

# **ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL**

## **ESCUELA DE FORMACIÓN DE TECNÓLOGOS**

**DESARROLLO DE UNA APLICACIÓN MÓVIL SOFTPHONE SIP  
PARA LA IMPLEMENTACIÓN EN RED CON CENTRALES  
TELFÓNICAS HARDWARE Y SOFTWARE LIBRE, PARA EL  
LABORATORIO TICS AULA N° 16 (ESFOT).**

**TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE  
TECNÓLOGO EN ANÁLISIS DE SISTEMAS INFORMÁTICOS**

**CASALIGLLA QUISHPE JHONATAN ISAAC**

jhonatan.casaliglla@epn.edu.ec

**LINCANGO SIMBAÑA BETSY BELÉN**

betsy.lincango@epn.edu.ec

**DIRECTOR: Ing. Juan Pablo Zaldumbide Proaño, M.Sc.**

juan.zaldumbide@epn.edu.ec

**CODIRECTOR: Ing. Luz Marina Vintimilla Jaramillo, M.Sc.**

marina.vintimilla@epn.edu.ec

**Quito, Julio 2019**

## **DECLARACIÓN**

Nosotros, Casaliglla Quishpe Jhonatan Isaac y Lincango Simbaña Betsy Belén, declaramos bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría; que no ha sido previamente presentada para ningún grado o calificación profesional; y, que hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Escuela Politécnica Nacional puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

---

**Casaliglla Quishpe Jhonatan Isaac**

---

**Lincango Simbaña Betsy Belén**

## **CERTIFICACIÓN**

Certificamos que el presente trabajo fue desarrollado por JHONATAN ISAAC CASALIGLLA QUISHPE y BETSY BELÉN LINCANGO SIMBAÑA bajo nuestra supervisión.

---

Ing. Juan Zaldumbide, M.Sc.  
DIRECTOR DE PROYECTO

---

Ing. Luz Marina Vintimilla, M.Sc.  
CODIRECTOR DE PROYECTO

## AGRADECIMIENTO

*Agradezco a Dios por siempre cuidarme y protegerme de todo mal que pude haber tenido en el trascurso de mi formación profesional.*

*A mis abuelitos por haberme dado la educación y darme la libertad de elegir mi propio camino en cada decisión que he tomado. Gracias abuelito papi Juan por enseñarme el valor del trabajo desde muy temprana edad y por ser mi ejemplo de alguien honesto y trabajador. También gracias abuelita mamita Rosa que siempre me brindó todo su amor y cariño inigualables solo comparables con las de una madre, ustedes son y serán mis padres.*

*Gracias mamá Olguita por inculcarme valor del estudio en el tiempo que estuvo conmigo, por eso siempre será mi fuente de inspiración para seguir adelante con mis futuros estudios. Por eso gracias, usted literalmente dio su vida por mi hermano por mí. A mi papi Santiago por haberme mostrado que para especializarse en algo no es necesario asistir a una institución educativa sino de tener las ganas de superarse tan solo leyendo libros y practicando.*

*A mi hermano Alex, que me apoyó desde el inicio de mi carrera en todo lo que estaba a su alcance, haciéndome sentir que no estaba solo. A mis tíos Gonzalo, Juan y tía Magdalena que siempre estuvieron pendiente de mis estudios preguntándome “Cómo me va?”.*

*A mi compañera de tesis por haberme permitido entrar en su vida y por haber permanecido a mi lado a pesar de todos los problemas y situaciones que pasamos. A sus padres y hermanos que me recibieron en su hogar todos los fines de semana, haciéndome sentir parte de la familia.*

*De manera especial a mi tutor de tesis Ing. Juan Pablo Zaldumbide, por haberme guiado a largo de este trabajo de titulación y por ser de los pocos docentes que sabe ganarse la confianza de sus estudiantes y que se preocupa por la enseñanza de los mismos. Al Ing. Cesar Gallardo por la confianza que depositó en nosotros al proporcionarnos tan grandioso tema de trabajo, dejando un legado para los futuros estudiantes.*

*También quiero hacer una importante mención al Ing. Andrés Durán quien desde la primera vez que recibí sus clases, cambió mi forma de ver las cosas en el ámbito de la programación, al enseñarme que en la carrera de sistemas se puede hacer lo que sea y emprender con cualquier idea por más grande e imposible que parezca. Y a pesar de que sus proyectos parecieran imposibles de ejecutar, eso me permitió mejorar y crecer como profesional.*

*Por último quiero agradecer a la ESFOT de la Escuela Politécnica Nacional por haberme formado como profesional en Sistemas con cada docente que me brindaron y por darme los mejores momentos de mi vida, penas y glorias.*

**Jhonatan Isaac**



## AGRADECIMIENTO

*Agradezco a Dios por darme unos excelentes padres quienes me ayudaron a continuar con mis estudios, por bendecirme con dos hermanos David y Doménica quienes me brindan su apoyo incondicional, por poner en mi camino a mi compañero de tesis Jhonita Isaac quien me contagió de su entusiasmo día a día para terminar.*

*Gracias, mamá y papá por enseñarme a ser perseverante, por cuidar de mí, darme consejos, siempre estar pendiente y brindarme mucho amor.*

*Gracias, Domenica y David, mis hermanos favoritos que con su apoyo moral y risas me alentaban a continuar.*

*Gracias, Jhonatan Isaac por el compromiso que demostraste en el proyecto y más aún por cada momento compartido.*

*Gracias, a los abuelitos y familia de Jhonita por acogerme de buena manera y abrirme las puertas de su casa.*

*Gracias, a todos mis amigos(as) por acompañarme a largo de la vida universitaria.*

*De igual manera mi profundo agradecimiento al ing. César Gallardo quien planteó el tema, fijó las metas y nos animó a dejar un legado en la ESFOT.*

*Finalmente, a mi codirectora la ing. Luz Marina Vintimilla y en especial al ing. Juan Pablo Zaldumbide, que gracias a su conocimiento, tiempo y apoyo aportaron para terminar el proyecto.*

**Betsy Belén**

## DEDICATORIA

*Este proyecto está dedicado a:*

*A mis padres, Santiago y Olga Marina quienes en vida me criaron con todo el amor y cariño que siempre recordaré.*

*A mis abuelitos, papi Juan y mamita Rosa, a quienes les debo mi vida ya que me cuidaron y acogieron más como un hijo que como nieto y me dieron mucho más de lo que estuvo a su alcance.*

*A mi hermano Alex y a toda mi familia que siempre han estado pendientes de mí en todo el transcurso de mis estudios hasta el día de hoy.*

*A mi compañera de tesis Betsy Belén, quién hizo posible la culminación del presente proyecto con su esfuerzo y tiempo que pasó a mi lado. Todas esas noches en vela y la falta de sueño que pasamos nos permitieron llegar a este punto.*

*Jhonatan Isaac*

## DEDICATORIA

*Dedico este proyecto a:*

*Mis padres por su sacrificio, apoyo incondicional y sobre todo paciencia.*

*Mis hermanos, Doménica y David quienes preguntaban “¿Cuándo terminas?” y siempre me alentaban a seguir.*

*Mi Jhonita Isaac por ser mi fuente de inspiración y motivación para superarme día a día y enseñarme con su ejemplo.*

*Betsy Belén*

# ÍNDICE DE CONTENIDO

1.	INTRODUCCIÓN .....	1
1.1	Planteamiento del problema.....	1
1.2	Objetivo general .....	2
1.3	Objetivos específicos .....	2
1.4	Alcance .....	2
1.5	Justificación.....	3
2.	METODOLOGÍA.....	4
2.1	Fundamentos Teóricos.....	4
2.1.1	Protocolo de Comunicación .....	4
2.1.2	Asterisk.....	4
2.1.3	Central Epygi Quadro 2x.....	4
2.1.4	Tarjeta PCI Digium .....	5
2.1.5	Módulo DAHDI.....	6
2.1.6	Plain Old Telephone Service (POTS).....	6
2.1.7	Base celular GSM (Gateway GSM).....	6
2.1.8	Softphone & Hardphone .....	7
2.1.9	Alimentación a través de Ethernet (POE).....	7
2.2	Requerimientos de hardware.....	8
2.2.1	Servidor .....	8
2.2.2	Tarjeta PCI Digium DTM400P.....	8
2.2.3	Teléfonos IP Cisco 79xx series.....	9
2.2.4	Central telefónica Epygi Quadro 2x.....	9
2.2.5	Smartphone iOS / Android .....	9
2.3	Requerimientos de software.....	10
2.3.1	Servidor Asterisk.....	10
2.3.2	Softphone SIP .....	10
2.3.3	Cisco 79xx series firmware SIP .....	10
2.3.4	Servidor TFTP .....	10
2.4	Componentes y marco Scrum .....	11
2.4.1	Roles .....	11
2.4.2	Artefactos .....	11

2.4.3	Conformación Equipo Scrum .....	12
2.4.4	Historias de usuario .....	12
2.5	Diseños de la arquitectura de comunicación IP .....	13
2.5.1	Central PBX hardware Epygi Quadro 2x.....	13
2.5.2	Central PBX Software Asterisk .....	13
2.6	Modelo de una red interna con la PSTN.....	14
2.6.1	Central PBX hardware Epygi Quadro 2x.....	14
2.6.2	Central PBX Software Asterisk .....	15
2.7	Herramientas de desarrollo .....	15
2.7.1	JavaScript.....	15
2.7.2	React.....	15
2.7.3	React Native .....	16
2.7.4	React Native Debugger.....	16
2.7.5	Redux .....	16
2.7.6	Android Studio .....	16
2.7.7	Xcode .....	16
2.7.8	SDK Android.....	16
2.7.9	Ansible.....	17
2.7.10	Vagrant .....	17
2.7.11	Webstorm.....	17
3.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	18
3.1	Desarrollo de la aplicación móvil softphone SIP .....	18
3.1.1	Sprint 0 Preparación y definición del entorno de desarrollo .....	18
3.1.2	Diseño de la navegación de la aplicación móvil.....	19
3.1.3	Diseño de prototipos de interfaz de usuario.....	19
3.1.4	Sprint 1: Inicio y desarrollo de la arquitectura de la aplicación móvil.....	21
3.1.5	Sprint 2: Diseño y elaboración de módulos iniciales .....	26
3.1.6	Sprint 3: Diseño y elaboración del módulo de llamada en curso .....	31
3.1.7	Sprint 4: Generación y distribución de ejecutables de la app móvil.....	38
3.2	Implementación de la arquitectura de comunicación de telefonía IP.....	43
3.2.1	Instalación del cableado estructurado.....	43
3.2.2	Configuración de la central telefónica Asterisk.....	47
3.2.3	Configuración de la central telefónica Epygi Quadro 2x.....	48
3.3	Implementación del modelo de integración con la PSTN.....	49

3.3.1	Preparación de la base celular.....	49
3.3.2	Integración de la red PSTN con la central telefónica IP Asterisk.....	50
3.3.3	Integración de la red PSTN con central telefónica IP Epygi Quadro 2x.....	55
3.4	Pruebas de funcionalidad central telefónica .....	58
3.4.1	Centrales Telefónicas IP .....	58
3.4.2	Asterisk.....	68
3.4.3	Epygi Quadro 2x.....	71
3.5	Elaboración de manuales y guías de laboratorio .....	73
3.5.1	Primera guía de laboratorio.....	73
3.5.2	Segunda guía de laboratorio.....	73
3.5.3	Tercera guía de laboratorio.....	73
3.6	Pruebas de la aplicación móvil softphone SIP .....	74
3.6.1	Conexión con la central telefónica Asterisk.....	74
3.6.2	Conexión con la central telefónica Epygi Quadro 2x .....	75
3.6.3	Comunicación con los teléfonos IP CISCO .....	76
3.7	Pruebas de integración de la red de telefonía IP con la PSTN .....	77
3.7.1	Central telefónica Asterisk .....	77
3.7.2	Central telefónica Epygi Quadro 2x.....	79
3.8	Análisis de Costos.....	81
4.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	82
4.1	Conclusiones.....	82
4.2	Recomendaciones.....	84
4.3	Referencias Bibliográficas .....	85
	ANEXO I: Historias de Usuario.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
	ANEXO II: Prototipos aplicación móvil Softphone SIP .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
	ANEXO III: Implementación de Cableado Estructurado.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
	ANEXO IV: Manual de instalación aplicación Softphone ....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
	ANEXO V: Central telefónica IP Epygi Quadro 2x .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
	ANEXO VI: Central telefónica IP Asterisk.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
	ANEXO VII: Teléfonos Cisco IP series 79xx.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Central Epygi Quadro 2x .....	5
Figura 2 <i>Foreign Exchange Office (FXO)</i> .....	5
Figura 3 <i>Foreign Exchange Station (FXS)</i> .....	5
Figura 4 Módulo DADHI .....	6
Figura 5 Servicio de telefonía simple (POTS).....	6
Figura 6 Base celular GSM.....	6
Figura 7 Softphone.....	7
Figura 8 Hardphone .....	7
Figura 9 Base celular.....	7
Figura 10 Tarjeta PCI Digium DTM400P .....	8
Figura 11 Arquitectura de comunicación central Epygi Quadro 2X .....	13
Figura 12 Diseño comunicación VoIP con Asterisk.....	14
Figura 13 Modelo de integración de una red interna con la PSTN (Hardware) .....	14
Figura 14 Modelo de integración de una red interna con la PSTN (Software).....	15
Figura 15 Navegación aplicación móvil .....	19
Figura 16 Prototipo: Registro de cuenta SIP.....	20
Figura 17 Prototipo: Marcación.....	20
Figura 18 Prototipo: Configuraciones .....	20
Figura 19 Pantalla de configuración .....	23
Figura 20 Formulario campo servidor.....	23
Figura 21 Formulario campo nombre completo .....	24
Figura 22 Formulario campo contraseña .....	24
Figura 23 Formulario cuenta SIP.....	25
Figura 24 Cuenta SIP Registrada.....	26
Figura 25 Pantalla de marcación (dialer).....	28
Figura 26 Ajustes de red .....	29
Figura 27 Ajustes de audio.....	29
Figura 28 Pantalla Side menu .....	30
Figura 29 Pantalla Acerca de .....	30
Figura 30 Llamada Saliente.....	34
Figura 31 Llamada Entrante .....	34
Figura 32 Llamada Establecida .....	35
Figura 33 Transferencia Directa .....	35
Figura 34 Conexión pines RJ45 .....	45

Figura 35 <i>Keystone Jack Cat 5e</i> .....	45
Figura 36 <i>Ponchado Patch Panel</i> .....	45
Figura 37 <i>Uso de canaletas</i> .....	46
Figura 38 <i>Prueba Rack 01</i> .....	46
Figura 39 <i>Prueba de las terminales de trabajo</i> .....	46
Figura 40 <i>Etiquetado Keystone Jack Cat 5e</i> .....	47
Figura 41 <i>Etiquetado toma Usuario RJ45</i> .....	47
Figura 42 <i>Etiquetado Rack – 01</i> .....	47
Figura 43 <i>Cuenta Registrada iOS</i> .....	48
Figura 44 <i>Diagrama físico de la red Epygi Quadro 2x</i> .....	49
Figura 45 <i>Colocación de chip GSM en base celular</i> .....	49
Figura 46 <i>Tarjeta de Convergencia DIGIUM</i> .....	50
Figura 47 <i>Instalación de Tarjeta DIGIUM</i> .....	50
Figura 48 <i>Detección hardware tarjeta PCI</i> .....	51
Figura 49 <i>Instalación librería DAHDI</i> .....	52
Figura 50 <i>Archivo de configuración system.conf</i> .....	52
Figura 51 <i>Archivo de configuración dahdi-channels.conf</i> .....	53
Figura 52 <i>Archivo de configuración chan_dahdi.conf</i> .....	53
Figura 53 <i>Comprobación dahdi dentro de Asterisk cli</i> .....	54
Figura 54 <i>Esquema integración con la PSTN</i> .....	55
Figura 55 <i>Conexión para puerto FXO</i> .....	55
Figura 56 <i>Configuración FXO</i> .....	56
Figura 57 <i>Tipo de llamada permitida</i> .....	56
Figura 58 <i>Enrutar llamadas FXO</i> .....	56
Figura 59 <i>Resumen ajustes FXO</i> .....	57
Figura 60 <i>Convergencia con la PSTN Quadro 2x</i> .....	57
Figura 61 <i>La ext. 100 llama a ext. 123</i> .....	59
Figura 62 <i>La ext. 100 recibe una llamada de la ext. 123</i> .....	59
Figura 63 <i>Inicio llamada ext. 100 y ext.122</i> .....	60
Figura 64 <i>Llamada en curso ext.100 y ext. 124</i> .....	60
Figura 65 <i>La ext. 100 marca a la ext. 122</i> .....	61
Figura 66 <i>Transferencia Asistida de llamadas</i> .....	61
Figura 67 <i>Identificador de llamadas</i> .....	62
Figura 68 <i>Usuario admin marca número de conferencia.</i> .....	62
Figura 69 <i>Agentes se unen a la conferencia</i> .....	63
Figura 70 <i>Llama en curso sin ser atendida</i> .....	63



Figura 71 Dejar mensaje buzón de voz .....	64
Figura 72 Agentes para cola de venta y soporte.....	65
Figura 73 Cola de llamadas.....	65
Figura 74 Operadora automática .....	66
Figura 75 Hacer llamada ext. 123 a ext. 124 .....	67
Figura 76 Llamada en curso ext. 123 y ext.100 .....	67
Figura 77 Parqueo de llamadas.....	68
Figura 78 Retoma la llamada entre Isaac y Jhonatan .....	68
Figura 79 Enrutamiento de llamadas .....	69
Figura 80 Enrutamiento de llamadas .....	69
Figura 81 Usuario no autorizado ACL.....	70
Figura 82 Empresa X fin de semana .....	70
Figura 83 Empresa X horario de trabajo.....	71
Figura 84 Reporte detalle de llamadas CDR .....	71
Figura 85 Lista de control de acceso ACL .....	72
Figura 86 Enrutamiento de llamadas .....	72
Figura 87 Reporte detalle de llamadas (CDR).....	73
Figura 88 Credenciales cuenta SIP pjsip.conf .....	74
Figura 89 Registro Softphone SIP Asterisk.....	74
Figura 90 Llamada desde softphone SIP iOS a softphone SIP Android.....	75
Figura 91 Credenciales cuenta SIP Quadro 2x.....	75
Figura 92 Registro de la cuenta SIP (Quadro-2x).....	75
Figura 93 Llamada desde Cisco a softphone SIP iOS .....	76
Figura 94 Llamada desde Cisco a softphone SIP Android.....	76
Figura 95 Llamada entrante desde móvil CNT (Asterisk).....	77
Figura 96 Llamada entrante desde un convencional (Asterisk).....	77
Figura 97 Llamada saliente desde Cisco (Asterisk) .....	78
Figura 98 Llamada saliente desde Softphone SIP (Asterisk) .....	78
Figura 99 Llamada entrante Cisco (Quadro-2x).....	79
Figura 100 Llamada entrante pantalla softphone SIP .....	79
Figura 101 Llamadas salientes desde Cisco (Quadro-2x) .....	80
Figura 102 Llamadas salientes desde Cisco (Quadro-2x) .....	80

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Características del Servidor.....	8
Tabla 2 Requisitos mínimos de sistema operativo.....	9
Tabla 3 Dispositivos móviles utilizados.....	9
Tabla 4 Equipo de Trabajo y asignación de roles .....	12
Tabla 5 Tareas del Sprint 1 .....	21
Tabla 6 Tabla de validación de campos.....	25
Tabla 7 Tareas del Sprint 2 .....	27
Tabla 8 Tabla de validación de campos.....	29
Tabla 9 Tareas del Sprint 3 .....	31
Tabla 10 Tabla de validación de campos.....	36
Tabla 11 Tareas del Sprint 4 .....	38
Tabla 12 Tareas del Sprint 1 .....	44
Tabla 13 Funcionalidades Centrales PBX IP .....	58
Tabla 14 Análisis de costo para construir adaptadores CISCO .....	81
Tabla 15 Análisis de costo para implementar la red.....	81

## RESUMEN

El presente proyecto está orientado al desarrollo de una aplicación móvil Softphone que proporciona funcionalidades similares a las de un teléfono físico IP, haciendo uso del protocolo de inicio de sesión (SIP) como parte de la tecnología VoIP.

Los estudiantes que cursan el último nivel de la carrera (ASI), están en la capacidad de realizar actividades prácticas correspondientes a servicios VoIP, para lo cual es necesario equipar un laboratorio que complemente la enseñanza práctica de centrales telefónica PBX (hardware y software), con guías escritas que detallen paso a paso el proceso de configuración de centrales telefónicas, adquiriendo adaptadores de energía para habilitar los teléfonos IP Cisco y actualizando el firmware de los mismos.

El desarrollo de este proyecto incluye el diseño e implementación de una red de telefonía IP para el intercambio de voz (llamadas), dentro del Laboratorio TICS aula N°16 de la Escuela de Formación de Tecnólogos (ESFOT). Una vez implementada, tanto la aplicación móvil softphone SIP como los teléfonos IP CISCO gestionados por centrales telefónicas PBX-IP (Hardware o Software) permitirá establecer una comunicación entre ellos.

## **ABSTRACT**

This project is oriented to the development of a Softphone mobile application that provides similar functionalities to an IP physical phone, using the Session Initiation Protocol (SIP) as a part of VoIP technology.

The students who study in the last level of the career(ASI) are able to carry out practical activities corresponding to VoIP services, for which it is necessary to equip a laboratory that complements the practical teaching of PBX telephone exchanges (hardware and software), with written guides that detail step by step the process of setting up telephone exchanges, acquiring power adapters to enable Cisco IP phones and updating their firmware.

The development of this project includes the design and implementation of an IP telephony network for the exchanges of voice (calls), within the TICS Laboratory classroom N°16 of the Technological Training School (ESFOT). Once implemented, both the SIP softphone mobile application and the Cisco IP phone by PBX-IP telephone exchanges (hardware or software) will allow to establish a communication between them.

# 1. INTRODUCCIÓN

## 1.1 Planteamiento del problema

El Laboratorio de Tecnologías de Información y Comunicaciones (TICS) aula N°16 de la Escuela de Formación de Tecnólogos (ESFOT), actualmente no está equipado para realizar prácticas correspondientes a la implementación de una red interna de telefonía basada en el protocolo IP, mediante centrales PBX-IP usando Hardware y Software libre.

Los estudiantes registrados en la asignatura de Servicios Sobre Redes de la carrera de Análisis de Sistemas Informáticos (ASI) necesitan aplicar de manera práctica los conceptos de tecnología VoIP que involucran lo siguiente: instalación, configuración y operación de centrales PBX-IP de manera que se incorporen tanto a los teléfonos físicos como a teléfonos virtuales IP (SOFTPHONE) dentro de una misma red de comunicación. Además de realizar la convergencia con una Red Telefónica Conmutada (PSTN) lo que permite hacer y recibir llamadas dentro y fuera de la red interna.

La carrera ASI de la ESFOT tiene a disposición dos centrales Epygi Quadro 2x, una tarjeta de convergencia con la PSTN y 54 teléfonos Cisco con tecnología *Power over Ethernet* (PoE) que no se han podido utilizar por falta de adaptadores de energía directa y de una correcta instalación y configuración del firmware SIP.

Las aplicaciones softphone SIP existentes en las tiendas de aplicaciones como son Google Play o App Store en su mayoría son de pago o en su defecto requieren una cuenta de un proveedor SIP y en el caso de ser gratuitas ofrecen funcionalidades limitadas.

Frente a esta situación se plantea desarrollar una aplicación móvil Softphone que proporcione funcionalidades de un teléfono IP-SIP, de manera que se pueda estructurar una red conjunta con los teléfonos físicos gestionados por las centrales PBX-IP (Hardware o Software) junto con la adquisición de adaptadores de energía para los teléfonos CISCO.

Adicional a esto se entregarán guías prácticas de laboratorio que detallen paso a paso cada uno de los procesos necesarios para establecer comunicación IP dentro del Laboratorio TICS aula N°16(ESFOT).

## **1.2 Objetivo general**

Desarrollar una aplicación móvil softphone SIP para la implementación en red con centrales telefónicas hardware y software libre para el Laboratorio TICS N° 16 - ESFOT.

## **1.3 Objetivos específicos**

- Definir los requerimientos para el desarrollo de la aplicación móvil softphone SIP.
- Diseñar la arquitectura y prototipos de la aplicación móvil softphone SIP.
- Diseñar la arquitectura de comunicación de telefonía IP.
- Diseñar el modelo de integración de una red interna de telefonía IP con la PSTN.
- Desarrollar la aplicación móvil softphone SIP.
- Implementar la arquitectura de comunicación de telefonía IP y el modelo de integración con la PSTN.
- Realizar las pruebas de funcionamiento de la aplicación móvil softphone SIP con los equipos que dispone ASI.
- Elaborar guías prácticas de laboratorio de la tecnología.

## **1.4 Alcance**

El presente proyecto está orientado en complementar la enseñanza práctica de la materia Servicios Sobre Redes de la carrera ASI al dotar de una red interna de telefonía VoIP dentro del Laboratorio de TICS junto con guías prácticas que detallen paso a paso lo siguiente:

- Instalación y configuración de centrales telefónicas IP (Hardware y Software).
- Actualización del firmware de los teléfonos cisco IP series 79xx.
- Establecimiento de convergencia con la red interna de telefonía VoIP previamente implementada con la PSTN.

Además, se desarrolla una aplicación móvil softphone SIP para los sistemas operativos Android y iOS, siendo las funcionalidades que proporcione similares a las de un teléfono físico IP que use el protocolo SIP.

El aplicativo móvil contará con lo siguiente:

1. Ingreso de cuentas SIP para registro de extensiones previamente configuradas en la respectiva central telefónica PBX.

2. Realizar y recibir llamadas hacia otros dispositivos que se encuentren correctamente registrados en una central telefónica PBX.
3. Capacidad de poner en espera hasta un máximo de 4 llamadas entrantes y adicionalmente ir intercambiando entre llamadas.
4. Realizar una nueva llamada, a pesar de que se tenga una en curso, hasta completar las 4 llamadas simultáneas.
5. Visualización de opciones de llamada como son: altavoz, silenciar micrófono, digitado DTMF, transferencia directa de llamadas.

No se explicará el uso de las funcionalidades que proporciona la central PBX Asterisk a un nivel detallado en el presente trabajo, ya que no entran en el alcance de este, sin embargo, se referirá al lector a fuentes donde podrá conocer más a fondo dichos temas.

Debido a las limitaciones de la infraestructura del laboratorio, no se utilizará una línea telefónica directa, sino que en su lugar se usará una base celular la cual cumple la misma función de realizar y recibir llamadas salientes y/o entrantes a través de la PSTN.

## **1.5 Justificación**

Las clases magistrales dictadas con el apoyo de herramientas audiovisuales para explicar protocolos, códecs y demás componentes de la tecnología VoIP en la asignatura de Servicios Sobre Redes no son suficientes para el aprendizaje experiencial del estudiante, motivo por el cual, el complementar al Laboratorio de TICS aula N°16 con una red interna de telefonía IP junto con guías de laboratorio que detallen el proceso de la instalación y configuración de cada elemento necesario para estructurar una red VoIP beneficiará directamente a los estudiantes que cursan el último nivel de la carrera de (ASI).

Los equipos que dispone la carrera de ASI de la ESFOT se los empleará para establecer una red de comunicación VoIP dentro del laboratorio y la aplicación móvil a desarrollar ayudará a eliminar el tiempo de búsqueda de un softphone compatible con el protocolo SIP en las tiendas Playstore y Appstore, el cual simula un teléfono físico IP que permite realizar llamadas a través de una red LAN desde una tablet, smartphone u otro dispositivo móvil inteligente que cuente con S.O. Android o iOS para su uso en pruebas de concepto.

## **2. METODOLOGÍA**

El presente proyecto se realizará siguiendo la metodología SCRUM, adaptable y flexible para gestionar el desarrollo de software, optimizando recursos informáticos, minimizando riesgos y asegurando la calidad del producto final.

Se define SCRUM como una metodología ágil que reduce la complejidad del desarrollo de software, aplicando un conjunto de buenas prácticas para trabajar en equipo y obteniendo los mejores resultados posibles y es potenciado, por los siguientes aspectos: ágil, al existir la división de tareas en pequeñas unidades, para ofrecer una visión completa de procesos que puede ser objeto de modificaciones y por otro lado flexible, gracias al ciclo de iteraciones continuas que facilita modificaciones dentro del proyecto. (Blokehead, 2016)

### **2.1 Fundamentos Teóricos**

#### **2.1.1 Protocolo de Comunicación**

##### **Protocolo de inicio de sesión (SIP)**

Es uno de los estándares de telefonía IP soportado por la mayoría de los fabricantes de equipos de hardware para aplicaciones VoIP como por ejemplo Panasonic, Cisco, Polycom, entre otros; encargado de la señalización entre participantes en una sesión establecida cuya función se basa en petición y respuesta, en la cual clientes envían peticiones a los servidores que reciben el nombre de métodos SIP y las respuestas son códigos numéricos. (Enrique, 2018)

##### **2.1.2 Asterisk**

También conocido como marco de comunicación gratuito que permite crear extensiones de llamadas de voz, conferencia de un grupo, se integran con videoconferencia, buzón de voz y una gran cantidad de otras aplicaciones de telefonía. Asterisk puede ser una PBX tan simple como un proyecto personal con fines educativos y/o tan compleja como una aplicación de telefonía principal de grandes compañías. (Asteriskguru, 2017)

##### **2.1.3 Central Epygi Quadro 2x**

Equipo electrónico conocido como conmutador que realiza intercomunicaciones de audio y voz. Provee las siguientes funcionalidades: contestadora automática (IVR), buzón de voz, identificador de llamadas, creación de extensiones directivas, CDR reporte de llamadas y ACL lista negra (Centralitas, 2013).



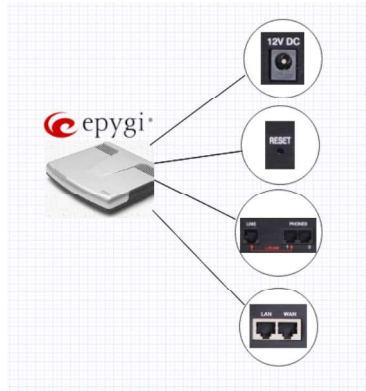


Figura 1 Central Epygi Quadro 2x

Elaborada: Jhonatan Casaliglla, Lincango Betsy

#### 2.1.4 Tarjeta PCI Digium

- **Foreign Exchange Office (FXO)**

El encargado de recibir la línea analógica es la interfaz de la central telefónica, la cual envía dentro del sistema telefónico la señal de colgado o descolgado. (David Mallory, 2006)



Phone Jack

Figura 2 Foreign Exchange Office (FXO)

Fuente: (Lledó, 2014)

- **Foreign Exchange Station (FXS)**

Interfaz de la central telefónica que provee de voltaje a un teléfono analógico y tono de marcado (David Mallory, 2006)



Wall Jack

Figura 3 Foreign Exchange Station (FXS)

Fuente: (Lledó, 2014)

### 2.1.5 Módulo DAHDI

Dahdi es un soporte para el hardware que contiene el módulo kernel de telefonía Asterisk, dentro de este se encuentran los drivers de las tarjetas PCI Digium, interfaces *fxo* y *fxs* con la red de telefonía pública PSTN. (Nefta, 2019)

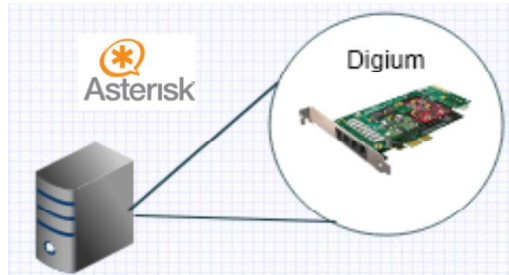


Figura 4 Módulo DADHI

Elaborada: Jhonatan Casaliglla, Lincango Betsy

### 2.1.6 Plain Old Telephone Service (POTS)

Plan de telefonía tradicional que ofrece por medio de un cable de cobre conocido como línea analógica<sup>1</sup> un servicio telefónico convencional o analógico. (3CX, 2018)

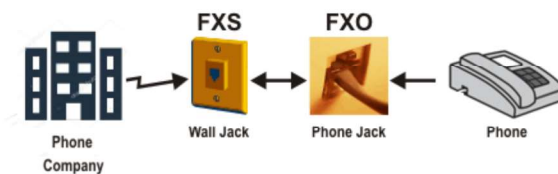


Figura 5 Servicio de telefonía simple (POTS)

Elaborada: Jhonatan Casaliglla, Lincango Betsy

### 2.1.7 Base celular GSM (Gateway GSM)

Es un equipo que permite hacer el uso de líneas celulares (*GSM SIM Cards*), para realizar llamadas de manera centralizada desde un servidor Voz IP. (GSM, 2018)



Figura 6 Base celular GSM

Elaborada: Jhonatan Casaliglla, Lincango Betsy

---

<sup>1</sup> **Línea analógica:** Línea que se incluye dentro de la telefonía conmutada y su principal función es transmisión de voz.

### 2.1.8 Softphone & Hardphone

Softphone es una aplicativo de software usado para hacer y recibir llamadas a otros softphones (u otros dispositivos hardware IP) que utilizando la tecnología VoIP y con una serie de recursos que posibilitan que la señal de voz viaje a través de internet utilizando para ello protocolos de comunicación IAX-SIP-H323-SCCP. (TechAdvisory.org, 2018)



Figura 7 Softphone

Elaborada: Jhonatan Casaliglla, Lincango Betsy

Hardphone teléfono físico o hardware asociado a un servicio VoIP (Protocolo de voz sobre internet) que, en lugar de conectarse a un puerto telefónico tradicional, se conecta a un cable ethernet y su servicio se entrega a través de internet. (TechAdvisory.org, 2018)



Figura 8 Hardphone

Fuente: (Digyum\_Asterisk, 2005)

### 2.1.9 Alimentación a través de Ethernet (POE)

Fuente de alimentación eléctrica que consta de cuatro pares trenzados para suministrar energía a través de estos, los dos primeros pares corresponden a la transmisión de datos y el segundo par restante se lo emplea para transmisión de alimentación que puede ser de 12V, 24V o 48V. (UniFi, 2019)



Figura 9 Base celular

Fuente: (Wireless Ubiquiti Networks)

## 2.2 Requerimientos de hardware

El aprendizaje de los estudiantes se reforzará al manipular componentes que conforma la tecnología VoIP, tales como: centrales telefónicas Epygi Quadro 2x, una PC para la instalación y configuración del servidor Asterisk, teléfonos Cisco IP y la tarjeta PCI Digium para convergencia con la PSTN.

### 2.2.1 Servidor

El computador destinado a realizar las funciones de una central telefónica IP por software (Asterisk) para el Laboratorio de TIC's es un CPU de escritorio con las siguientes características:

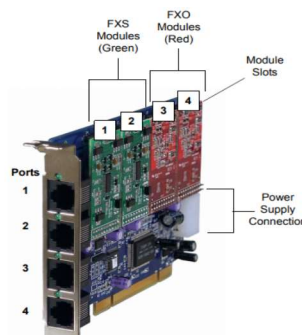
**Tabla 1** Características del Servidor

Elementos	Características
Procesador	Intel Core 2 DUO T6400 de 64 bits
RAM	4GB DDR3 1300 MHz
Disco Duro	200 GB

Elaborada: Jhonatan Casaliglla, Lincango Betsy

### 2.2.2 Tarjeta PCI Digium DTM400P

Para establecer una comunicación de salida (llamada telefónica) haciendo convergencia con la PSTN dentro del Laboratorio de TICS, aula N°16 usando el servidor Asterisk, es necesario contar con una tarjeta Digium con al menos un módulo FXS que permite que la tarjeta TDM400P inicie y envíe voltaje de timbre a un dispositivo FXO. (Digyum\_Asterisk, 2005)



**Figura 10** Tarjeta PCI Digium DTM400P

Fuente: (Digyum\_Asterisk, 2005)

### 2.2.3 Teléfonos IP Cisco 79xx series

Teléfonos Físicos IP manufacturados por CISCO que cuentan con una pantalla LCD necesaria para verificar la fecha, número de extensión, ID emisor, estado de la línea llamada, protocolo de comunicación. Inicialmente se debe verificar que el botón de configuración esté habilitado, para acceder a la información del estado y establecer parámetros básicos para incorporar el teléfono IP a la red. (Cisco, 2019)

### 2.2.4 Central telefónica Epygi Quadro 2x

La central por hardware provee las siguientes funcionalidades: Contestadora automática (IVR), buzón de voz, identificador de llamadas, creación de extensiones directivas, CDR reporte de llamadas, ACL lista negra. (Centralitas, 2013)

### 2.2.5 Smartphone iOS / Android

Para el correcto funcionamiento de la aplicación móvil, el dispositivo físico debe cumplir con las siguientes especificaciones:

**Tabla 2** Requisitos mínimos de sistema operativo

Plataformas	Procesador	RAM	Versión
Android	64 bits	1024 Mb	6.0
iOS	64 bits	1024 Mb	11.0

Elaborada: Jhonatan Casaliglla, Lincango Betsy

Durante el desarrollo de la aplicación móvil se utilizaron los siguientes dispositivos:

**Tabla 3** Dispositivos móviles utilizados

Plataforma	Modelo	Versión	Pantalla
Android	Samsung J7	6.0	5.5"
	Google Píxel 2	9.0	5.0"
iOS	iPhone 8	12.1.3	4.7"
	iPhone 7	11.3.1	4.7"

Elaborada: Jhonatan Casaliglla, Lincango Betsy

## **2.3 Requerimientos de software**

Asterisk permitirá establecer un marco de comunicación gratuito dentro del Laboratorio TICS aula N°16 (ESFOT), que remplazará un hardware propietario PBX como la central Epygi Quadro 2x o cualquier otra marca, disminuyendo considerablemente los costos de la infraestructura para usos empresariales.

### **2.3.1 Servidor Asterisk**

En el presente trabajo se utiliza la versión 13 de Asterisk, la cual cuenta con soporte hasta el año 2021, instalado y configurado sobre una distribución de Linux CentOS 7 con arquitectura de 64 bits. (wikiAsterisk, 2018)

### **2.3.2 Softphone SIP**

#### **Requerimientos funcionales**

La aplicación móvil softphone SIP debe contar con los siguientes requerimientos:

- Los usuarios deberán ingresar sus credenciales: usuario y contraseña proporcionados por el proveedor SIP Asterisk.
- La aplicación móvil permitirá hacer y recibir llamadas dentro de una red local interna (LAN) previamente configurada, dentro del Laboratorio TICS aula N°16.
- El usuario podrá establecer llamadas entre la aplicación móvil, teléfonos físicos Cisco IP y softphones de escritorio.
- La aplicación móvil contará con un módulo de marcación, ajustes e información.

### **2.3.3 Cisco 79xx series firmware SIP**

Los teléfonos físicos IP Cisco 79XX disponibles en el Laboratorio de TICS requieren de una actualización del firmware y cambio de protocolo de comunicación a *SIP* para establecer comunicación con la central telefónica IP por software Asterisk, ya que por defecto utilizan el protocolo propietario *SCCP*.

### **2.3.4 Servidor TFTP**

Es necesario el uso de un servidor TFTP para enviar los archivos de configuración a cada uno de los teléfonos CISCO IP con las series: 7940, 7941, 7942 y 7911, de esta manera actualizar el firmware y a su vez cambiar el protocolo de comunicación de *SCCP* propietario de Cisco a *SIP*.

## 2.4 Componentes y marco Scrum

### 2.4.1 Roles

La metodología ágil Scrum trabaja con tres principales roles que son: Dueño del Producto (*Product Owner*), miembros del Equipo de desarrollo (*development team*) y el maestro del Scrum (*Scrum Master*).

- **Dueño del producto (*Product Owner*)**

Es quien participa como intermediario, entre el cliente para satisfacer sus necesidades y el equipo de desarrollo, para que sepan lo que tiene que hacer. Además, es responsable de administrar la lista de requisitos priorizada. (Dimes, Conceptos Básicos de Scrum, 2015)

- **Grupo de Desarrollo (*Development team*)**

Grupo de personas que crean el producto de desarrollo y lo conforman programadores, *testers*, diseñadores entre otros (Layton, 2012)

- **Maestro del Scrum (*Scrum Master*)**

Guía del equipo, que asegura la efectividad en el trabajo de cada persona y es responsable de la toma de decisiones frente a problemas potenciales que puedan surgir. (Dimes, Conceptos Básicos de Scrum, 2015).

### 2.4.2 Artefactos

Los artefactos de Scrum son herramientas de apoyo que ayudan al equipo a lo largo del proyecto. Esto es:

- ***Backlog de productos***

Documento que reúne la lista de requerimientos priorizada que se asocia con el desarrollo del proyecto y está sujeta a modificaciones a lo largo del desarrollo. (Jeff Sutherland, 2014)

- ***Sprint Backlog***

Representa una lista de elementos que el equipo Scrum ha tomado de la lista de requerimientos priorizada y se ha comprometido a desarrollar durante el próximo sprint. (Quigley, 2010)

- ***Sprint Planning***

Planificación de iteraciones (*Sprint Planning*) son eventos en los cuales el equipo se reúne para tener acceso a toda la información de requerimientos y expectativas del cliente. (Jeff Sutherland, 2014)

- ***Daily Scrum***

Reunión diaria de sincronización del equipo (*Daily Scrum*) que se lleva a cabo como máximo 15 minutos, en los cuales cada miembro del equipo debe responder las siguientes preguntas:

- ¿Qué he hecho desde la última reunión de sincronización?
- ¿Qué voy a hacer a partir de este momento?
- ¿Qué impedimento tengo o voy a tener? (ProyectosAgiles, 2019)

- ***Sprint Retrospective***

Retroalimentación es el último evento de un sprint dentro de la metodología Scrum que permite inspeccionar el trabajo y crear un plan de mejora que se pondrá en marcha en el siguiente sprint. (Don Maria McGreal, 2018)

### 2.4.3 Conformación Equipo Scrum

**Tabla 4** Equipo de Trabajo y asignación de roles

<b>Personas/Entidades</b>	<b>Rol</b>
Escuela Politécnica Nacional	<i>Product Owner</i>
Ing. Juan Pablo Zaldumbide	<i>Scrum Master</i>
Casaliglla Jhonatan	<i>Development Team</i>
Lincango Betsy	<i>Development Team</i>

Elaborada: Jhonatan Casaliglla, Lincango Betsy

### 2.4.4 Historias de usuario

Las historias de usuario detallan la funcionalidad incorporada en la aplicación móvil Softphone SIP, configuración y operación de centrales telefónicas IP junto con la actualización del firmware a protocolo SIP de los teléfonos Cisco IP. Además de la implementación de cableado estructurado para una red interna independiente. Todo esto se presenta en el ANEXO I.



## 2.5 Diseños de la arquitectura de comunicación IP

Con los recursos disponibles en el Laboratorio de TIC's aula 16 se procede a diseñar y construir la infraestructura de comunicación VoIP necesaria para el funcionamiento de una central telefónica IP (*Hardware y/o Software*).

### 2.5.1 Central PBX hardware Epygi Quadro 2x

La Figura 11 es una representación visual de elementos como: central telefónica, teléfonos físicos y la aplicación móvil softphone SIP, que permitirá suministrar un servicio de telefonía IP dentro del Laboratorio TICS.

Para la realización del esquema se tomarán en cuenta la arquitectura de una red VoIP, sus elementos y principales estándares, definido en 1996 por la UIT (Unión Internacional de Telecomunicaciones).

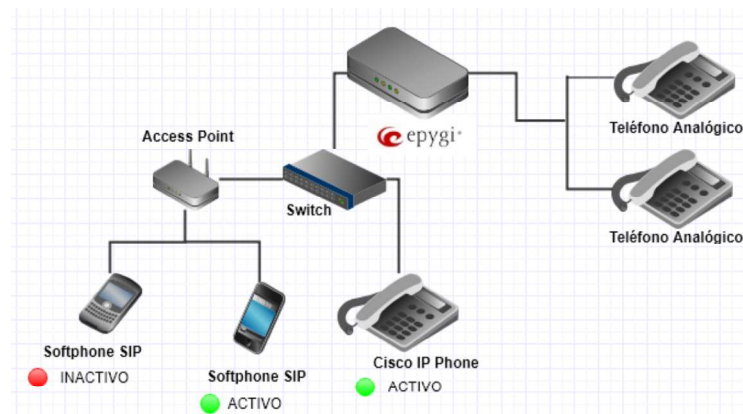


Figura 11 Arquitectura de comunicación central Epygi Quadro 2X

Elaborada: Jhonatan Casaliglla, Lincango Betsy

### 2.5.2 Central PBX Software Asterisk

La Figura 12 muestra la conexión con la central telefónica IP por software gestionado por Asterisk reemplazando el equipo hardware Epygi Quadro 2x. Dentro de este esquema se integra la aplicación móvil softphone SIP mediante un Access Point estableciendo comunicación con un *switch* y a su vez con los *hardphones* Cisco IP.

La capacidad máxima del cableado estructurado de la red interna por implementar es de 21 puntos de conexión distribuidos de la siguiente manera:

- 20 terminales IP
- 1 servidor PBX IP

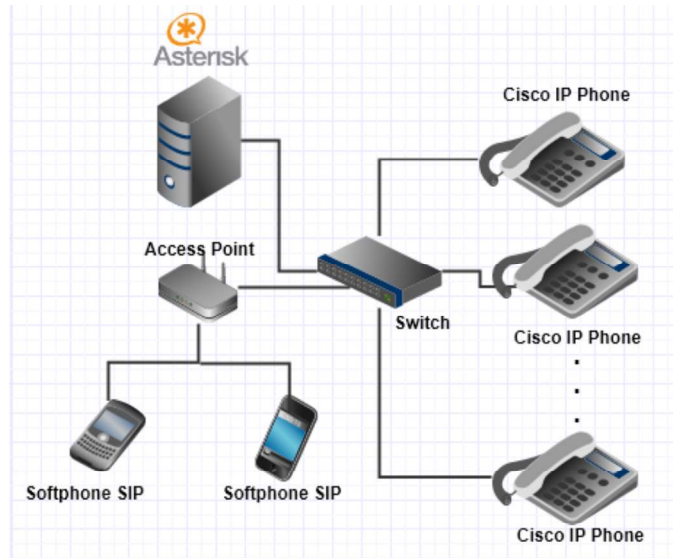


Figura 12 Diseño comunicación VoIP con Asterisk  
Elaborada: Jhonatan Casaliglla, Lincango Betsy

## 2.6 Modelo de una red interna con la PSTN

Diseño de una comunicación que enlaza terminales privadas con una red interna.

### 2.6.1 Central PBX hardware Epygi Quadro 2x

En la figura 13 se muestra la infraestructura de telefonía VoIP en la cual se agrega la conexión básica a la PSTN.

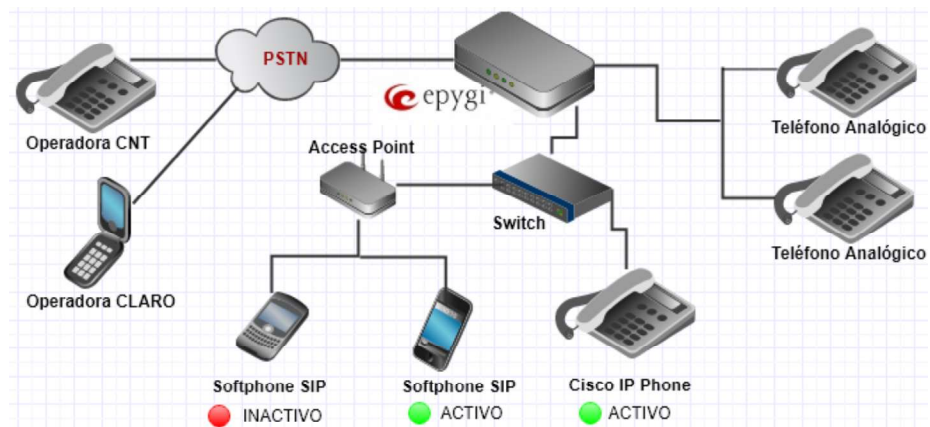


Figura 13 Modelo de integración de una red interna con la PSTN (Hardware)  
Elaborada: Jhonatan Casaliglla, Lincango Betsy

## 2.6.2 Central PBX Software Asterisk

En la figura 14 se presenta los elementos indispensables para acceder a la Red Pública (PSTN) usando el software Asterisk.

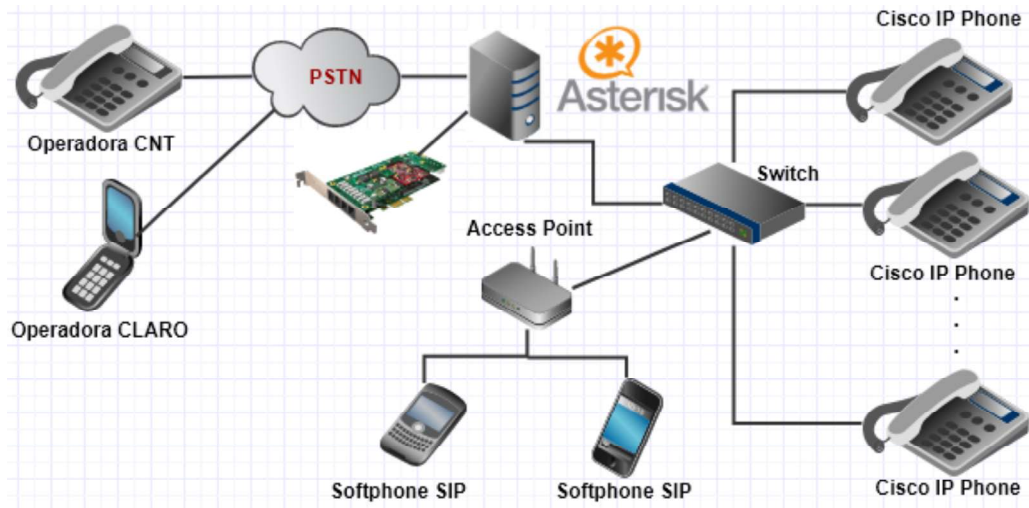


Figura 14 Modelo de integración de una red interna con la PSTN (Software)

Elaborada: Jhonatan Casaliglla, Lincango Betsy

## 2.7 Herramientas de desarrollo

Las herramientas utilizadas para el desarrollo de la aplicación softphone son de software libre y de uso gratuito, las cuales son detalladas a continuación:

### 2.7.1 JavaScript

Es un lenguaje de programación interpretado (no compilado), orientado a objetos. Ha permanecido en constante crecimiento en los últimos años, permitiendo la creación de nuevas librerías como ReactJS, AngularJS, VueJS, entre otros. (Dimes, <JavaScript>, 2015)

### 2.7.2 React

React es una biblioteca de JavaScript creada por Facebook, que actualmente es usada para construir componentes UI, es decir interfaces de usuario. Esta librería ofrece un mayor *performance* de renderizado en desarrollo web que el framework AngularJS. (Facebook, React v16.7.0, 2018)

### **2.7.3 React Native**

Framework o marco de trabajo que permite crear aplicaciones móviles nativas multiplataforma para sistemas iOS y Android, utilizando JavaScript y React. Permitted utilizar los conocimientos de desarrollo web para el desarrollo móvil. (Facebook I. C., 2019)

### **2.7.4 React Native Debugger**

Depurador remoto nativo para aplicaciones React Native que incluye una interfaz eficiente para la identificar y corregir errores de programación en vivo. (repositorioNPM, 2019). Herramienta esencial para depurar aplicaciones basadas en *React Native*, permitiendo visualizar la estructura de componentes.

### **2.7.5 Redux**

Se lo describe como un contenedor de estados de una aplicación JavaScript, que permite emitir actualizaciones de estas, en respuesta a acciones asociadas. Herramienta que facilitó el manejo y control de estados de la aplicación para gestionar de mejor manera su interacción con el usuario. (Abramov, 2019).

### **2.7.6 Android Studio**

Herramienta para crear aplicaciones para dispositivos móviles, teléfonos inteligentes, tabletas etc., que se ejecuten sobre el sistema operativo Android, desarrollado por Google. Permite obtener el archivo .apk para sistemas Android. (Developers, 2019)

### **2.7.7 Xcode**

Creado por Apple, Xcode es un entorno de desarrollo integrado (IDE), que proporciona lo necesario para desarrollar y compilar aplicaciones para dispositivo móviles *iDevices*. Necesario para importar el ejecutable .ipa para su posterior instalación en un iPhone o iPad compatible. (Arias, 2015)

### **2.7.8 SDK Android**

Es una herramienta de desarrollo necesaria para instalar librerías. SDK (*Software Development Kit*) incluyen un conjunto de herramientas, como el depurador de código y emulador de Android que facilitan la tarea de los desarrolladores. Permite segmentar las versiones objetivo de Android, así como su versión mínima soportada. (Ramnath, 2011)

### **2.7.9 Ansible**

Ansible es un motor de automatización de tareas que trabaja junto con un fichero llamado *playbook* que contiene parámetros para realizar una tarea específica sobre un determinado servidor. Esta Herramienta fue esencial para acelerar la instalación, configuración y operación de la central IP Asterisk junto con todas sus funcionalidades. (Peralta, 2014)

### **2.7.10 Vagrant**

Programa de software que facilita la creación y configuración de entornos virtualizados de desarrollo. Herramienta que permite iniciar desde una distribución GNU Linux CentOS 7 preinstalada, evitando la necesidad de pasar por el asistente de instalación del sistema operativo. (vagrant, 2019)

### **2.7.11 Webstorm**

*Integrated Development Environment* (IDE), aplicación informática para el desarrollo de JavaScript, que proporciona servicios integrales. Herramienta de software indispensable para ayudar al desarrollo de la aplicación, al rastrear errores de sintaxis, librerías no usadas y por el uso de atajos de teclado. (webstorm, 2019)

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las restricciones y consideraciones para la aplicación móvil, centrales telefónicas hardware/software y teléfonos Cisco se detallan a continuación:

#### Aplicación Softphone SIP

- Es de uso exclusivo para los estudiantes y docentes de la ESFOT.
- No será publicada en las tiendas *playstore* y/o *appstore*.
- Será distribuida por medio de un enlace de descarga directa.
- Para ser instalada en dispositivos con iOS revisar el ANEXO VII
- No necesita de conexión a internet, pero debe estar conectado a una red local inalámbrica con una central telefónica en operación.

#### Central Telefónica IP Asterisk

- No tiene alcance fuera de la red local, es decir salida a internet para comunicarse con otras instancias de Asterisk por medio de troncales.
- La guía de laboratorio para Asterisk no contará con los pasos para instalar y configurar el sistema operativo CentOS 7 en una máquina física o virtual, puesto que el estudiante obtiene estos conocimientos en los primeros niveles de la carrera.

#### Central Telefónica Epygi Quadro 2x

- Ofrece 2 extensiones analógicas y hasta 16 extensiones IP registrables de las cuales, únicamente 2 de las 16 son utilizables de manera simultánea, es decir que con esta central se obtienen 4 extensiones habilitadas.

#### Teléfonos Cisco IP

- Deben tener instalado el *firmware* con el protocolo SIP para poder funcionar con las centrales IP previamente configuradas.

### 3.1 Desarrollo de la aplicación móvil softphone SIP

#### Sprint 0 Preparación y definición del entorno de desarrollo

La aplicación móvil está desarrollada en el *framework*<sup>2</sup> React Native usando el lenguaje de programación JavaScript, además se incorporó el uso de librerías nativas como son:

---

<sup>2</sup> **Framework:** Marco de trabajo

- **PJSIP:** Librería que permite utilizar el protocolo SIP en el dispositivo móvil para los sistemas Android y iOS.
- **CallKit:** Librería de uso exclusivo para la plataforma de iOS, que permite utilizar las interfaces nativas de llamada propia del sistema, además de hacer uso del *proximity sensor*, que permite apagar la pantalla cuando se acerca a la oreja.
- **Conexión Service:** para Android permite usar las interfaces nativas de phone App.
- **React Native Navigation:** Ofrece una experiencia de navegación nativa para Android y iOS.

### MySQL:

Para el almacenamiento de los Registros de Llamadas (CDR), se utilizó MSQL como gestor de base de datos.

### Diseño de la navegación de la aplicación móvil.

En la figura 15 se muestra la navegación completa para las plataformas Android y iOS.

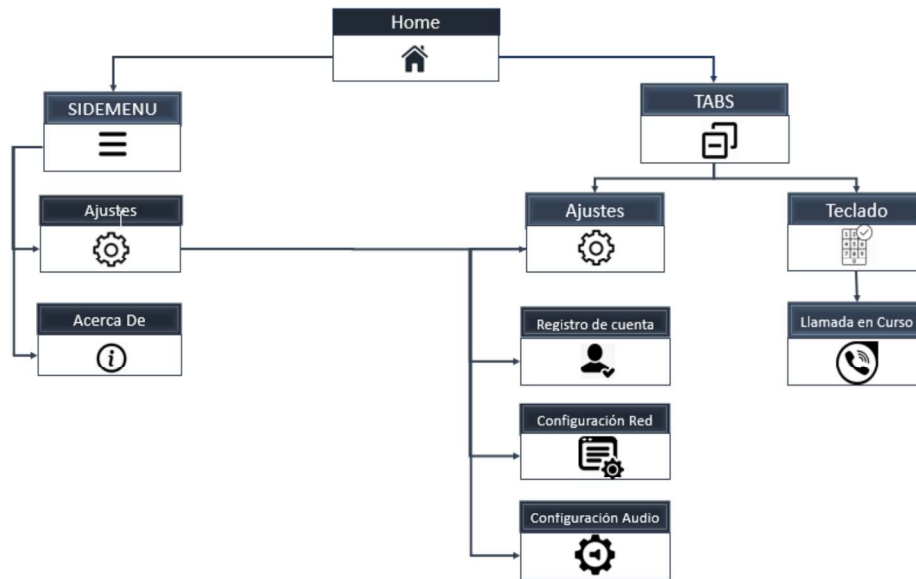


Figura 15 Navegación aplicación móvil

Elaborada: Jhonatan Casaliglla, Lincango Betsy

### Diseño de prototipos de interfaz de usuario.

Las siguientes figuras representan los prototipos iniciales de la aplicación móvil, para visualizarlas todas véase el ANEXO II.



**Figura 16 Prototipo: Registro de cuenta SIP**  
Elaborada: Jhonatan Casaliglla, Lincango Betsy



**Figura 17 Prototipo: Marcación**  
Elaborada: Jhonatan Casaliglla, Lincango Betsy



**Figura 18 Prototipo: Configuraciones**  
Elaborada: Jhonatan Casaliglla, Lincango Betsy



### 3.1.1 Sprint 1: Inicio y desarrollo de la arquitectura de la aplicación móvil

#### Planificación

El sprint 1 se realizó en 15 días, los cuales se trabajó 6 horas diarias, con un total de 90 horas aproximadamente. El objetivo de este *Sprint* fue diseñar la estructura inicial de la aplicación incluyendo lo siguiente:

- Configuración del entorno para aplicaciones usando React Native.
- Implementación de la estructura *bottom tabs*.
- Integración de librería para navegación nativa.
- Instalación de herramienta react native *debugger*.
- Pantalla formulario registro Cuentas SIP.

Una vez definida la estructura e inicialización del proyecto se procede al desarrollo de la pantalla de ajustes basado en los prototipos de interfaz, que a su vez desplaza a un formulario de registro de cuentas SIP.

A continuación, se detallan las tareas ejecutadas indicadas en la **Tabla 5**.

#### Lista de Tareas

**Tabla 5** Tareas del Sprint 1

ID Backlog	Hist. De Usuario	Nombre de la tarea	Duración (horas)
H001	Mostrar una pantalla de ajustes	Configurar el entorno de desarrollo para aplicaciones utilizando React Native.	12
		Implementar la estructura <i>Bottom Tabs</i> para la aplicación.	12
		Instalar librería react-native-navigationv2 para el manejo de la navegación.	12
H002	Registrar extensiones de cuentas SIP	Diseño de la interfaz de usuario, para registro en la aplicación móvil.	12
		Elaborar formulario con los campos necesarios para el registro de cuentas SIP.	6

		Ingreso de credenciales para registro.	2
		Crear función que registre cuentas SIP en la central telefónica correspondiente.	4
H003	Modificar la información de cuentas SIP	Comprobar entradas vacías en el registro (formulario).	2
		Verificar credenciales ingresadas.	2
		Crear función que actualice la información de una cuenta SIP existente.	2
		Actualizar nuevos datos ingresados con la central telefónica.	2
H004	Eliminar la información cuentas SIP	Añadir botón para eliminar una cuenta SIP seleccionada.	2
		Crear función que elimine completamente la cuenta SIP seleccionada.	6
H005	Visualizar la lista de las cuentas SIP registradas.	Elaborar el diseño de la celda que muestre la información relevante de la cuenta SIP.	4
		Total	90

Elaborada: Jhonatan Casaliglla, Lincango Betsy

### Resultados

La aplicación softphone SIP permite registrar máximo 4 cuentas por dispositivo móvil. Las credenciales son ingresadas dentro de configuración. Para ello es necesario que previamente las centrales telefónicas (Hardware y Software) estén configuradas y con al menos dos extensiones creadas en sus archivos de configuración.

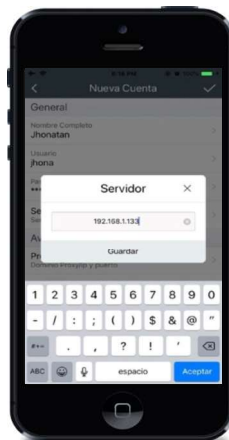


**Figura 19** Pantalla de configuración

Elaborada: Jhonatan Casaliglla, Lincango Betsy

### **Dirección del Servidor**

En el registro de cuentas en la cuarta opción es necesario que se ingrese la dirección del Servidor SIP, es aquí donde se toma la dirección IP de la central telefónica ya sea por hardware (central Quadro 2X) o software (Servidor Asterisk).



**Figura 20** Formulario campo servidor

Elaborada: Jhonatan Casaliglla, Lincango Betsy

### **Nombre Completo:**

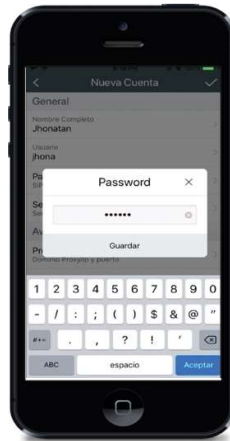
Este campo es necesario para identificar la llamada, es decir al recibir una llamada, el usuario receptor podrá visualizar de qué participante proviene.



**Figura 21 Formulario campo nombre completo**  
Elaborada: Jhonatan Casaliglla, Lincango Betsy

### **Ingreso Contraseña**

La contraseña debe ser proporcionada por el servidor de Asterisk o la central Quadro 2X, al crear una extensión nueva.



**Figura 22 Formulario campo contraseña**  
Elaborada: Jhonatan Casaliglla, Lincango Betsy

### **Visualización del formulario con los campos llenos**

Aquí se visualiza la cuenta SIP que será creada luego de enviar los datos a la central telefónica que esté siendo utilizada.



**Figura 23** Formulario cuenta SIP  
 Elaborada: Jhonatan Casaliglla, Lincango Betsy

Tabla de validación de campos del formulario.

**Tabla 6** Tabla de validación de campos

VALIDACIÓN DE CAMPOS	
Campo	Validación
<b>Nombre Completo</b>	No se admiten números / El campo es obligatorio.
<b>Usuario</b>	Se admiten números como <i>strings</i> / El campo es obligatorio.
<b>Password</b>	Campo obligatorio mínimo de 6 caracteres.
<b>Servidor</b>	Dirección IP válida del servidor (central) / Campo obligatorio.
<b>Transporte</b>	Valores de selección que pueden ser UDP, TCP / Campo opcional. Por defecto será UDP.
<b>Puerto</b>	Número de puerto en el que se encuentre levantado el servicio SIP. / Campo opcional. Por defecto 5060.
<b>Tiempo de Espera (timeout)</b>	Tiempo que debe transcurrir antes de que la petición se tome como no resuelta / El campo es opcional. Por defecto 100s.

Elaborada: Jhonatan Casaliglla, Lincango Betsy

**Visualización del estado de la cuenta.**

En la figura 24 se muestra que efectivamente el registro fue aceptado por la central telefónica IP utilizada y está listo para iniciar comunicación con otros terminales IP.



**Figura 24 Cuenta SIP Registrada**  
**Elaborada: Jhonatan Casaliglla, Lincango Betsy**

### **Retroalimentación**

En este *sprint* se realizó la inicialización de la aplicación móvil usando el *framework* React Native, que comprende la estructura *bottom tabs*, la navegabilidad y el desarrollo de la pantalla de configuraciones que contiene los enlaces para el registro de cuentas SIP, para la pantalla de ajustes de red y la pantalla de ajustes de audio.

Para mayor facilidad del usuario, en el campo “servidor” del formulario se implementó que aparezca el teclado numérico para un ingreso más rápido de la dirección IP. Además, si el usuario ingresa credenciales inválidas o una dirección IP de servidor SIP fuera del rango establecido se notificará con un respectivo mensaje.

### **3.1.2 Sprint 2: Diseño y elaboración de módulos iniciales**

#### **Planificación**

Durante el Sprint 2 se implementaron funciones para la pantalla de teclado que permiten realizar la marcación de llamadas, integración de un *SideMenu* con un apartado de acerca de y las pantallas para ajustes de red y de audio. Este Sprint tuvo una duración de 20 días trabajando 5 horas diarias, con un total de 100 horas aproximadamente. El Sprint tuvo los siguientes objetivos:

- Elaboración de pantalla de marcación
- Realizar *SideMenu* con opción de ir a pantalla ajustes y acerca de.
- Desarrollo de pantallas de ajustes de red y de audio.

## Lista de Tareas

Tabla 7 Tareas del Sprint 2

ID Backlog	Hist. De Usuario	Nombre de la tarea	Duración (horas)
H006	Marcar extensiones.	Elaborar interfaz para marcación de llamadas (numeración).	12
		Integrar sección que visualiza los dígitos marcados desde la interfaz.	6
		Incorporar un botón con la acción de tomar los valores ingresados para realizar llamadas.	6
		Colocar sección de título mostrando el estado del registro.	4
H007	Acceder por menú desplegable a la pantalla de ajustes y a acerca de.	Implementar de lógica que integre un menú desplegable ( <i>Side Menu</i> ).	12
		Definir las opciones de menú que se van a colocar.	4
		Realizar el enlace a la pantalla de configuraciones al presionar en la opción "ajustes".	4
		Mostrar la pantalla de créditos de la aplicación móvil al presionar la opción "acerca de".	4
H008	Visualizar códecs de audio.	Definir la información que se presentará en la pantalla de ajustes de audio.	4
		Crear función que obtenga todos los códecs que usa actualmente la aplicación móvil.	5
		Listar los códecs obtenidos para visualización del usuario y establecerlos como solo de lectura.	6

H009	Visualizar los ajustes de red de la aplicación.	Definir los ajustes que actualmente se usan por defecto en la aplicación móvil.	4
		Listar los ajustes seleccionados para ser presentados al usuario.	4
		Inhabilitar las opciones como solo de lectura.	4
H010	Visualizar créditos y versión de la aplicación.	Definir qué información será presentada al usuario.	4
		Elaborar un gráfico y nombre representativo que proporcione identidad a la aplicación.	12
		Colocar la versión y los créditos correspondientes a la aplicación en la parte inferior.	5
		Total	100

Elaborada: Jhonatan Casaliglla, Lincango Betsy

## Resultados

La pantalla de marcación o plan de marcado muestra un correcto registro de una cuenta SIP en la parte superior y sólo se puede hacer llamadas si existe una cuenta SIP ingresada.



Figura 25 Pantalla de marcación (dialer)

Elaborada: Jhonatan Casaliglla, Lincango Betsy



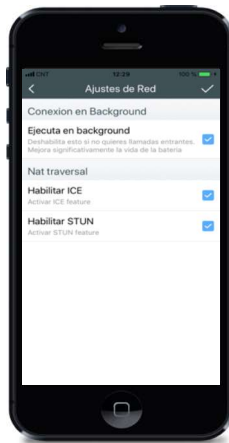
**Tabla 8** Tabla de validación de campos

VALIDACIÓN DE CAMPOS	
Campo	Validación
Teclado Pantalla	Solo se pueden ingresar dígitos a través de la interfaz el teclado.

Elaborada: Jhonatan Casaliglla, Lincango Betsy

### Ajustes de Red y Audio

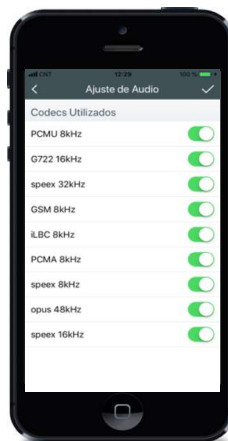
En esta pantalla únicamente se encuentran opciones solo de lectura con valores predeterminados y solo para fines demostrativos.



**Figura 26** Ajustes de red

Elaborada: Jhonatan Casaliglla, Lincango Betsy

Esta pantalla muestra el listado de códecs utilizados por la aplicación móvil softphone SIP que son habilitados por defecto y no pueden ser cambiados o deshabilitados.



**Figura 27** Ajustes de audio

Elaborada: Jhonatan Casaliglla, Lincango Betsy

### Menú desplegable

El menú desplegable o también conocido como “*sidemenu*” es habilitado a mostrarse únicamente en la pantalla de marcación y contiene un acceso directo a la pantalla de configuraciones y el enlace para la pantalla de acerca de.



Figura 28 Pantalla Side menu

Elaborada: Jhonatan Casaliglla, Lincango Betsy

### Pantalla acerca de

En esta pantalla se muestra el nombre, logotipo, número de versión, semestre vigente y autores de la aplicación móvil. Además, se indica las versiones mínimas que debe contar un *smartphone* para poder ser instalada.



Figura 29 Pantalla Acerca de

Elaborada: Jhonatan Casaliglla, Lincango Betsy

## Retroalimentación

En el desarrollo del *sprint 2* se gestionó la marcación de llamadas a través del teclado junto con la validación del registro de una cuenta SIP, ya que de lo contrario no permite la acción de realizar la llamada a la extensión o número que se haya marcado.

Luego de varias pruebas se decidió que las pantallas de ajustes de red y de audio sean sólo de lectura, es decir que el usuario no podrá hacer cambios ni personalizaciones. Esto debido a que los requerimientos no especifican tales funcionalidades.

### 3.1.3 Sprint 3: Diseño y elaboración del módulo de llamada en curso

#### Planificación

El Sprint 3 se realizó en 30 días, los cuales se trabajaron 5 horas diarias, alrededor de 150 horas aproximadamente. El objetivo de este sprint 3 es la elaboración de la pantalla de marcación, la cual es indispensable para realizar y recibir llamadas entre otras opciones únicamente disponible en la pantalla de llamada en curso. Los objetivos a lograr son los siguientes:

- Realizar el diseño de interfaz de la pantalla de llamada en curso.
- Implementación de opciones de llamada.
- Elaboración de pantallas modales para teclado DTMF.
- Implementación de funcionalidad CallKit iOS y Android.

#### Lista de Tareas

Tabla 9 Tareas del Sprint 3

ID Backlog	Hist. De Usuario	Nombre de la tarea	Duración (horas)
H011	Realizar y recibir llamadas entre terminales IP.	Definir el diseño de interfaz y las herramientas a usar para la pantalla de llamada en curso.	10
		Crear los métodos necesarios para las funcionalidades de la llamada entre terminales IP.	8
		Implementar botones de opciones de llamada mostrados durante una llamada en curso.	8

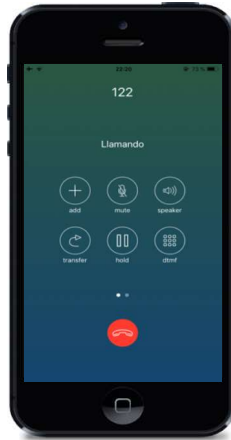
		Establecer funcionalidad de llamadas paralelas.	8
		Agregar descripción de llamadas entrantes.	4
		Implementar funcionalidad <i>CallKit</i> para llamadas usando <i>Phone. app</i> nativa en los sistemas iOS y Android.	10
H012	Transferir llamadas entre terminales IP.	Agregar botón que muestre una pantalla modal de teclado de marcación durante una llamada en curso.	4
		Agregar botón para transferencia directa de llamadas en la parte inferior del teclado junto con una sección que cancele dicha acción.	4
		Crear lógica de programación de la funcionalidad <i>transfer</i> .	5
H013	Poner llamadas en espera.	Añadir botón para poner en espera una llamada en curso.	5
		Crear lógica de programación de la funcionalidad <i>hold</i> .	5
		Manejar acción de poner o quitar el modo de en espera a una llamada solo si hay una en curso.	6
H014	Poner las llamadas en altavoz.	Colocar botón para usar el altavoz del dispositivo móvil.	5
		Crear lógica de programación de la funcionalidad <i>speaker</i> .	5
		Manejar acción de usar altavoz o auricular en una llamada solo si hay una en curso.	6

H015	Silenciar el micrófono de llamadas en curso.	Agregar botón para silenciar el micrófono del dispositivo móvil.	4
		Crear lógica de programación de la funcionalidad <i>mute</i> .	4
		Manejar acción de silenciar o habilitar micrófono en una llamada solo si hay una en curso.	6
H016	Marcar usando el Sistema de multifrecuencia (DTMF)	Elaborar pantalla modal teclado DTMF para marcaciones por tono durante llamada en curso.	8
		Crear lógica para obtención de dígitos de marcación por tono.	4
		Limpiar números marcados luego de cerrar la pantalla modal.	4
H017	Realizar nueva llamada teniendo ya una activa.	Colocar botón que visualice pantalla modal del teclado de marcación.	4
		Crear lógica para iniciar una nueva llamada y poner en espera a la llamada actual.	5
		Manejar el límite máximo de hasta tres adiciones de llamadas.	5
H018	Manejar múltiples llamadas.	Definir diseño para visualizar múltiples llamadas sobre la llamada en curso.	8
		Crear lógica para manejo de selección de las llamadas activas que al ser presionadas todas las demás se pondrán en espera.	5
		Total	150

Elaborada: Jhonatan Casaliglla, Lincango Betsy

## Resultados

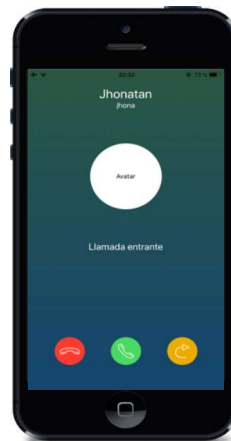
La pantalla de llamada en curso presenta seis opciones de llamada que pueden ser utilizadas siempre y cuando la comunicación se haya establecido entre ambas partes.



**Figura 30 Llamada Saliente**

**Elaborada: Jhonatan Casaliglla, Lincango Betsy**

Cuando se recibe una llamada entrante el usuario tiene tres acciones que puede elegir, las cuales son colgar, contestar y reenviar la llamada.



**Figura 31 Llamada Entrante**

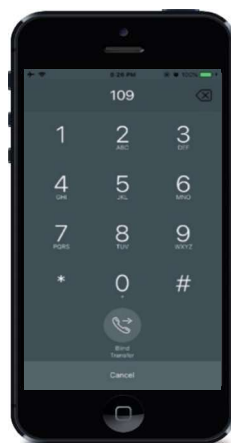
**Elaborada: Jhonatan Casaliglla, Lincango Betsy**

Cuando una llamada se ha establecido correctamente entre ambas partes, la pantalla de llamada en curso muestra el tiempo de conversación en la parte superior y con las opciones de usar el altavoz, poner en espera o silenciar la llamada.



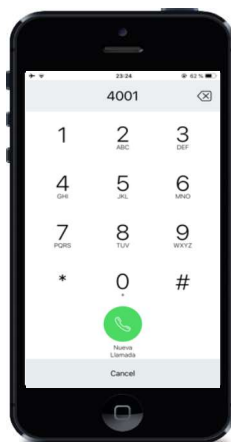
**Figura 32 Llamada Establecida**  
**Elaborada: Jhonatan Casaliglla, Lincango Betsy**

Se puede hacer una transferencia directa a través de la aplicación usando el botón *transfer*, el cual muestra la pantalla de marcación para digitar la extensión y luego presionar el botón transferencia directa.



**Figura 33 Transferencia Directa**  
**Elaborada: Jhonatan Casaliglla, Lincango Betsy**

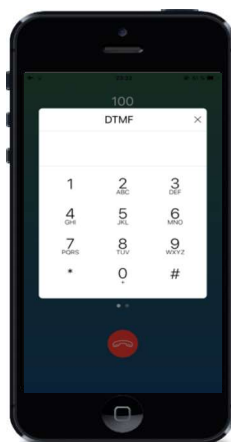
Una nueva llamada puede realizarse aún si ya existe una comunicación entre dos terminales IP, pero al marcar a un nuevo número o extensión la llamada en curso de ese momento se pondrá en espera.



**Figura 34 Nueva llamada**

Elaborada: Jhonatan Casaliglla, Lincango Betsy

El teclado DTMF permite digitar códigos de tono que hayan sido configurados en la central telefónica gestionada por Asterisk, así como marcar las opciones de menú de un IVR.



**Figura 35 Teclado DTMF**

Elaborada: Jhonatan Casaliglla, Lincango Betsy

**Tabla 10** Tabla de validación de campos

VALIDACIÓN DE CAMPOS	
Campo	Validación
<b>Marcación por tono</b>	Solo se pueden ingresar dígitos a través de la pantalla DTMF.

Elaborada: Jhonatan Casaliglla, Lincango Betsy



La aplicación softphone SIP permite mantener llamadas simultáneas en la pantalla de llamada en curso, hasta un máximo de tres en espera y una en comunicación. Para volver a establecer comunicación con alguna de las otras llamadas paralelas solo se debe presionar en la sección que indica el número de extensión o identificador.



**Figura 36 Llamadas paralelas**

**Elaborada: Jhonatan Casaliglla, Lincango Betsy**

### **Retroalimentación**

Durante el desarrollo del *sprint 3* se implementaron las funcionalidades que permiten a la aplicación móvil softphone SIP comunicarse con otros terminales IP que se encuentren conectados a una misma red LAN y a una misma central telefónica IP. Estas funcionalidades incluyen lo siguiente:

- Hacer y recibir llamadas entre terminales IP.
- Usar el altavoz o auricular del dispositivo móvil.
- Silenciar una llamada establecida con otro terminal IP.
- Poner en espera a una llamada en curso.
- Mostrar un teclado DTMF para marcación de códigos de tono.
- Agregar una nueva llamada dejando en espera a la actual.
- Transferencia directa de una llamada.

Luego de realizar las pruebas pertinentes a cada una de las funciones planteadas, se evidencia su correcto funcionamiento entre teléfonos físico IP y teléfonos softphone SIP. En el siguiente *sprint* se procederá con la compilación y distribución de la aplicación.

### 3.1.4 Sprint 4: Generación y distribución de ejecutables de la app móvil

#### Planificación

El Sprint 4 se realizó en 10 días, los cuales se trabajaron 5 horas diarias, alrededor de 50 horas aproximadamente. El objetivo de este Sprint 4 es la distribución del aplicativo móvil softphone SIP para las dos plataformas iOS y Android.

#### Lista de Tareas

Tabla 11 Tareas del Sprint 4

ID Backlog	Hist. De Usuario	Nombre de la tarea	Duración (horas)
H019	Distribuir la aplicación a los estudiantes.	Definir el diseño de logotipo para la aplicación.	15
		Diseñar el <i>Splash Screen</i> para la aplicación para iOS y Android.	10
		Dimensionar íconos ajustables que serán visibles en la pantalla <i>home screen</i> de los dispositivos móviles.	5
		Compilar los ejecutables de la aplicación móvil para ambas plataformas.	10
		Distribuir la aplicación móvil mediante un enlace de descarga directo usando Dropbox.	10
		Total	50

Elaborada: Jhonatan Casaliglla, Lincango Betsy

#### Resultados

##### Elaboración del diseño de logotipos

El diseño del logotipo de la aplicación, así como sus íconos se elaboraron usando el programa *Adobe Illustrator* usando como base el logo insignia de la EPN, el cual es un búho. Se muestran a continuación los diseños prototipos conseguidos.



Figura 37 Diseño de logotipos

Elaborada: Jhonatan Casaliglla, Lincango Betsy

Para la generación de *splashscreen* y logo *icons* para ambas plataformas se utilizó la herramienta *react-native-toolbox*, el cual como único requisito necesita de la imagen del logo con las dimensiones 2048x2038 pixeles con extensión psd. Luego de ejecutar el comando se presenta una serie de preguntas para definir las texturas de la imagen.

```

~ -- root@laboratorio16:/home/labo16 -- -bash
MacBook-jhona:SoftphoneSIP jh0n4$ yo rn-toolbox:assets --splash splashscreen.psd --ios
?
We're constantly looking for ways to make yo better!
May we anonymously report usage statistics to improve the tool over time?
More info: https://github.com/yeoman/insight & http://yeoman.io
? = Yes
? Name of your react-native project softphoneSIP
Wrote ./ios/softphoneSIP/Images.xcassets/LaunchImage.launchimage/Default-Landscape.png
Wrote ./ios/softphoneSIP/Images.xcassets/LaunchImage.launchimage/Default@2x.png
Wrote ./ios/softphoneSIP/Images.xcassets/LaunchImage.launchimage/Default-Portrait.png
Wrote ./ios/softphoneSIP/Images.xcassets/LaunchImage.launchimage/Default-568h@2x.png

```

Figura 38 Generación *Splashscreen* iOS

Elaborada: Jhonatan Casaliglla, Lincango Betsy

```

~ -- root@laboratorio16:/home/labo16 -- -bash
~/React-Apps/react-native
MacBook-jhona:SoftphoneSIP jh0n4$ yo rn-toolbox:assets --splash splashscreen.psd --android
? Name of your react-native project softphoneSIP
create android/app/src/main/res/values/colors.xml
create android/app/src/main/res/drawable/launch_screen_bitmap.xml
conflict android/app/src/main/res/values/styles.xml
? Overwrite android/app/src/main/res/values/styles.xml? do not overwrite
skip android/app/src/main/res/values/styles.xml
Wrote ./android/app/src/main/res/drawable-port-ldpi/launch_screen.png
Wrote ./android/app/src/main/res/drawable-land-ldpi/launch_screen.png

```

Figura 39 Generación *splashscreen* Android

Elaborada: Jhonatan Casaliglla, Lincango Betsy

**Compilación para iOS:** en proyectos React Native, primero se genera el archivo *bundle* que empaqueta todo el código JavaScript a código nativo a través de un bridge.

```
MacBook-jhona:SoftphoneSIP jh0n4$ react-native bundle --entry-file index.js --platform ios --dev false --bundle-output ios
Loading dependency graph, done.
Loading dependency graph...bundle: Writing bundle output to: ios/main.jsbundle
bundle: Done writing bundle output
```

**Figura 40 Generación archivo bundle iOS**

Elaborada: Jhonatan Casaliglla, Lincango Betsy

Luego se referencia el archivo *bundle* directamente desde el código fuente en Xcode y por último se modifica el tipo de compilación de *debug* a *release*.

```
8 @implementation AppDelegate
9
10 - (BOOL)application:(UIApplication *)application didFinishLaunchingWithOptions:(NSDictionary *)launchOptions
11 {
12     NSURL *jsCodeLocation;
13
14     // jsCodeLocation = [[RCTBundleURLProvider sharedSettings] jsBundleURLForBundleRoot:@"index" fallbackResource:nil];
15
16     jsCodeLocation = [[NSBundle mainBundle] URLForResource:@"main" withExtension:@"jsbundle"];
```

**Figura 41 Utilización de archivo bundle iOS**

Elaborada: Jhonatan Casaliglla, Lincango Betsy



**Figura 42 Cambio mode de depuración a release iOS**

Elaborada: Jhonatan Casaliglla, Lincango Betsy

Finalmente para generar el archivo .ipa sin la necesidad de una cuenta de desarrollador de Apple, se modifica el archivo SDKSettings.plist del campo seleccionado a “NO”.

A screenshot of the SDKSettings.plist file in Xcode. The table below shows the key-value pairs for the plist file.

Key	Type	Value
Root	Dictionary	(12 items)
DisplayName	String	iOS 12.1
DefaultProperties	Dictionary	(13 items)
DEFAULT_COMPILER	String	com.apple.compilers.llvm.clang.1_0
AD_HOC_CODE_SIGNING_ALLOWED	String	YES
DEPLOYMENT_TARGET_SUGGEST...	Array	(20 items)
GCC_THUMB_SUPPORT	String	YES
CODE_SIGNING_REQUIRED	String	NO
SUPPORTED_DEVICE_FAMILIES	String	1,2

**Figura 43 Configuración SDK iOS**

Elaborada: Jhonatan Casaliglla, Lincango Betsy

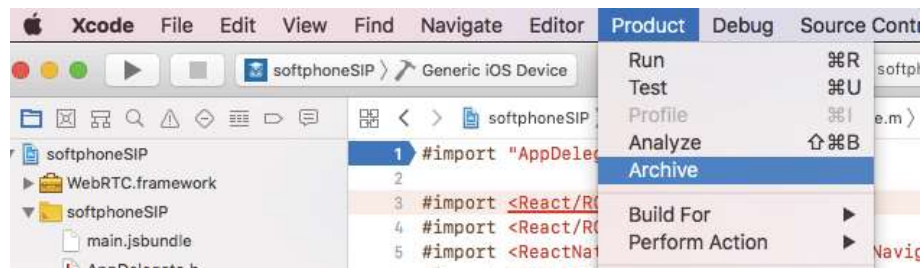
Luego en la sección *Build Settings* de la aplicación en Xcode se debe dejar vacío el campo “Any iOS SDK” y con ello se consigue la generación del archivo ipa sin ser firmado.



**Figura 44** Asignación de tipo de firmado iOS

Elaborada: Jhonatan Casaliglla, Lincango Betsy

Por último en el apartado “Product” de la barra superior de Xcode se selecciona la opción “Archive” lo que generará el ejecutable de la aplicación.



**Figura 45** Preparación archivo ejecutable iOS

Elaborada: Jhonatan Casaliglla, Lincango Betsy

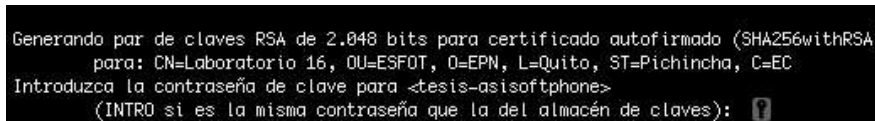
En la figura 46 se puede apreciar el archivo ipa obtenido con éxito luego de todo el proceso.

Archives		
Name	Creation Date	Version
softphoneSIP	18 may. 2019 23:39	1.0 (1)
softphoneSIP	18 may. 2019 16:40	1.0 (1)

**Figura 46** Generación archivo ejecutable .ipa iOS

Elaborada: Jhonatan Casaliglla, Lincango Betsy

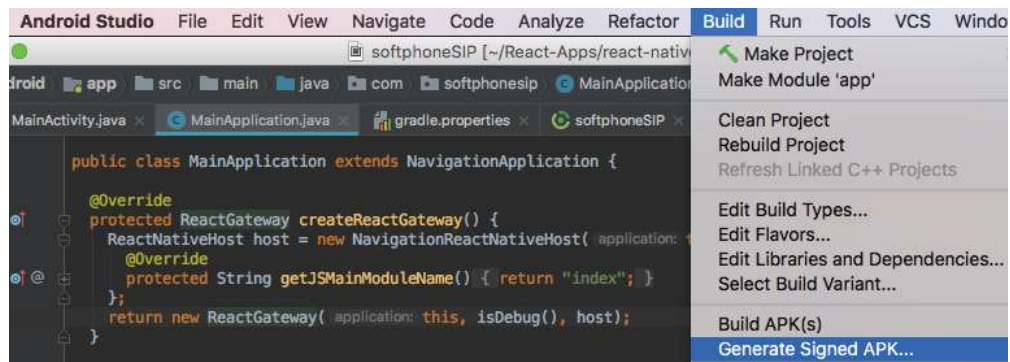
**Compilación para sistemas Android:** lo primero es generar el par de claves RSA.



**Figura 47** Generación claves para firmado de apk Android

Elaborada: Jhonatan Casaliglla, Lincango Betsy

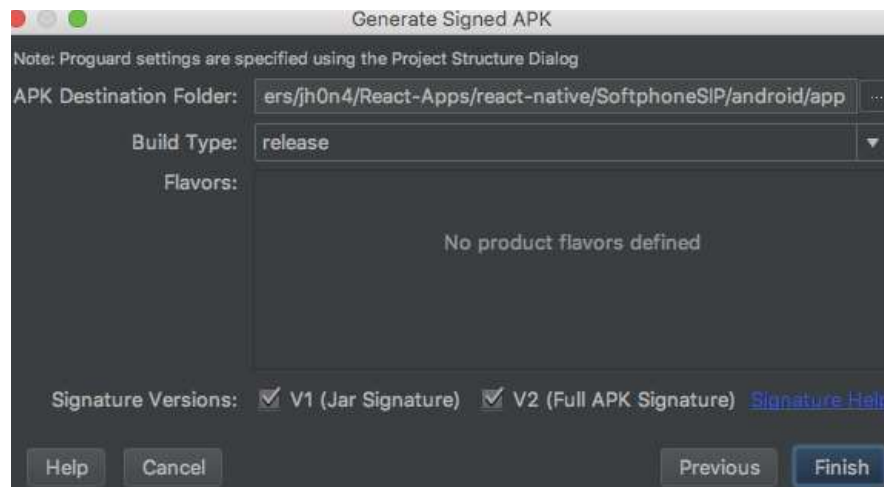
Usando Android Studio simplemente se seleccionó en el apartado “Build” la opción “Generate Signed APK” y luego seguir los pasos que indica el asistente.



**Figura 48 Selección herramienta para generar apk Android**

Elaborada: Jhonatan Casaliglla, Lincango Betsy

Luego se muestra una ventana que indica el *Project target* y posterior a ello una ventana para seleccionar las claves RSA que fueron creadas al inicio para firmar el apk.



**Figura 49 Generación de apk firmado Android**

Elaborada: Jhonatan Casaliglla, Lincango Betsy

Luego de un par de minutos un mensaje de confirmación notifica que el apk ha sido compilado con éxito.

Para la distribución de la aplicación para ambos sistemas operativos se realiza usando enlaces de descarga almacenados en Dropbox.

## **Retroalimentación**

En el transcurso de desarrollo del *sprint 4* se realizó la compilación y generación de los archivos ejecutables de la aplicación softphone SIP, siguiendo la documentación oficial ofrecida por el *framework* React Native. Luego de obtener los archivos. ipa y .apk, se investigaron sus formas de distribución para los sistemas iOS y Android respectivamente.

Para la plataforma Android no presentó ningún inconveniente ya que a través de su IDE oficial el firmado del apk solo necesita de claves autogeneradas. Pero para la plataforma de iOS es necesario contar con una cuenta de desarrollador de Apple, la cual tiene un costo de \$99 al año. Entonces la opción elegida fue no firmar el archivo ipa y para su instalación se realiza a través de la herramienta Cydia Impactor permitiendo su distribución.

Los archivos para instalar la aplicación móvil softphone SIP están disponibles a través de un enlace de descarga directa desde Dropbox.

## **3.2 Implementación de la arquitectura de comunicación de telefonía IP**

Para el correcto funcionamiento de la central telefónica IP (Hardware y Software) se planteó como primera tarea realizar la implementación del cableado estructurado al Laboratorio de TIC's. Para ello se usó la metodología SCRUM la cual es aplicable a muchos otros sectores fuera del mundo del desarrollo de software.

### **3.2.1 Instalación del cableado estructurado**

En el Laboratorio de TIC's aula 16 se dispuso a iniciar con la implementación del cableado de la red interna de telefónica IP en la que intervienen teléfonos IP, terminales, softphones SIP, Access Point, switch, tarjetas de convergencia y centrales telefónicas IP (Hardware-Software).

### **Planificación**

El cableado estructurado se realizó en 5 días, de los cuales se trabajaron 7 horas diarias los primeros 3 días correspondientes al diseño y compra de materiales, alrededor de 35 horas aproximadamente.

Los últimos 2 días se trabajaron 6 horas diarias en la implementación y pruebas de funcionamiento.



## Lista de Tareas

Tabla 12 Tareas del Sprint 1

ID Backlog	Hist. De Usuario	Nombre de la tarea	Duración (horas)
H019	Implementar una red VoIP en el laboratorio TICS aula N° 16	Diseñar e implementación del cableado estructurado.	6
		Revisar los componentes de hardware que se van a integrar a la red.	6
		Diseñar el plano del cableado estructurado.	5
		Establecer los materiales necesarios para su posterior implementación.	6
		Implantar el cableado estructurado.	3
		Preparar los conectores RJ45 y <i>keystone Jack</i> .	2
		Colocar 10 cajetines Rj45.	3
		Pasar el cable de red desde cada uno de los puestos de trabajo hasta el <i>patch panel</i> .	4
		Armar el cable de red ( <i>patch cord</i> ).	4
		Probar el funcionamiento del cableado estructurado.	8
		Total	47

Elaborada: Jhonatan Casaliglla, Lincango Betsy



## Resultados

La implementación del cableado estructurado fue sometido a un plan de pruebas para asegurar la calidad de la instalación y materiales utilizados.

<sup>3</sup>T568B fue el estándar utilizado para la conexión de los pines RJ45 para normalizar la disposición de los cables.

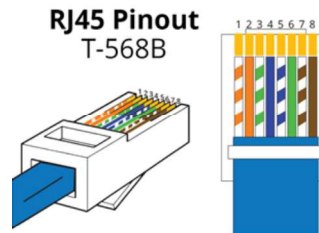


Figura 34 Conexión pines RJ45

Fuente: (Medium, 2018)

El orden de colores de los Keystone Jack se lo realizó en base al orden del fabricante (TIPO B), de modo que para los pines RJ45 se siguió el estándar T568B.



Figura 35 Keystone Jack Cat 5e

Fuente: Laboratorio TIC'S aula 16

Se utilizó un *Patch Panel* Categoría 5e 24 encargado de recibir los cables de cada una de las terminales de trabajo.



Figura 36 Ponchado Patch Panel

Fuente: Laboratorio TIC'S aula 16

---

<sup>3</sup> T568B: Normas o configuraciones a seguir en el cableado estructurado para redes Fuente: (Lara)

Las canaletas fueron utilizadas para pasar el cable y mantener la infraestructura del laboratorio



**Figura 37 Uso de canaletas**

**Fuente: Laboratorio TIC'S aula 16**

Cada enlace fue probado de acuerdo a las especificaciones definidas en el Estándar EIA/TIA-568-B, empezando desde el rack 01 hasta la caja de pared en el área de trabajo.



**Figura 38 Prueba Rack 01**

**Fuente: Laboratorio TIC'S aula 16**



**Figura 39 Prueba de las terminales de trabajo**

**Fuente: Laboratorio TIC'S aula 16**

Bajo las normas TIA/EIA que regulan el etiquetado y señalización de diferentes materiales se procedió aplicarla en los elementos que componen la red.



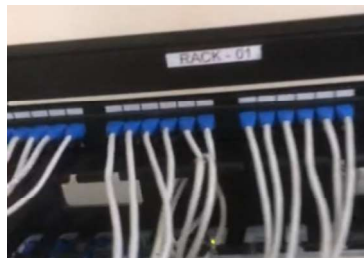
**Figura 40 Etiquetado Keystone Jack Cat 5e**

**Fuente: Laboratorio TIC'S aula 16**



**Figura 41 Etiquetado toma Usuario RJ45**

**Fuente: Laboratorio TIC'S aula 16**



**Figura 42 Etiquetado Rack – 01**

**Fuente: Laboratorio TIC'S aula 16**

### **Retroalimentación**

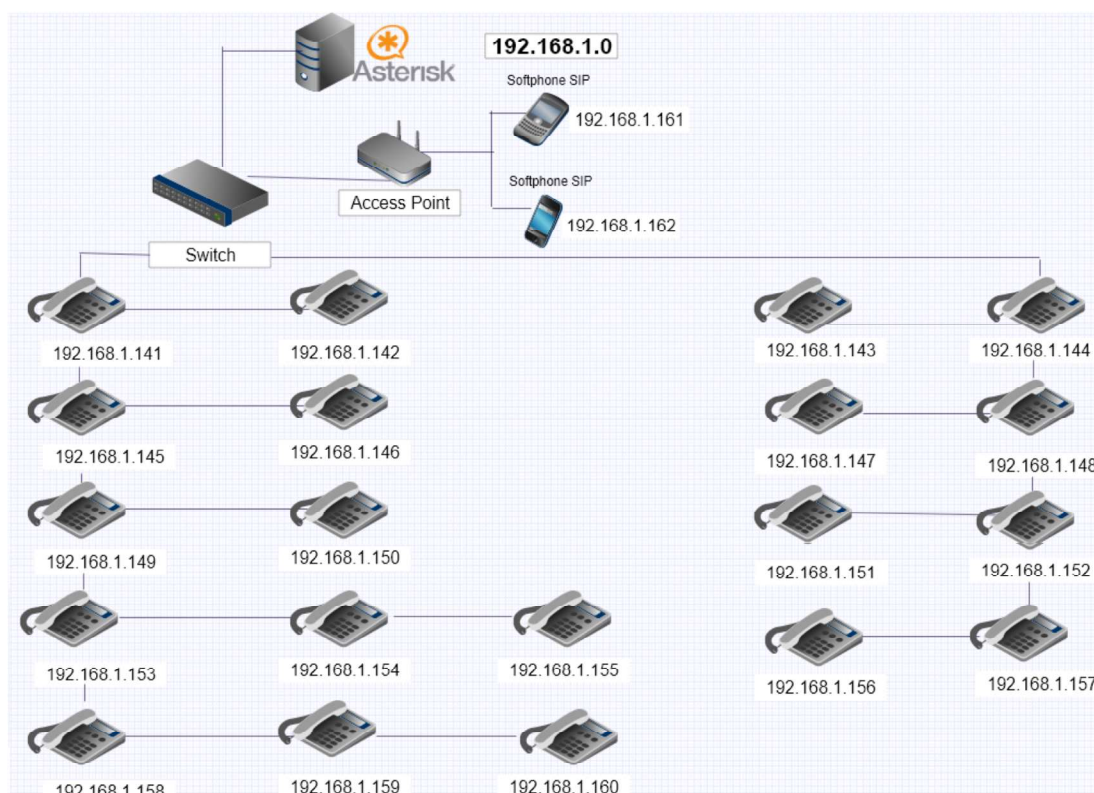
En este Sprint se ha realizado el diseño, implementación, pruebas de desempeño, verificación y control del cableado estructurado dentro del Laboratorio de TIC'S aula N°16.

### **3.2.2 Configuración de la central telefónica Asterisk**

Para la instalación, configuración y operación de Asterisk como centralita IP se ha elaborado una guía escrita que fue propuesta como uno de los objetivos del presente

trabajo, el cual especifica los procedimientos necesarios a seguir. Véase ANEXO V: Instalación, configuración y operación de Asterisk como centralita IP.

La figura 43 muestra el esquema físico de cómo fue implementada la red interna de telefonía IP en el Laboratorio TICS Aula 16, haciendo uso de los equipos hardware que dispone ASI que son: un switch de 24 puertos, un CPU, teléfonos Cisco IP, un router Dlink donado. Además, se observa la distribución de direcciones IP para cada equipo.

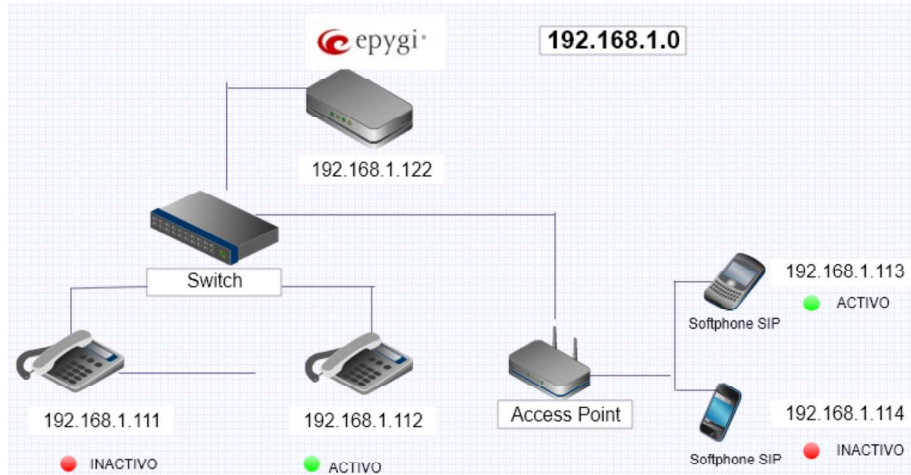


**Figura 43 Cuenta Registrada iOS**  
Elaborada: Jhonatan Casaliglla, Lincango Betsy

### 3.2.3 Configuración de la central telefónica Epygi Quadro 2x

Para la configuración de la central telefónica por hardware Epygi Quadro 2x se elaboró la guía de laboratorio planteada dentro de los objetivos del presente trabajo, en la cual se detalla paso a paso el proceso a seguir. Véase el ANEXO IV: Configuración y operación de central Epygi Quadro 2x.

La figura 44 muestra cada uno de los dispositivos necesarios que interactúan en la red telefónica gestionada por la central Epygi junto con las direcciones IP con las que cuenta cada equipo.



**Figura 44 Diagrama físico de la red Epygi Quadro 2x**  
Elaborada: Jhonatan Casaliglla, Lincango Betsy

### 3.3 Implementación del modelo de integración con la PSTN.

#### 3.3.1 Preparación de la base celular

Para evitar solicitar una línea directa de telefonía convencional, se propuso la opción de usar una base celular, la cual es un equipo hardware que hace uso de la red móvil GSM cumpliendo con el objetivo de realizar convergencia con la PSTN.

El único requisito para que dicho equipo electrónico funcione correctamente es de proveerle de un chip GSM de cualquier operadora móvil vigente en el país como son: Claro, Movistar, Tuenti o CNT.



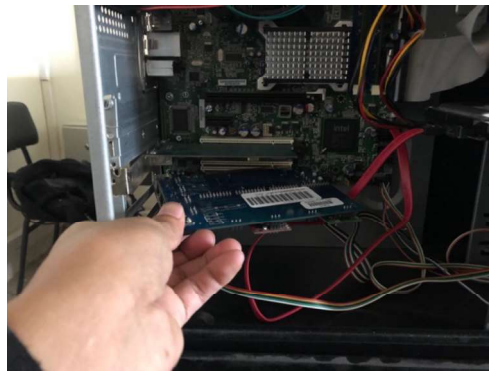
**Figura 45 Colocación de chip GSM en base celular**  
Fuente: Base celular en Laboratorio TIC'S

### 3.3.2 Integración de la red PSTN con la central telefónica IP Asterisk

En Asterisk la configuración para establecer la convergencia con la PSTN, lo primero es instalar la tarjeta Digium que al menos cuente con un módulo FXO y FXS en la ranura PCI de la tarjeta madre del CPU asignado para el laboratorio.



**Figura 46 Tarjeta de Convergencia DIGIUM**  
**Fuente: Tarjeta PCI en Laboratorio TIC'S**



**Figura 47 Instalación de Tarjeta DIGIUM**  
**Fuente: Tarjeta PCI en Laboratorio TIC'S**

Una vez que se ha colocado correctamente la tarjeta de convergencia en el slot PCI, se procede a encender el computador e iniciar sesión en CentOS 7. Luego para asegurarse que la tarjeta ha sido reconocida por el sistema se ejecuta el comando: `lspci -n`



```

[root@laboratorio16 labo16]# lspci -n
00:00.0 0600: 8086:0100 (rev 09)
00:01.0 0604: 8086:0101 (rev 09)
00:16.0 0780: 8086:1c3a (rev 04)
00:1a.0 0c03: 8086:1c2d (rev 05)
00:1b.0 0403: 8086:1c20 (rev 05)
00:1c.0 0604: 8086:1c10 (rev b5)
00:1c.2 0604: 8086:244e (rev b5)
00:1d.0 0c03: 8086:1c26 (rev 05)
00:1f.0 0601: 8086:1c5c (rev 05)
00:1f.2 0101: 8086:1c00 (rev 05)
00:1f.3 0c05: 8086:1c22 (rev 05)
00:1f.5 0101: 8086:1c08 (rev 05)
01:00.0 0300: 10de:104a (rev a1)
01:00.1 0403: 10de:0e08 (rev a1)
02:00.0 0200: 10ec:8136 (rev 05)
03:00.0 0604: 1283:8893 (rev 10)

```

Figura 48 Detección hardware tarjeta PCI

Elaborada: Jhonatan Casaliglla, Lincango Betsy

### Instalación de dependencias

Ejecutar los comandos:

- o `yum install kernel-devel`
- o `yum install perl`

### Instalación de librería DAHDI

Descargar el paquete `dahdi-linux-complete` que contiene todos los *drivers* necesarios para hacer funcionar la tarjeta de convergencia a la carpeta `/usr/local/src/`. Luego de descargarlo ejecutar el comando para descomprimirlo:

- o `cd /usr/local/src & tar -xvzf dahdi-linux-complete-current.tar.gz`

Ahora se accede al directorio que fue descomprimido `dahdi linux complete`.

- o `cd dahdi-linux-complete-current`

Instalamos dahdi ejecutando los comandos secuencialmente:

- o `make`
- o `make install`
- o `make config`

La instalación crea una carpeta en el directorio `/etc/` y en este se almacenarán todos los archivos de configuración necesarios para la comunicación y detección de la tarjeta de convergencia Digium en el directorio: `/etc/dahdi/`.

```
#####
###
### DAHDI tools installed successfully.
### If you have not done so before, install init scripts with:
###
###   make config
###
#####
make[1]: Leaving directory `/usr/local/src/dahdi-linux-complete-2.10.2+2.10.2/tools'
make -C tools config
make[1]: Entering directory `/usr/local/src/dahdi-linux-complete-2.10.2+2.10.2/tools'
install -D dahdi.init /etc/rc.d/init.d/dahdi
/usr/bin/install -c -d /etc/udev/rules.d
/usr/bin/install -c -D -m 644 dahdi.rules /etc/udev/rules.d/
install -D ifup-hdlc /etc/sysconfig/network-scripts/ifup-hdlc
/sbin/chkconfig --add dahdi
DAHDI has been configured.

List of detected DAHDI devices:

pci:0000:04:01.0   wctdm-         e159:0001 Wildcard TDM400P REV E/F

run 'dahdi_genconf modules' to load support for only
the DAHDI hardware installed in this system. By
default support for all DAHDI hardware is loaded at
DAHDI start.
make[1]: Leaving directory `/usr/local/src/dahdi-linux-complete-2.10.2+2.10.2/tools'
[root@laboratorio16 dahdi-linux-complete-2.10.2+2.10.2]#
```

**Figura 49 Instalación librería DAHDI**

**Elaborada: Jhonatan Casaliglla, Lincango Betsy**

### **Configuración de archivos de DAHDI**

La configuración de dahdi es en teoría automática. Se deben ejecutar los siguientes comandos en el terminal:

- dahdi\_cfg
- dahdi\_genconf

De esta forma se generan los archivos de configuración correspondientes, los cuales se muestran en la figura 50 y 51.

```
[root@laboratorio16 labo16]# cat /etc/dahdi/system.conf
# Autogenerated by /sbin/dahdi_genconf on Sat Mar  2 18:10:50 2019
# If you edit this file and execute /sbin/dahdi_genconf again,
# your manual changes will be LOST.
# Dahdi Configuration File
#
# This file is parsed by the Dahdi Configurator, dahdi_cfg
#
# Span 1: WCTDM/4 "Wildcard TDM400P REV E/F Board 5" (MASTER)
# channel 1, WCTDM/4/0, no module.
fxsks=2
echocanceller=mg2,2
# channel 3, WCTDM/4/2, no module.
fxaks=4
echocanceller=mg2,4

# Global data

loadzone      = us
defaultzone   = us
[root@laboratorio16 labo16]#
```

**Figura 50 Archivo de configuración system.conf**

**Elaborada: Jhonatan Casaliglla, Lincango Betsy**



```

[root@laboratorio16 labo16]# cat /etc/asterisk/dahdi-channels.conf
; Autogenerated by /sbin/dahdi_genconf on Sat Mar 2 18:18:50 2019
; If you edit this file and execute /sbin/dahdi_genconf again,
; your manual changes will be LOST.
; Dahdi Channels Configurations (chan_dahdi.conf)
;
;
; This is not intended to be a complete chan_dahdi.conf. Rather, it is intended
; to be #include-d by /etc/chan_dahdi.conf that will include the global settings
;
;
; Span 1: WCTDM/4 "Wildcard TDM400P REV E/F Board 5" (MASTER)
;;; line="2 WCTDM/4/1 FXSKS"
signalling=fxs_ks
callerid=asreceived
group=0
context=from-pstn
channel => 2
callerid=
group=
context=internal

;;; line="4 WCTDM/4/3 FXOKS"
signalling=fxo_ks
callerid="Channel 4" <4004>
mailbox=4004
group=5
context=from-internal
channel => 4
callerid=
mailbox=
group=
context=internal

```

**Figura 51** Archivo de configuración dahdi-channels.conf

**Elaborada:** Jhonatan Casaliglla, Lincango Betsy

Asterisk no toma los archivos de configuración generados por DAHDI, sino a otro archivo llamado chan\_dahdi.conf que se encuentra en el directorio /etc/asterisk. Es por eso que dentro de chan\_dahdi.conf hay que agregar la línea #include dahdi-channels.conf y de esa forma Asterisk puede interpretar la configuración generada.

```

[root@laboratorio16 labo16]# cat /etc/asterisk/chan_dahdi.conf
[trunkgroups]

; No trunk groups are needed in this configuration.

[channels]
#include /etc/asterisk/dahdi-channels.conf
; The channels context is used when defining channels using the
; older deprecated method. Don't use this as a section name.

;[phone](!)
;
; A template to hold common options for all phones.
;
usecallerid = yes
hidecallerid = no
callwaiting = no
;threewaycalling = yes
transfer = yes
echocancel = yes
echotraining = yes
immediate = no
[root@laboratorio16 labo16]# █

```

**Figura 52** Archivo de configuración chan\_dahdi.conf

**Elaborada:** Jhonatan Casaliglla, Lincango Betsy

Para comprobar que el módulo dahdi se encuentre configurado correctamente con Asterisk, se ejecuta el siguiente comando dentro de la consola de asterisk cli

```
Connected to Asterisk 13.20.0 currently running on laboratorio16 (pid = 31582)
[laboratorio16*CLI> dahdi show channels
Chan Extension Context Language MOH Interpret Blocked In Service Description
pseudo default default default Yes
2 from-pstn default default Yes
4 from-internal default default Yes
laboratorio16*CLI>
```

Figura 53 Comprobación dahdi dentro de Asterisk cli

Elaborada: Jhonatan Casaliglla, Lincango Betsy

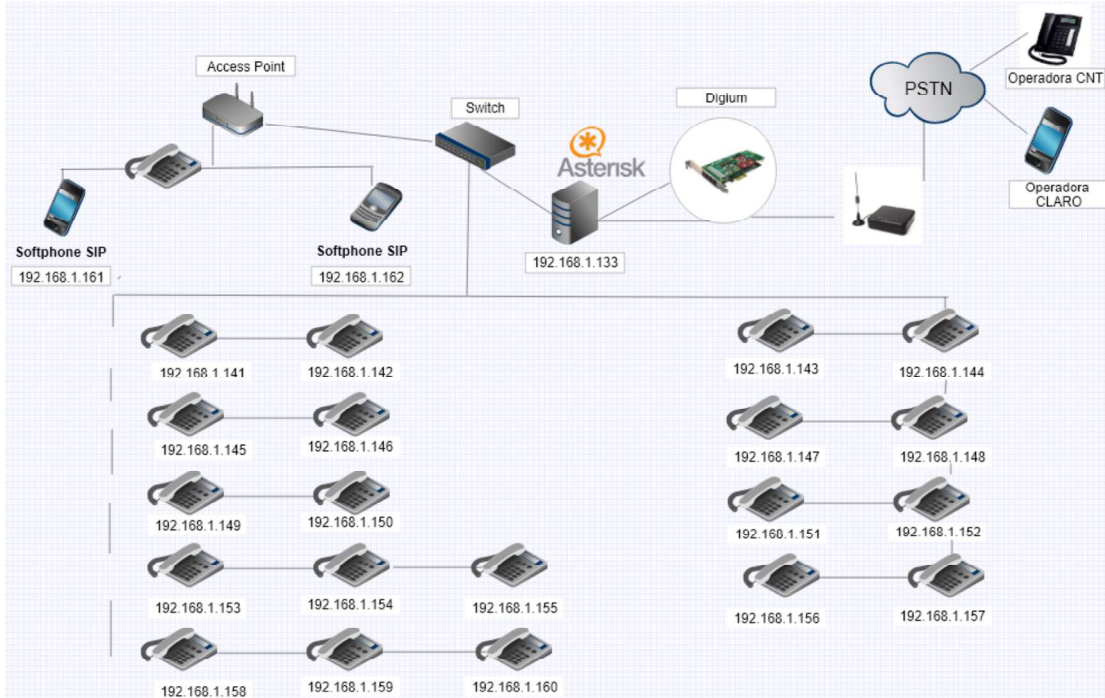
Finalmente, se establecen las siguientes reglas de marcación en el archivo /etc/asterisk/extensions.conf.

```
; Para recibir llamadas entrantes
[from-pstn]
    exten => s,1,Dial(DAHDI/4)

; Salida de llamadas PSTN Telefono Convencional
    exten => _902XXXXXXX,1,NoOp()
    exten => _902XXXXXXX,n,Dial(DAHDI/2/${EXTEN:1})
    exten => _902XXXXXXX,n,Hangup()

; Salida de llamadas PSTN Celular
    exten => _909XXXXXXXX,1,NoOp()
    exten => _909XXXXXXXX,n,Dial(DAHDI/2/${EXTEN:1})
    exten => _909XXXXXXXX,n,Hangup()
```

La figura 54 muestra el esquema físico de cómo fue implementada la red interna de telefonía IP en el Laboratorio TICS Aula 16, haciendo uso de los equipos hardware que dispone ASI que son: un switch de 24 puertos, un CPU, teléfonos Cisco IP, un router Dlink donado. Además, se observa la distribución de direcciones IP para cada equipo.



**Figura 54 Esquema integración con la PSTN**  
 Elaborada: Jhonatan Casaliglla, Lincango Betsy

### 3.3.3 Integración de la red PSTN con central telefónica IP Epygi Quadro 2x

El puerto Line está conectado directamente a la base celular y los puertos phone son utilizados para conectar teléfonos analógicos (en el caso de disponerlos).



**Figura 55 Conexión para puerto FXO**  
 Fuente: Central Quadro 2x

Para conectarse a otras líneas telefónicas PBX o analógicas y recibir llamadas externas fue necesario configurar módulo FXO Figura 32.

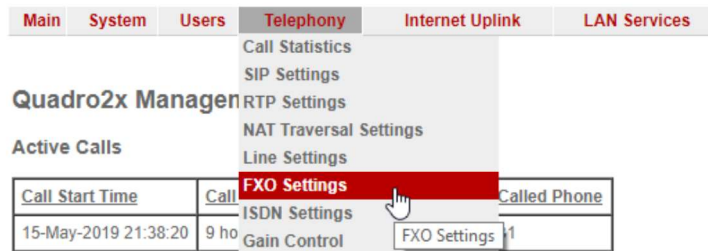


Figura 56 Configuración FXO

Fuente: Central Quadro 2x

La casilla de verificación Habilitar FXO activa el soporte para la línea FXO seleccionada. La opción Tipo de llamada permitida ofrece las direcciones de llamada para la línea FXO correspondiente y se puede elegir entre:

- **Solo llamadas entrantes:** Prohíbe las llamadas salientes para la línea FXO seleccionada.
- **Sólo llamadas salientes:** Prohíben las llamadas entrantes para la línea FXO seleccionada.
- **Llamadas entrantes y salientes** para la línea FXO seleccionada.

#### Ajustes FXO



Figura 57 Tipo de llamada permitida

Fuente: Módulo ajuste FXO Quadro 2x

La opción de enrutar la llamada FXO despliega las extensiones registradas de la Quadro 2x y seleccionamos la opción 00 que corresponde a la operadora automática IVR

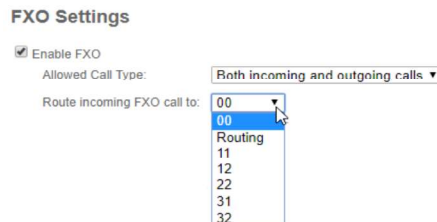


Figura 58 Enrutar llamadas FXO

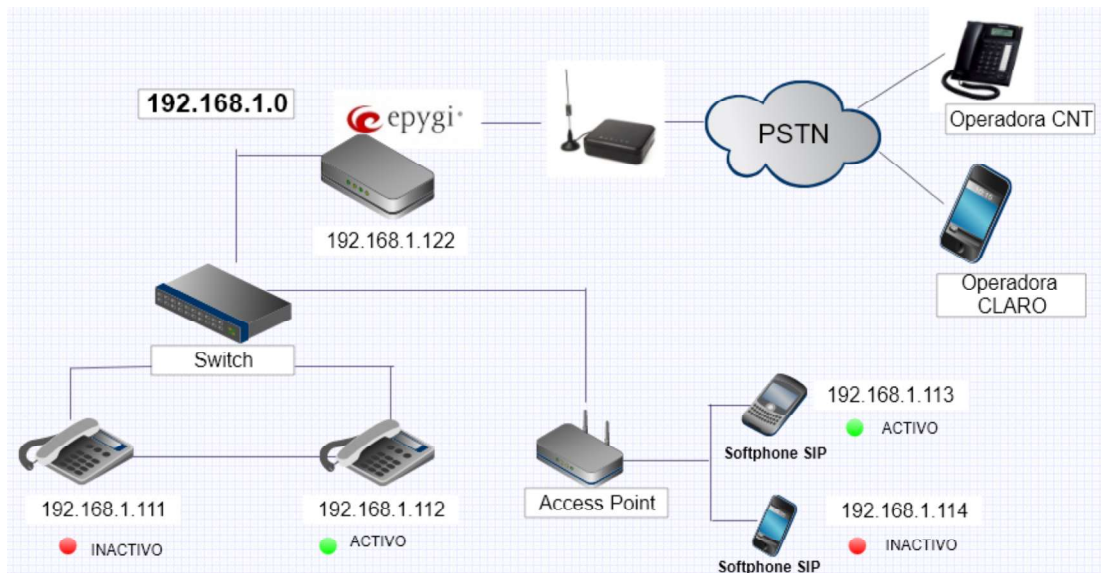
Fuente: Módulo ajuste FXO Quadro 2x

El campo de texto Número PSTN permite ingresar el número PSTN al que está conectada la línea FXO actual.



**Figura 59 Resumen ajustes FXO**  
Fuente: Módulo ajuste FXO Quadro 2x

En la figura 60 se puede apreciar los dispositivos necesarios para realizar la convergencia con la red PSTN, siendo estos: una base celular GSM junto con un chip de cualquier operadora vigente a nivel nacional.



**Figura 60 Convergencia con la PSTN Quadro 2x**  
Elaborada: Jhonatan Casaliglla, Lincango Betsy

### 3.4 Pruebas de funcionalidad central telefónica

#### 3.4.1 Centrales Telefónicas IP

Las funcionalidades que van a ser puestas a pruebas se detallan en el siguiente cuadro y varían dependiendo de qué tipo de central PBX IP se va a utilizar.

**Tabla 13** Funcionalidades Centrales PBX IP

FUNCIONALIDADES CENTRALES HARDWARE Y SOFTWARE	Funcionalidades Quadro 2X			Funcionalidades Asterisk		
	SI	NO	Observaciones	SI	NO	Observaciones
Hacer y recibir llamadas	✓			✓		
Transferencia Directa de llamadas	✓			✓		
Transferencia asistida de llamadas	✓			✓		
Identificador de llamadas	✓			✓		Si el operador lo permite
Enrutamiento de llamadas	✓			✓		
Conferencia de llamadas		✗		✓		
Buzón de voz	✓			✓		
Cola de llamadas (ACD)		✗		✓		
Lista Control de Acceso (ACL)	✓			✓		
Operadora automática (IVR)	✓			✓		
Condicionamiento por horario		✗		✓		
Reporte detalle de llamadas (CDR)	✓		Cuenta con una interfaz para visualizar	✓		Los registros se los visualiza por comandos de terminal
Captura de llamadas (Pickup)	✓		Se lo realiza mediante el dígito	✓		
Parqueo de llamadas (Parking)	✓			✓		

Elaborada: Jhonatan Casaliglla, Lincango Betsy

## Hacer y Recibir Llamadas

Establece una comunicación entre terminales IP luego de registrar una cuenta SIP y digitar un número de extensión.

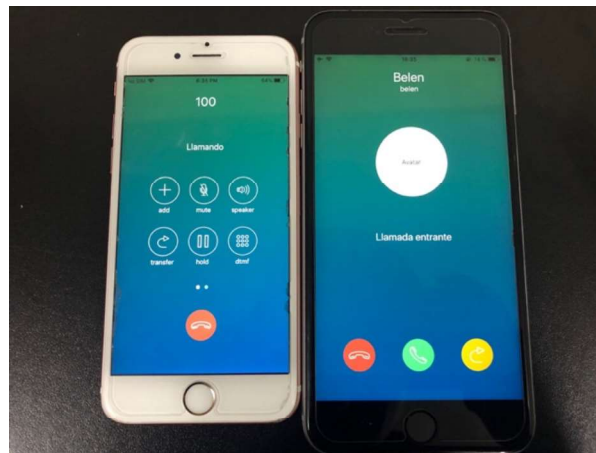
Jhonatan llama a Belén (ext. 123)



**Figura 61** La ext. 100 llama a ext. 123

Elaborada: Jhonatan Casaliglla, Lincango Betsy

Jhonatan (ext. 100) recibe una llamada de Belén



**Figura 62** La ext. 100 recibe una llamada de la ext. 123

Elaborada: Jhonatan Casaliglla, Lincango Betsy



### **Transferencia Directa de Llamadas**

Reenvía la llamada de un determinado llamante hacia el destinatario solicitado sin antes preguntar si está disponible.

Jhonatan (100) marca la extensión 122 (Betsy) y pregunta por David (124).

Betsy decide transferir a Jhonatan a la extensión 124, así que marca #1. Asterisk reproducirá el aviso de audio "transferencia".

Betsy ingresa los dígitos 124 para la extensión de destino David.

Asterisk inmediatamente cuelga el canal entre Jhonatan y Betsy, luego crea un nuevo canal para Betsy que marca la extensión 124.

Finalmente se logra establecer comunicación entre Jhonatan y David.



**Figura 63 Inicio llamada ext. 100 y ext.122**

**Elaborada: Jhonatan Casaliglla, Lincango Betsy**



**Figura 64 Llamada en curso ext.100 y ext. 124**

**Elaborada: Jhonatan Casaliglla, Lincango Betsy**



### **Transferencia Asistida de Llamadas**

Reenvía la llamada de un determinado llamante hacia el destinatario solicitado manteniéndolo en tono de espera, mientras recepción pregunta si el destinatario está disponible para atender la llamada.

Jhonatan (100) marca la extensión 122 (Betsy) y pregunta por David (124).

Betsy decide transferir a Jhonatan a la extensión 124, así que marca \*2. Asterisk reproducirá el aviso de audio "transferencia".

Betsy ingresa los dígitos 124 para la extensión de destino. Asterisk coloca Jhonatan en espera y crea un canal para que Betsy marque a David y le pregunte si se encuentra disponible para atender la llamada de Jhonatan, la respuesta de David es afirmativa y Betsy decide completar la transferencia y cuelga el teléfono.

Asterisk inmediatamente cuelga el canal entre Betsy y David, luego une los canales para Jhonatan y David.



**Figura 65 La ext. 100 marca a la ext. 122**

**Elaborada: Jhonatan Casaliglla, Lincango Betsy**



**Figura 66 Transferencia Asistida de Llamadas**

**Elaborada: Jhonatan Casaliglla, Lincango Betsy**

### Identificador de Llamadas

Este servicio reconoce el nombre o alias que fue definido durante el registro de la extensión SIP durante una llamada.

David recibe una llamada de Isaac ext.121



Figura 67 Identificador de Llamadas

Elaborada: Jhonatan Casaliglla, Lincango Betsy

### Conferencia de Llamadas

Este servicio permite unir líneas activas para iniciar una llamada en la que otros participantes se unan para establecer una comunicación simultanea. Hay que establecer el número de participantes que podrán ser incluidos en la conferencia.

**Nota:** La forma de unirse a una conferencia de llamadas puede variar dependiendo de la central IP utilizada.

Jhonatan marca al número de conferencia (ext. 888) y espera que los demás usuarios invitados se conecten. Después de un tiempo David, Isaac y Belén se unen a dicha conferencia marcando el número de extensión 777, para luego ingresar el PIN de autenticación 1234.

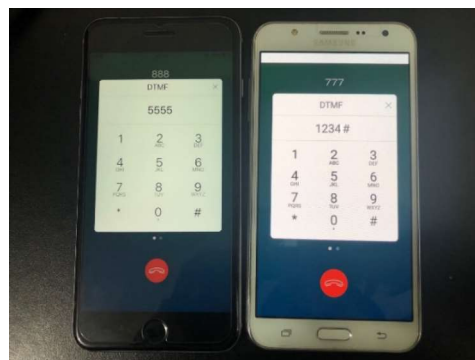
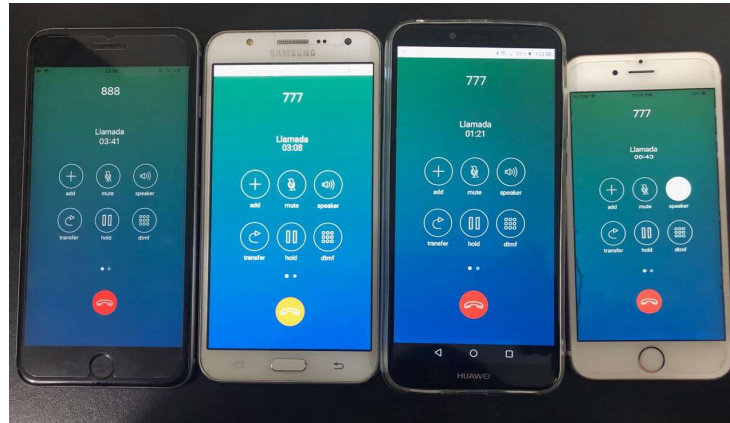


Figura 68 Usuario admin marca número de conferencia.

Elaborada: Jhonatan Casaliglla, Lincango Betsy



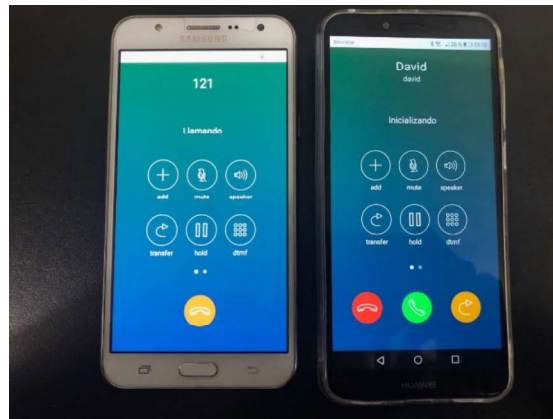
**Figura 69 Agentes se unen a la conferencia**

Elaborada: Jhonatan Casaliglla, Lincango Betsy

### **Buzón de Voz**

Esta funcionalidad se utiliza para dejar un mensaje cuando el remitente está ausente, en línea ocupada o no puede contestar.

David realiza la llamada a Isaac, pero este no se encuentra disponible y al no ser atendida se dispara el buzón para que David deje su mensaje.



**Figura 70 Llama en curso sin ser atendida**

Elaborada: Jhonatan Casaliglla, Lincango Betsy



Figura 71 Dejar mensaje buzón de voz

Elaborada: Jhonatan Casaliglla, Lincango Betsy

### **Cola de Llamadas (ACD)**

Es un sistema utilizado para distribuir llamadas entrantes a un grupo determinado de terminales atendidos por agentes. Las llamadas se mantendrán en espera con una música de fondo, hasta ser atendidas. Es una de las funcionalidades que más destaca en una solución de *Contact Center*.

En este ejemplo, se usará un par de cola de llamadas denominadas Ventas y Soporte. Se necesitarán 2 miembros de cola representados por Cisco 01 (Ventas) y Cisco 02 (Soporte).

Las llamadas entrantes serán representadas por 4 usuarios (cuentas SIP). Jhona, Isaac, David y Belén

Los miembros de cola se conectan a sus respectivas colas estando listos para atender llamadas entrantes. La primera llamada entrante marca la extensión asociada a ventas y esta será inmediatamente atendida por el agente de ventas. Luego inicia una segunda llamada entrante mientras la anterior aún no ha finalizado, entonces será puesta en espera. A su vez ingresa una tercera llamada y de igual forma es puesta en espera. Una vez que la primera llamada ha finalizado, la segunda llamada será atendida de manera inmediata, mientras la tercera seguirá en espera. Este proceso se repetirá hasta que ya no haya más llamadas pendientes.

El proceso mencionado es el mismo para la segunda cola de Soporte, para una tercera, una cuarta y así sucesivamente.



**Figura 72 Agentes para cola de venta y soporte**  
Elaborada: Jhonatan Casaliglla, Lincango Betsy



**Figura 73 Cola de Llamadas**  
Elaborada: Jhonatan Casaliglla, Lincango Betsy

### **Operadora Automática (IVR)**

Usando un menú de voz interactivo permite de manera automática seleccionar el destino al que se desviará la llamada dependiendo de la elección del llamante en el teclado numérico DTMF.

David llama la Escuela de Formación de Tecnólogos y es atendido por una operadora automática que despliega un menú de voz diciendo lo siguiente:

Bienvenido al Laboratorio de TICS aula 16 ESFOT.

Si conoce el número de extensión marque ahora.

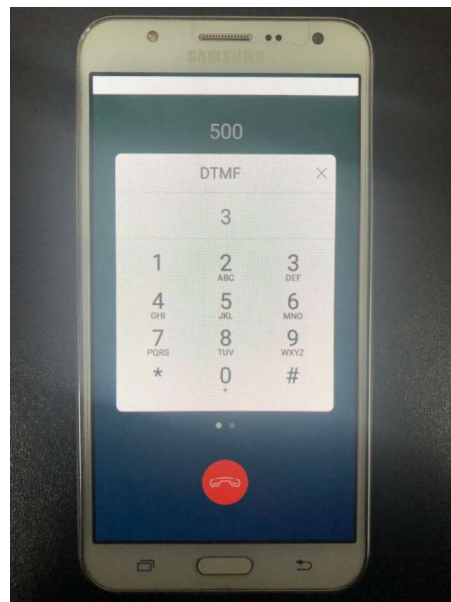
para comunicarse con el personal de ventas, marque 1

para comunicarse con el personal de soporte, marque 2

Para comunicarse con secretaría general, marque 3

Para comunicarse con el operador, marque 0

David marca la opción 3 para comunicarse con secretaría general y establece un canal de comunicación.



**Figura 74 Operadora automática**

**Elaborada: Jhonatan Casaliglla, Lincango Betsy**

### **Captura de Llamadas (Pickup)**

Esta funcionalidad se aplica a un grupo de extensiones ubicadas en una misma área compartida, en la cual una llamada entrante que inicialmente está dirigida para un compañero de grupo sea tomada por otro agente.

**Nota:** Esta funcionalidad se aplica únicamente a grupos de captura o extensiones creadas previamente. El código utilizado para capturar una llamada puede variar dependiendo de la central PBX IP utilizada.

El departamento de Marketing cuenta con 7 extensiones. Belén quiere comunicarse con David (ext. 124), entonces marca su extensión y al no encontrarse disponible un compañero Jhonatan (ext. 100) del mismo departamento toma la llamada y se establece comunicación entre Belén y Jhonatan.

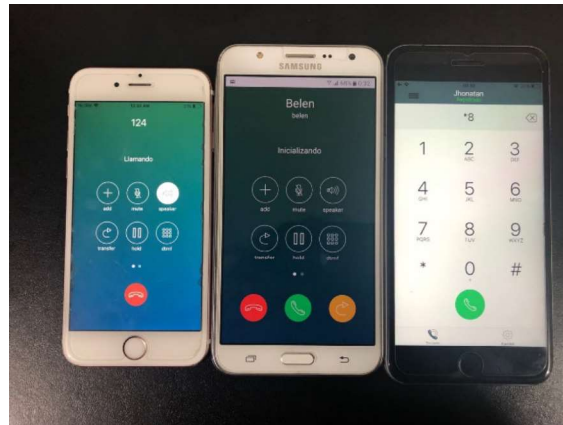


Figura 75 Hacer llamada ext. 123 a ext. 124

Elaborada: Jhonatan Casaliglla, Lincango Betsy

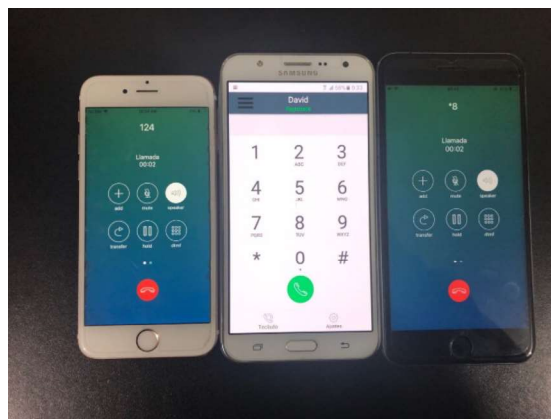


Figura 76 Llamada en curso ext. 123 y ext.100

Elaborada: Jhonatan Casaliglla, Lincango Betsy

### **Parqueo de Llamadas (*Parking*)**

Este servicio ofrece al usuario la posibilidad de recibir una llamada y luego enviarla a un parqueo (en espera), para después retomarla desde otra extensión.

**Nota:** El código utilizado para parquear una llamada puede variar dependiendo de la central PBX IP utilizada.

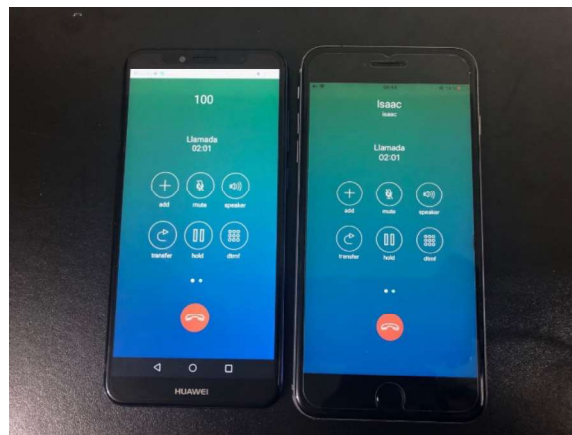


Desde el departamento R.R.H.H David (ext. 124) recibe una llamada de Jhonatan y mantienen una breve conversación. Después David parquea la llamada porque necesita ir al departamento de Marketing y desde ahí retoma la llamada desde Isaac (ext. 121) para continuar la conversación con Jhonatan.



**Figura 77 Parqueo de llamadas**

**Elaborada: Jhonatan Casaliglla, Lincango Betsy**



**Figura 78 Retoma la llamada entre Isaac y Jhonatan**

**Elaborada: Jhonatan Casaliglla, Lincango Betsy**

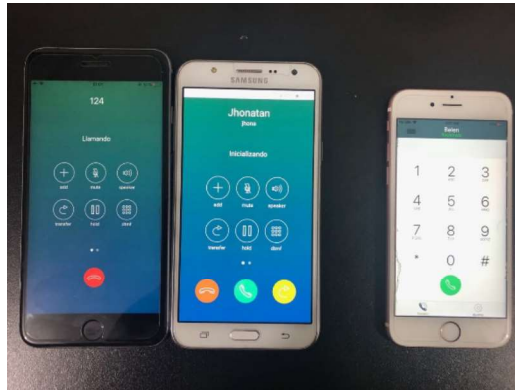
### **3.4.2 Asterisk**

#### **Enrutamiento de Llamadas (*Follow-me*)**

El enrutamiento de llamadas en Asterisk es conocido como *follow-me*, el cual permite desviar una llamada a otra extensión si la actual no se encuentra disponible y así sucesivamente hacia las demás extensiones disponibles siempre y cuando se hayan configurado para ser desviadas.

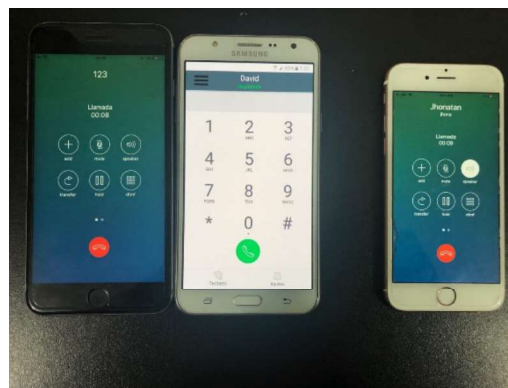


Jhonatan marca a David, pero no está disponible para contestar, entonces la llamada se desvía a Belén quien en ese momento está presente responde la llamada,



**Figura 79 Enrutamiento de llamadas**

Elaborada: Jhonatan Casaliglla, Lincango Betsy



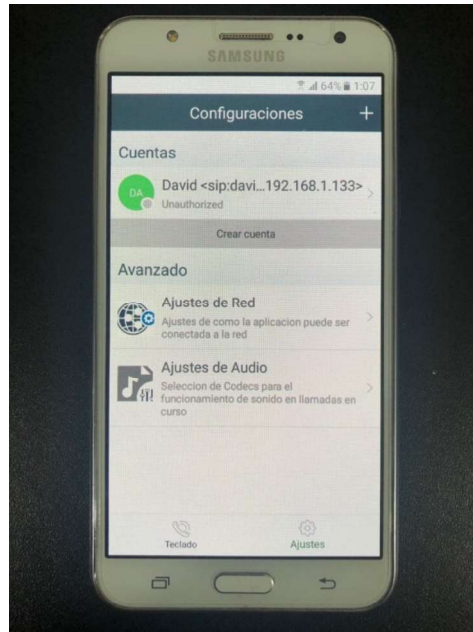
**Figura 80 Enrutamiento de llamadas**

Elaborada: Jhonatan Casaliglla, Lincango Betsy

### **Lista de Control de Acceso (ACL)**

La central telefónica Asterisk introduce el uso de listas de control de acceso, que definen una serie de direcciones red para permitir o denegar el registro de extensiones por terceros que usen direcciones fuera de rango descritos en el ACL.

David intenta registrar su cuenta SIP desde una dirección de red que no está definida como permitida en el archivo ACL.



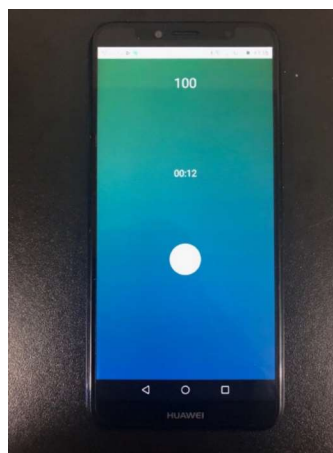
**Figura 81 Usuario no autorizado ACL**

**Elaborada: Jhonatan Casaliglla, Lincango Betsy**

### **Condicionamiento por Horario**

Permite hacer y recibir llamadas dependiendo de un horario establecido. Mayormente es usado en conjunto con el IVR.

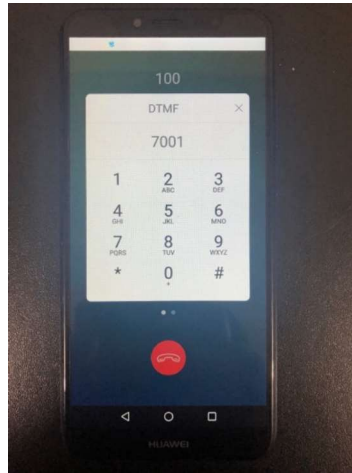
Isaac llama a la empresa X un fin de semana y recibe por respuesta por parte del IVR de que lamentablemente esta fuera de horario laboral.



**Figura 82 Empresa X fin de semana**

**Elaborada: Jhonatan Casaliglla, Lincango Betsy**

Isaac llama nuevamente a la empresa X el lunes, pero esta vez el IVR despliega el saludo y posteriormente las opciones de menú.



**Figura 83 Empresa X horario de trabajo**  
Elaborada: Jhonatan Casaliglla, Lincango Betsy

### Reporte Detalle de Llamadas (CDR)

Esta función se utiliza para presentar un reporte detallado de llamadas entrantes y salientes. El reporte contiene información como duración, número del llamante, tiempo en el que empezó la llamada.

**Nota:** El reporte detallado de llamadas se visualiza en el terminal de comandos.

```

MariaDB [asterisk]> SELECT * FROM cdr;
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
| calldate | clid | src | dst | dcontext | channel | dstchannel | lastapp | lastdata | duration |
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
| 0000-00-00 00:00:00 | "isaac" <isaac> | isaac | 130 | internal | PJSIP/isaac-00000000 | PJSIP/betsy_pc-00000001 | Dial | PJSIP/betsy_pc,10,t | 10 | |
| | | 0 | | | | | | | | |
| 0000-00-00 00:00:00 | "isaac" <isaac> | isaac | 130 | internal | PJSIP/isaac-00000000 | | VoiceMail | 130@default,u | 6 |
| | | 2 | | | | | | | | |
| 0000-00-00 00:00:00 | "betsy_pc" <betsy_pc> | betsy_pc | 121 | internal | PJSIP/betsy_pc-00000002 | PJSIP/isaac-00000003 | Dial | PJSIP/isaac,10,t | 337 |
| | | 3 | | | | | | | | |
  
```

**Figura 84 Reporte detalle de llamadas CDR**  
Elaborada: Jhonatan Casaliglla, Lincango Betsy

### 3.4.3 Epygi Quadro 2x

#### Lista de control de acceso ACL

La central telefónica IP tiene la función de separación de privilegios de acceso para un grupo determinada de llamadas.

**System Events**

[System Events](#) [Event Settings](#)  
Current System Time: Wed May 15 23:28:35 2019

[Delete](#) [Mark all as read](#) [Disable LED](#) [Select all](#) [Inverse Selection](#)

	Status	Timestamp	Application	Name	Description	Reference
<input type="checkbox"/>	New	Wed May 15 20:19:05 2019	SIP	registration	Could not Register user Jhona on server sip.epygi.com:5060. Reason: Authorization failure	<a href="#">SIP Registration Status</a>
<input type="checkbox"/>	New	Wed May 15 20:19:04 2019	SIP	registration	Could not Register user Betsy on server sip.epygi.com:5060. Reason: Authorization failure	<a href="#">SIP Registration Status</a>

**Figura 85 Lista de control de acceso ACL**  
**Elaborada: Jhonatan Casaliglla, Lincango Betsy**

**Enrutamiento de llamadas**

Este servicio permite en determinadas ocasiones como la lista de espera o ausencia, desviar las comunicaciones desde su origen hacia un destino como por ejemplo disparar una respuesta de voz interactiva, donde puedan ser contestadas

Attendant Scenario

Default

Send AA Digits to Routing Table  
  

**Attendant Welcome Message**

 Restore default welcome message  
  
 Upload new welcome message  Ningún archivo seleccionado

Custom

**Attendant Routing Welcome Message**

 Restore default routing welcome message  
  
 Upload new routing welcome message  Ningún archivo seleccionado

**Friendly Phones**

[Edit Authorized Phones Database](#)

Upload scenario file  Ningún archivo seleccionado  

[Upload Custom Voice Messages](#)

**Figura 86 Enrutamiento de llamadas**  
**Elaborada: Jhonatan Casaliglla, Lincango Betsy**

**Reporte detalle de llamadas (CDR)**

Este servicio permite obtener una lista actualizada y detallada de las llamadas realizadas y recibidas. Aspectos principales de visualizan como por ejemplo el tiempo de duración, hora en la que se estableció la comunicación.

### Estadísticas de llamadas - Llamadas exitosas

Refrescarse en 514 [segundos]

[Llamadas exitosas](#) [Llamadas perdidas](#) [Llamadas no exitosas](#) [Configuración de estadísticas](#)

Número de registros	Duración total	Duración máxima	Duración promedio	Duración mínima
2	7 seg	4 seg	3 seg	3 seg

Figura 87 Reporte detalle de llamadas (CDR)

Elaborada: Jhonatan Casaliglla, Lincango Betsy

## 3.5 Elaboración de manuales y guías de laboratorio

El contenido de cada guía de laboratorio se detalla a continuación.

### 3.5.1 Primera guía de laboratorio

Contiene procedimientos básicos de configuración y funcionamiento de la central telefónica Epygi Quadro 2X:

- Conexión a la red física LAN y al PC,
- Configuración de las funcionalidades que ofrece usando un navegador web.
- Utilización del puerto FXO que dispone la central.

Para una mejor comprensión de cada proceso revisar el ANEXO IV.

### 3.5.2 Segunda guía de laboratorio

Contiene los procesos para la instalación, configuración y operación de una central telefónica IP Asterisk:

- Instalación básica de Asterisk versión 13.
- Instalación y configuración de la tarjeta PCI Digium.
- Configuración de funciones básicas de Asterisk.

Para una explicación detallada revisar el ANEXO V.

### 3.5.3 Tercera guía de laboratorio

Contiene las siguientes tareas a realizar:

- Instalación de un firmware SIP a través de un servidor TFTP.
- Ingreso de credenciales de cuentas SIP desde el teléfono.

Para seguir paso a paso la configuración y actualización de los teléfonos Cisco series 79XX revisar el ANEXO VI.

## 3.6 Pruebas de la aplicación móvil softphone SIP

Se realizan pruebas de comunicación con cada central IP y teléfonos Cisco IP.

### 3.6.1 Conexión con la central telefónica Asterisk

La creación de extensiones se realiza mediante el archivo pjsip.conf localizado en la ruta “/etc/asterisk/pjsip.conf”, todos los datos necesarios se muestran a continuación.

```
; /etc/asterisk/pjsip.conf
[jhona]
type = endpoint
context = internal
disallow = all
allow = ulaw
aors = jhona
auth = authjhona
call_group=1
pickup_group=1
direct_media=no

[jhona]
type = aor
max_contacts = 1
remove_existing=yes

[authjhona]
type=auth
auth_type=userpass
password=pwd_100
username=jhona
```

Figura 88 Credenciales cuenta SIP pjsip.conf

Elaborada: Jhonatan Casaliglla, Lincango Betsy

Cuando una extensión se ha registrado exitosamente usando la aplicación softphone SIP en la centralita IP Asterisk, se genera un bloque de registros indicando la información de la cuenta SIP que ha sido agregada.

```
Connected to Asterisk 13.20.0 currently running on localhost (pid = 2696)
Removed contact 'sip:jhona@192.168.3.102:52637;app-id=com.softphoneSIP.mobile.app;ob' from AOR 'jhona' due to request
Contact jhona/sip:jhona@192.168.3.102:52637;app-id=com.softphoneSIP.mobile.app;ob has been deleted
Endpoint jhona is now Unreachable
Added contact 'sip:jhona@192.168.3.102:52637;app-id=com.softphoneSIP.mobile.app;ob' to AOR 'jhona' with expiration of 300 seconds
Contact jhona/sip:jhona@192.168.3.102:52637;app-id=com.softphoneSIP.mobile.app;ob has been created
Endpoint jhona is now Reachable
Contact jhona/sip:jhona@192.168.3.102:52637;app-id=com.softphoneSIP.mobile.app;ob is now Unknown. RTT: 0.000 msec
localhost*CLI>
```

Figura 89 Registro Softphone SIP Asterisk

Elaborada: Jhonatan Casaliglla, Lincango Betsy

Finalmente se realiza una prueba exitosa llamando desde la aplicación móvil softphone SIP en iOS y Android. Al usar la herramienta de depuración de Asterisk CLI se evidencia que se ha establecido una llamada y posteriormente se finalizó sin problemas.

```

Connected to Asterisk 13.20.0 currently running on localhost (pid = 2696)
Setting global variable 'SIPDOMAIN' to '192.168.3.133'
Executing [100@internal:1] NoOp("PJSIP/betsy-00000002", "") in new stack
Executing [100@internal:2] Dial("PJSIP/betsy-00000002", "PJSIP/jhona,10,t") in new stack
Called PJSIP/jhona
PJSIP/jhona-00000003 answered PJSIP/betsy-00000002
Channel PJSIP/jhona-00000003 joined 'simple_bridge' basic-bridge <7ea39bc1-017a-46a8-af0a-560432f4b9e6>
Channel PJSIP/betsy-00000002 joined 'simple_bridge' basic-bridge <7ea39bc1-017a-46a8-af0a-560432f4b9e6>
Channel PJSIP/jhona-00000003 left 'simple_bridge' basic-bridge <7ea39bc1-017a-46a8-af0a-560432f4b9e6>
Channel PJSIP/betsy-00000002 left 'simple_bridge' basic-bridge <7ea39bc1-017a-46a8-af0a-560432f4b9e6>
Spawn extension (internal, 100, 2) exited non-zero on 'PJSIP/betsy-00000002'
localhost*CLI>

```

**Figura 90 Llamada desde softphone SIP iOS a softphone SIP Android**  
 Elaborada: Jhonatan Casaliglla, Lincango Betsy

### 3.6.2 Conexión con la central telefónica Epygi Quadro 2x

Con la central por hardware Epygi Quadro 2x, la creación de nuevas extensiones de cuentas SIP se realiza por medio una interfaz web que proporciona a sus usuarios.

Principi Sistema Usuarios Telefonía Enlace a Internet Servicios LAN

#### Configuraciones de línea

[Configuración de línea a bordo](#) [Configuraciones de línea IP](#)

Líneas de IP disponibles	Extensión adjunta ▲	Tipo	Detalles
<a href="#">Línea IP 2</a>	32	sorbo	Nombre de usuario: Jhona
<a href="#">Línea de IP 1</a>	31	sorbo	Nombre de usuario: Betsy


[Espalda](#)

[Por favor revisa tus eventos pendientes!](#)

**Figura 91 Credenciales cuenta SIP Quadro 2x**  
 Elaborada: Jhonatan Casaliglla, Lincango Betsy

Cuando se realiza el registro de una extensión, la central Epygi genera eventos que muestran si dicho registro fue exitoso o si ha fallado a causa de problemas de conectividad.

Main System Users **Telephony** Internet Uplink LAN Services



quadro

#### System Events

Refresh in 224 seconds!

[System Events](#) [Event Settings](#)

[Delete](#) [Mark all as read](#) [Disable LED](#) [Select all](#) [Inverse Selection](#)

	Status	Timestamp	Application	Name	Description
<input type="checkbox"/>	New	Thu May 16 21:41:49 2019	SIP	registration	Successfully registered user Betsy on server 192.168.1.122:5060
<input type="checkbox"/>	New	Thu May 16 21:41:47 2019	SIP	registration	Successfully registered user Jhona on server 192.168.1.122:5060

**Figura 92 Registro de la cuenta SIP (Quadro-2x)**  
 Elaborada: Jhonatan Casaliglla, Lincango Betsy

### 3.6.3 Comunicación con los teléfonos IP CISCO

En la figura 64 se muestra una llamada entre un teléfono Cisco 7940 y la aplicación softphone SIP desarrollada en un dispositivo móvil con sistema iOS.



**Figura 93 Llamada desde Cisco a softphone SIP iOS**  
**Elaborada: Jhonatan Casaliglla, Lincango Betsy**

La figura 65 muestra una llamada establecida entre la aplicación softphone SIP desarrollada en un dispositivo móvil con sistema Android y un teléfono Cisco 7941.



**Figura 94 Llamada desde Cisco a softphone SIP Android**  
**Elaborada: Jhonatan Casaliglla, Lincango Betsy**



### 3.7 Pruebas de integración de la red de telefonía IP con la PSTN

Para realizar las pruebas de llamadas entrantes y salientes se utilizó el número 0939527322 para la central telefónica (Hardware y Software).

#### 3.7.1 Central telefónica Asterisk

##### Llamadas Entrantes:

Se realiza una llamada desde un teléfono móvil de la operadora CNT y es recibida por un teléfono Cisco IP.



Figura 95 Llamada entrante desde móvil CNT (Asterisk)

Elaborada: Jhonatan Casaliglla, Lincango Betsy

Se realiza una llamada desde un teléfono convencional y es recibida a través de la aplicación móvil softphone SIP con sistema operativo iOS.

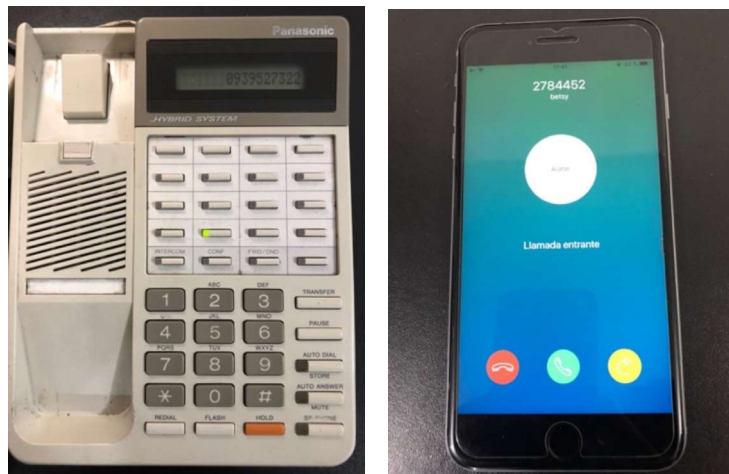


Figura 96 Llamada entrante desde un convencional (Asterisk)

Elaborada: Jhonatan Casaliglla, Lincango Betsy

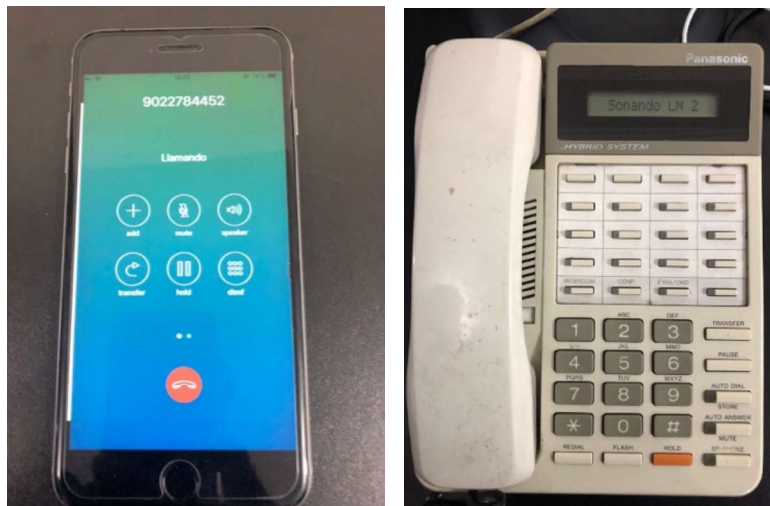
### Llamadas Salientes:

Desde un teléfono Cisco IP se marca a cualquier número celular que se desee anteponiendo el número 9 y luego es recibida desde el dispositivo móvil.



**Figura 97 Llamada saliente desde Cisco (Asterisk)**  
**Elaborada: Jhonatan Casaliglla, Lincango Betsy**

Desde la aplicación softphone SIP se marca a cualquier número convencional que se desee anteponiendo el número 9 y luego es recibida desde el teléfono análogo.



**Figura 98 Llamada saliente desde Softphone SIP (Asterisk)**  
**Elaborada: Jhonatan Casaliglla, Lincango Betsy**

### 3.7.2 Central telefónica Epygi Quadro 2x

#### Llamadas Entrantes:

Se realiza una llamada desde un teléfono móvil de la operadora Movistar y es recibida por un teléfono Cisco IP.

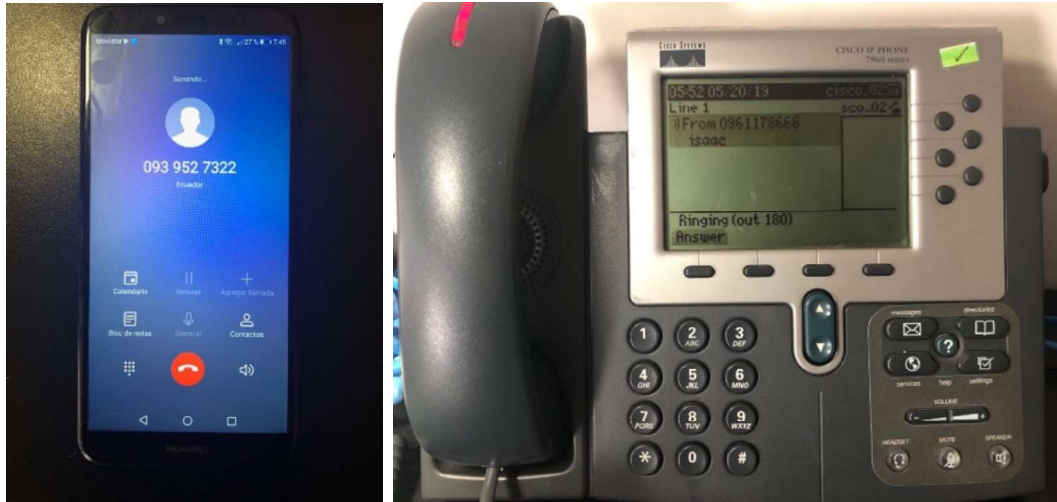


Figura 99 Llamada entrante Cisco (Quadro-2x)

Elaborada: Jhonatan Casaliglla, Lincango Betsy

Se realiza una llamada desde un teléfono convencional y es recibida a través de la aplicación móvil softphone SIP con sistema operativo Android.

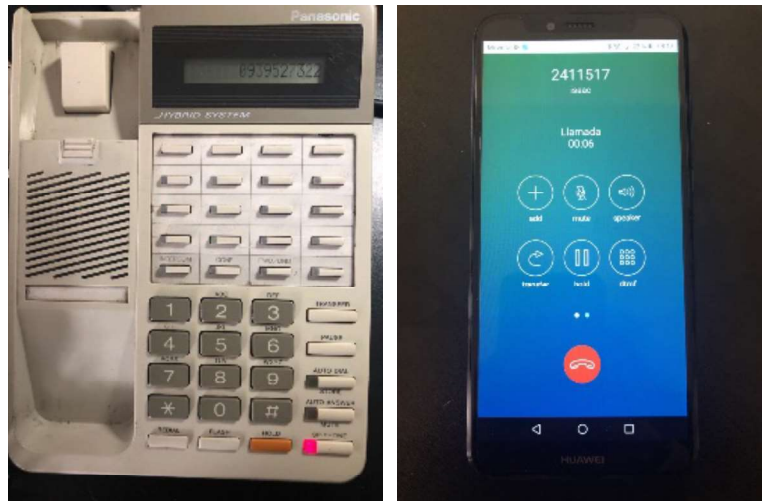


Figura 100 Llamada entrante pantalla softphone SIP

Elaborada: Jhonatan Casaliglla, Lincango Betsy

### Llamadas Salientes:

Desde un teléfono Cisco IP se marca a cualquier número celular que se desee anteponiendo el número 9 y luego es recibida desde el dispositivo móvil.



Figura 101 Llamadas salientes desde Cisco (Quadro-2x)

Elaborada: Jhonatan Casaliglla, Lincango Betsy

Desde la aplicación softphone SIP con la plataforma Android se marca a cualquier número convencional que se desee anteponiendo el número 9 y luego es recibida desde el teléfono análogo convencional.

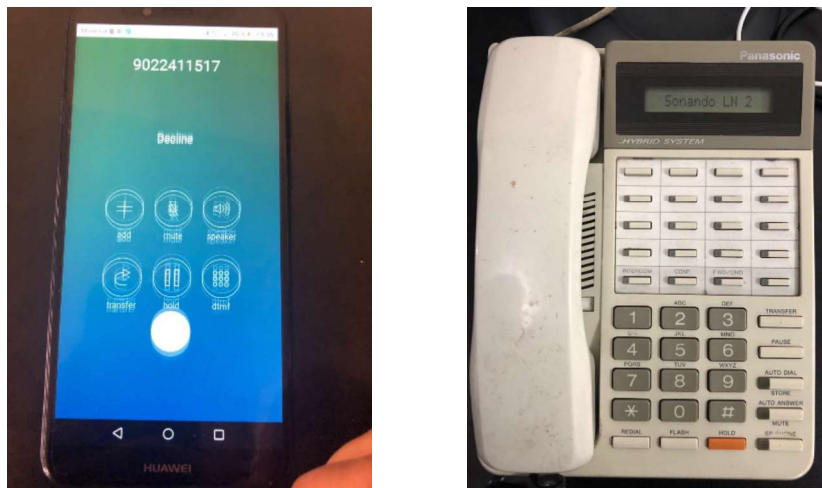


Figura 102 Llamadas salientes desde Cisco (Quadro-2x)

Elaborada: Jhonatan Casaliglla, Lincango Betsy

### 3.8 Análisis de Costos

La carrera ASI de la ESFOT tiene a disposición teléfonos Cisco con tecnología Power over Ethernet (PoE) que no se han podido usar por falta adaptadores de energía directa, de tal manera que se adquirió los siguientes materiales para elaborar adaptadores propios para cada uno de los teléfonos CISCO IP.

**Tabla 14** Análisis de costo para construir adaptadores CISCO

Unidades	Materiales	Costo Unitario	Costo Total
1	POE48V, .5A, GigE	16,30 \$	182,56 \$
2	ESPAGUETI 2MM/200M TERMOE	1,80 \$	3,60 \$
2	ESPAGUETI 7MM/200M TERMOE	3,20 \$	6,40 \$
	CAB.PARL #22 TRANSP (300M)	0,18 \$	7,20 \$
12	PLUGS/PUNTAS SURTIDAS PROMO	1,79 \$	21,48 \$
4	ESPAGUETI 4MM/200M TERMOE	2,50 \$	10,00 \$
	Cable 10 metros	0,80 \$	8,00 \$
<b>TOTAL</b>			<b>239,24 \$</b>

Elaborada: Jhonatan Casaliglla, Lincango Betsy

Además, se adquirieron los siguientes materiales para establecer una red LAN, de manera que se pueda estructurar una red conjunta con los teléfonos físicos gestionados por las centrales PBX-IP (Hardware o Software). Para ello se necesitó de los siguientes materiales

**Tabla 15** Análisis de costo para implementar la red.

Unidades	Materiales	Costo Unitario	Costo Total
1	CABLE NEXXT GRIS CAT5E 1000 RJ45 PVC	87,03 \$	87,03 \$
20	CONECTOR NEXXT CAT5E 110 GRIS	1,73 \$	34,60 \$
1	NEXXT BOTAS P/CONECTOR RJ45 AZUL 100/pck	6,67 \$	6,67 \$
5	NEXXT CAJETIN REGULAR BLANCO	1,48 \$	7,40 \$
1	PATCH PANEL	40,00 \$	40,00\$
<b>VALOR TOTAL + IVA 12%</b>			<b>196,78 \$</b>

Elaborada: Jhonatan Casaliglla, Lincango Betsy

## 4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 4.1 Conclusiones

La red interna de telefonía IP implementada en el Laboratorio de TIC'S aula 16 para potenciar el aprendizaje de los estudiantes registrados en la asignatura Servicios Sobre Redes o carreras afines, provee al docente encargado la facilidad de mostrar de manera práctica cada uno de los elementos necesarios para el funcionamiento y operación de una central telefónica IP gestionada por hardware y software libre, contribuyendo así con la formación académica del futuro profesional.

Se realizaron varias reuniones con el docente a cargo de la asignatura de Servicios Sobre Redes para establecer los requerimientos con los que contaría la aplicación móvil softphone SIP a desarrollar, tomando como referencia funcionalidades existentes en el softphone conocido como Zoiper y tras analizar cada una de estas junto con el docente, se propuso enlistar y priorizar las características fundamentales que necesitan las centrales telefónicas IP, descartando funciones como videollamada, mensajería de texto instantáneo, grabación de llamada y buzón de voz que usen el espacio almacenamiento del dispositivo móvil para guardar dicho datos.

Se elaboró la estructura de la aplicación móvil siguiendo el patrón más usado actualmente, el cual mejora la experiencia de usuario conocido como *Bottom Tabs* que proporciona opciones seleccionables al fondo de una aplicación y también se añade un *Side Menu*, que consiste en un botón en la parte superior izquierda o derecha y que al presionarlo se despliega de forma vertical un menú de ítems. Además, el uso de la metodología ágil SCRUM permitió estar preparados a los distintos cambios que se presentaron durante todo el proyecto, así como la presentación de avances representados en 4 *Sprints*.

Durante el diseño de la arquitectura de comunicación para la telefonía IP se tomaron en cuenta únicamente elementos esenciales como son: central telefónica (hardware y software) teléfonos IP y softphones SIP que se encuentren conectados dentro de una misma red de área local para luego representarlos de forma lógica en un gráfico. De igual forma para su integración con la PSTN se realizó de manera independiente con dos diferentes gráficos, uno en base a la central PBX IP por hardware (central Epygi Quadro 2x) y el otro en base central PBX IP por software (servidor Asterisk).

La aplicación móvil fue desarrollada usando el framework React Native que permitió la generación de aplicaciones móviles nativas multiplataforma para Android y iOS, proporcionando un mayor *performance* en cada una de sus funciones, sobre todo en las transiciones entre pantallas de navegación. Además de facilitar la integración de librerías nativas como *react-native-pjsip*, *react-native-callkeep*, entre otras; que agregan funcionalidades de una aplicación VoIP nativa.

La implementación de la red de cableado estructurado en el Laboratorio TIC's permitió el diseño, construcción y operación de la infraestructura de telefonía IP de manera independiente a la red cableada de la ESFOT que usan los computadores para conectarse a internet, evitando así problemas de conectividad a causa de conflictos de direcciones IP. De igual forma para evitar trámites administrativos en solicitud de una línea directa de telefonía, se utilizó una base celular para realizar las funciones de telefonía, obteniendo salida y entrada de llamadas a través de la PSTN.

Las pruebas de funcionamiento de la aplicación móvil se realizaron con *smartphones* físicos con sistemas iOS y Android en conjunto con los equipos que dispone ASI: central telefónica (Hardware y Software), teléfonos Cisco IP, conectados a un switch de 24 puertos junto con un router *Access Point* para la conexión inalámbrica de los dispositivos móviles los cuales se comunicaron correctamente para realizar y recibir llamadas.

Con la elaboración de guías de laboratorio dirigidas a los estudiantes de la ESFOT se fortaleció la enseñanza de la tecnología VoIP, ya que al disponer por escrito cada uno de los procedimientos para el diseño y operación de una central telefónica IP, el estudiante puede reforzar su aprendizaje desde su propia residencia usando herramientas de virtualización como VirtualBox y de la aplicación móvil desarrollada softphone SIP.

Para registrar correctamente extensiones usando los teléfonos Cisco IP en Asterisk se debe agregar la **opción *force\_rport = no***; esto debido a que estos terminales IP son antiguos, además, al momento de provisionarlos con firmware SIP es necesario restablecer las configuraciones de fábrica.



## 4.2 Recomendaciones

Se recomienda utilizar la distribución de Linux CentOS 7 en su última versión para levantar una centralita IP gestionada por Asterisk ya que dicha versión está programada para dar soporte y actualizaciones de mantenimiento hasta junio del 2024, lo que permite que la implementación tenga una larga duración. Así mismo es necesario realizar un mantenimiento preventivo al servidor en un intervalo de 6 meses para evitar daños físicos por el polvo o por la manipulación inadecuada de los equipos.

Para mejorar la aplicación móvil desarrollada se recomienda añadir un módulo de historial de llamadas, otro para el listado de contactos, integrar la función de video llamada y por último la implementación de *push notification* la cuál es una característica que permite que el dispositivo móvil reciba notificaciones (llamadas) a pesar de que se encuentre en reposo.

La generación y distribución de los ejecutables de la aplicación móvil para iOS y Android para posteriormente ser usado por los estudiantes en sus prácticas de laboratorio, únicamente se tuvo dificultades para la plataforma iOS de Apple ya que a diferencia del sistema Android que solo necesita de una cuenta de Google para firmar sus aplicaciones .apk; en los sistemas iOS se necesita una cuenta de desarrollador de Apple que cuesta \$99 al año para poder firmar y distribuir sus aplicaciones .ipa. Es por eso que se optó por el uso de una herramienta de código libre llamada Cydia Impactor para poder instalar aplicaciones en dispositivos iOS usando una cuenta gratuita de desarrollador pero que será válida únicamente por 7 días con la opción de volver hacer el proceso tantas veces como se necesite.



### 4.3 Referencias Bibliográficas

- 3CX. (2018). *Terminos FXS y FXO*. Obtenido de <https://www.3cx.es/voip-sip/fxs-fxo/>
- Abramov, D. (s.f.). *Getting Started with Redux*. Obtenido de Getting Started with Redux: <https://es.redux.js.org/>
- Arias, M. Á. (2015). Programación en Objective-C con Xcode y GCC. En M. Á. Arias, *Programación en Objective-C con Xcode y GCC* (pág. 308). IT Campus Academy.
- Asteriskguru. (2017). *Softphones*. Obtenido de [https://www.asteriskguru.com/tutorials/configuration\\_asterisk\\_softphone.html](https://www.asteriskguru.com/tutorials/configuration_asterisk_softphone.html)
- Blokehead, T. (2016). *Guía definitiva de prácticas Ágiles Esenciales de Scrum*. Estados Unidos de América: Babelcube Inc.
- Cisco. (2019). *VoIP y videoteléfono para satisfacer una gran cantidad de necesidades*. Obtenido de [https://www.cisco.com/c/es\\_mx/products/collaboration-endpoints/ip-phones/index.html](https://www.cisco.com/c/es_mx/products/collaboration-endpoints/ip-phones/index.html)
- Community, E. ©. (2007 ). *The industry standard* . Obtenido de <http://tftpd32.jounin.net/>
- David Mallory, K. S. (2006). Cisco Voice Gateways and Gatekeepers. En K. S. David Mallory, *CISCO VOICE GATEWAY AND GATEKEEPERS* (pág. 648). España: Pearson Education.
- Developers, G. (s.f.). *Android Studio*. Obtenido de [https://developer.android.com/studio/?gclid=CjwKCAiA8OjjBRB4EiwAMZe6y5mRTq8PG1AceryGCw7lausOZcLvNOhGDX50jJR6vVhYDEiDynfo\\_RoCT8oQAvD\\_BwE](https://developer.android.com/studio/?gclid=CjwKCAiA8OjjBRB4EiwAMZe6y5mRTq8PG1AceryGCw7lausOZcLvNOhGDX50jJR6vVhYDEiDynfo_RoCT8oQAvD_BwE)
- Digium\_Asterisk. (28 de Junio de 2005). *TDM400P-manual*. Obtenido de The Open Source PBX: <https://www.digium.com/sites/digium/files/tdm400p-manual.pdf>
- Dimes, T. (2015). <JavaScript>. En T. Dimes. Babelcube Inc.
- Dimes, T. (2015). Conceptos Básicos de Scrum. En T. Dimes, *Conceptos Básico de Scrum* (pág. 48). Babelcube Books.
- Don Maria McGreal, R. J. (2018). The Professional Product Owner: Leveraging Scrum as a Competitive Advantage. En R. J. Don Maria McGreal.
- Enrique, R. (2018). *Sistemas de telefonía fija y móvil*. Madrid, España: Ediciones Paraninfo, S.A.
- Facebook, I. C. (s.f.). *React v16.7.0*. Obtenido de <https://reactjs.org/>
- Facebook, I. C. (s.f.). *React Native 0.58*. Obtenido de <https://facebook.github.io/react-native/>
- Gauchat, J. (2018). *Learn how to connect computers in a network with HTML5 and JavaScript*. Marcombo, S.A. Obtenido de JD Gauchat

GSM, Q. e. (10 de Octubre de 2018). *¿Qué es GSM y cómo funciona?* Obtenido de <https://www.universidadviu.com/que-es-gsm-y-como-funciona/>

Hill, G. (2012). *The Cable and Telecommunications Professionals' Reference*. CRC Press.

Jeff Sutherland, J. S. (2014). *Scrum: The Art of Doing Twice the World in Half the Time*. New York: 256 páginas. Obtenido de <https://books.google.com.ec/books?id=93tlAwAAQBAJ&pg=PA235&dq=backlog+scrum&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwi4iOnkYrhAhXLwFkKHb5BCFkQ6AEIZDAH#v=onepage&q=backlog%20scrum&f=false>

Lara, I. (s.f.). *Normas T568A/T568B*. Obtenido de [http://prensaperu.tripod.com/HTMLobj-7907/NORMA\\_T568A\\_-\\_T568B\\_-\\_CABLE\\_UTP\\_J45.pdf](http://prensaperu.tripod.com/HTMLobj-7907/NORMA_T568A_-_T568B_-_CABLE_UTP_J45.pdf)

Layton, M. C. (2012). *Agile Project Management For Dummies*. Canada.

Lledó, P. (2014). Gestión Lean y ágil de proyectos . En P. Lledó, *Los tres artefactos Scrum* (pág. 188).

Makary, I. (18 de 06 de 2018). *Depuración remota en React Native*. Obtenido de <https://medium.com/possible-cee/remote-debugging-in-react-native-8c2fd4a19d37>

Medium. (04 de 11 de 2018). *T568A vs T568B*. Obtenido de <https://medium.com/@xxamin1314/t568a-vs-t568b-cu%C3%A1-es-la-diferencia-entre-el-cable-directo-y-el-cable-cruzado-3da883c1bb62>

Nefta, A. (2019). *Modulo DAHDI*. Obtenido de <http://elastixtech.com/modulo-dahdi-en-elastix/>

Peralta, X. (2014). *Ansible 2.7*. Obtenido de <http://www.cloudadmins.org/2014/04/ansible-automatizacion-de-tareas-y-despliegues-de-forma-simple/>

ProyectosAgiles. (2019). *Scrum daily meeting*. Obtenido de <https://proyectosagiles.org/reunion-diaria-de-sincronizacion-scrum-daily-meeting/>

Quigley, K. H. (2010). *Scrum Projects Management*. En *Scrum Projects Management* (pág. 198). London New York: CRC Press.

Ramnath, R. (2011). *Android 3 SDK Programming For Dummies*. En R. Ramnath, *Android 3 SDK Programming For Dummies* (pág. 456). John Wiley & Sons.

repositorioNPM. (s.f.). *react-native-debugger-open*. Obtenido de [react-native-debugger-open: https://www.npmjs.com/package/react-native-debugger-open](https://www.npmjs.com/package/react-native-debugger-open)

TechAdvisory.org. (1 de Marzo de 2018). *VoIP Hardphones vs Softphones*. Obtenido de [VoIP Hardphones vs Softphones: https://www.techadvisory.org/2018/03/voip-hardphones-vs-softphones/](https://www.techadvisory.org/2018/03/voip-hardphones-vs-softphones/)

*The industry standard TFTP server* . (s.f.). Obtenido de [http://tftpd32.jounin.net/tftpd32\\_download.html](http://tftpd32.jounin.net/tftpd32_download.html)

UniFi. (2019). *PoE Adapters*. Obtenido de <https://www.ui.com/accessories/poe-adapters/>  
vagrant. (s.f.). *Documentación Vagrant*. Obtenido de <https://www.vagrantup.com/docs/>  
webstorm. (s.f.). *WebStorm*. Obtenido de <https://www.jetbrains.com/webstorm/>  
wikiAsterisk. (09 de 10 de 2018). *Asterisk Versions*. Obtenido de Asterisk Versions:  
<https://wiki.asterisk.org/wiki/display/AST/Asterisk+Versions>