al correo electrónico del receptor.
- **Almacenamiento:** Finalmente se almacena la información del documento electrónico y el archivo de respuesta del SRI ya sea que esté autorizado o no autorizado.

CAPÍTULO 2

MARCO TEÓRICO

2.1. Criptografía, certificado digital, firma digital y firma electrónica

2.1.1. Criptografía

La palabra Criptografía proviene del griego *kryptos* (oculto) y *grafía* (escritura): escritura oculta. La Criptografía consiguientemente es la ciencia que estudia la escritura secreta, es decir, la forma de escribir ocultando el significado. En la práctica, la Criptografía se ocupa del cifrado y el descifrado de mensajes para evitar que caiga en manos poco confiables.

La Criptografía se basa en la aritmética: por ejemplo, si el contenido es texto, el mensaje es transformado en una serie de números que por medio de una serie de cálculos consigue:

- Modificarlos y hacerlos incomprensibles. El resultado de esta modificación (el mensaje cifrado) se llama texto cifrado, en contraste con el mensaje inicial, llamado texto simple.
- Garantizar que el receptor pueda descifrarlo.

El hecho de codificar un mensaje para que sea secreto se llama cifrado. El método inverso, que consiste en recuperar el mensaje original, se llama descifrado.

El cifrado generalmente se realiza mediante una clave de cifrado y el descifrado requiere una clave de descifrado. Las claves normalmente se dividen en dos tipos:

Las claves simétricas: son las claves que se usan tanto para el cifrado como para el descifrado. En este caso hablamos de cifrado simétrico o cifrado con clave secreta.

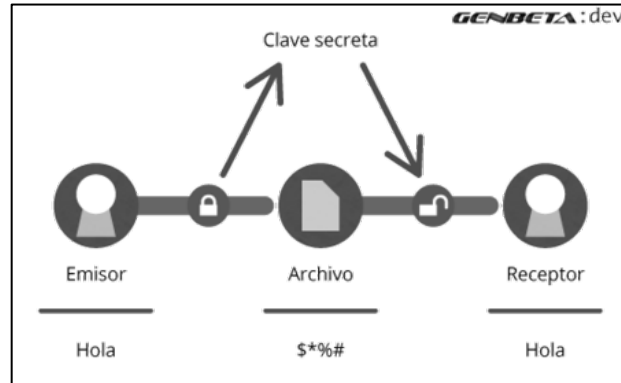


Figura 1 Clave simétrica

Fuente: (Gutiérrez, 2013)

El beneficio más importante que tiene la criptografía de clave simétrica es su velocidad lo que lo hace como uno de los más apropiados para el cifrado de grandes cantidades de datos, por otro lado, uno de los inconvenientes que muestra es la necesidad de distribuir la clave del cifrado, por lo que, si alguien consigue el mensaje y la clave utilizada, podrá descifrar el mensaje. (CERES, 2016)

Las claves asimétricas: son las claves que se usan en el caso del cifrado asimétrico, también llamado cifrado con clave pública. En este caso, se usa una clave para el cifrado y otra para el descifrado.

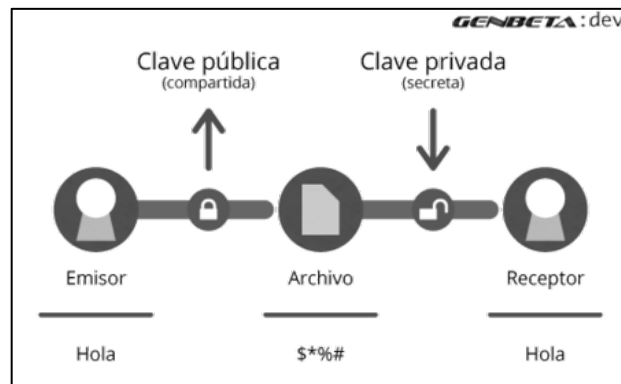


Figura 2 Clave asimétrica

Fuente: (Gutiérrez, 2013)

El beneficio obtenido consiste en la supresión de la necesidad del envío de la clave, siendo por lo tanto un sistema más seguro.

El inconveniente es la lentitud de la operación. Para solventar esto, el procedimiento que suele seguirse para realizar el cifrado de un mensaje es utilizar un algoritmo de clave pública junto a uno de clave simétrica. (CERES, n.d.)

2.1.2. Certificado digital

Es un documento digital emitido por una Autoridad de Certificación el cual asegura la vinculación entre la identidad del usuario, su clave pública y privada. Su misión es validar y certificar que la firma electrónica se corresponde con una persona o una entidad definida.

Un certificado digital contiene la siguiente información que sirve para identificar al propietario:

- Identificación de la Autoridad de Certificación
- Los datos del titular del certificado que permitan su ubicación e identificación
- Las fechas de emisión y expiración del certificado
- El número único de serie que identifica el certificado
- Clave pública del titular del certificado
- Puntos de distribución (URL) para verificación de la CRL (Banco Central del Ecuador, s.f.)

2.1.3. Firma digital y firma electrónica

2.1.3.1. Firma digital

La firma digital es un proceso de cifrado matemático que permite a cualquiera comprobar la autenticidad de los datos cifrados. Se trata de un sistema de cifrado

asimétrico y emplea, por lo tanto, una clave privada y otra pública. (firma-electronica.eu, 2016)

2.1.3.2. *Firma electrónica*

Son los datos en forma electrónica consignados en un mensaje de datos, adjuntados o lógicamente asociados al mismo, y que puedan ser utilizados para identificar al titular de la firma en relación con el mensaje de datos, e indicar que el titular de la firma aprueba y reconoce la información contenida en el mensaje de datos.

La firma electrónica tendrá igual validez y se le reconocerán los mismos efectos jurídicos que a una firma manuscrita en relación con los datos consignados en documentos escritos, y será admitida como prueba en juicio.

A continuación, se detalla las características que posee la firma electrónica:

- **Autenticidad:** La información del documento y su firma electrónica se corresponden indudablemente con la persona que ha firmado.
- **Integridad:** La información contenida en texto electrónico, no ha sido modificada luego de su firma.
- **No repudio:** La persona que ha firmado electrónicamente no puede decir que no lo ha hecho.
- **Confidencialidad:** La información contenida ha sido cifrada y por voluntad del emisor se permite que el receptor pueda descifrarla. (Banco Central del Ecuador, n.d.)

2.1.3.3. *Firma digital vs. Firma electrónica*

La firma digital es un concepto fundamentalmente técnico mientras que la firma electrónica es un término mucho más amplio ya que hace referencia a cuestiones legales, organizativas, técnicas, etc. Por lo que podemos decir que la firma digital es uno de los elementos que compone la firma electrónica.

2.2. Facturación electrónica

2.2.1. Definición

La Ley de Comercio Electrónico, Firmas Electrónicas y Mensajes de Datos (Ley de Comercio Electrónico), publicada en el Registro Oficial número 557 del 17 de abril del 2002, tiene como objeto regular los mensajes de datos, la firma electrónica, los servicios de certificación, la contratación electrónica y telemática, la prestación de servicios electrónicos, a través de redes de información, incluido el comercio electrónico y la protección a los usuarios de estos sistemas.

Esta ley define a la factura electrónica como:

Conjunto de registros lógicos archivados en soportes susceptibles de ser leídos por equipos electrónicos de procesamiento de datos que documentan la transferencia de bienes y servicios, cumpliendo los requisitos exigidos por las Leyes Tributarias, Mercantiles y más normas y reglamentos vigentes. (SRI Servicio de Rentas Internas, 2016)

Para asegurar la legalidad de la misma, es decir, que tenga igual valor jurídico que una factura en papel, se emplea la firma digital con certificados digitales reconocidos.

2.2.2. Comprobantes electrónicos

Es un documento que cumple con los requisitos legales y reglamentarios exigibles para todos comprobantes de venta, garantizando la autenticidad de su origen y la integridad de su contenido, con validez legal siempre que contenga una firma electrónica. (SRI Servicio de Rentas Internas, 2016).

La resolución publicada en el Registro Oficial número 666 del 21 de marzo del 2012, expide las normas para el esquema de emisión de comprobantes de venta, retención y documentos complementarios mediante mensajes de datos

(comprobantes electrónicos), en la cual se definen los documentos que pueden ser emitidos electrónicamente, los cuales son:

- Facturas
- Notas de crédito
- Notas de débito
- Comprobantes de retención
- Guías de remisión

2.2.3. Proceso de comprobantes electrónicos

2.2.3.1. Estándares de firma y algoritmo de cifrado

Como lo establece el SRI:

Para la generación y emisión de los documentos electrónicos los contribuyentes deberán obligatoriamente firmar cada archivo XML bajo el estándar de firma digital de documentos XML: XadES_BES, esto quiere decir que cada archivo XML tendrá dentro de su estructura la firma electrónica y constituirá un documento electrónico válido una vez que el SRI proceda con la autorización.

A continuación, se detallan las especificaciones técnicas del estándar XadES_BES:

Descripción	Especificación	Documentación técnica relacionada
Estándar de firma	XadES_BES	http://uri.etsi.org/01903/v1.3.2/ts_101903v010302p.pdf
Versión del esquema	1.3.2	http://uri.etsi.org/01903/v1.3.2#
Codificación	UTF-8	
Tipo de firma	ENVELOPED	http://www.w3.org/2000/09/xmlsig#enveloped-signature

Figura 3 Firma XadES_BES

Fuente: (SRI Servicio de Rentas Internas, 2017)

El algoritmo de encriptación es RSA-SHA1, es un sistema de cifrado de clave pública para el cifrado y la autenticación, RSA se combina con la función de hash SHA1 para firmar un mensaje. En general, SHA1 se considera el mejor algoritmo de la familia de algoritmos hash o de resumen y es el que se aplica en la mayoría de las aplicaciones de firma electrónica. Por lo tanto, es muy habitual aplicar

SHA1 seguido de RSA para realizar una firma electrónica de un documento y debe tener una longitud de la clave para asegurar la protección de la información de 2048 bits (SRI Servicio de Rentas Internas, 2017).

2.2.3.2. *Clave de acceso*

Todo comprobante electrónico tiene una clave de acceso, que es considerada única, y sirve para verificar si el comprobante está autorizado o no, la misma se compone de un número de 49 caracteres numéricos que debe ser generada de manera automática por parte de la herramienta o sistema informático que use el emisor.

2.2.3.3. *Formatos XML*

Para la generación de los comprobantes electrónicos el SRI definió una estructura en formato XML para cada tipo de comprobante, los cuales deben ser validados en su respectivo esquema XSD. En la figura 4 se puede apreciar parte del formato XML que debe cumplir una factura electrónica con sus etiquetas, carácter, tipo de campo y longitud/formato, en el anexo Ficha Técnica de Comprobantes Electrónicos Esquema On-line se pueden verificar los formatos para todos los tipos de comprobante.

ETIQUETAS O TAGS	CARÁCTER	TIPO DE CAMPO	LONGITUD / FORMATO
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" ?>	Obligatorio	-	-
<factura id="comprobante" version="1.0.0">	Obligatorio	-	-
- <infoTributaria>	Obligatorio	-	-
<ambiente>1 </ambiente>	Obligatorio, conforme tabla 5	Númérico	1
<tipoEmision>1 </tipoEmision>	Obligatorio, conforme tabla 2	Númérico	1
<razonSocial>Distribuidora de Suministros Nacional S.A.</razonSocial>	Obligatorio	Alfanumérico	Max 300
<nombreComercial>Empresa Importadora y Exportadora de Piezas</ nombreComercial >	Obligatorio cuando corresponda	Alfanumérico	Max 300
<ruc>1792146739001</ruc>	Obligatorio	Númérico	13
<claveAcceso>2110201101179214673900110020010000000011234567813</claveAcceso>	Obligatorio	Númérico	49
<codDoc>01</codDoc>	Obligatorio, conforme tabla 4	Númérico	2
<estab>002</estab>	Obligatorio	Númérico	3
<ptoEmi>001</ptoEmi>	Obligatorio	Númérico	3
<secuencial>000000001</secuencial>	Obligatorio	Númérico	9
<dirMatriz>Enrique Guerrero Portilla OE1-34 AV. Galo Plaza Lasso</dirMatriz>	Obligatorio	Alfanumérico	Max 300

Figura 4 Formato XML de factura

Fuente: (SRI Servicio de Rentas Internas, 2017)

2.2.3.4. RIDE

El RIDE es un formato de representación impresa de un documento electrónico y tiene igual validez que los comprobantes establecidos en el Reglamento de Comprobantes de Venta, Retención y Documentos Complementarios y su contenido podrá ser verificado con la información que reposa en la base de datos de la Administración Tributaria. En la figura 5 se muestra el formato RIDE para una factura electrónica, en el anexo Ficha Técnica de Comprobantes Electrónicos Esquema On-line se pueden verificar los formatos RIDE para todos los tipos de comprobante.



R.U.C.: 1760013210001

FACTURA

No. 001-222-00000020

NÚMERO DE AUTORIZACIÓN
120920160117600132100011001222000000201234567817

FECHA Y HORA DE AUTORIZACIÓN 12/09/2016 10:55:08.000

AMBIENTE: PRUEBAS

EMISIÓN: NORMAL

CLAVE DE ACCESO



120920160117600132100011001222000000201234567817

SRI 2

SRI

Dirección Matriz: GFGDGFDFGDF 211313 Y GFGDGFDFGDF

Dirección Sucursal: FGDFGDFDFGDF

Contribuyente Especial Nro 11245

OBLIGADO A LLEVAR CONTABILIDAD SI

Razón Social / Nombres y Apellidos: PRUEBAS SERVICIO DE RENTAS INTERNAS **Identificación:** 1760013210001

Fecha Emisión: 12/09/2016 **Guía Remisión:**

Cod. Principal	Cod. Auxiliar	Cant	Descripción	Detalle Adicional	Detalle Adicional	Detalle Adicional	Precio Unitario	Subsidio	Precio Sin Subsidio	Desuento	Precio Total
A0001		1	SERVICIOS				100,00	0,00	0,00	0	100,00
B0001		1	BIENES				100,00	0,00	0,00	0	100,00

Información Adicional

Dirección Salinas y Santiago

Email pruebasri@hotmail.com

Forma de Pago	Valor
OTROS CON UTILIZACION DEL SISTEMA FINANCIERO	212,00

SUBTOTAL IVA	100,00
SUBTOTAL IVA-0%	100,00
SUBTOTAL NO OBJETO IVA	0,00
SUBTOTAL EXENTO IVA	0,00
SUBTOTAL SIN IMPUESTOS	200,00
DESCUENTO	0,00
CE	0,00
IVA 14%	14,00
RBPUR	0,00
PROPIA	0,00
VALOR TOTAL	214,00
(-DESCUENTO SOLIDARIO 2%)	0,00
VALOR PAGAR	212,00

VALOR TOTAL SIN SUBSIDIO 0,00

AHORRO POR SUBSIDIO: (Incluye IVA cuando corresponda) 0,00

Figura 5 Formato RIDE de factura

Fuente: (SRI Servicio de Rentas Internas, 2016)

2.2.3.5. *Ambientes de emisión*

Para la emisión de comprobantes electrónicos el SRI dispone de dos ambientes:

- **Pruebas:** En este ambiente los emisores podrán realizar ajustes en sus sistemas, verificando que los documentos XML sean validados por los respectivos esquemas XSD, que cumplan con el tipo de firma electrónica incorporada en los comprobantes, y que los mismos sean autorizados a través de servicio web; los comprobantes emitidos en este ambiente no tienen validez tributaria.
- **Producción:** Es el ambiente utilizado luego de realizar las pruebas y de haber solicitado la emisión en el ambiente de producción, todas las acciones que se realicen en este ambiente, así como los comprobantes electrónicos autorizados tendrán validez tributaria.

2.2.3.6. Esquemas de emisión

En la actualidad, existen los siguientes esquemas de emisión:

- Online
- Contingencia
- Offline (en desarrollo)

El proceso de emisión, autorización y recepción de comprobantes electrónicos se resume en el siguiente gráfico:

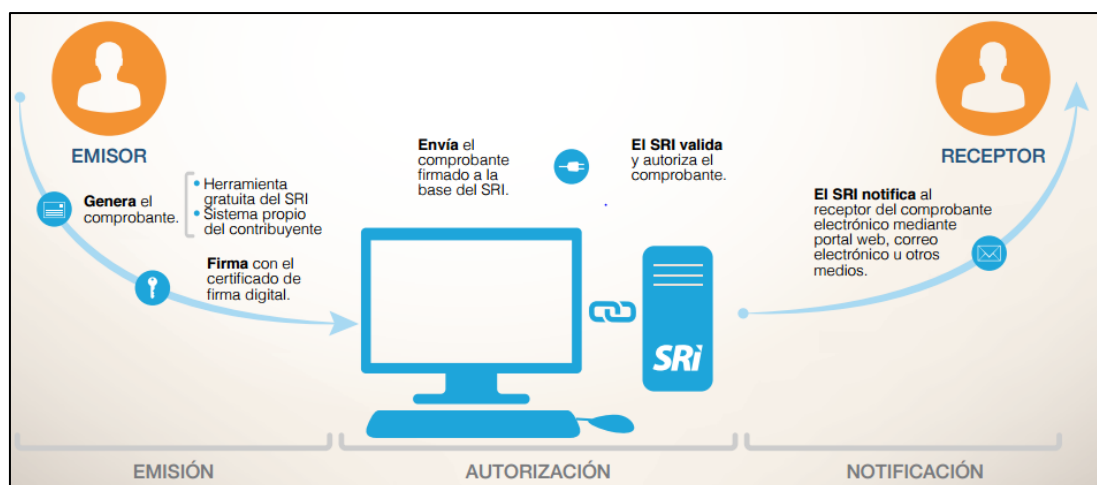


Figura 6 Comprobantes electrónicos

Fuente: (SRI Servicio de Rentas Internas, 2016)

Emisión: En la cual el emisor (contribuyente) obtiene el certificado digital a través de una Autoridad de Certificación, realiza la solicitud para la emisión de documentos electrónicos en el SRI, posteriormente se valida la estructura del comprobante por medio del respectivo esquema XSD y se genera el comprobante firmado.

Envío: Se envía el comprobante firmado al servicio web de recepción del SRI, aquí es donde se realizan las siguientes validaciones:

Tabla 1

Validaciones recepción

ORDEN	VALIDACIÓN	DESCRIPCIÓN
1	Validación XML	Tamaño archivo Esquema activo XML bien formado y válido
2	Validación contribuyente emisor	RUC activo Establecimiento activo Autorización para emitir comprobantes electrónicos activa Autorización para emisión del tipo de comprobante
3	Validación unicidad	Clave acceso única Secuencial único Clave acceso bien formada
4	Validación firma	Validez firma y cadena de confianza OCSP
5	Verificaciones adicionales	Fecha emisión Identificación del receptor del comprobante Documento de sustento
6	Validación diferencias	

Fuente: (SRI Servicio de Rentas Internas, 2017)

Autorización: El SRI realiza otras validaciones las cuales se encuentra en el anexo Ficha Técnica de Comprobantes Electrónicos Esquema On-line, donde se especifican los códigos y advertencias de error, una vez validado se genera una

respuesta que es solicitada a través del servicio web de consulta del SRI, en donde se indica el estado del comprobante: autorizado o no autorizado, si es el segundo caso se detalla el motivo del rechazo. Los comprobantes que hayan sido rechazados pueden ser reenviados para su autorización una vez corregido el motivo de el error sin generar una nueva clave de acceso y/o secuencial. En el caso del error de código 70-Clave de acceso en procesamiento, no se debe reenviar el comprobante o generar el comprobante con otra clave de acceso y/o secuencial hasta recibir una respuesta de autorización o rechazo del mismo, en un tiempo máximo de 24 horas.

Notificación: El receptor puede verificar los comprobantes electrónicos autorizados mediante la página web del emisor, correo electrónico, u otros medios o a través de la página web del SRI.

2.3. Metodología

2.3.1. Selección de la metodología de desarrollo

Como se indica en el artículo “Metodologías ágiles en el desarrollo de aplicaciones para dispositivos móviles. Estado actual” las metodologías ágiles:

Constituyen una buena solución para proyectos a corto plazo, en especial, aquellos proyectos en donde los requisitos están cambiando constantemente, un ejemplo de esto son las aplicaciones para dispositivos móviles, debido a que éstas tienen que satisfacer una serie de características y condicionantes especiales, tales como: canal, movilidad, portabilidad, capacidades específicas de las terminales, entre otras. (Balaguera, 2013)

En la actualidad, existen diferentes metodologías ágiles por lo que se ha creído conveniente realizar una comparación entre las tres más importantes las cuales son: Extreme Programming o XP, Scrum y Mobile-D, para finalmente escoger una que se adapte al presente proyecto.

2.3.1.1. *Extreme Programming o XP*

La “programación extrema” es un estilo de desarrollo de software que se centra en la aplicación excelente de técnicas de programación, comunicación clara y trabajo en equipo. Se adapta en proyectos donde los requisitos son vagos o cambian rápidamente; se basa en la simplicidad y como objetivo principal tiene la satisfacción de cliente, para conseguirlo se ampara en valores de comunicación, retroalimentación, sencillez, coraje y respeto. (Kent Beck, 2004)

2.3.1.2. *Scrum*

Es un enfoque para desarrollar productos y servicios innovadores. Entre las ventajas se encuentran la productividad, calidad y que se realiza un seguimiento diario de los avances del proyecto logrando que los integrantes estén unidos, comunicados y que el cliente esté al tanto de los progresos. El marco de trabajo consiste en los equipos, roles, actividades, artefactos y reglas asociadas. Cada componente dentro del marco de trabajo sirve a un propósito específico y es esencial para el éxito de Scrum y para su uso. (Rubin, 2012)

2.3.1.3. *Mobile-D*

Es una metodología para el desarrollo ágil de software, que no solamente está orientada al desarrollo de aplicaciones móviles, también es usada en aplicaciones de seguridad, financieras, de logística y de simulación. Trabaja en ciclos de desarrollo cortos y en equipos muy pequeños. Se basa en metodologías conocidas como: Extreme Programming, Crystal Methodologies y Rational Unified Process.

2.3.1.3.1. Fases

Mobile-D se compone de 5 fases: Exploración, Inicialización, Producción, Estabilización y Pruebas del Sistema.

- *Exploración*

El propósito de la fase de exploración es planear y establecer el proyecto. Esta fase es vital para establecer el propósito del producto, los grupos de interés, involucrados (stakeholders), requerimientos iniciales y estándares relevantes.

- *Inicialización*

El propósito de la fase de inicialización es definir y acordar con el o los clientes el cómo se llevará a cabo la comunicación con el equipo de desarrollo/gerente de proyecto durante el desarrollo del software, es aquí donde se diseña la arquitectura inicial del sistema, y se identifican el conjunto de requerimientos que crean los componentes e interfaces más importantes del sistema, que son los generadores de valor del negocio.

- *Producción*

Tiene los siguientes propósitos: El primero es seleccionar y planear los contenidos de trabajo para la iteración, analizar y priorizar los requerimientos, el plan de contenido de la iteración como son las tarjetas de historias y tarjetas de tareas, para luego generar las pruebas de aceptación. El segundo propósito es el de implementar la funcionalidad del sistema anteriormente planeada, una iteración puede contener 1-n días de trabajo. El último paso de esta etapa es hacer una versión totalmente funcional del sistema que está en desarrollo.

- *Estabilizar*

El propósito de esta fase es de asegurar la calidad de la implementación del proyecto, los objetivos de esta fase son: Finalizar la implementación del proyecto, mejorar y asegurar la calidad del producto y finalizar la documentación del producto.

- *Pruebas del sistema y correcciones*

El propósito de esta fase es verificar si el producto desarrollado cumple con las funcionalidades definidas por el cliente, así como el de proveer la retroalimentación al equipo del proyecto y arreglar los defectos encontrados en el sistema. (VTT Electronics).

De la documentación referente a cada una de las metodologías consultadas se pudo obtener la siguiente tabla (ver tabla 2):

Tabla 2
Comparación de Metodologías Ágiles

Aspectos	XP	Scrum	Mobile-D
Equipo de desarrollo	Programador, Tester	Equipo de desarrollo	Equipo de desarrollo (1 a 9 personas) Programación en parejas
Roles	Cliente, Coach, Big Boss	Scrum Master (Coordinador), Scrum Team (Equipo de Trabajo), Product Owner (Interesados del Proyecto)	Stakeholders, descripciones no específicas
Equipos	Multifuncional	Especializados	Multifuncional / Especializados
Herramientas para obtener requisitos	Story Card	Poca prioridad	Story Card y Task Card
Carga de trabajo	Poca	Poca	Poca
Relación con el cliente	No tiene formalismos	No tiene formalismos	No tiene formalismos
Documentación	Poca	Poca	Poca
Detección de errores	Forma temprana	Forma temprana	Forma temprana
Reutilización de código	Si (más que todas) también reescribe el código para mayor simplicidad	Sí	Sí

Continúa



Estilo de desarrollo	Iterativo incremental	Iterativo incremental	Iterativo incremental
Orientación a objetos	Sí	Sí	Sí
Ventajas	<p>Proyecciones de software de calidad.</p> <p>Fuertes prácticas técnicas.</p> <p>Casos de estudio sencillos.</p> <p>Se preocupa por los límites de tiempo. Retroalimentación; permanente de clientes.</p>	<p>Acelerada corrección de errores.</p> <p>Funcionalidades en producción sin terminar todo el proyecto.</p> <p>Entrega de software de calidad dentro de cronogramas.</p> <p>Fácil visualización de la implementación del proyecto.</p>	<p>Casos de estudio fáciles de entender. Diseñada para aplicaciones móviles.</p> <p>Múltiples prácticas de desarrollo.</p> <p>Asegura entrega del software adecuado en el tiempo adecuado. Bajo costos al realizar cambios. Entrega de prototipos de calidad en corto tiempo. Corrección temprana de errores.</p>
Desventajas	<p>Desarrollo basado en el código y no en el diseño.</p> <p>Desarrolladores de gran capacidad.</p> <p>Escasa documentación del diseño.</p>	<p>No se establecen tiempos límites.</p> <p>Si una tarea no está bien definida, los costes de tiempo y dinero estimados del proyecto no serán exactos.</p> <p>No especifica prácticas técnicas.</p>	<p>No aplicable a grupos de desarrollos grandes o segmentados. Dependencia excesiva de buena comunicación entre sus miembros.</p>

Luego de analizar las tres Metodologías Ágiles, se ha encontrado que la mejor alternativa es la Metodología Mobile-D, ya que su enfoque y características, se basan en prácticas de desarrollo de XP (Programación Extrema), el método de escalabilidad de la metodología Crystal, y la cobertura del ciclo de vida de la metodología Rational Unified Process, además de que está inclinada para el mercado de dispositivos móviles, donde los requerimientos cambian constantemente y el software se requiere en el momento justo, se centra en grupos de trabajo muy pequeños, que también es lo que se requiere, y propone una velocidad rápida de desarrollo.

2.4. Herramientas de desarrollo

2.4.1. Java Platform, Java Enterprise Edition (Java JEE)

La tecnología Java es tanto un lenguaje de programación como una plataforma. Es un lenguaje de alto nivel que tiene las siguientes características:

- Simple
- Orientado a objetos
- Distribuido
- Multitarea
- Dinámico
- Arquitectura neutral
- Portable
- Alto rendimiento
- Robusto
- Seguro (Oracle, 2016)

La plataforma de Java Enterprise Edition JEE es una parte de la tecnología Java y comprende una plataforma basada en estándares para el desarrollo de aplicaciones web y empresariales multicapa, con una variedad de API para diferentes componentes en cada capa, que van desde la capa cliente para aplicaciones web, la capa del medio para proveer seguridad y transacciones

y la capa del fondo para proveer conectividad a base de datos o sistemas externos. (Arun, 2013)

2.4.2. Servidor Apache Tomcat

Apache Tomcat es un servidor de código abierto, un contenedor de aplicaciones web basado en Java que fue creado para ejecutar Servlets y aplicaciones web JavaServer Pages (JSP).

Apache Tomcat es muy estable y tiene todas las funcionalidades de un contenedor web comercial, y adicionalmente incluye funcionalidades que lo hacen una plataforma de gran utilidad para el desarrollo y despliegue de aplicaciones web y servicios web. (Goodwill, 2011)

2.4.3. Java Server Faces (JSF)

Es el framework de desarrollo web basado en componentes para la plataforma Java EE, incluye:

- Un API para representar componentes de interfaces de usuario.
- Bibliotecas de etiquetas personalizadas para JavaServer Pages (JSP) que ayudan mostrar contenido de JSF dentro de una página JSP.
- Administración de estados y eventos.
- Definición de navegación entre páginas.
- Conversión de datos.
- Beans administrables. (Oracle, 2016)

2.4.4. Primefaces

Es un framework de interfaces de usuario para JSF, cuenta con más de 100 componentes, es ligero, de fácil uso ya que no necesita de instalación ni configuración, entre sus características principales están:

- Soporte nativo de AJAX.
- Kit para crear aplicaciones web para dispositivos móviles.

- Es un proyecto de código abierto.
- Variedad de temas, adaptables a diferentes dispositivos como tabletas, PC y teléfonos móviles.
- Iconos y fuentes modernas.
- Compatibilidad con la mayoría de exploradores. (Primefaces, 2016)

2.4.5. Netbeans IDE

Es un entorno de desarrollo, una herramienta para escribir, compilar, depurar y ejecutar programas. NetBeans IDE permite de una manera fácil y rápida desarrollar aplicaciones Java de escritorio, móvil y web. Es libre y de código abierto, y tiene una gran comunidad de usuarios y desarrolladores alrededor del mundo. (NetBeans, 2016)

Proporciona un soporte completo para los últimos estándares de la plataforma Java EE.

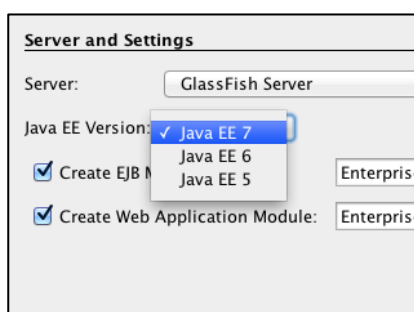


Figura 7 Soporte Java EE

También soporta la creación de Servicios Web RESTful proporcionando diferentes herramientas.

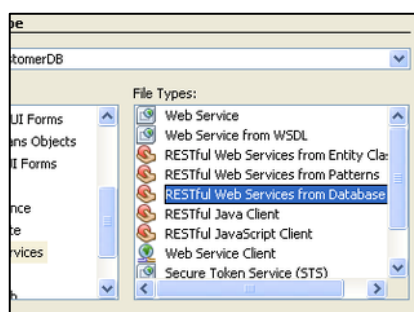


Figura 8 Soporte Servicios Web

2.4.6. Android

Android es un Sistema Operativo de código abierto basado en Linux dirigido para dispositivos móviles como tablets y smartphones. Android fue desarrollado por Open Handset Alliance (OHA), liderado por Google y otras compañías.

El objetivo principal de Android es el de crear un producto del mundo real que mejore la experiencia móvil del usuario final.

2.4.7. Arquitectura de Android

La arquitectura de Android está constituida de 4 niveles o capas relacionados entre sí, como se muestra en la ilustración (ver figura 7).

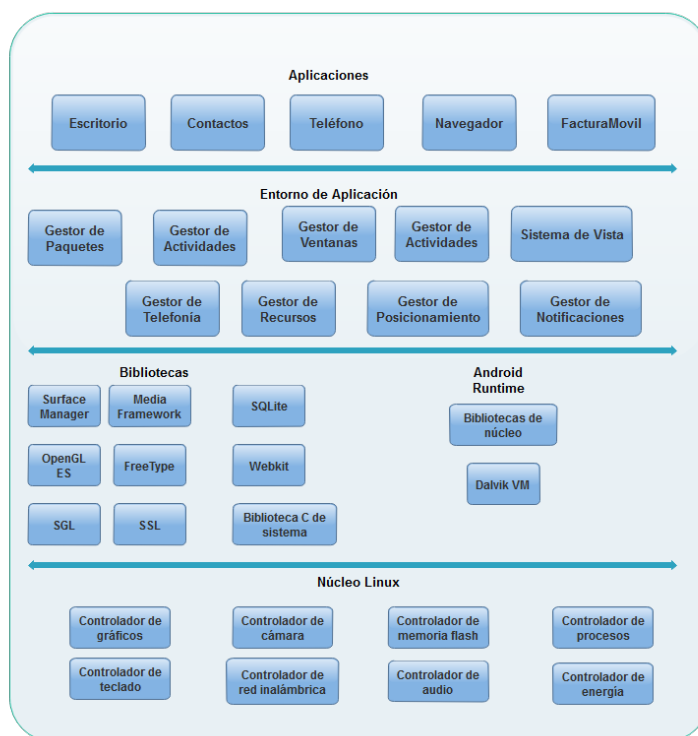


Figura 9 Arquitectura Android

Núcleo de Linux

Es el corazón de la arquitectura de Android ya que es el responsable de los controladores del dispositivo como audio, cámara, recursos, manejo de energía, memoria, etc.

Capa de Biblioteca o Capa Nativa

En esta capa se encuentran:

- Hardware Abstraction Layer (HAL) el cual Es un componente que permite la independencia del hardware ya que funciona como una arquitectura genérica que representa a todos los posibles tipos de hardware.
- Librerías nativas como OpenGL para el renderizado de gráficos 3D, SQLite para la gestión de bases de datos, WebKit para el renderizado de los browsers, etc. También librerías para soportar los servicios del sistema como Wifi, posicionamiento, telefonía, entre otros.
- Demonios que se encargan de realizar tareas del sistema en segundo plano.
- Consola para ejecutar comandos en línea
- Manejadores de tiempo de ejecución donde contiene librerías de núcleo y DVM (Dalvik Virtual Machine) que es la máquina virtual intepretadora de bytecodes cuyo funcionamiento es similar a la JVM (Java Virtual Machine) pero optimizada para trabajar en dispositivos móviles.
- Framework o Entorno de Aplicaciones contiene todas las librerías Java que se necesitan para desarrollar aplicaciones Android, siendo los paquetes más importantes los android.*. Se incluyen también las API de Android como interfaces de usuario, telefonía, proveedores de contenido, entre otros.
- Aplicaciones es la última instancia de la arquitectura y se centra en la ejecución, comunicación y estabilidad de las aplicaciones preinstaladas

por el fabricante como contactos, configuraciones, exploradores, entre otros. (Developer Android, 2016)

2.4.8. Versiones de Android

Las versiones de Android tienen nombre de dulces y siguen un orden alfabético, a continuación, se muestra una tabla (ver tabla 3) con las versiones soportadas por la aplicación desarrollada, nombre código, número de API y su distribución, no incluye la última versión llamada Nougat 7.0 que fue lanzada recientemente.

Tabla 3

Versiones de Android

Versión	Nombre código	API	Distribución
4.4	KitKat	19	29.2%
5.0	Lollipop	21	14.1%
5.1	Marshmallow	22	21.4%
6.0		23	15.2%

Fuente: (Android, 2016)

2.4.9. Android Studio IDE

Es el entorno de desarrollo oficial de Android, el cual proporciona las herramientas más rápidas para creación de aplicaciones en todos los tipos de dispositivos Android.

Entre las principales características están:

- Instant Run permite realizar cambios en los recursos y el código en ejecución con resultados visibles al instante.
- Editor de código inteligente.
- Emulador rápido y cargado de funcionalidades.
- Sistema de compilación sólido y flexible.
- Desarrollo para todos los dispositivos Android como teléfonos y tablets Android, y dispositivos Android Wear, Android TV y Android Auto.

- Plantillas de código e integración con GitHub. (Developer Android, 2016)

2.4.10. Base de datos PostgreSQL

PostgreSQL es un sistema de gestión de base de datos objeto-relacional es de código abierto y libre. Entre sus principales características están:

- Fácil y rápida de usar.
- Es 100% ACID.
- Usa multiprocesos en lugar de multihilos para garantizar la estabilidad del sistema.
- Funciona en distintas plataformas y sistemas operativos por lo que se adapta a diferentes necesidades y requerimientos.
- Acceso encriptado vía SSL.
- Múltiples métodos de autenticación.
- Copias de seguridad en caliente.
- Permite el uso de funciones/procedimientos almacenados en numerosos lenguajes de programación.
- Soporta el almacenamiento de objetos binarios grandes. (PostgreSQL, 2016)

Tabla 4

Capacidades de PostgreSQL

Límite	Valor
Máximo tamaño base de dato	Ilimitado (Depende de tu sistema de almacenamiento)
Máximo tamaño de tabla	32 TB
Máximo tamaño de fila	1.6 TB
Máximo tamaño de campo	1 GB
Máximo número de filas por tabla	Ilimitado
Máximo número de columnas por tabla	250 - 1600 (dependiendo del tipo)
Máximo número de índices por tabla	Ilimitado

Fuente: (PostgreSQL, 2016)

2.4.11. *Hibernate ORM*

Es un framework ORM (Object Relational-Mapping) es decir una herramienta Mapeo Objeto-Relacional de código abierto y de libre descarga para bases de datos relacionales, facilita la creación, manipulación y acceso a datos. Entre sus principales características están:

- Como es una implementación del API de Persistencia de Java (JPA) puede ser usado en cualquier entorno que soporte JPA como son aplicaciones Java SE y aplicaciones Java EE.
- Alto rendimiento, con soporte para inicialización lenta y estrategias de consultas inteligentes.
- Utiliza un lenguaje de consulta potente HQL que es similar a SQL, pero orientado a objetos.
- Realiza el mapeo de las clases de Java a tablas de la base de datos usando archivos XML.
- Escalable, está diseñado para trabajar con aplicaciones que manejan desde un usuario hasta cientos de miles de usuarios.
- Es conocido por su estabilidad y calidad dentro de los desarrolladores de software.
- Es altamente configurable y extensible. (Hibernate, 2016)

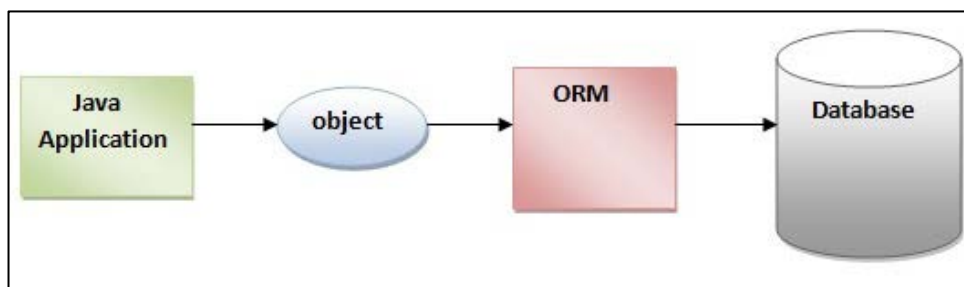


Figura 10 Hibernate

Fuente: (Jaiswal, JavaTPoint, n.d.)

2.4.12. Servicio web

Un servicio web es una pieza de negocio lógica, localizada en algún sitio de Internet, que es accesible a través de protocolos de Internet basados en estándares como HTTP o SMTP. El uso que se le dé a un servicio web podría ser desde algo tan simple como un inicio de sesión hasta algo complejo como facilitar negociaciones entre múltiples empresas.

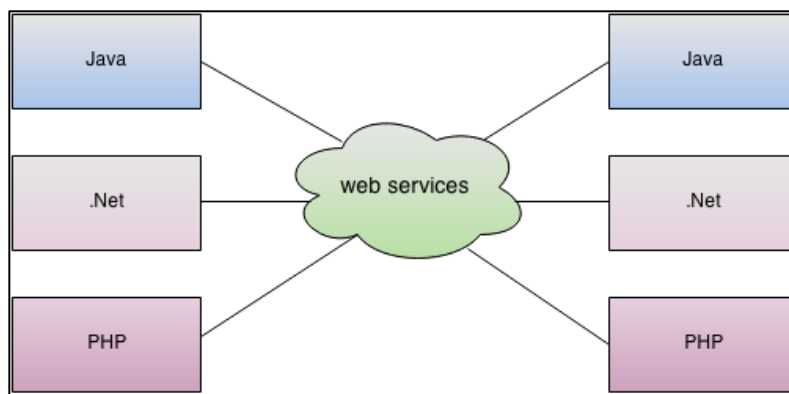


Figura 11 Servicio Web

Fuente: (Jaiswal, s.f.)

Como se ve en la Figura 10, aplicaciones Java, .Net o PHP pueden comunicarse con otras aplicaciones a través de un servicio web usando la red, por ejemplo, una aplicación Java puede interactuar con otra aplicación en Java, .NET o PHP. (Jaiswal, s.f.)

Características

- Basado en XML para representar la capa de presentación de datos.
- Débilmente acoplado lo que permite adoptar una arquitectura más manejable y sencilla de integrar entre diferentes sistemas.
- Proporcionan una forma natural de servicios que acceden a la cantidad de lógica de negocio correcta.
- Capacidad para ser síncrono y asíncrono, la sincronidad se refiere a la vinculación del cliente con la ejecución del servicio. En peticiones

síncronas, el cliente bloquea y espera que el servicio complete su operación antes de continuar en cambio las operaciones asíncronas permiten a un cliente ejecutar el servicio y otras funciones. Los clientes asíncronos recuperan su resultado luego de un tiempo, mientras que los clientes síncronos reciben su resultado cuando la operación se ha completado. La capacidad asíncrona es un factor clave para permitir sistemas débilmente acoplados.

- Soporta llamadas de procedimiento remoto (RPC), esto permite a los clientes invocar procedimientos, funciones y métodos en sistemas remotos utilizando un protocolo basado en XML.
- Soporta intercambio de documentos complejos que pueden ser desde una dirección de correo electrónico hasta representar un libro entero. (Chappell, 2002)

2.4.13. *REST*

REST significa Representational State Transfer y es un estilo de arquitectura basado en estándares web, se fundamenta en la existencia de recursos, cualquier información que pueda ser nombrada es un recurso y se lo identifica y localiza únicamente a través de una URI.

REST tiene varias formas para representar un recurso como texto plano, HTML, JSON o XML, actualmente JSON es el formato más usado.

Un recurso puede ser manipulado por una interface común usando métodos estándares HTTP, como son los siguientes:

- **GET:** Para consultar y leer un recurso.
- **PUT:** Usado para crear un nuevo recurso.
- **DELETE:** Usado para remover un recurso.
- **POST:** Usado para actualizar un recurso existente o crear uno nuevo.
- **OPTIONS:** Usado para obtener las operaciones soportadas en un recurso.

Otro factor clave es que REST es sin estado, lo que quiere decir que, no se mantiene el estado asociado al cliente, cada petición HTTP que se realice es completamente independiente de la siguiente.

2.4.14. *Servicios Web RESTful*

Los servicios web basados en REST son conocidos como servicios web RESTful, son construidos para trabajar mejor en la web, ya que tienen los siguientes beneficios:

- Son rápidos y ligeros porque no tienen una especificación estricta como SOAP, lo que hace que consuma menos ancho de banda y recursos del sistema.
- Las peticiones se pueden cachear, en SOAP esto no es posible.
- El manejo de la respuesta y de los errores es decidida por el desarrollador mientras que SOAP está definido por un estándar.
- Puede usar servicios web SOAP como una implementación del protocolo.
- Los recursos pueden ser accedidos en una variedad de formatos como XML, texto plano, JSON, entre otros.
- Los mecanismos de seguridad pueden ser implementados usando métodos estándares y tradicionales de autenticación.
(Blog on Java Technologies, 2016)

2.4.15. *JAX-RS Y Jersey*

JAX-RS significa JAVA API for RESTful Web Services, es una API que forma parte de la Java EE y provee el soporte para crear servicios web RESTful de una forma simple e intuitiva.

Jersey es una implementación de JAX-RS y además posee su propia API ofreciendo utilidades adicionales para simplificar mucho más el desarrollo de servicios y clientes REST.

Principios

- Se debe asignar un ID a todo.
- Las cosas deben estar unidas entre sí.
- Se debe usar un conjunto común de métodos.
- Se deben permitir múltiples representaciones.
- La comunicación sin estado debe mantenerse. (S., 2013)

2.4.16. *Retrofit*

Retrofit es un cliente REST para Android y Java muy simple y fácil de aprender.

Permite hacer peticiones GET, POST, PUT, PATCH, DELETE y HEAD, gestionar diferentes tipos de parámetros y parsear automáticamente la respuesta a un POJO. (Retrofit, 2016)

2.4.17. *HttpClient*

HttpClient es un conjunto de componentes para Java enfocado en el protocolo HTTP, proporciona utilidades para autenticación del lado del cliente, administración de estado y gestión de conexiones HTTP.

El proceso general para usar este componente es el siguiente:

- Crear una instancia de HttpClient.
- Crear una instancia de uno de los. La URL a la que se conecta se pasa al constructor del método.
- Pedir la ejecución del método.
- Leer la respuesta.
- Liberar la conexión.
- Tratar la respuesta. (Apache Software Foundation, 2016)

2.4.18. Google Cloud Messaging (GCM)

Es un servicio que permite a enviar mensajes entre los servidores y aplicaciones clientes.

La arquitectura de GCM se muestra en siguiente figura (ver figura 11).

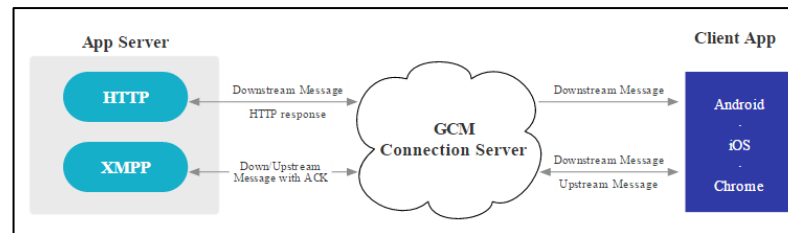


Figura 11 Arquitectura GCM

Fuente: (Google, 2016)

Los componentes que interactúan para implementar este servicio son los siguientes:

- **Servidor de Conexiones GCM** es el intermediario entre el servidor de aplicaciones y la aplicación cliente, se encarga del envío de mensajes.
- **Servidor de Aplicaciones** donde se implementa el protocolo HTTP y/o XMPP para comunicarse con el servidor de conexiones GCM. Si se implementa XMPP el servidor de aplicaciones puede recibir mensajes desde el cliente.
- **Aplicación Cliente** es una aplicación de Android, iOS, o un navegador web que está habilitada para recibir y enviar mensajes GCM, esta aplicación debe registrarse en GCM y obtener un identificador único llamado token de registro.
- **Credenciales**
 - **ID de Envío** es un valor número único creado cuando se configura el API de GCM, este identificador es usado en el proceso de registro para así identificar que el servidor de aplicaciones está habilitado para enviar mensajes GCM.

- **Llave del Servidor** es una llave almacenada en el servidor de aplicaciones que permite acceder a los servicios de Google.
- **ID de Aplicación** es la aplicación cliente que se registra para recibir mensajes, como se implemente depende de la plataforma:
 - Android: es el nombre del paquete del archivo Manifest.
 - iOS: es el identificador del paquete de la aplicación.
 - Chrome: usa el nombre de la extensión de Chrome.
- **Token de registro** es un identificador emitido por el servidor de conexiones GCM hacia la aplicación cliente que la habilita para recibir mensajes, este token se recomienda mantenerlo en secreto. (Google, 2016)

2.4.19. *JSON Web Token (JSON Web Token)*

Es una estándar abierto que define un modo compacto y autónomo para transmitir de forma segura la información entre dos partes como un objeto JSON, esta información puede ser verificada y confiable porque está firmada digitalmente.

Se dice que es compacto porque su tamaño es pequeño por lo que puede ser enviado por la URL, un parámetro vía POST o en la cabecera HTTP, y es autónomo porque puede incluir toda la información relacionada al usuario, evitando así la necesidad de consultas a la base de datos más de una vez.

Estructura

Consiste en tres partes separada por puntos (.), las cuales son:

- Header
- Payload
- Signature
- **Header** es la cabecera que contiene dos partes: el tipo de token y el algoritmo hash a ser usado. Por ejemplo:

```
{  
  "typ": "JWT",  
  "alg": "HS256"  
}
```

- **Payload** Es la segunda parte y contiene las llamadas claims (reclamaciones). Las claims son declaraciones sobre una entidad, generalmente un usuario, y metadata adicional, las más comunes son:
sub: Identifica al sujeto o motivo del token.
iat: Fecha de creación del token.
exp: Fecha de caducidad del token.

Por ejemplo:

```
{  
  "sub": "54a8ce618e91b0b13665e2f9",  
  "iat": "1424180484",  
  "exp": "1425390142"  
}
```

- **Signature** Corresponde a la firma y está formada por el Header, el Payload, una clave secreta y el algoritmo definido. La firma es usada para verificar que el emisor del JWT es quien dice ser y para que el mensaje no haya sido alterado en la transmisión. (JWT, 2016)

CAPITULO 3

DESARROLLO DE LA APLICACIÓN MÓVIL

3.1. Exploración

El propósito de esta fase es definir el planeamiento y establecimiento de las bases de la implementación de la aplicación móvil, por lo que se recomienda inicialmente definir los grupos de interés relacionados al proyecto, para luego continuar con la definición del alcance y el establecimiento del proyecto.

3.1.1. Establecimiento de grupos de interés

Los grupos de interés que se han identificado son los siguientes:

- Las personas naturales, nacionales o extranjeras que realicen alguna actividad económica lícita, ya sean obligadas a llevar contabilidad y no obligadas a llevar contabilidad, y las Sociedades (Personas Jurídicas); las cuales cuentan con un RUC para emitir y entregar comprobantes de venta autorizados por el SRI por todas sus transacciones y presentar declaraciones de impuestos. De este grupo se seleccionan a las microempresas, pequeñas empresas que, de acuerdo a su volumen de ventas, capital social, cantidad de trabajadores y su nivel de producción no generan una gran cantidad de facturas por mes. (SRI, n.d.)
- Ing. Diego Cadena con una vasta experiencia en proyectos de facturación electrónica y certificados digitales.

3.1.2. Definición del alcance y establecimiento del proyecto

El proyecto se basa en la creación de una aplicación móvil nativa para dispositivos con Sistema Operativo Android que permita la generación, validación y firma electrónica de comprobantes de los tipos: facturas, notas de crédito y comprobantes de retención, con su posterior autorización o no autorización por parte del SRI.

Para alcanzar este objetivo, se ha considerado un punto clave en lo que se refiere al manejo del certificado digital con el cual se hace la firma electrónica, por lo que se propuso desarrollar una pequeña aplicación web que facilite el registro de la información del emisor del comprobante y la carga de su certificado digital que usualmente está en un CD-ROM o un dispositivo USB, para luego almacenarlo en un sitio seguro del servidor y tener acceso al mismo desde la aplicación móvil.

Esta aplicación web también tendrá otras funcionalidades como administración de usuarios, impuestos, notificaciones, solicitud de renovación del certificado y de registro de usuarios receptores de comprobantes.

Con la finalidad de que la aplicación resulte atractiva y con interfaces de usuario amigables y fáciles de usar, se siguieron las pautas de diseño descritas por Material Design.

3.2. Inicialización

3.2.1. Requerimientos iniciales

A continuación, se detallan los requerimientos iniciales que se han considerado para la aplicación:

1. Registro de información del usuario emisor del comprobante
2. Carga del certificado digital de firma electrónica
3. Renovación del certificado digital de firma electrónica
4. Registro de información del usuario receptor del comprobante
5. Activación de la aplicación móvil

6. Autenticación del usuario
7. Administración de establecimientos
8. Administración de clientes
9. Administración de productos
10. Actualización de información del usuario emisor del comprobante
11. Actualización de información del usuario receptor del comprobante
12. Carga del logo de la empresa para el RIDE
13. Generación de factura electrónica
14. Generación de nota de crédito
15. Generación de comprobante de retención
16. Resumen del comprobante electrónico
17. Vista previa del RIDE en PDF
18. Descarga de vista previa del RIDE en PDF
19. Firma electrónica y autorización con el SRI
20. Almacenamiento en la base de datos de la información del comprobante electrónico
21. Visualización de comprobantes electrónicos emitidos autorizados
22. Visualización de comprobantes electrónicos emitidos no autorizados
23. Visualización de comprobantes electrónicos emitidos anulados
24. Visualización de comprobantes electrónicos recibidos
25. Visualización de comprobantes electrónicos pendientes de autorización por el SRI
26. Visualización de comprobantes electrónicos devueltos por el SRI
27. Filtros de búsqueda de comprobantes electrónicos
28. Carga de comprobante recibido
29. Descarga de archivo XML de respuesta con la autorización y el RIDE en PDF
30. Notificación al receptor del comprobante
31. Reenvío de notificación al receptor del comprobante
32. Reporte de comprobantes electrónicos por fecha
33. Solicitud de ayuda o asistencia
34. Administración de usuarios de la aplicación móvil

35. Administración de impuestos

36. Manejo de notificaciones a usuarios de la aplicación móvil

3.2.2. Análisis de requerimientos iniciales

Para el desarrollo de esta aplicación se establece la importancia de cada requerimiento para crear las interfaces de usuario y componentes más relevantes, los mismos que han sido discutidos con el usuario.

La importancia se determina en una escala de 1 a 10 donde 10 representa el grado más importante:

Tabla 5

Requerimientos

Requerimiento	Importancia
Registro de información del usuario emisor del comprobante	10
Carga del certificado digital de firma electrónica	10
Renovación del certificado digital de firma electrónica	10
Registro de información del usuario receptor del comprobante	9
Autenticación del usuario	5
Administración de establecimientos	9
Administración de clientes	9
Administración de productos	9
Actualización de información del usuario emisor del comprobante	9
Actualización de información del usuario receptor del comprobante	9
Carga del logo de la empresa para el RIDE	5
Generación de factura electrónica	10
Generación de nota de crédito	10
Generación de comprobante de retención	10
Resumen del comprobante electrónico	9
Vista previa del RIDE en PDF	10
Descarga de vista previa del RIDE en PDF	9

Continúa



Firma electrónica y autorización con el SRI	10
Almacenamiento en la base de datos de la información del comprobante electrónico	10
Visualización de comprobantes electrónicos emitidos autorizados	9
Visualización de comprobantes electrónicos emitidos no autorizados	9
Visualización de comprobantes electrónicos emitidos anulados	9
Visualización de comprobantes electrónicos recibidos	9
Visualización de comprobantes electrónicos pendientes de autorización por el SRI	9
Visualización de comprobantes electrónicos devueltos por el SRI	9
Filtros de búsqueda de comprobantes electrónicos	9
Carga de comprobante recibido	10
Descarga de archivo XML de respuesta con la autorización y el RIDE en PDF	10
Notificación al receptor del comprobante	10
Reenvío de notificación al receptor del comprobante	6
Solicitud de ayuda o asistencia	8
Administración de usuarios de la aplicación móvil	8
Administración de impuestos	7
Manejo de notificaciones a usuarios de la aplicación móvil	8

3.2.3. Pila del producto

Para ordenar y priorizar las tareas se han establecido las historias de usuario que se muestran en la siguiente tabla (ver tabla 6), están organizadas para la aplicación web y móvil.

Tabla 6

Pila del producto

No.	Descripción	Prioridad	Estimado en horas
Aplicación web			
1	Registrar información del usuario emisor del comprobante	Muy Alta	30
2	Renovar el certificado digital de firma electrónica	Muy Alta	15
3	Registrar la información del usuario receptor del comprobante	Alta	20
4	Autenticación de usuario	Media	10
5	Recuperar contraseña de usuario	Media	10
6	Cambiar contraseña temporal de usuario	Media	5
7	Búsqueda de usuarios emisores	Media	15
8	Visualización de detalle de usuario emisor	Media	5
9	Visualización de información de certificado	Media	5
10	Actualización de estado de usuario emisor	Media	5
11	Búsqueda de usuarios receptores/administradores	Media	15
12	Editar información de usuario receptor	Media	10
13	Crear usuario	Media	15
14	Actualizar información de usuario	Media	15
15	Cambiar contraseña de usuario	Media	10
16	Mostrar impuestos	Media	10
17	Búsqueda de impuestos	Media	10
18	Crear impuesto	Media	10
19	Editar impuesto	Media	10
20	Eliminar impuesto	Media	5
21	Mostrar mensajes enviados	Media	10
22	Mostrar mensajes recibidos	Media	5
23	Búsqueda de mensajes enviados	Media	15
24	Búsqueda de mensajes recibidos	Media	10

Continúa



25	Crear mensaje	Media	10
26	Eliminar mensaje enviado	Media	10
27	Restaurar mensaje enviado	Baja	5
28	Eliminar mensaje recibido	Alta	5
29	Responder mensaje recibido	Muy Alta	15
30	Restaurar mensaje recibido	Media	10
31	Marcar mensaje leído	Media	10
Aplicación móvil			
32	Autenticación de usuario	Alta	10
33	Autenticación automática de usuario	Media	10
34	Recuperar contraseña de usuario	Alta	10
35	Cambiar contraseña temporal de usuario	Media	5
36	Ver información de certificado digital	Alta	20
37	Actualizar información de usuario emisor de comprobante	Alta	20
38	Actualizar información de usuario receptor de comprobante	Alta	40
39	Cambiar contraseña de usuario	Alta	20
40	Cargar imagen del emisor	Alta	45
41	Crear establecimiento	Media	20
42	Editar establecimiento	Media	20
43	Buscar establecimiento	Media	20
44	Ver secuenciales por establecimiento	Alta	5
45	Compartir lista de establecimientos	Baja	5
46	Crear producto	Media	20
47	Editar producto	Media	20
48	Eliminar producto	Baja	5
49	Buscar producto	Media	20
50	Compartir lista de productos	Baja	5
51	Crear cliente	Media	20

Continúa



52	Editar cliente	Media	20
53	Agregar correos electrónicos adicionales al cliente	Media	10
54	Buscar cliente	Media	20
55	Compartir lista de clientes	Baja	5
56	Llamar a cliente	Baja	5
57	Enviar correo electrónico a cliente	Baja	5
58	Verificar información del emisor del comprobante	Muy Alta	15
59	Seleccionar establecimiento	Muy Alta	10
60	Seleccionar cliente	Muy Alta	10
61	Agregar detalle en factura/nota de crédito	Muy Alta	70
62	Agregar información adicional por detalle en factura/nota de crédito	Muy Alta	30
63	Eliminar información adicional por detalle de factura/nota de crédito	Muy Alta	20
64	Agregar impuesto para detalle de factura/nota de crédito	Muy Alta	30
65	Eliminar impuesto del detalle de factura/nota de crédito	Muy Alta	20
66	Agregar formas de pago	Alta	20
67	Eliminar forma de pago	Alta	20
68	Agregar información adicional del comprobante	Alta	20
69	Eliminar información adicional del comprobante	Alta	20
70	Resumen de comprobante electrónico	Alta	20
71	Agregar propina	Baja	15
72	Vista previa del RIDE	Alta	20
73	Compartir vista previa del RIDE	Alta	15
74	Guardar vista previa del RIDE	Alta	15
75	Firma y autorización con el SRI	Muy Alta	70
76	Agregar información de nota de crédito	Muy Alta	35
77	Seleccionar periodo fiscal	Alta	15
78	Agregar impuestos de retención	Muy Alta	40
79	Eliminar impuesto de retención	Alta	20
80	Visualización de comprobantes emitidos autorizados	Muy Alta	70

Continúa



81	Visualización de detalle de comprobante emitido autorizado	Muy Alta	20
82	Reenvío de comprobante emitido autorizado	Alta	30
83	Descarga de comprobante emitido autorizado	Muy Alta	50
84	Compartir comprobante emitido autorizado	Alta	30
85	Anular comprobante autorizado	Alta	30
86	Visualización de comprobantes emitidos no autorizados	Muy Alta	35
87	Visualización de detalle de comprobante emitido no autorizado	Muy Alta	20
88	Descarga de comprobante emitido no autorizado	Muy Alta	25
89	Compartir comprobante no autorizado	Alta	15
90	Visualización de comprobantes emitidos anulados	Muy Alta	30
91	Visualización de detalle de comprobante emitido anulado	Alta	20
92	Descarga de comprobante anulado	Muy Alta	20
93	Restaurar comprobante anulado	Alta	15
94	Visualización de comprobantes emitidos pendientes	Muy Alta	15
95	Visualización de detalle de comprobante emitido pendiente	Muy Alta	10
96	Visualización de comprobantes emitido devueltos	Muy Alta	10
97	Visualización de detalle de comprobante emitido devuelto	Muy Alta	10
98	Visualización de comprobantes recibidos	Muy Alta	20
99	Visualización de detalle de comprobante recibido	Muy Alta	10
100	Descarga de comprobante recibido	Muy Alta	20
101	Compartir comprobante recibido	Alta	10
102	Guardar comprobante recibido por clave de acceso	Alta	30
103	Guardar comprobante recibido por clave de acceso usando el código de barras	Alta	10
104	Búsqueda de comprobantes	Muy Alta	35

Continúa



105	Enviar mensaje	Alta	15
106	Visualizar detalle de mensaje enviado	Alta	15
107	Buscar mensajes enviados	Alta	30
108	Ordenar mensajes enviados	Media	15
109	Eliminar mensaje enviado	Media	20
110	Visualizar detalle de mensaje recibido	Media	15
111	Buscar mensajes recibidos	Alta	15
112	Ordenar mensajes recibidos	Media	5
113	Eliminar mensaje recibido	Media	10

En base a los requerimientos se han identificado los módulos que tendrá la aplicación web y móvil, estos se muestran a continuación:

3.2.4. Módulo: Persistencia

- Framework Hibernate como herramienta Mapeo Objeto-Relacional.
- Objetos de Acceso a Datos.
- Objetos Entidades
- Motor de base de datos relacional PostgreSQL remoto.

3.2.5. Módulo: Usuarios

- Registro de usuarios: Personas Naturales, Personas Jurídicas.
- Acceso por medio de nombre de usuario y contraseña.
- Actualización de datos.
- Administración de usuarios: consultas, creación, actualización y eliminación.
- Visualización de mensajes enviados y recibidos.
- Envío de mensajes.

Los perfiles disponibles serán los siguientes:

- Administrador

El usuario con perfil Administrador se encargará de la gestión de la aplicación móvil; contará con las funcionalidades para la administración de los usuarios, perfiles, impuestos y mensajes.

- Emisor

El usuario con perfil Emisor tendrá las opciones para la generación de comprobantes electrónicos y consultas en el repositorio de sus comprobantes emitidos autorizados y no autorizados, recibidos, anulados y pendientes.

- Receptor

El usuario con perfil Receptor tendrá las opciones para realizar consultas de sus comprobantes recibidos.

3.2.6. *Módulo: Impuestos*

- Visualización, búsqueda, creación, edición y eliminación de impuestos.

3.2.7. *Módulo: Mensajes*

- Visualización y búsqueda de mensajes enviados y recibidos.
- Contestación de mensajes.
- Creación de mensajes.
- Eliminación de mensajes.
- Ordenado ascendente y descendente de mensajes.

3.2.8. *Módulo: Clientes, productos y establecimientos*

Se encargará de la creación, consulta, actualización y eliminación de clientes, productos y establecimientos.

3.2.9. *Módulo: Comprobantes electrónicos*

- Construcción de los comprobantes electrónicos Factura, Nota de Crédito y Comprobante de Retención en el formato XML bajo los esquemas de la última ficha técnica de comprobantes electrónicos publicada por el SRI.

- Construcción de archivo RIDE (formato de representación impresa de un documento electrónico) en formato PDF.
- Validación de estructura de archivos XML.

3.2.10. *Módulo: Repositorio*

- Visualización, búsqueda, reenvío de comprobantes electrónicos emitidos: autorizados y no autorizados, recibidos, anulados y pendientes.
- Generación y visualización del RIDE.
- Descarga de archivo XML de autorización y RIDE en PDF.

3.2.11. *Módulo: Firma electrónica*

- Información del certificado digital.
- Validación de firma de documentos electrónicos.
- Firma de documentos electrónicos bajo el estándar de firma digital de documentos XML XadES_BES.
- Integración de los Servicios Web del SRI.

3.2.12. *Limitaciones*

Las limitaciones de la aplicación son:

- Para utilizar la aplicación debe tener conexión a Internet.

3.2.13. *Supuestos y dependencias*

- Los usuarios deben tener conocimientos básicos del uso del sistema operativo Android.
- La aplicación tiene como único idioma el español.
- El certificado digital de firma electrónica debe ser en archivo y en formato p12.

3.2.14. Planificación inicial

En esta planificación se detallan todas las historias de usuario para el desarrollo de la aplicación según el orden definido en la pila del producto y el tipo de aplicación web o móvil.

El formato que se usó para las historias de usuario se encuentran en la siguiente tabla (ver tabla 7).

Tabla 7

Historia de usuario: Registrar información del emisor del comprobante

Historia de usuario
Numero: 1
Nombre: Registrar información del usuario emisor del comprobante
Usuario: Emisor
Prioridad: Alto (Alto/Medio/Bajo)
Riesgo en desarrollo: Bajo (Alto/Medio/Bajo)
Tipo: Nuevo (Nuevo/Arreglo/Mejora)
Descripción: El usuario emisor de comprobantes electrónicos debe registrar su información como contribuyente, nombre de usuario y clave para acceder al sistema, además de la carga del certificado digital de firma electrónica con su clave desde la aplicación web.

Las demás historias de usuario se encuentran en el anexo Historias de Usuario.

3.2.15. *Planificación de fases***Tabla 8****Planificación de fases**

Fase	Iteración	Descripción
Inicialización	Iteración 0	Alcance y establecimiento del proyecto, reconocimiento de requerimientos iniciales y análisis de requerimientos.
Producción	Iteración Módulo de Persistencia	Implementación del módulo, depuración y pruebas.
	Iteración Módulo de Usuarios	Implementación del módulo, depuración y actualización de historias de usuario. Generación y ejecución de pruebas de aceptación.
	Iteración Módulo de Impuestos	Implementación del módulo, depuración y actualización de historias de usuario. Generación y ejecución de pruebas de aceptación.
	Iteración Módulo de Mensajes	Implementación del módulo, depuración y actualización de historias de usuario. Generación y ejecución de pruebas de aceptación.
	Iteración Módulo de Comprobantes Electrónicos	Implementación del módulo, depuración y actualización de historias de usuario. Generación y ejecución de pruebas de aceptación.
	Iteración Módulo de Clientes, Productos y Establecimientos	Implementación del módulo, depuración y actualización de historias de usuario. Generación y ejecución de pruebas de aceptación.

Continúa



	Iteración Módulo de Repositorio	Implementación del módulo, depuración y actualización de historias de usuario. Generación y ejecución de pruebas de aceptación.
	Iteración Módulo de Firma Electrónica	Implementación del módulo, depuración y actualización de historias de usuario. Generación y ejecución de pruebas de aceptación.
Estabilización	Iteración Módulo de Persistencia	Depuración y pruebas.
	Iteración Módulo de Usuarios	Refinamiento de interfaces de usuario. Generación y ejecución de pruebas de aceptación.
	Iteración Módulo de Impuestos	Refinamiento de interfaces de usuario. Generación y ejecución de pruebas de aceptación.
	Iteración Módulo de Mensajes	Refinamiento de interfaces de usuario. Generación y ejecución de pruebas de aceptación.
	Iteración Módulo de Comprobantes Electrónicos	Refinamiento de interfaces de usuario. Generación y ejecución de pruebas de aceptación.
	Iteración Módulo de Clientes, Productos y Establecimientos	Refinamiento de interfaces de usuario. Generación y ejecución de pruebas de aceptación.
	Iteración Módulo de Repositorio	Refinamiento de interfaces de usuario. Generación y ejecución de pruebas de aceptación.
	Iteración Módulo de Firma Electrónica	Refinamiento de interfaces de usuario. Generación y ejecución de pruebas de aceptación.

Continúa



	<i>de pruebas de aceptación.</i>	
Pruebas del Sistema y Correcciones	Iteración pruebas del sistema	Colección de pruebas de aceptación y de interfaces de usuario.

3.2.16. *Diseño de la aplicación*

3.2.16.1. *Esquema de navegabilidad aplicación web*

En la figura 10 se muestra la navegabilidad del sitio web que empieza con la página de inicio, desde esta el usuario puede dirigirse a las páginas web públicas de, (a) registro de usuarios emisores y receptores, (b) renovación del certificado digital de firma electrónica, (c) inicio de sesión y (d) recuperación de contraseña.

Una vez que el usuario ha iniciado sesión, se direcciona a una página principal desde la cual puede desplazarse a funcionalidades de administración del sistema para, (a) empresas, (b) usuarios, (c) impuestos, (d) mensajes enviados y (e) mensajes recibidos; también existen páginas comunes de información de usuario y cambio de contraseña.

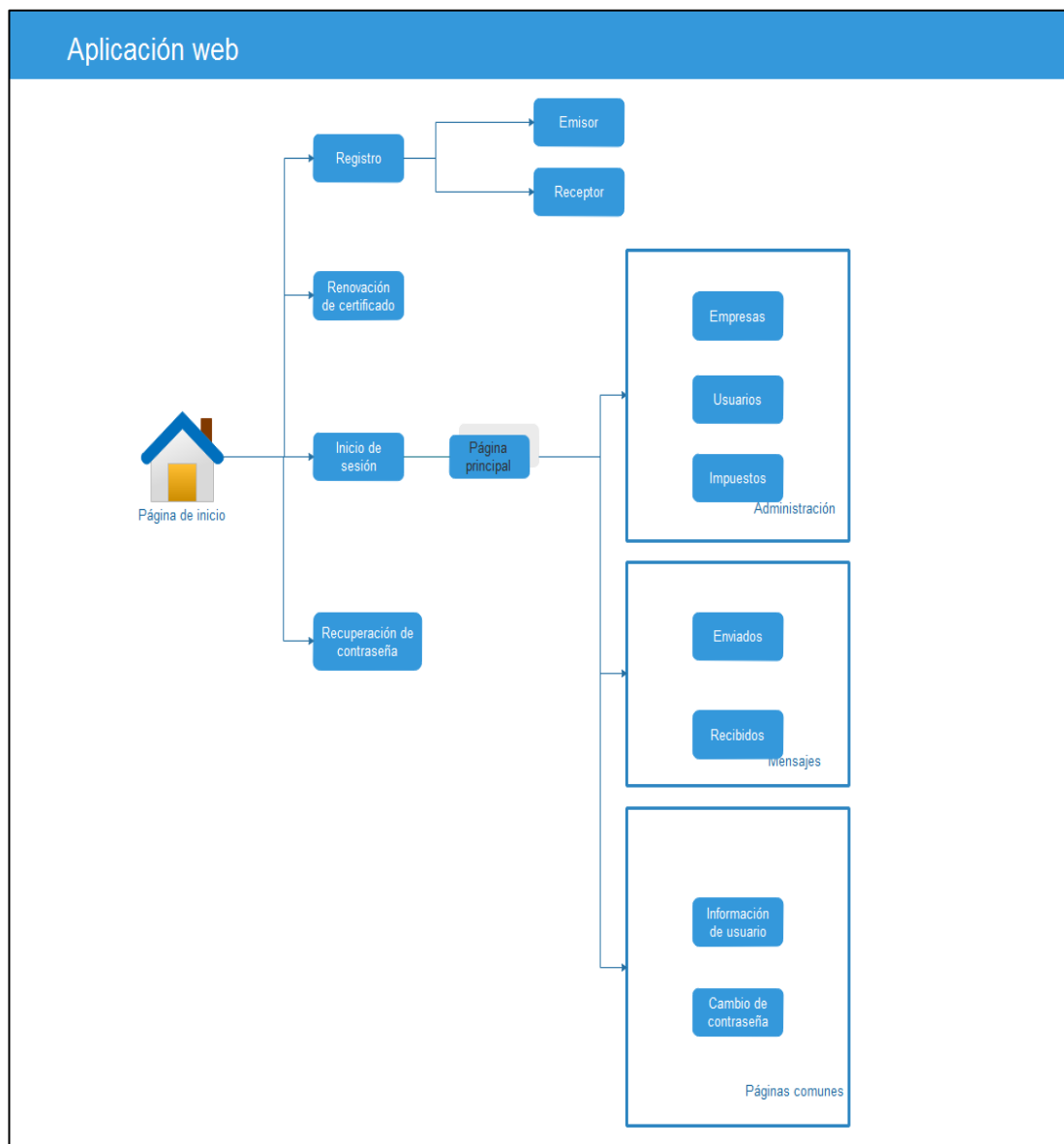


Figura 12 Navegabilidad aplicación

3.2.16.2. Esquema de navegabilidad aplicación móvil

La figura 11 ilustra las interfaces de usuario para la navegación en la aplicación móvil, iniciando en la pantalla principal donde se selecciona el tipo de usuario (emisor o receptor), una vez iniciada la sesión se muestra un menú lateral con las pantallas disponibles.

El usuario emisor tiene las siguientes opciones principales:

- Información de usuario
- Facturación electrónica
- Comprobantes emitidos
- Comprobantes recibidos
- Administración de establecimientos
- Administración de clientes
- Administración de productos
- Mensajes enviados y recibidos
- Certificado digital

Mientras que el usuario receptor cuenta con las opciones de:

- Información de usuario
- Comprobantes recibidos
- Mensajes enviados y recibidos

El sistema posee hasta 6 niveles de navegación que van desde la pantalla de selección del tipo de comprobante para la generación de la factura electrónica hasta la confirmación de la firma y autorización con el SRI.

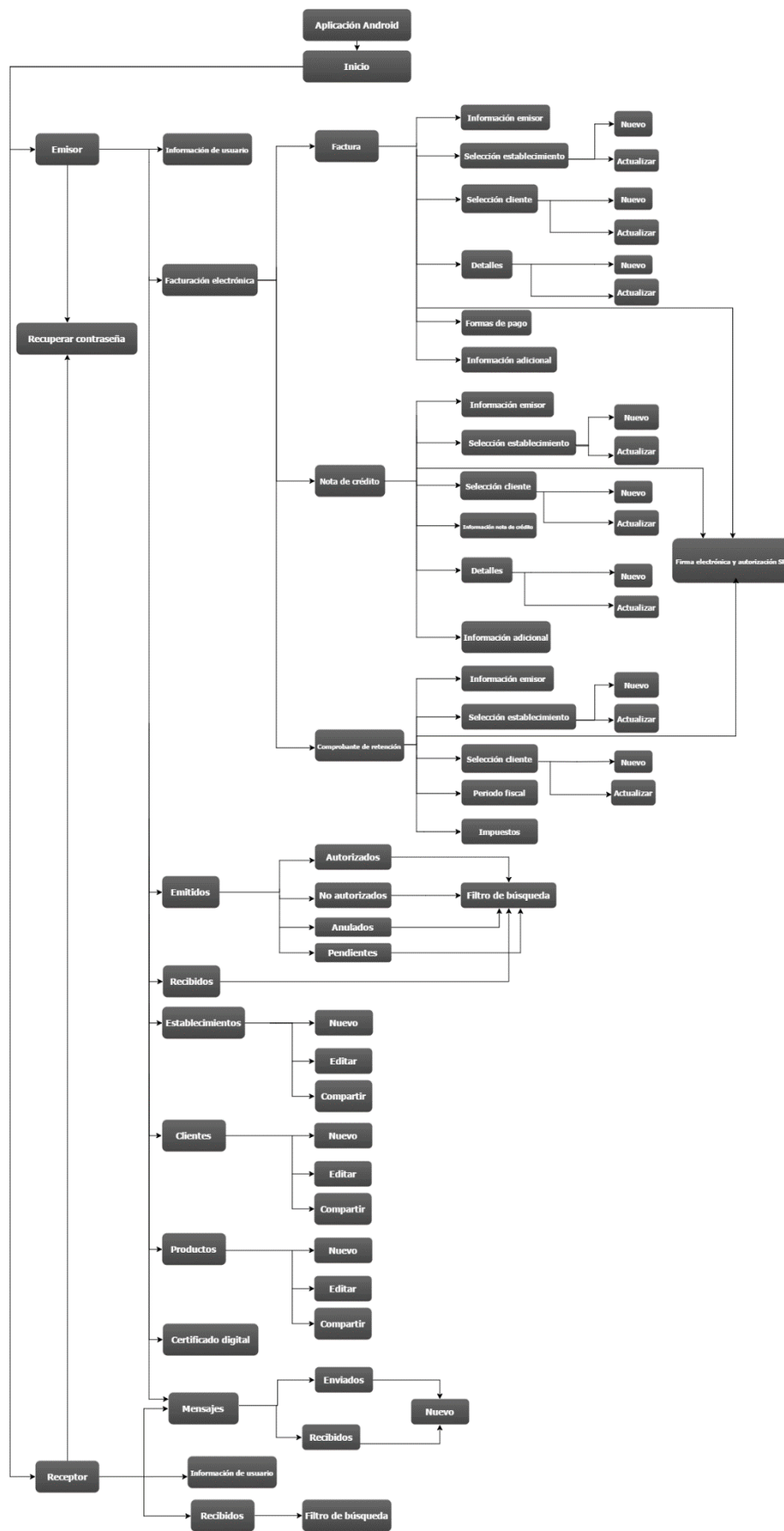


Figura 13 Navegabilidad aplicación móvil

3.2.16.3. *Arquitectura de la aplicación*

Para la definición de la arquitectura se tomaron las siguientes consideraciones:

- La aplicación web y móvil deben estar conectadas a internet.
- Tiene que interactuar con los servicios web de comprobantes electrónicos del SRI.
- Debe ser ágil.

REST se ajustó a este tipo de requerimientos, como un estilo de arquitectura principalmente usada para desarrollar servicios web ligeros, rápidos, escalables y fáciles de mantener, bajo el protocolo HTTP como medio de comunicación por lo que está basado en la web. También permite un sistema de capas en forma jerárquica, en donde cada una de estas lleva a cabo una funcionalidad dentro del sistema, la figura 12 muestra la arquitectura de la aplicación en sus diferentes capas de abstracción.

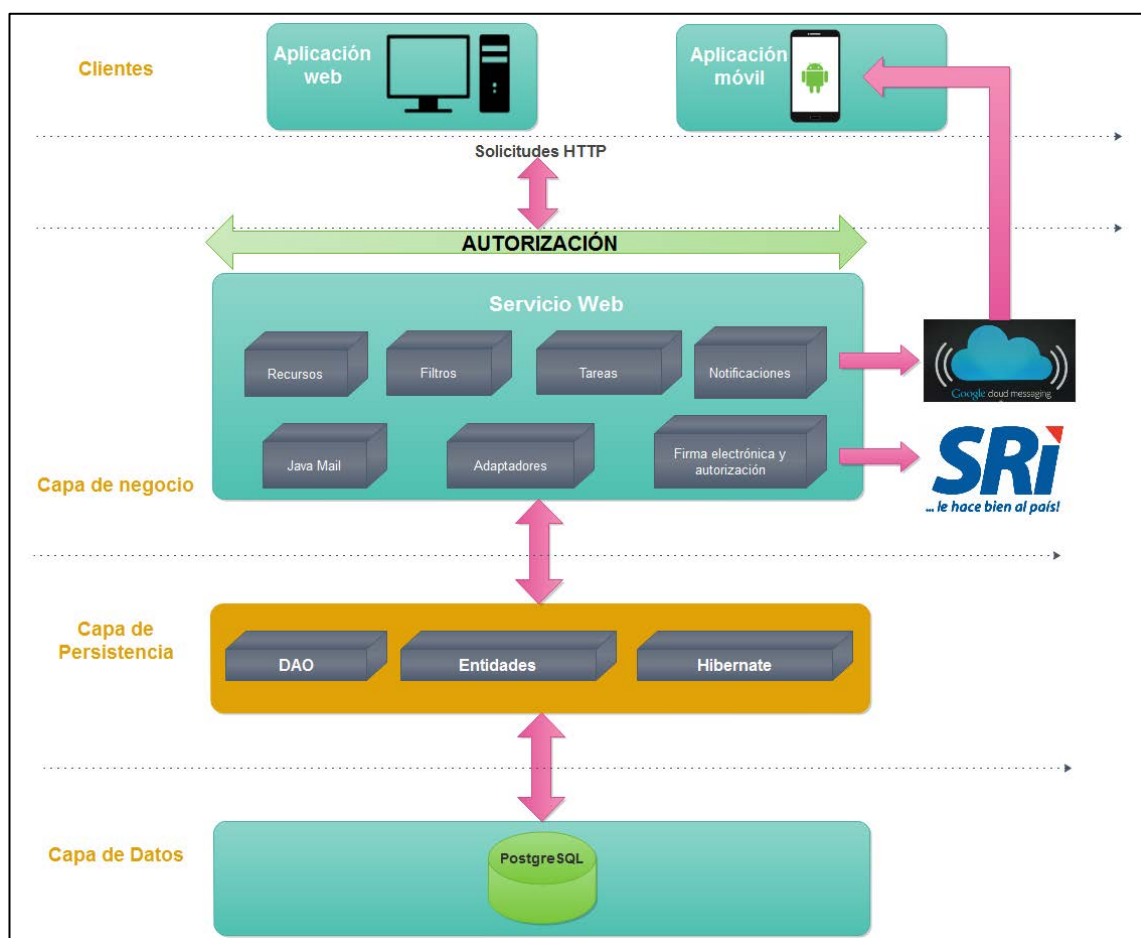


Figura 14 Arquitectura de la aplicación

3.2.16.4. Proceso de facturación electrónica

El proceso de facturación electrónica se encuentra representado en la figura 13, el cual consiste en la generación del archivo XML desde el dispositivo móvil con el formato que dispone el SRI, el envío de este archivo a través del servicio web, validación de la estructura XML, incorporación de la firma electrónica, envío del XML al servicio web de autorización del SRI y su posterior notificación y almacenamiento en el servidor.

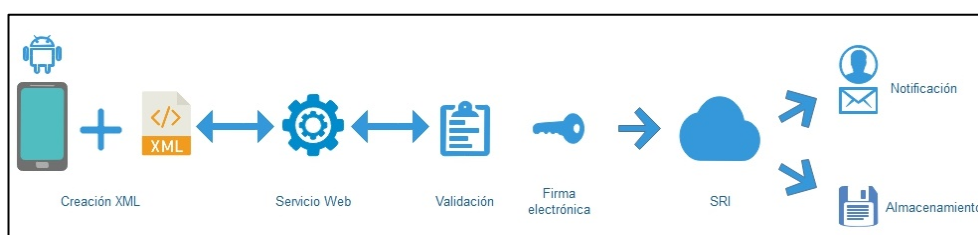


Figura 15 Proceso de facturación electrónica

3.2.16.5. Diagrama relacional de base de datos

La base de datos que se modeló comprende 24 tablas en total, seis tablas corresponden al almacenamiento de información de los comprobantes electrónicos, siete para el manejo de usuarios, perfiles y empresas, una para conservar la información relevante del certificado digital, cuatro para los componentes que permiten la generación del comprobante como clientes y productos, dos para los valores de las tarifas y tipos de impuestos, y cuatro para la configuración del sistema.

La figura 14 ilustra el diagrama relacional de base de datos que representa todos los componentes de la aplicación.

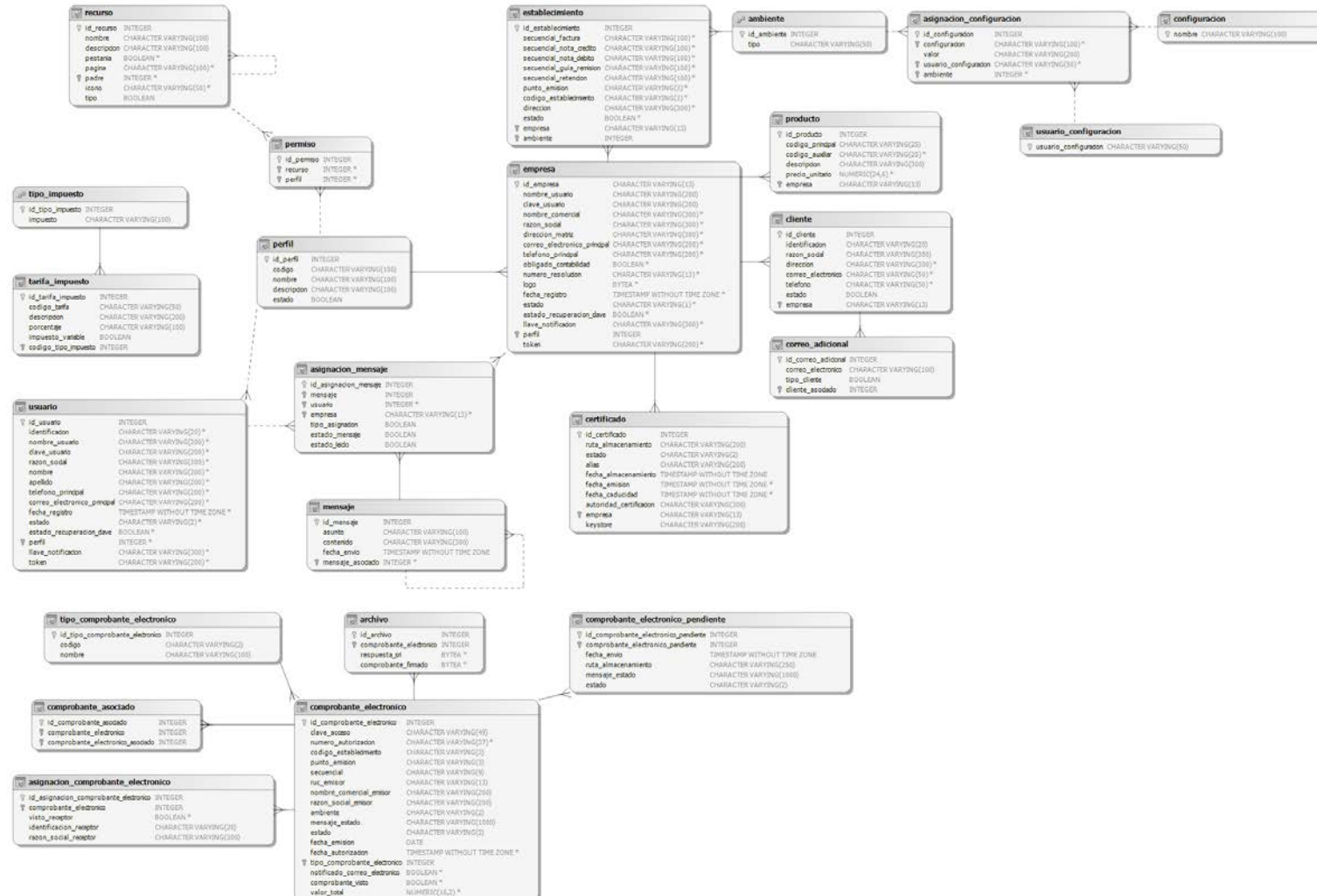


Figura 16 Diagrama relacional de base de datos

3.2.16.6. Descripción de interfaces de usuario

3.2.16.6.1. Aplicación web

Las páginas de la aplicación web son en base a un tema y layout de Primefaces llamado Modena, el cual es adaptable a dispositivos móviles y es basado en los conceptos de diseño de Material Design.



Figura 17 Tema Modena

Fuente (Prime, 2015)

3.2.16.6.2. Aplicación móvil

Prototipo de pantallas

Pantalla de inicio

La pantalla de inicio es la primera que se muestra al ejecutar la aplicación y consta de una imagen en la parte superior y dos botones para acceder como usuario con perfil emisor o receptor.



Figura 18 Pantalla de inicio

Pantalla de inicio de sesión

Es la pantalla de acceso a la aplicación móvil, consta de una imagen en la parte superior, dos campos de texto para el nombre de usuario y contraseña, y dos botones para iniciar sesión y otro para recordar la contraseña.



Figura 19 Inicio de sesión

Pantalla principal

Es la pantalla principal de la aplicación, contiene un panel lateral de navegación, está ubicado en la parte izquierda de la pantalla y es donde se muestran las opciones de la aplicación.



Figura 20 Pantalla principal

Pantallas comunes

Corresponden a las pantallas comunes de la aplicación, consta de una barra superior que contiene un botón de navegación, un título, un menú con opciones adicionales y el contenido en el centro.



Figura 21 Pantalla comunes

Pantallas del repositorio

Corresponden a las pantallas relacionadas con la visualización de los comprobantes electrónicos almacenados.

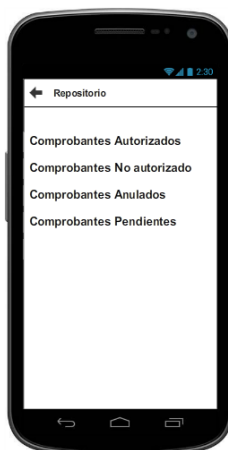


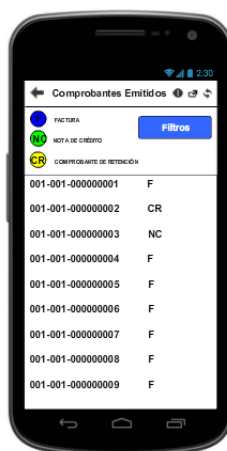
Figura 22 Opciones repositorio

Comprobantes emitidos

El contenido de la pantalla es una lista con la información básica del comprobante y un botón para realizar filtros de búsqueda.

En la parte superior cuenta con una barra de herramientas con opciones de información, asistencia y refrescar.

Los prototipos de esta pantalla servirán como referencia para las pantallas de comprobantes recibidos, anulados y pendientes, ya que son similares y se van a reutilizar algunas de las mismas.

Figura 23
Comprobantes
emitidos

Con el pulsado largo se activa una barra de herramientas con opciones como información del comprobante, reenvío, descarga, compartir y anular.

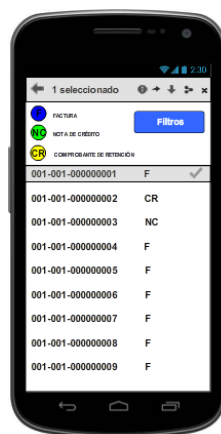


Figura 24 Barra de herramientas

Pantallas de Facturación electrónica

Corresponden a las pantallas relacionadas a la generación de comprobantes electrónicos.

El prototipo de la generación de la factura se tomará como referencia para las pantallas de nota de crédito y comprobante de retención, ya que son similares y se van a reutilizar algunas de las mismas.

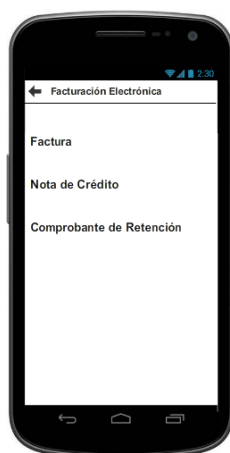


Figura 25 Opciones facturación

Factura electrónica

Cuenta con una lista de los componentes obligatorios y opcionales para la generación de la factura electrónica y un botón de verificación.

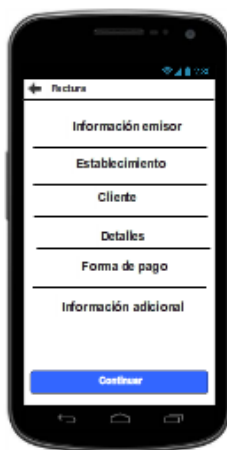


Figura 26 Factura electrónica

Resumen

Cuenta con tabs que contiene cada uno de los componentes del comprobante ingresado.



Figura 27 Resumen

Vista previa de RIDE:

Cuenta con un botón con imagen para la visualización del RIDE en formato PDF y en la parte superior tiene opciones para compartir y guardar el RIDE.



Figura 28 RIDE

Firma y autorización

Es la última pantalla en el proceso de facturación electrónica, cuenta con un botón de confirmación de la firma y autorización con el SRI y finalmente muestra una ventana de diálogo donde se muestra el resultado.

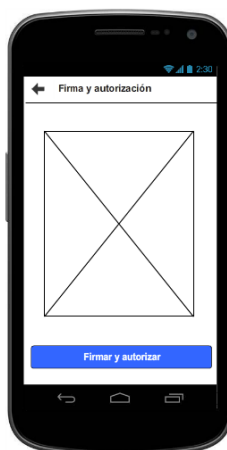


Figura 29 Firma y autorización



Figura 30 Mensaje autorización

Pantallas de administración

Corresponden a las pantallas relacionadas a la administración de clientes, productos y establecimientos.

El prototipo de administración de clientes se tomará como referencia para las otras pantallas de administración, ya que son similares y se van a reutilizar algunas de las mismas.

Pantalla principal administración de clientes

Cuenta con un campo de texto para realizar búsquedas y una lista donde se muestra la información básica de los clientes.



Figura 31 Administración clientes

Con el pulsado largo se activa una barra de herramientas con las opciones de editar, llamar, mensaje y compartir.



Figura 32 Barra de herramientas

La demás pantalla con la descripción de los prototipos se encuentra en el anexo Prototipos.

3.3. Producción y estabilización

Luego de haber establecido el diseño de la aplicación se continuó con la implementación de la misma aplicando el desarrollo iterativo e incremental dirigido por pruebas, que se basó básicamente en tres pasos:

1. Escribir el requerimiento específico
2. Implementarlo en código de programación.
3. Refactorizar para eliminar duplicidad y hacer mejoras.

3.3.1. Estándares de codificación

Codificación

Todos los ficheros están codificados en UTF-8.

Nomenclatura de paquetes

Los paquetes bases están definidos de la siguiente manera:

- Aplicación web: ec.bigdata.web.facturamovil
- Servicio web: ec.bigdata.servidor.facturamovil
- Aplicación móvil: ec.bigdata.movil.facturamovil

Nomenclatura de Clases e Interfaces

Los nombres son simples y descriptivos, están en formato CamelCase, es decir, con la primera letra en mayúscula, si se compone de dos o más palabras la primera letra de cada una de ellas está en mayúscula.

Nomenclatura de métodos

Los métodos son verbos en infinitivo y en formato lowerCamelCase.

Nomenclatura de variables

Están en formato lowerCamelCase, no se aplica para constantes.

Nomenclatura páginas XHTML

Los nombres de las páginas están en minúsculas, si se componen de dos o más palabras están separados por guión medio.

Nomenclatura de identificadores de componentes Android

Los nombres de los identificadores están en minúsculas y empiezan con el nombre del componente seguido de un nombre descriptivo, separado por guión medio.

Nomenclatura de layouts

Los nombres de los layouts están en minúsculas, si se compone de dos o más palabras están separados por guión bajo.

Nomenclatura fichero de logs

Los nombres de los ficheros de logs están en formato yyyy-MM-dd-HH-factura_movil_tipo_log.log.

3.3.2. Descripción de paquetes

3.3.2.1. Paquetes de la aplicación web

La descripción de los paquetes del proyecto web en Java se muestran en la tabla 9.

Tabla 9

Descripción de paquetes de aplicación web

Paquete	Descripción
ec.bigdata.web.facturamovil.bean	Contiene las clases que se encargan de manejar los componentes de una página JSF.
ec.bigdata.web.facturamovil.clienterest	Contiene las clases que gestionan las conexiones a los diferentes recursos del servicio web.
ec.bigdata.web.facturamovil.configuracion	Contiene las clases con atributos constantes y manejo de sesión HTTP.
ec.bigdata.web.facturamovil.modelo	Contiene las clases modelo que permite relacionar mensajes del servicio web con objetos y atributos.
ec.bigdata.web.facturamovil.filtro	Contiene las clases con la anotación <code>@WebServlet</code> que son usadas para declarar servlets que procesan excepciones de la aplicación.
ec.bigdata.web.facturamovil.converter	Contiene las clases con la anotación <code>@FacesConverter</code> que convierten strings a objetos y objetos a strings.
ec.bigdata.web.facturamovil.utilidades	Contiene las clases utilitarias para manejo de archivos, validaciones, notificaciones GCM y mensajes de la aplicación.

3.3.2.2. Paquetes de servicio web

La descripción de los paquetes del proyecto web en Java que corresponde al servicio web RESTful se muestran en la tabla 10.

Tabla 10

Descripción de paquetes de servicio web

Paquete	Descripción
ec.bigdata.servidor.facturamovil.adaptador	Contiene las clases que permiten serializar un objeto Java en un mensaje JSON.
ec.bigdata.servidor.facturamovil.configuracion	Contiene las clases con valores constantes, manejo de la construcción de la sesión de hibernate y el DAO abstracto.
ec.bigdata.servidor.facturamovil.dao	Contiene las clases que se basan en el patrón DAO (Data Access Object) que permiten aislar la aplicación con la tecnología de persistencia Hibernate.
ec.bigdata.servidor.facturamovil.excepcion	Contiene las clases que se encargan de entregar una respuesta cuando no encuentra un recurso del servicio web.

Continúa



ec.bigdata.servidor.facturamovil.facturacion	Contiene las clases que manejan la firma y autorización con el SRI, almacenamiento del comprobante en la base de datos, tareas programadas, comprobantes pendientes, notificaciones, entre otras.
ec.bigdata.servidor.facturamovil.filtro	Contiene las clases donde se maneja la autorización al servicio web con JWT y el monitoreo de peticiones.
ec.bigdata.servidor.facturamovil.listener	Contiene las clases que sirven de escuchador de los eventos generales de la aplicación web como son de arranque y parada.
ec.bigdata.servidor.facturamovil.modelo	Contiene las clases persistentes y archivos XML que establecen las relaciones de estas clases con tablas y columnas de la base de datos.
ec.bigdata.servidor.facturamovil.servicio	Contiene las clases que contienen la declaración de los recursos y operaciones del servicio web.
ec.bigdata.servidor.facturamovil.utilidades	Contiene las clases utilitarias como conversiones de tipos de dato, generación de JWT y de encriptación AES.

3.3.2.3. Paquetes de aplicación móvil

Tabla 11

Descripción de paquetes de aplicación móvil

Paquete	Descripción
ec.bigdata.facturaelectronicamovil.adaptador	Contiene las clases que permiten deserializar un mensaje JSON en un objeto Java.
ec.bigdata.facturaelectronicamovil.anotacion	Contiene las clases e interfaces donde se definen reglas de validación de campos.
ec.bigdata.facturaelectronicamovil.broadcastrec eiver	Contienen las clases del tipo BroadcastReceiver que se encargan de recibir y responder ante eventos del sistema.
ec.bigdata.facturaelectronicamovil.comparador	Contiene las clases usadas para comparar dos objetos.
ec.bigdata.facturaelectronicamovil.contentprovid er	Contiene las clases del tipo ContentProvider que se encargan de administrar el acceso a un conjunto estructurado de datos.

Continúa



ec.bigdata.facturaelectronicamovil.dialogs	Contiene las clases del tipo DialogFragment para definir ventanas de diálogo con diferentes componentes.
ec.bigdata.facturaelectronicamovil.facturacion	Contiene las clases que definen la estructura para un comprobante electrónico.
ec.bigdata.facturaelectronicamovil.gcm	Contiene las clases para la configuración de la plataforma de notificación de mensajes Google Cloud Messaging
ec.bigdata.facturaelectronicamovil.intentservice	Contiene las clases del tipo IntentService que permiten gestionar tareas asíncronas.
ec.bigdata.facturaelectronicamovil.interfaz	Contiene la declaración de interfaces.
ec.bigdata.facturaelectronicamovil.menu	Contiene la actividad que maneja el menú lateral de la aplicación.
ec.bigdata.facturaelectronicamovil.modelo	Contiene las clases entidades que permiten relaciones los mensajes JSON.
ec.bigdata.facturaelectronicamovil.pantalla	Contiene las actividades simples de la aplicación.
ec.bigdata.facturaelectronicamovil. pantallacompleja	Contiene las actividades, fragmentos y componentes recyclerview.

Continúa



ec.bigdata.facturaelectronicamovil.parcelable	Contiene las clases que implementan la interface Parcelable que permite pasar objetos entre componentes Android.
ec.bigdata.facturaelectronicamovil.personalizacion	Contiene las clases de personalización de componentes Android como mensajes Toast o imágenes.
ec.bigdata.facturaelectronicamovil.servicio	Contiene las clases que gestionan la conexión a los diferentes recursos del servicio web.
ec.bigdata.facturaelectronicamovil.utilidad	Contiene las clases utilitarias como valores estáticos, conversiones de tipo, preferencias de usuario, entre otras.

3.3.3. Prácticas de seguridad

Siguiendo las guías de seguridad de la OSWAP Open Web Application Security Project para asegurar la calidad de la aplicación en cuanto a seguridad se refiere, se implementaron las siguientes prácticas:

Aplicación web

Tiempo de sesión

Se estableció un tiempo de sesión de la aplicación web, para definir esto se ha declarado en el archivo web.xml la declaración session-config y session-timeout con el valor de 15, representado en minutos.

Monitoreo inactividad

También para controlar la inactividad de las páginas se ha establecido un componente de Primefaces, el cual monitorea la actividad de un usuario y

ejecuta un escuchador que direcciona a la página de inicio de sesión en caso de no encontrar actividad.

Sesión

Para el cierre de sesión se procede a invalidarla, se remueven todos los parámetros y se borran todas las cookies.

Páginas de error

Manejo de páginas de error 404, 500, página expirada y excepciones `java.lang.Throwable`, a través de un `@WebServlet` y componentes de Primefaces, esto ayuda a que los atacantes no extraigan información de la respuesta de error incorporada en el contenedor de aplicaciones.

Servicio web

Autenticación

La autenticación para acceder a los recursos del servicio web es a través de tokens, usando el estándar abierto llamado JSON Web Token (JWT).

Protección contra ataques

Cuando se trata de recursos expuestos por servicios web RESTful es importante asegurarse que cualquier petición PUT, POST y DELETE esté protegida contra Cross-Site Request Forgery (CSRF) y Cross Site Scripting (XSS), el servidor Tomcat permite establecer filtros de seguridad para protegerse de este tipo de ataques.

Validación de los tipos de contenido, siempre se especifica el tipo de contenido que se va a enviar por ejemplo "application/json", de esta forma se comprueba que el encabezado "Content-type" y el contenido son del mismo tipo.

Para asegurarse de que el navegador interpreta correctamente el contenido de un determinado recurso, desde el servidor se define el encabezado "X-Content-Type-Options: nosniff" y el encabezado "X-Frame-Options:deny" para protegerse de ataques de clickjacking de arrastrar y soltar en los navegadores web más antiguos.

Códigos HTTP

Uso de códigos HTTP de respuesta para algunos recursos.

Manejo de logs

Configuración de log4j para capturar los mensajes de error y la trazabilidad de la aplicación web y el servicio web, esto se lo realiza diariamente y se lo almacena en archivos de texto.

Criptografía

A través del API Java Cryptographic Extensions (JCE) se implementó uno de los algoritmos aprobados para encriptar/desenciptar que es el Advanced Encryption Standard (AES) que se usó para el cifrado de la clave de los usuarios de la aplicación.

3.4. Pruebas del sistema y correcciones

Para el desarrollo de las pruebas de la aplicación se hizo la siguiente distribución:

El 40 % corresponde a pruebas unitarias para asegurar la estabilidad del código base, el 50% a pruebas de interfaces de usuario y de aceptación para comprobar que la aplicación realmente funciona y el 10% corresponde a pruebas de integración para verificar que la aplicación trabaja correctamente con otros componentes.

Para las pruebas unitarias y de integración se utilizó el framework JUnit, y para las pruebas de interfaces de usuario se usó el framework Espresso.

JUnit es muy fácil de configurar tanto en Netbeans como en Android Studio, en las figuras 55 y 56 se muestra la ejecución de una prueba exitosa en ambos IDE:

```

22  @Test
23  public void probarObtenerCertificadoPorEmpresa() {
24      // Arrange Preparar
25      String rucEmpresa = "1792547164001";
26      // Act Actuar
27      Certificado certificado = ClienteRestCertificado.obtenerCertificadoPorEmpresa(rucEmpresa);
28      // Assert Afirmar
29      Assert.assertNotNull(certificado);
30  }
31
32  @Test
33  public void probarActualizarCertificado() {

```

Test Results

ec.bigdata.web.facturamovil.clienterest.ClienteRestCertificadoTest.probarObtenerCertificadoPorEmpresa X

100,00 %

The test passed. (1,27 s)

- ec.bigdata.web.facturamovil.clienterest.ClienteRestCertificadoTest passed
- probarObtenerCertificadoPorEmpresa passed (1,183 s)

Figura 55 Pueba unitaria en Netbeans

```

@Test
public void probarObtenerCertificadoPorRUC() {
    // Arrange Preparar
    String rucEmpresa = "1792547164001";
    Certificado certificado = null;
    ClienteRestCertificado.ServicioCertificado servicioCertificado=ClienteRestCertificado.getServicioCertificado();
    // Act Actuar
    Call<Certificado> certificadoCall= servicioCertificado.obtenerCertificadoPorEmpresa(rucEmpresa);
    certificadoCall.enqueue(new Callback<Certificado>() {
        @Override
        public void onResponse(Call<Certificado> call, Response<Certificado> response) {
            if(response.isSuccessful()){
                // Assert Afirmar
            }
        }
    });
}

```

Run CertificadoDigitalTest.probarObtenerCertificadoPorRUC

1 test passed - 6s 130ms

CertificadoDigitalTest (ec.bigdata.facturaelectronicamovil) 6s 130ms "C:\Program Files\Android\Android Studio\jre\bin\java" ...

probarObtenerCertificadoPorRUC 6s 130ms

Process finished with exit code 0

Figura 56 Prueba unitaria en Android Studio

3.4.1. Pruebas unitarias

Tabla 12

Lista de verificación de pruebas unitarias

No.	Prueba	Cumple
1	Consulta de usuario por Id.	Sí
2	Consulta de usuario por identificación.	Sí
3	Consulta de usuario por correo electrónico	Sí
4	Consulta de usuario por nombre de usuario	Sí
5	Consulta de usuarios por coincidencia	Sí
6	Consulta de usuarios por rangos	Sí
7	Consulta de total de usuarios	Sí
8	Búsqueda de usuarios por identificación, nombre, perfil, estado y rango	Sí
9	Consulta de total de usuarios por identificación, nombre, perfil y estado	Sí
10	Validación de usuario por nombre de usuario y clave	Sí
11	Actualización de identificación de usuario	Sí
12	Actualización de razón social de usuario	Sí
13	Actualización de nombre de usuario	Sí
14	Actualización de apellido social de usuario	Sí
15	Actualización de número telefónico de usuario	Sí
16	Actualización de correo electrónico de usuario	Sí
17	Actualización de clave de usuario	Sí
18	Actualización de estado de usuario	Sí
17	Recuperación de clave de usuario	Sí
18	Consulta de empresas por coincidencia	Sí
19	Consulta de empresas por rangos	Sí
20	Consulta de total de empresas	Sí
21	Consulta de empresa por RUC	Sí
22	Consulta de empresa por nombre de usuario	Sí
23	Consulta de empresa por correo electrónico	Sí
24	Búsqueda de empresas por RUC, estado y rango	Sí
25	Consulta de total de empresas por RUC y estado	Sí

Continúa



26	Validación de empresa por nombre de usuario y clave	Sí
27	Actualización de estado de empresa	Sí
28	Consulta de logo de la empresa	Sí
29	Subida de logo de la empresa	Sí
30	Consulta de certificado por empresa	Sí
31	Registro de token para notificaciones	Sí
32	Consulta de emisor de mensaje por Id.	Sí
33	Envío de mensaje	Sí
34	Consulta de mensajes por tipo de usuario, tipo de asignación, identificación de usuario y rango	Sí
35	Consulta de total de mensajes por tipo de usuario, tipo de asignación e identificación de usuario	Sí
36	Búsqueda de mensajes por tipo de usuario, tipo de asignación, identificación de usuario, asunto, estado de mensaje y estado de leído y rango	Sí
37	Búsqueda de total de mensajes por tipo de usuario, tipo de asignación, identificación de usuario, asunto, estado de mensaje y estado de leído y rango	Sí
38	Restauración de mensaje	Sí
39	Actualización de estado de mensaje	Sí
40	Eliminación de mensaje	Sí
41	Consulta de impuestos	Sí
42	Consulta de impuesto por Id.	Sí
43	Búsqueda de impuestos por código, descripción, tipo de impuesto y si es variable o fijo	Sí
44	Consulta de impuesto por tipo de impuesto	Sí
45	Actualización de código de tarifa de impuesto	Sí
46	Actualización de descripción de impuesto	Sí
47	Actualización de porcentaje de impuesto	Sí
48	Actualización si el impuesto es variable o fijo	Sí
49	Almacenamiento de nuevo impuesto	Sí
50	Eliminación de impuesto	Sí
51	Consulta de perfil por Id.	Sí
52	Consulta de recursos de pantallas por perfil y por tipo de recurso	Sí
53	Consulta de configuraciones por usuario	Sí

Continúa



54	Consulta de clave cifrada	Sí
55	Consulta de tipos de comprobante	Sí
56	Actualización de información de empresa	Sí
57	Actualización de valor obligado a llevar contabilidad	Sí
58	Consulta de establecimientos por empresa	Sí
59	Consulta de establecimientos por empresa y rango	Sí
60	Creación de nuevo establecimiento	Sí
61	Actualización de establecimiento	Sí
62	Actualización de estado de establecimiento	Sí
63	Consulta de clientes por empresa y rango	Sí
64	Validación de cliente por identificación y empresa asociado	Sí
65	Validación de cliente por correo electrónico y empresa asociado	Sí
66	Actualización de información de cliente	Sí
67	Actualización de estado de cliente	Sí
68	Creación de nuevo cliente	Sí
69	Consulta de productos por empresa y rango	Sí
70	Actualización de información de producto	Sí
71	Creación de nuevo producto	Sí
72	Eliminación de uno o varios productos	Sí
73	Consulta de correos electrónicos adicionales por cliente	Sí
74	Consulta de correos electrónicos adicionales por empresa y cliente	Sí
75	Creación de correo electrónico adicional	Sí
76	Eliminación de uno o varios correos electrónicos adicionales	Sí
77	Consulta de comprobantes por ruc emisor, estado, tipo de consulta y rango	Sí
78	Consulta de comprobantes por ruc emisor, estado, tipo de consulta, fecha de inicio, fecha de fin, tipo de comprobante, secuencial, receptor y rango.	Sí
79	Guardado de comprobante recibido	Sí
80	Actualización de comprobante anulado	Sí
81	Restauración de comprobante anulado	Sí
82	Consulta de archivo por tipo	Sí

3.4.2. Pruebas de integración

Tabla 13

Lista de verificación de pruebas de integración

No.	Prueba	Cumple
1	Almacenamiento de un nuevo usuario	Sí
2	Almacenamiento de una nueva empresa	Sí
3	Renovación de certificado digital	Sí
4	Firma y autorización de comprobante electrónico	Sí
5	Envío de notificación entre aplicación web y móvil	Sí
6	Autorización con JSON Web Token	Sí

3.4.3. Pruebas de interfaces de usuario

Ver anexo Pruebas de interfaces de usuario.

3.4.4. Pruebas de aceptación

Ver anexo Pruebas de aceptación.

3.5. Ejecución

A continuación, se muestran las interfaces de usuario desarrolladas para las aplicaciones web y móvil.

La figura 31 muestra la página web de inicio con las opciones de iniciar sesión, registrarse, renovar el certificado digital y recuperar la contraseña del usuario.

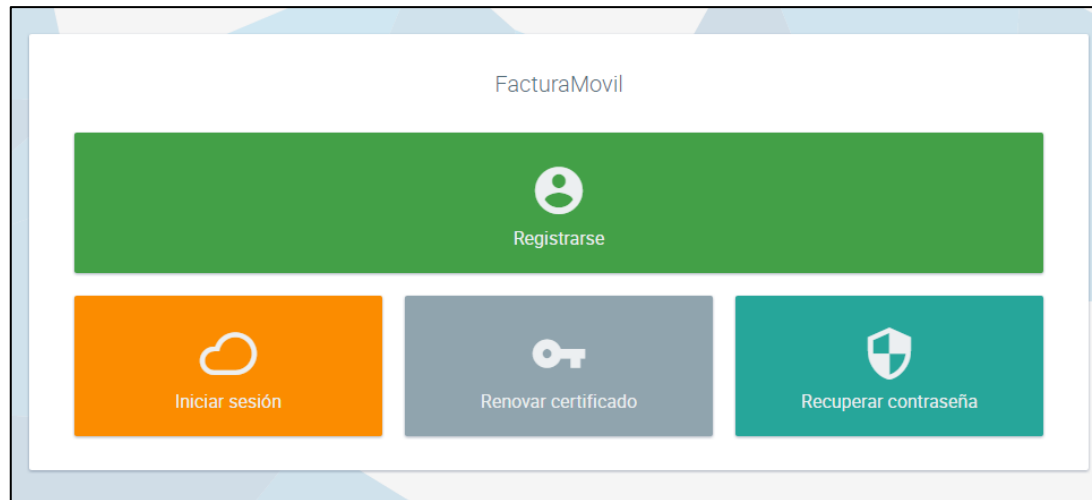


Figura 33 Pantalla de inicio

En la figura 32 se muestra una captura de pantalla de la página de registro del usuario emisor, la página está dividida en secciones, la primera indica los requisitos que debe cumplir el usuario, luego siguen los campos de registro, señalando los que son obligatorios con (*) y por el último la selección y carga del certificado digital.

The screenshot displays a registration form for an issuer, organized into three main sections:

- Requisitos:** A blue header section listing requirements: "Certificado digital de firma electrónica vigente.", "Clave de acceso a servicios en línea del SRI.", "RUC activo y al día en sus obligaciones tributarias.", and "Solicitud de certificación para los ambientes de Pruebas/Producción."
- Registro:** A blue header section with a note: "Los campos marcados con * son obligatorios." Below this are two columns of input fields:
 - Left column: "RUC *", "Nombre comercial *", "Correo electrónico principal*", "Obligado a llevar contabilidad:" (with a toggle switch set to "NO"), and "Nombre de usuario *".
 - Right column: "Razón social *", "Dirección matriz*", "Número telefónico principal*", "Número de resolución contribuyente especial:", and "Contraseña *".
- Certificado digital de firma electrónica:** A blue header section with instructions: "1 Elegir", "2 Subir", and "3 Escribir contraseña". Below this are three buttons: "+ Elegir", "Subir", and "Cancelar". A "Contraseña:" label is positioned above a text input field. At the bottom center is a green "Registrar" button.

Figura 34 Pantalla de registro de usuario emisor

Página web de registro del usuario receptor como se indica en la figura 32, los campos del registro que son obligatorios se encuentran marcados con (*).

Registro

Los campos marcados con * son obligatorios.

Cédula/RUC/Pasaporte *:

Razón social *:

Nombre *:

Apellido *:

Correo electrónico principal *:

Número telefónico principal *:

Nombre de usuario *:

Contraseña *:

Razón social Nombre y Apellido

Registrar

Figura 35 Pantalla de registro de usuario receptor


La página web de renovación del certificado digital que se muestra en la figura 34 está dividida en dos partes, la primera para verificar la existencia de un certificado digital anteriormente almacenado y la segunda para realizar la selección y carga de un certificado digital renovado.

The screenshot shows a web interface for digital certificate renewal, titled "Renovación del certificado". It is divided into two main sections:

- Step 1: Comprobar certificado actual**
This section contains a label "RUC de la empresa:" followed by a text input field with the placeholder "Ingrese el RUC". To the right of the input field is a blue button with a checkmark icon and the text "Comprobar".
- Step 2: Cargar nuevo certificado**
This section contains a label "Contraseña del certificado:" followed by a text input field with the placeholder "Ingrese la contraseña". Below this is a label "Elegir certificado:" followed by three buttons: "+ Elegir", "Subir" (with an upload icon), and "Cancelar" (with an 'x' icon). At the bottom of this section is a large blue button with a save icon and the text "Guardar nuevo certificado".

Figura 36 Pantalla renovar certificado digital

Página web de recuperación de la contraseña por nombre de usuario, RUC o cédula como se indica en la figura 35.



Recuperar contraseña

Nombre de usuario o RUC/Cédula

✓ Recuperar

The image shows a web form for password recovery. At the top, the text "Recuperar contraseña" is centered. Below it is a light gray input field with the placeholder text "Nombre de usuario o RUC/Cédula". To the right of the input field is a blue button with a white checkmark icon and the text "Recuperar". The background of the form area features a light blue and white geometric pattern.

Figura 37 Pantalla de recuperación de contraseña

En la figura 46 se aprecia la página web de inicio de sesión, debe ingresarse el nombre de usuario y la contraseña.



The image shows a login form for 'FacturaMovil'. At the top center is a dark blue circular icon with a white person silhouette. Below it, the text 'FacturaMovil' is displayed in a dark blue font. The form consists of two light gray input fields: the first is labeled 'Nombre de usuario' and the second is labeled 'Contraseña'. Below the input fields are two buttons: a blue button with a white right-pointing arrow and the text 'Iniciar sesión', and a red button with a white key icon and the text 'Recuperar contraseña'. In the bottom right corner of the page, there is a blue button with a white house icon and the text 'Volver'.

Figura 38 Inicio de sesión

Página web principal al iniciar sesión con el menú lateral izquierdo que muestran las funcionalidades de administración.



Figura 39 Pantalla principal

Página web de administración de empresas con opciones de búsqueda en la parte superior y la tabla de datos con la información de las empresas como se ve en la figura 38.

The screenshot displays the 'FacturaMovil' web interface for company management. The header includes the logo and a user profile for 'Idcrespin'. The main content area features a search form with the following fields:

- Búsqueda:** A search bar.
- RUC/Razón social:** A text input field.
- Estado:** A dropdown menu currently set to 'Activo'.
- Buscar:** A blue button with a magnifying glass icon.

Below the search form is a table with the following columns:

	RUC	Razón social	Correo	Teléfono	Estado	Certificado	Mensaje
<input type="radio"/>	1791808045001	CNPC CHUANQING DRILLING ENGINEERING COMPANY LIMITED	notificaciones@ebox.ec	3824290			
<input type="radio"/>	1792049989001	EMAGIC NEGOCIOS ELECTRONICOS S.A.	contabilidad@ebox.ec	3824290			
<input type="radio"/>	1792547164001	BIGDATA	d-crespin@hotmail.com	0998289803			

At the bottom of the table, there is a pagination bar showing page 1 of 5, and a 'Ver' button with a user icon.

Figura 40 Pantalla de administración de empresas

Opción para ver información del certificado digital relacionado con la empresa representado en la figura 39. La lista de todas las pantallas se encuentra en el anexo Ejecución del sistema.

The screenshot shows a web application interface with a table of companies and a modal window titled 'Detalles'. The table has columns for 'Búsqueda:', 'RUC/Razón', 'Estad', 'RUC', and 'Razón soc'. The modal window displays the following information:

- Nombre de usuario: bigdata
- Razón social: BIGDATA
- Nombre comercial: BIGDATA C.A.
- Dirección matriz: PICHINCHA / QUITO / AV. REPUBLICA E7-23 Y LA PRADERA
- Correo electrónico principal: d-crepin@hotmail.com
- Número telefónico principal: 0998289803
- Obligado a llevar contabilidad: SI
- Número de resolución:
- Fecha de registro: Thu Apr 28 15:00:00 COT 2016
- Estado: Activo

The modal window also includes a 'Cerrar' button. The table below shows the data for the selected company:

Búsqueda:	RUC/Razón	Estad	RUC	Razón soc
			1791808045001	CNPC CHUAN DRILLING ENGIN COMPANY LIM
			1792049989001	EMAGIC NEGC ELECTRONICO
			1792547164001	BIGDATA

Figura 41 Opción que muestra información del certificado

Capturas de pantallas del inicio de la aplicación móvil como se muestran en las figuras 40 y 41.



Figura 42 Pantalla de inicio

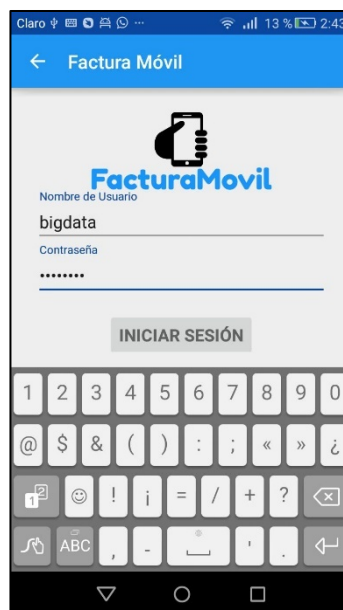


Figura 43 Pantalla inicio de sesión

Capturas de pantalla del menú lateral con las funcionalidades de la aplicación y un menú desplegable en la barra de herramientas para editar información del usuario y la opción de salir del sistema.

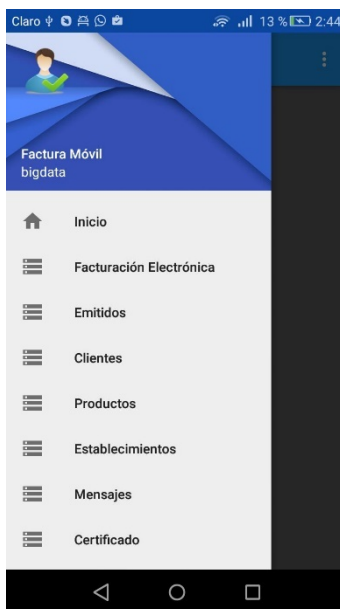


Figura 44 Menú lateral izquierdo

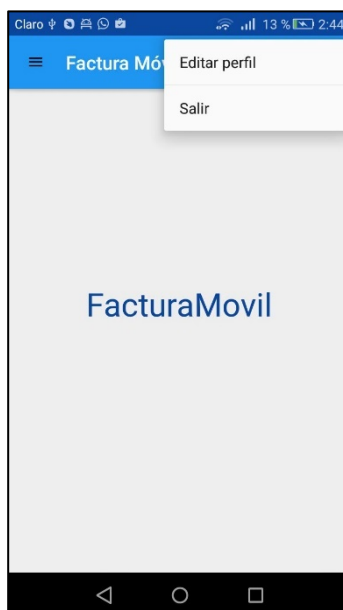


Figura 45 Menú desplegable

Las funcionalidades principales de la aplicación como la selección del tipo de comprobante para la generación de la factura electrónica, las opciones de repositorio y los comprobantes autorizados se muestran desde las figuras 44 a la 47. La lista de todas las pantallas se encuentra en el anexo Ejecución del sistema .

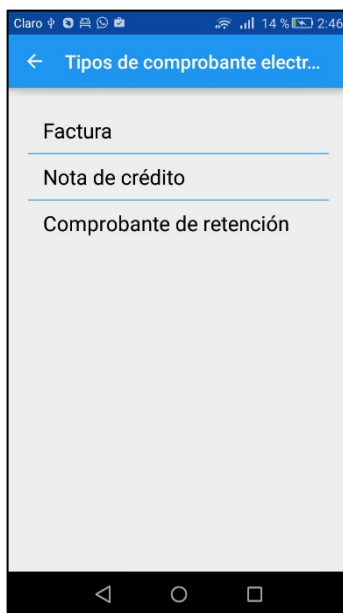


Figura 46 Tipos de comprobante

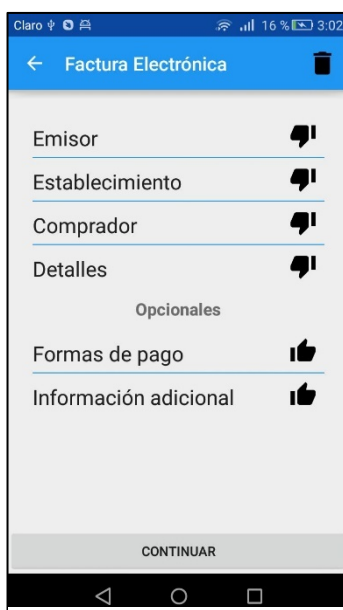


Figura 47
Componentes de
factura electrónica

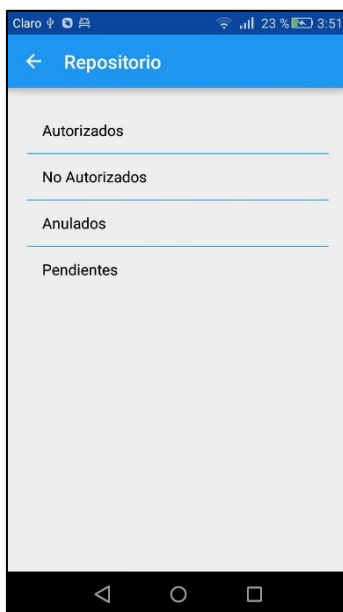


Figura 48 Opciones de repositorio



Figura 49 Comprobantes emitidos autorizados

CAPITULO 4

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones

- Al utilizar la metodología Mobile-D, con su completa documentación, plantillas de ejemplo y sus buenas prácticas y técnicas, se facilitó el desarrollo de la aplicación especialmente en el análisis de los requerimientos, pila del producto, historias de usuario y pruebas de aceptación junto con el desarrollo guiado por pruebas.
- Se desarrolló una aplicación de software con una arquitectura distribuida que integra una aplicación móvil que cuenta con todas las funcionalidades para el manejo de comprobantes electrónicos XML validados, una aplicación web para la administración y registro de usuarios, conexión con los servicios web del SRI y procesos de firma electrónica con el estándar Xades, todo esto gestionado a través de un servicio web RESTful estructurado en capas lógicas que van desde la autorización por token, manejo de solicitudes, lógica de negocio y acceso a datos, comprendiendo un total de 88 recursos que tienen tiempos de respuesta promedio en milisegundos.
- Dentro del aprendizaje obtenido se encuentra el uso de nuevas tecnologías de desarrollo como los clientes HTTP Retrofit y HttpClient, usados para acceder a los recursos del servicio web y que son fáciles de implementar, no requieren mayores dependencias y están bien documentados. También están el framework Jersey y la librería de Google Gson que fueron dos de los componentes claves para la construcción del servicio web porque brindan soporte para la serialización y deserialización de mensajes en formato JSON.
- Con el desarrollo guiado por pruebas se verificaron un total de 82 pruebas unitarias y 6 pruebas de integración que ayudaron a la corrección de errores, también se implementaron 113 pruebas de

aceptación entre 8 usuarios que cubren todas las funcionalidades del sistema y aseguran la conformidad de los usuarios con los requerimientos del negocio.

- El manejo el certificado digital de firma electrónica es un punto importante en el proyecto ya que al estar almacenado en un directorio seguro del servidor y al no guardar su clave, no interactúa directamente con la aplicación.

4.2. Recomendaciones

- Para las etapas de pruebas especialmente las que son de interfaces de usuario se recomienda utilizar frameworks que permitan su automatización como es el caso de Espresso para Android.
- Para el desarrollo de la arquitectura el uso de prototipos de las pantallas y esquemas navegacionales nos ayuda a tener una idea más de clara de lo que se quiere lograr.
- En cuanto al uso de clientes HTTP, es una buena práctica establecer tiempos propios de lectura, conexión y escritura de las peticiones HTTP de esta forma se tendrá un mayor control de la aplicación.
- El uso de JSON como formato para el intercambio de información, al ser adaptable, simple y fácil de procesar, lo hace idóneo para dispositivos donde la optimización de los recursos es prioridad.
- Para futuras implementaciones buscar otras formas de resguardo del certificado digital, como puede ser el uso de un Módulo de Seguridad de Hardware (HSM) el cual es un dispositivo criptográfico protegido con prestaciones de servicios de cifrado, descifrado, autenticación y firma digital.
- Fomentar en colegios y universidades los fundamentos teóricos y prácticos en lo que se refiere a certificado digital, firma y facturación electrónica, que contribuya a su uso, al desarrollo de nuevas aplicaciones y al conocimiento de las responsabilidades que debe asumir el titular del certificado de firma.

CAPITULO 5

5.1. Referencias

Android, D. (15 de 06 de 2016). Developer Android. Obtenido de <https://developer.android.com/about/dashboards/index.html>.

Apache Software Foundation. (26 de 07 de 2016). Apache HttpComponents. Obtenido de <https://hc.apache.org/httpclient-3.x/tutorial.html>

Arun, G. (2013). Java EE 7 Essentials (1er ed.). O'Reilly Media, Inc.

Banco Central del Ecuador. (9 de 4 de 2016). Certificación Electrónica Banco Central del Ecuador. Obtenido de <https://www.eci.bce.ec/preguntas-frecuentes>

Beck K., A. C. (2004). Extreme Programming Explained: Embrace Change (2da ed.). Addison Wesley Professional.

Blog on Java Technologies. (15 de 07 de 2016). Obtenido de <http://www.javatechblog.com/java/difference-between-soap-and-restful-web-service-in-java/>

CERES. (20 de 04 de 2016). CERES-Clave asimétrica. Obtenido de <https://www.cert.fnmt.es/curso-de-criptografia/criptografia-de-clave-asimetica>

CERES. (20 de 04 de 2016). CERES-Clave simétrica. Obtenido de CERES-Clave simétrica: <https://www.cert.fnmt.es/curso-de-criptografia/criptografia-de-clave-simetica>

Chappell, D. J. (2002). Java Web Services (1er ed.). O'Reilly Media, Inc.

Developer Android. (9 de 05 de 2016). Developer. Obtenido de <https://developer.android.com/guide/platform/index.html?hl=es>

Developer Android. (20 de 05 de 2016). <https://developer.android.com/studio/index.html>.

- firma-electronica.eu. (28 de 07 de 2016). Firma-Electronica. Obtenido de <http://www.firma-electronica.eu/firma-electronica-digital.html>
- Google. (26 de 9 de 2016). Google Developers. Obtenido de <https://developers.google.com/cloud-messaging/gcm>
- Gutiérrez, P. (1 de 03 de 2016). Genbetadev. Obtenido de Genbetadev: <http://www.genbetadev.com/seguridad-informatica/tipos-de-criptografia-simetrica-asimetrica-e-hibrida>
- Hibernate. (30 de 05 de 2016). Hibernate. Obtenido de <http://hibernate.org/orm/>
- Jaiswal, S. (s.f.). JavaTpoint. Obtenido de JavaTpoint: <http://www.javatpoint.com/what-is-web-service>
- Jaiswal, S. (s.f.). JavaTPoint. Obtenido de JavaTPoint: <http://www.javatpoint.com/hibernate-tutorial>
- JWT. (15 de 08 de 2016). JWT. Obtenido de <https://jwt.io/introduction/>
- NetBeans. (19 de 04 de 2016). NetBeans. Obtenido de NetBeans: <https://netbeans.org/features/index.html>
- Oracle. (21 de 04 de 2016). Oracle Java Documentation. Obtenido de Oracle Java Documentation: <https://docs.oracle.com/javase/tutorial/getStarted/intro/definition.html>
- Oracle. (19 de 04 de 2016). The Java EE 5 Tutorial. Obtenido de <http://docs.oracle.com/javaee/5/tutorial/doc/bnaph.html>
- PostgreSQL. (07 de 05 de 2016). PostgreSQL-es. Obtenido de http://www.postgresql.org.es/sobre_postgresql
- Prime, O. (1 de julio de 2015). <http://blog.primefaces.org/>. Obtenido de <http://blog.primefaces.org/>: <http://blog.primefaces.org/?p=3575>
- Primefaces. (1 de 05 de 2016). Primefaces. Obtenido de http://www.primefaces.org/docs/guide/primefaces_user_guide_6_0.pdf

- Retrofit. (21 de 07 de 2016). Retrofit. Obtenido de <https://square.github.io/retrofit/>
- Rubin, K. S. (2012). Essential Scrum (1er ed.). Addison-Wesley Professional.
- S., G. (2013). Developing RESTful Web Services with Jersey 2.0 (1er ed.). Birmingham: Packt Publishing Ltd.
- SRI Servicio de Rentas Internas. (12 de 2016). SRI Servicio de Rentas Internas-Representación impresa del documento electrónico (RIDE). Obtenido de <http://www.sri.gob.ec/de/10115>
- SRI Servicio de Rentas Internas. (26 de 04 de 2016). SRI-Base legal Comprobantes Electrónicos. Obtenido de <http://www.sri.gob.ec/web/guest/base-legal-comprobantes-electronicos>
- SRI Servicio de Rentas Internas. (15 de 9 de 2016). SRI-Comprobantes electrónicos. Obtenido de <http://www.sri.gob.ec/de/10109>
- SRI Servicio de Rentas Internas. (26 de 04 de 2016). SRI-Comprobantes Electrónicos-Información básica. Obtenido de http://www.sri.gob.ec/documents/156146/0/pdf+FACTURACION+ELECTRONICA+V1_out_03_03_2015.pdf/489fb78d-5e8d-4a01-808f-b4417d1842dc
- SRI Servicio de Rentas Internas. (27 de 04 de 2016). SRI-Pymes. Obtenido de SRI-Pymes: <http://www.sri.gob.ec/de/32>
- SRI Servicio de Rentas Internas. (01 de 2017). SRI-Información Técnica Comprobantes Electrónicos. Obtenido de <http://www.sri.gob.ec/web/guest/10116>
- VTT Electronics. (1 de 3 de 2016). Agile Software Technologies Research Programme. Obtenido de <http://agile.vtt.fi/mobiled.html>
- Vukotic A., G. J. (2011). Apache Tomcat 7 (1er ed.). Apress.