



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
ESCUELA DE INGENIERÍAS ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA Y DE TELECOMUNICACIONES
Perfecta Combinación entre Energía e Intelecto



SUPERVISIÓN Y DOCUMENTACIÓN DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LA RED DE TELEFONÍA IP EN LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER

Lilian Rocio Morales Díaz

Juan Felipe Pinzón Díaz

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍAS ELÉCTRICA ELECTRÓNICA Y
TELECOMUNICACIONES
BUCARAMANGA
2009**

**SUPERVISIÓN Y DOCUMENTACIÓN DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LA RED
DE TELEFONÍA IP EN LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER**

Lilian Rocio Morales Díaz

Juan Felipe Pinzón Díaz

Requisito para optar el título de Ingenieros Electrónicos

DIRECTOR:

Ph.D Homero Ortega Boada

CODIRECTOR:

MsC Jose Alejandro Amaya Palacio

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISICO MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍAS ELÉCTRICA ELECTRÓNICA Y
TELECOMUNICACIONES
BUCARAMANGA**

2009

A Dios por ser el dueño de todo lo que tengo, por su amor y protección...

Por darme a la mejor mamá que una persona pueda tener dentro de las limitaciones humanas, quien lo dio todo para permitirme estar donde hoy estoy, sacrificando sus propias necesidades...

y por concederme una familia y unos amigos que en algún momento fueron mi apoyo cuando más los necesité...

Juan Felipe



A Dios por guiarme hacia el camino correcto, por ser quien me provee de las herramientas necesarias para avanzar día a día, y por rodearme de personas tan valiosas, las cuales son mi constante apoyo....

A mi madre por darme la vida y enseñarme a vivirla con valor, por entregar todo de sí para ayudarme a culminar con éxito esta etapa de mi vida y por depositar su gran fe en mí....

Y a Pedro por acompañarme con todo su corazón durante los buenos y malos momentos en estos últimos años.

Lilian Morales

AGRADECIMIENTOS

Primero y ante todo a DIOS porque Él nos proveyó de fortaleza y sabiduría para el correcto desarrollo de este proyecto.

A Msc. José Alejandro Amaya Palacio, por depositar su confianza en nosotros para la realización del presente proyecto; y también, por darnos las herramientas necesarias para enfrentar las dificultades e inquietudes que surgieron durante su desarrollo.

A PhD. Homero Ortega Boada, por su apoyo incondicional y por proveernos de las bases y herramientas necesarias para hacer posible la culminación de este trabajo de grado.

A Ing. Jorge Álvarez por su entera disposición frente a las dudas y requerimientos que tuvimos durante el desarrollo del proyecto.

A Ing. José Bernal e Ing. Isaías Mantilla por su amable colaboración frente a las inquietudes que surgieron durante el desarrollo del proyecto.

A Ing. John Alzate e Ing. Antonio Marín por estar atentos a atender nuestras dudas y suministrarnos amablemente la información necesaria de manera completa y oportuna.

A Ing. Freddy Beltrán por su oportuna colaboración y aportes al desarrollo de nuestro trabajo.

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	1
1. PRESENTACIÓN DEL PROYECTO	3
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	3
1.2 OBJETIVOS.....	4
1.2.1 Objetivo General	4
1.2.2 Objetivos Específicos	4
1.3 JUSTIFICACIÓN	5
1.4 ANTECEDENTES	7
1.5 ALCANCES DEL PROYECTO	9
2. MARCO TEORICO.....	10
2.1 Redes de Próxima Generación (NGN)	10
2.1.1 ¿Qué son las redes de próxima generación?	10
2.1.2 Arquitectura de las redes de próxima generación	13
2.2 Red de telefonía sobre IP (ToIP).....	20
2.2.1 ¿Qué es una red de telefonía sobre IP?	20
2.2.2 Arquitectura de las redes de telefonía sobre IP orientado las NGN.	21
2.2.3 ¿Cómo funciona la red de telefonía sobre IP implementada en la UIS?.....	25
2.3 Redes de próxima generación Vs. La Red de Telefonía sobre IP en la UIS	26
3. INFRAESTRUCTURA Y DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LA RED TOIP EN LA UIS	28
3.1 DOCUMENTACIÓN DE LA MODERNIZACIÓN DE LA RED DE DATOS.....	28
3.1.1 ESTRUCTURA ANTIGUA DE LA RED DE DATOS	29
3.1.2 ESTRUCTURA DE LA RED DE DATOS AL FINALIZAR LA MODERNIZACIÓN DE LA MISMA	31
3.2 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO DE TELEFONIA SOBRE IP EN LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER.....	35
3.2.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LA PLANTA DE TELEFONÍA SOBRE IP EN LA SEDE DEL CAMPUS PRINCIPAL.	40

3.2.2	SERVIDORES Y EQUIPOS EN GENERAL DENTRO DEL CAMPUS PRINCIPAL.....	41
3.2.3	CAPACIDAD DE CRECIMIENTO EN EL CAMPUS PRINCIPAL.	42
3.2.4	TERMINALES TELEFÓNICOS EN EL CAMPUS PRINCIPAL.....	43
3.2.5	DISTRIBUCIÓN Y CONEXIÓN DE LOS EQUIPOS DE ToIP QUE SE ENCUENTRAN EN EL RACK DEL CENTIC.44	
3.2.5.1	DISTRIBUCIÓN DE LOS SERVIDORES EN EL RACK DEL CENTIC.....	44
3.2.5.2	CONEXIÓN DE LOS EQUIPOS DE ToIP EN EL RACK DEL CENTIC.....	46
3.3	DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LA RED DE ToIP EN LAS SEDES REGIONALES Y DEL ÁREA METROPOLITANA DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER.....	47
3.3.1	DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LA PLANTA DE TELEFONÍA SOBRE IP EN LA FACULTAD DE SALUD.	48
3.3.2	DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LA PLANTA DE TELEFONÍA SOBRE IP EN LA SEDE DE GUATIGUARÁ.....	49
3.3.3	DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LA PLANTA DE TELEFONÍA SOBRE IP EN LA SEDE DE BUCARICA.	50
3.3.4	DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LA PLANTA DE TELEFONÍA SOBRE IP EN LA SEDE DEL SOCORRO.	51
3.3.5	DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LA PLANTA DE TELEFONÍA SOBRE IP EN LA SEDE DE BARBOSA.....	52
3.3.6	DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LA PLANTA DE TELEFONÍA SOBRE IP EN LA SEDE DE MÁLAGA.....	53
4.	SUPERVICIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE LAS ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL PROYECTO.....	53
4.1	SUPERVISIÓN DE LA MODERNIZACIÓN DE LA RED DE DATOS DE LA UIS.....	54
4.2	SUPERVICIÓN DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LOS EQUIPOS DE ToIP.....	59
4.2.1	RESPECTO A LA SUPERVIVENCIA DEL SISTEMA.....	60
4.2.2	RESPECTO AL SISTEMA DE GESTIÓN.	61
4.2.3	RESPECTO A LAS FUNCIONALIDADES.....	62
5.	APROPIACIÓN DE LOS CONOCIMIENTOS ESTRATÉGICOS SOBRE LA ADMINISTRACIÓN, CONFIGURACIÓN Y UTILIZACIÓN DE LA RED DE TOIP DE LA UIS.....	66
5.1	EXPERIENCIAS Y DOCUMENTACIÓN TÉCNICA DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LA RED DE ToIP EN LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER. ^[19]	66

5.2 ADMINISTRACIÓN DE LA PLANTA DE ToIP Y MANUAL DE INSTALACIÓN, CONFIGURACIÓN Y FUNCIONAMIENTO DEL ASA 5.0 Y COMANDOS DEL CM DE LA UIS. ^[16]	68
5.3 ESTRATEGIA DE CAPACITACIÓN PARA LA COMUNIDAD UNIVERSITARIA Y MANUAL DE FUNCIONAMIENTO DE LOS TELEFONOS IP HARDPHONE DE LA UIS. ^[18]	70
5.4 PROCESO DE IMPLEMENTACIÓN DE LOS SOFTPHONES Y MANUAL DE INSTALACIÓN, CONFIGURACIÓN Y FUNCIONAMIENTO DE LOS SOFTPHONES H.323 DE AVAYA Y SIP DE LA UIS ^[17]	71
5.5 PROCESO DE IMPLEMENTACIÓN Y MANUAL DE INSTALACIÓN, CONFIGURACIÓN Y FUNCIONAMIENTO DE LA MENSAJERÍA UNIFICADA EN LA UIS. ^[15]	73
6. CONCLUSIONES	75
6.1 CONCLUSIONES GENERALES	75
6.2 CONCLUSIONES TÉCNICAS	76
7. RECOMENDACIONES	79
8. REFERENCIAS	82
9. BIBLIOGRAFÍA	84

Lista de Figuras

Figura 3.1 Infraestructura general de la red de ToIP de la UIS.	28
Figura 3.2 Estructura antigua de la red de datos de la UIS	29
Figura 3.3 Interconexión entre los switches de borde y el Core por medio de un Transceiver.	30
Figura 3.4 Estructura de la red de datos de la UIS después de ejecutada la modernización de la misma.	31
Figura 3.5 Proceso de desconexión de los dispositivos a retirar y reemplazar. ...	32
Figura 3.6 Instalación de los switches 3com 4500G No PoE, para la conectividad de usuarios de datos.	32

Figura 3.7 Switch 3com 4500G PoE instalado en el rack del INSED.	33
Figura 3.8 Gráfica general del proyecto de ToIP (cortesía de ASSENDA S.A). ...	35
Figura 3.9 Gráfica general de la red de ToIP del campus principal. (Cortesía de ASSENDA S.A.).....	40
Figura 3.10 Servidores campus principal. a) Media Gateways G650. b) Servidores S8730. c) Servidor SIP. d) Servidor de mensajería unificada Intuity Audix e) Servidor de tarificación Dalí.	42
Figura 3.11 Foto distribución del Rack de ToIP en el Centic.....	45
Figura 3.12 Conexión de los equipos de ToIP en el Rack del CENTIC (cortesía ASSENDA S.A.).....	47
Figura 3.13 Red de ToIP en la facultad de salud (cortesía ASSENDA S.A).....	48
Figura 3.14 Red de ToIP en la sede de Guatiguará (cortesía ASSENDA S.A). ..	49
Figura 3.15 Red de ToIP en la sede de Bucarica (Cortesía ASSENDA con algunas modificaciones).....	50
Figura 3.16 Red de ToIP en la sede de Socorro (Cortesía ASSENDA S.A. con algunas modificaciones).....	51
Figura 3.17 Red de ToIP en la sede de Barbosa (Cortesía ASSENDA S.A. con algunas modificaciones).....	52
Figura 3.18 Red de ToIP en la sede de Malaga (Cortesía ASSENDA S.A con algunas modificaciones).....	53
Figura 4.1 Switch 3com 4500G PoE instalado y configurado.....	55
Figura 4.2 Rack frente a publicaciones, verificado y aprobado luego de finalizar el proceso de modernización de la red de datos.	57
Figura 4.3. Foto de la planta ToIP, en donde se evidencia la redundancia de los servidores de llamadas S8730.....	60
Figura 4.4. Print screen de los distintos COR de la planta de ToIP de la UIS, usando el ASA.	64

Figura 4.5. Print screen donde se muestra la programación del COS para los distintos COR usando el ASA	64
Figura 4.6 Print screen de la programación de una extensión donde se señala cómo se programan los servicios en los distintos softkeys usando el ASA.	65
Figura 5.1 Portada del libro del libro Documentación Técnica de la Implementación de la Red de ToIP en la Universidad Industrial de Santander.	67
Figura 5.2 Portada del Manual de Instalación, Configuración y funcionamiento del ASA 5.0 y Comandos del CM de la UIS.....	69
Figura 5.3 Portada del Manual de Funcionamiento de los Teléfonos IP Hardphone de la UIS.	71
Figura 5.4 Portada del Manual de Softphone de la UIS.	73
Figura 5.5 Portada del manual de mensajería unificada de la UIS.....	74

Lista de tablas

Tabla 1 Relación de las plantas telefónicas que prestaban servicio en la UIS (campus principal y sedes regionales).	8
--	---

Lista de anexos

ANEXO 1 ESTÁNDARES Y PROTOCOLOS IMPLEMENTADOS EN EL DESARROLLO DEL PROYECTO DE TELEFONÍA IP.....	85
ANEXO 2 DISTRIBUCIÓN DE VLANS	92
ANEXO 3 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	95

RESUMEN

TITULO: SUPERVISIÓN Y DOCUMENTACIÓN DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LA RED DE TELEFONÍA IP EN LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER*.

AUTORES: PINZÓN DÍAZ, Juan Felipe. MORALES DÍAZ, Lilian Rocío.**

Palabras Claves: NGN, ToIP, telecomunicaciones, Avaya.

Resumen

Este trabajo es el resultado del seguimiento continuo realizado a la implementación de la nueva red de telefonía IP (ToIP) de la UIS, la cual está basada en la tecnología de Avaya. Con este proyecto se busca transmitir de manera escrita las experiencias que surgieron del acompañamiento de dicha implementación, las cuales, serían útiles en un futuro sistema de gestión de conocimiento para la División de Mantenimiento Tecnológico de la UIS. Es así, que todos los esfuerzos se concentraron desde un principio en la creación de una documentación, con la cual se busca como primera medida abrir la mente de las personas frente a lo que está por venir a nivel mundial en el campo de las telecomunicaciones, para luego abordar de una manera original el tema de las redes de ToIP, resaltando los aspectos más relevantes de la red implementada en la universidad, y al mismo tiempo haciendo un paralelo con las redes de próxima generación (NGN)***.

En general se puede decir además, que con este texto se busca resumir de una manera muy práctica y completa todo el trabajo realizado para alcanzar los objetivos propuestos desde un principio, permitiendo conocer los aspectos más relevantes acerca de las redes de ToIP, tomando como referencia la red implementada en la UIS, desde la arquitectura y los requisitos que deben ser cumplidos para que dichas redes sean confiables y funcionales, hasta la forma en cómo se pueden apropiar los conocimientos estratégicos sobre la administración, configuración y utilización de las mismas.

* Proyecto de grado.

** Facultad de Ingenierías Físico – Mecánicas, Escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones. Director PhD. Homero Ortega Boada. Codirector MsC. Jose Alejandro Amaya Palacio.

*** NGN (Next generation Networks) se trata de un modelo de redes propuesto por la Comunidad Internacional para hacer realidad la Convergencia de las comunicaciones.

ABSTRACT

TITLE: MONITORING AND DOCUMENTATION OF THE IP TELEPHONIC NETWORK IMPLEMENTATION AT UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER (UIS) UNIVERSITY. *

AUTHORS: PINZÓN DÍAZ, Juan Felipe. MORALES DÍAZ, Lilian Rocío.**

KEYWORDS: NGN, ToIP, Telecommunications, Avaya.

Abstract

This work is the result of a continuous tracking and supervision of a new network implementation about Telephony over Internet Protocol (ToIP) at the UIS University, which is based on the Avaya's Technology. This project intends to transmit the knowledge and the experience achieved during the process of this implementation that will be useful for a next knowledge management system at the UIS's Technologic Maintenance Department. Thus, from the beginning all the efforts were aimed to the creation of a document that pretends to open the minds towards the future of global telecommunications, also this text attempts to talk in an original way about the ToIP networks highlighting the most important aspects of the implemented Network and comparing it with the Next Generation Networks (NGN).

In general, this text summarizes in a practical and complete way all the work that has been done to achieve the besought goals. It let to know all the most important aspects about the ToIP networks for which the implemented network at UIS has been taken as a reference. It includes from the architecture's characteristics and the requirements of reliability and functionality to the way of how the strategic knowledge can be fitted to the management, configuration and implementation of this ToIP system.

After taking the experience of the RadioGis Group about the NGN topics, it has been proposed a strategy to qualify the interested students by means of 5 books, where the first of these is a practical and simple technical documentation, and the other 4 are some manuals with specific topics about the services offered by the new telephonic system at UIS University. With all this material and this document, we want to give the fundamental concepts about the architecture, administration, configuration and performance of this new telecommunication system. It helps to

* Graduate Thesis Project.

** Physics Mechanical Engineering Faculty. Electric, Electronic and Telecommunications School. Director PhD. Homero Ortega Boada. Codirector. MsC. Jose Alejandro Amaya Palacio.



save time to whom are interested to work or to research about these topics as it was a great effort and investment to produce these books and material that are very useful for developers and researchers on this area.

INTRODUCCIÓN

Hoy, la Universidad Industrial de Santander cuenta con un sistema de telefonía completamente basado en el protocolo de Internet, mejor conocida como Telefonía sobre IP o ToIP nativa, todo como resultado del proyecto de Modernización Tecnológica de la Infraestructura de Telecomunicaciones en la Universidad Industrial de Santander (MTIT-UIS). Las implicaciones económicas son obvias, pero también hay consecuencias académicas: la industria de las telecomunicaciones se mueve hoy hacia un nuevo paradigma, el de la Convergencia de las Comunicaciones.

A lo largo de la historia de la humanidad, los nuevos paradigmas en las comunicaciones (la imprenta, el telégrafo, las ondas electromagnéticas, el teléfono fijo, el móvil, el internet,..etc.) han estado acompañados de revoluciones sociales. Hoy sin duda, la convergencia de las comunicaciones jalona fuertemente otros tipos de convergencia (el de servicios, empresas, leyes, gobiernos) que seguramente conducirán a la globalización del mundo.

La ToIP es parte integral de esta convergencia, ya que conlleva poco a poco a reemplazar las redes de telefonía tradicional, pudiéndolas re potenciar con servicios que combinan voz, multimedia y datos. Por eso, desde el momento en que conoció acerca del proyecto MTIT-UIS, el grupo RadioGis, que tiene importantes aportes en redes NGN¹, se interesó inmediatamente en el tema, ya que la solución basada en tecnología de la empresa Avaya – líder mundial en telecomunicaciones, contiene todos los principales elementos de las redes NGN².

Aparte de las intensiones académicas y de investigación del grupo RadioGis, la División de Mantenimiento Tecnológico de la UIS ha expresado desde un comienzo la necesidad de almacenar por cualquier medio todas experiencias de esta implementación. Se espera que además de la utilidad que tiene para el sistema de gestión del conocimiento de dicha división, el trabajo también resulte valioso para el proceso de formación, ya que facilita la implementación

¹ NGN (Next generation Networks) se trata de un modelo de redes propuesto por la Comunidad Internacional para hacer realidad la Convergencia de las comunicaciones

² Propiamente, las redes NGN son las que han de implementar los operadores de telecomunicaciones, es decir las redes públicas. Por ejemplo, la red UMTS, que corresponde a la tecnología 3G que se implementó en Colombia está basada en el modelo NGN. Lo interesante es que los elementos usados en la red de Avaya, a pesar de ser una solución empresarial, incluye todos los principales elementos de las redes NGN.

de prácticas que pueden ser útiles para asignaturas de redes y telecomunicaciones.

Para suplir las necesidades existentes que se evidenciaron anteriormente, se hizo necesaria la creación de una documentación basada en la experiencia adquirida durante la supervisión de la implementación de la red de ToIP, la cual, fue realizada dentro de un marco de práctica empresarial, donde dicha documentación se creó como estrategia para capacitar a los que tengan acceso a la misma acerca de los beneficios y experiencias que implica implementar un sistema de telecomunicaciones como el de la UIS, además, de enseñarles de manera muy sencilla y práctica todas las bases acerca de la arquitectura, administración, configuración y funcionamiento de dicho sistema.

La documentación de la cual se habló anteriormente, es una muy buena herramienta para lograr una visión más completa de las posibilidades que presta esta nueva tecnología; sin embargo, es importante tener claro que este nuevo sistema de telefonía, además de prestar los servicios que actualmente están implementados, permite la opción que de acuerdo a la creatividad y a la capacidad de programación de los usuarios, se puedan crear nuevos servicios de telecomunicaciones, generando un mayor desarrollo no solo para sí mismos y para la institución, sino también y dependiendo del problema que se logre resolver, para el país, y por qué no, para el mundo; más aún, si se cuenta con grupos de investigación con buen capital humano, con una planta bastante robusta de telefonía sobre IP, y con la donación para la universidad por parte de la empresa Avaya de una plataforma AES¹ que es muy usada en la programación de dichos servicios.

Según esto, la solución de ToIP es por ahora, simplemente una red de telefonía, pero su potencial es tan grande que solo se ve limitado por la imaginación

¹ AES es un servidor Avaya que permite interconectar los mundos de Telefonía con el de las Aplicaciones por medio de la interface CTI (Computer Telephony Interface).

1. PRESENTACIÓN DEL PROYECTO

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Hoy en día las organizaciones dedican grandes recursos a la gestión del conocimiento, siendo una de sus preocupaciones el poder proteger y preservar aquellas experiencias que aportan un valor agregado a las mismas, y que amenazan con perderse cuando uno o varios de sus miembros se retiran. Es por esta razón que la División de Mantenimiento Tecnológico de la UIS, se planteó un reto adicional a la puesta en marcha del proyecto de telefonía IP; este reto consistió en suplir la necesidad de documentar las experiencias más relevantes que se generarían desde un comienzo durante la implementación de este nuevo sistema de telecomunicaciones.

De acuerdo a la misión de la UIS, resulta importante ir más allá de la simple implementación del proyecto para apropiar conocimientos que resulten útiles en la formación, la investigación y la extensión. Por esta razón, se planteó buscar una salida a dicha problemática y la solución se visualizó a través de las siguientes acciones:

- Participación de tiempo completo en la modalidad de práctica empresarial por parte de estudiantes de último nivel de carreras afines con la temática del proyecto, los cuales se comprometerían desde un comienzo con el continuo acompañamiento de la implementación de la nueva red de ToIP en la Universidad Industrial de Santander.
- Documentación de las experiencias adquiridas, de manera completa, clara y precisa, de tal manera que dicha documentación fuera práctica para aquellas personas que la consultasen como base de información para la generación de nuevos productos y servicios.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo General

Supervisar la implementación de la red ToIP y documentarla de una manera que aporte valor agregado a la UIS ya sea en formación, investigación, extensión, o simplemente en el mejoramiento continuo de las prestaciones de esta red a la comunidad.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Documentar la infraestructura de la red implementada.
- Supervisar el cumplimiento de las normas en la implementación de la red ToIP en la UIS.
- Apropiarse de los conocimientos estratégicos sobre la administración, configuración y utilización de la red de ToIP para la UIS y documentarlos dentro de una visión de Gestión del Conocimiento.

1.3 JUSTIFICACIÓN

En todas las organizaciones actualmente es de suma importancia que sus integrantes puedan materializar de alguna manera las experiencias adquiridas dentro de sus procesos de formación. Dicha necesidad visualiza la solución en la creación de un sistema de gestión de conocimiento para preservar en el tiempo las experiencias que van a servir como base para la generación de nuevos proyectos, y que van a permitir a nuevos integrantes apropiarse de las herramientas estratégicas sobre los aspectos más relevantes de la organización, evitando que se pierdan cuando uno o varios de sus miembros se retiran.

En la Universidad Industrial de Santander se acaba de culminar el proyecto de modernización Tecnológica de la Infraestructura de Telecomunicaciones (MTIT-UIS), en el cual se invirtió un capital importante para el mejoramiento de la red de datos y la implementación de un nuevo sistema de telefonía; por tanto, es de mucha relevancia que la experiencia adquirida durante el desarrollo de dicho proyecto no se pierda y se pueda transmitir en la forma de una documentación que sirva como base para la creación de un futuro sistema de gestión conocimiento por parte de la División de Mantenimiento Tecnológico de la UIS, encargada de la implementación del proyecto y responsable de gestionar lo necesario para almacenar por cualquier medio las experiencias adquiridas de dicha implementación .

Para este último aspecto, la solución por parte de dicha división fue buscar el apoyo de algún grupo de investigación que cumpliera con las características necesarias para resolver el problema, y fue así que encontró en el grupo RadioGis el apoyo solicitado, ya, que dicho grupo ha venido trabajando desde hace varios años en proyectos de investigación relacionados con la Convergencia de las Comunicaciones, lo cual conduce a redes de próxima generación (NGN), concepto en el que se basa la solución que ofreció la empresa Avaya para la implementación de la nueva red de ToIP; y razón por la cual, dicho grupo se mostró desde un principio muy interesado en participar como estrategia de formación de sus integrantes para futuros proyectos de investigación.

Según lo anterior, se puede decir que este proyecto que se desarrolló en la modalidad de práctica empresarial, busca convertirse en una estrategia de formación para aquellos que tengan acceso al mismo, ya, que prepara a las personas acerca de lo que está por venir en el campo de las telecomunicaciones, justificando la implementación de la nueva red de ToIP en la universidad y aportando las herramientas básicas para su administración,

configuración y funcionamiento, con lo cual, se está ahorrando mucho trabajo y tiempo a aquellos que quieran desarrollar conocimientos acerca de esta temática y se está dando un primer paso, fundamental para el desarrollo de futuros proyectos relacionados con la convergencia de las redes y servicios en la universidad.

1.4 ANTECEDENTES

Mirando un poco los antecedentes de la UIS respecto a sus telecomunicaciones, se puede decir que la universidad contaba con plantas telefónicas a punto de quedar obsoletas y con una red de datos conformada en parte por hubs y dispositivos que habían cumplido con su ciclo de servicio; por tanto, se vio una oportunidad en la necesidad de mejorar dicha red de datos y de cambiar la planta telefónica para migrar hacia nuevas tecnologías optando por lo último en redes y telecomunicaciones, es decir, redes de próxima generación (NGN).

En la siguiente tabla se relacionan las plantas telefónicas que prestaban servicio en las sedes del campus principal, del área metropolitana y de las sedes regionales, y que actualmente fueron retiradas por haber terminado su ciclo de uso.

SEDE	EQUIPO ANTERIOR	TECNOLOGIA
Campus Central	SIEMENS HICOM 382	ANALOGA/DIGITAL Año 1995
Sede Guatiguará	SIEMENS HICOM 343	ANALOGA/DIGITAL Año 1995
Facultad de salud	SIEMENS HICOM 352	ANALOGA/DIGITAL Año 1995
Sede Bucarica	NO HAY	
Sede Barranca	SIEMENS HICOM 150 (Averiadada)	ANALOGA/DIGITAL Año 1998
Sede Socorro	SIEMENS HICOM 130	ANALOGA Año 1998

Sede Barbosa	NO HAY	
Sede Málaga	PANASONIC 6/16	ANALOGA Año 2003

Tabla 1 Relación de las plantas telefónicas que prestaban servicio en la UIS (campus principal y sedes regionales).

A pesar de que se optó por una planta de ToIP completamente nativa, también hubo otras opciones para la implementación del nuevo sistema telefónico, entre esas la que más llamó la atención y la que pudo haber sido el reemplazo del antiguo sistema fue la Siemens HiPath 4000, la cual, es una planta telefónica digital con funcionalidades de telefonía sobre IP que se implementó exitosamente en la Universidad del Valle (UNIVALLE) en septiembre del 2004 y que sería una continuación del antiguo sistema, pero con aplicaciones más avanzadas. Aún así, la UIS entendiendo la importancia que tiene la convergencia de las telecomunicaciones hacia IP, y sabiendo que no solo actualmente, sino en un futuro no muy lejano la ToIP va a ser más adaptable y tendrá la oportunidad de desarrollarse mucho más que las plantas telefónicas basadas en conmutación de circuitos; consideró que era más viable la implementación de dicha tecnología, la cual, actualmente cuenta con mayores funcionalidades y una mejor proyección hacia las necesidades futuras.

Otro de los ejemplos que sirvió como referencia para la UIS, fue la Universidad Carlos III de Madrid (UC3M) donde fue muy exitosa la implementación de su planta ToIP completamente nativa en el 2007, convirtiéndose dicha experiencia en una importante motivación para tomar la decisión de adquirir una planta telefónica de este tipo, que con algunas mejoras, se convirtió en la opción más adecuada respecto a las otras posibilidades existentes en ese momento.

1.5 ALCANCES DEL PROYECTO

En el presente trabajo de grado se documentaron de manera original los aspectos más relevantes de la red de telefonía sobre IP implementada por la empresa ASSENDA S.A en la UIS, haciendo un paralelo con las redes de próxima generación, y analizando los resultados obtenidos de dicho proyecto con un enfoque de gestión de conocimiento.

Dentro de los aspectos que se supervisaron y que se documentaron se encuentran: la instalación y configuración del Hardware necesario para el funcionamiento de la red, tales como, teléfonos, switches, servidores,... etc; también se tuvieron en cuenta los aspectos básicos para la administración de la misma como lo fueron: los procedimientos necesarios para la creación y activación de nuevas extensiones; la instalación, la configuración y el funcionamiento de los diferentes servicios, y la descripción de la estructura y topología de la red de ToIP tanto en el Campus principal como en sus sedes metropolitanas y regionales.

2. MARCO TEORICO

INTRODUCCIÓN

En el mundo actual donde el conocimiento y la información son de gran valor, la eficiencia con que estos se obtengan marca la diferencia. Es por esto, que cada día surgen nuevas tecnologías que permiten conectar a las organizaciones y a los individuos, de tal forma que con un solo Click se obtiene la información que se desea. En la actualidad se ha oído nombrar constantemente el término NGN¹ (red de próxima generación), y las empresas desarrolladoras de servicios dirigen sus esfuerzos para producir tecnología que permita la convergencia de un sinnúmero de aplicaciones a través de esta concepción.

En el presente capítulo, es de interés dar a conocer el concepto, arquitectura y funcionamiento de las redes de próxima generación, realizando a su vez un paralelo con la red de telefonía IP implementada en la Universidad Industrial de Santander. Esto, con el fin de exponer la potencialidad que tiene esta nueva red, la cual, simboliza el primero de los pasos que se darán hacia la convergencia de las tecnologías y servicios en la UIS.

2.1 Redes de Próxima Generación (NGN)

2.1.1 ¿Qué son las redes de próxima generación?

La recomendación² Y.2001 de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (ITU), define las redes NGN así:

“red basada en paquetes que permite prestar servicios de telecomunicación y en la que se pueden utilizar múltiples tecnologías de transporte de banda ancha propiciadas por la QoS, y en la que las funciones relacionadas con los servicios son independientes de las tecnología subyacentes relacionadas con el transporte. Permite a los usuarios el acceso sin trabas a redes y a proveedores de servicios y/o servicios de su elección. Se

¹ NGN: Next Generation Network.

² Definición tomada de la recomendación Y.2001 / <http://www.itu.int/rec/T-REC-Y.2001/en>

soporta movilidad generalizada que permitirá la prestación coherente y ubicua de servicios a los usuarios”

El concepto NGN, puede resultar un tanto ambiguo y muchas personas tienden a señalar que toda nueva red es de Próxima Generación, pero no es así como se concibe en la ITU [21], [22]. Como aclara el doctor Homero Ortega Boada¹ “las generaciones de redes ocurren cada vez que sucede un cambio de paradigma en la comunicación. Por ejemplo, los principales paradigmas en la telefonía han sido: la telefonía basada en conmutación manual o mecánica (con operadoras o automatizadas), que era el modelo más sencillo; la puesta en práctica de los conceptos PCM (Pulse Code Modulation), TDM (Time Division Multiplexing) y Conmutación Digital (conmutación de circuitos) al servicio de las comunicaciones, lo cual produjo una separación entre redes de conmutación, encargadas de atender e interconectar llamadas telefónicas, y las redes de transporte encargadas de integrar todas las redes del mundo², con lo cual surgieron dos grande tipos de servicios - conmutación y transporte; la aparición de la telefonía celular analógica³; la telefonía celular digital, que también se integra con redes de datos; la telefonía IP que también se integra con cualquier otro servicio (televisión, videoconferencia, radio, datos, movilidad), principalmente representadas en las redes 3G (Third Generation) o 3.5G, como lo es UMTS (Universal Mobile Telecommunications System). También es curioso observar que cada nuevo paradigma trae consigo una revolución social: Así como la aparición de la imprenta fue un paso decisivo para superar el feudalismo, la telefonía analógica unió a los gobiernos (eran tan costosas que solo estaban al alcance de unos pocos), la digital unió a las personas; la celular cambió los comportamientos (nuevos estilos de trabajo, estudio, seguridad); las NGN apuestan a una verdadera globalización del mundo”.

El concepto de NGN también puede ser visto dentro de dos grandes paradigmas: el primero corresponde a múltiples redes, cada una con sus usuarios, su sistema de control y sus servicios; el segundo una red, donde la conmutación es común para cualquier tipo de servicio. De manera que si una persona hace uso del servicio de Video en Demanda (VoD), puede observar la película que desee desde el televisor de su casa, pero también puede, en

¹ El doctor Homero Ortega Boada ha estado involucrado en el modelo de las redes NGN desde su concepción, cuando se desempeñaba como investigador en la empresa Ericsson

² Las Redes de Transporte están compuestas, principalmente por las grandes troncales de fibra óptica, aunque también involucran enlaces satelitales y de microondas ya sea con el protocolo SDH o el SONET.

³ La telefonía celular analógica se apoya en las redes digitales del momento. Se dice que es analógica debido a que el acceso inalámbrico (entre los usuarios y una radiobase) es basado en modulación analógica

cualquier momento, apagar el televisor, salir a la calle y continuar viéndola en un teléfono celular sin ningún tipo de interrupción, debido a que los servicios ya no dependen de la red. En el modelo de las NGN resulta posible toda la gama de posibilidades de comunicación (voz, videos, datos, conferencias, televisión, movilidad, servicios combinados) ya sea desde el punto de vista del usuario, del operador y de los entes reguladores. Lo que diferencian a las NGN de la Internet es principalmente una concepción avanzada sobre Calidad de Servicio (QoS). En términos generales, la Internet presta cualquier tipo de servicio pero en la medida de las posibilidades, las NGN son redes que implementan los operadores de telecomunicaciones y estos no pueden cobrar si el servicio que prestan no es el prometido, el que necesita el usuario. Desde el punto de vista tecnológico garantizar QoS en una red en que corre todo tipo de comunicaciones (de tiempo real con rata de bits constante, de ráfagas, de tiempo real con rata de bits variable) no es un problema fácil de resolver y a eso se deben las avanzadas tecnologías de conmutación como ATM, MPLS en el núcleo de las NGN.

Entre la red de Internet y las NGN se marcan sustancialmente dos diferencias¹:

1. La red de Internet presta servicios sobre la base del “mejor esfuerzo”, mientras que en las NGN, la QoS y la confiabilidad en la prestación de servicios, deben ser diseñados y garantizados desde la concepción de la Red de Próxima Generación.
2. En la arquitectura de red de Internet, los servidores de aplicaciones obedecen a una arquitectura ad hoc, es decir, que se encuentran en los bordes de la red y son diseñados por separado para prestar un servicio determinado. Las NGN funcionan con una arquitectura unificada, optimizando la distribución de la “inteligencia de la red” eligiendo rutas de mayor confiabilidad, comunicando a los servidores de la red entre sí, y disponiendo de los recursos necesarios para la prestación de los servicios requeridos.

A pesar de éstas diferencias, las NGN heredarán más características de la red de Internet, que de cualquier otra red.

¹ Control and Management in Next-Generation Networks: Challenges and opportunities, *Abdi R. Modarressi, bellsouth Science and Technology, Seshadri Mohan, Comverse Network Systems*. IEEE Communications Magazine - October 2000

2.1.2 Arquitectura de las redes de próxima generación

La CRT (Comisión de Regulación de Telecomunicaciones en Colombia) expone dentro de su análisis de NGN, que para definir la arquitectura de las Redes de Próxima Generación, es importante tener en cuenta que “El sistema NGN está concebido para tratar tanto sea paquetes de voz, como de datos o de video en forma totalmente transparente en una arquitectura única de extremo a extremo. Adicionalmente, la facturación, la asignación y gestión de servicios, el manejo de la calidad de servicio y la planificación de la red se realiza sobre un sistema completo único para el dominio”¹.

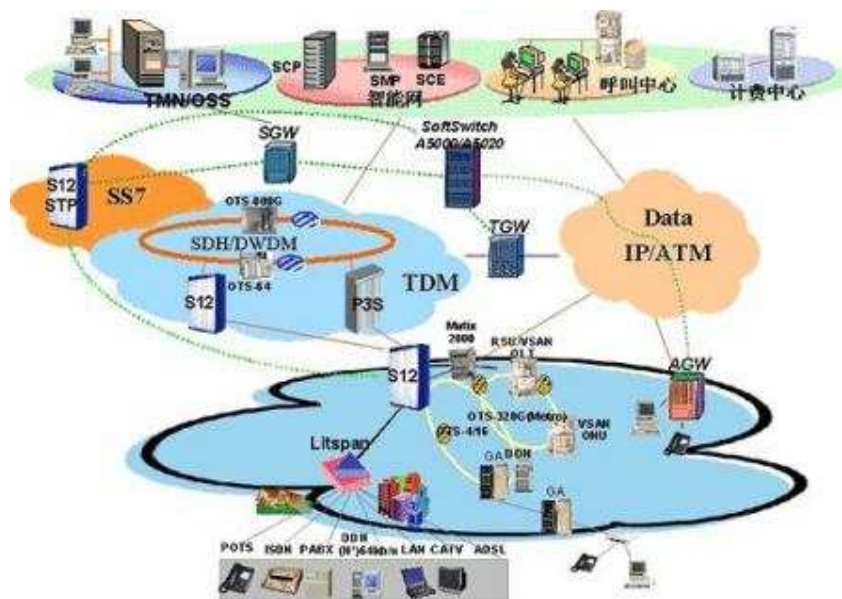


Figura 2.1 Red de Próxima Generación².

En la figura 2.1 se puede observar aproximadamente la estructura que conforma una Red de Próxima Generación, si partimos de éste gráfico para explicar detalladamente la arquitectura y funcionamiento de las NGN, el tema se puede tornar tedioso y no tan sencillo para el lector.

¹ Estudio Integral de Redes de Nueva Generación y Convergencia, Documento Amarillo, Centro de Conocimiento del Negocio, Junio 2007, Comisión de Regulación de Telecomunicaciones – República de Colombia

² Figura tomada del blog de telecomunicaciones de Edgar Velarde/<http://blog.pucp.edu.pe/item/11352>

Partiendo del análisis expuesto por la CRT en el que enuncia ciertas características que debe cumplir la arquitectura de las Redes de Próxima Generación, y considerando que las NGN son un nuevo paradigma en el mundo de las telecomunicaciones, la UIT ha planteado un modelo por capas¹ para describir de manera entendible la arquitectura y funcionamiento de las Redes de Próxima Generación facilitando la tarea de explicar el deber ser de dichas redes.

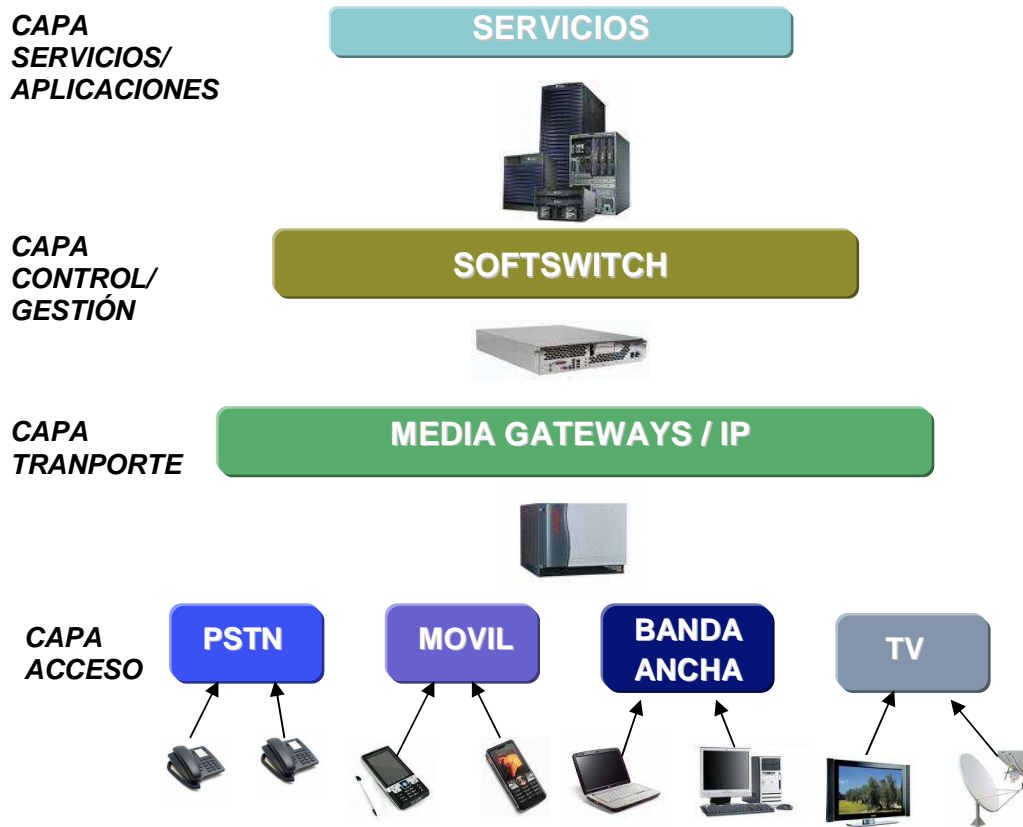


Figura 2.2 Arquitectura por capas de las Redes de Próxima Generación

A continuación se expondrá el funcionamiento y arquitectura de las Redes de Próxima Generación a través de un modelo por capas, no sin antes proveer algunos conceptos tratados dentro de la descripción de las NGN.

¹ Carpeta técnica 1 de la CITELE

2.1.2.1 Softswitch y Media Gateway

Para poder comenzar con la explicación de la estructura de las NGN es necesario primero conocer dos conceptos importantes y necesarios para el correcto entendimiento del tema tratado.

Los términos a conocer son:

✓ **Softswitch**

El Softswitch se puede decir que es el centro de control de las redes de próxima generación basadas en paquetes IP, toda vez, que estos dispositivos (que son una combinación entre hardware y software) son los encargados de controlar las operaciones pertinentes para la transmisión de la información, siguiendo como fin el poder ofrecer un nivel de confiabilidad similar al de una red de conmutación de circuitos, que aunque es más confiable se sabe que es más costosa.

El Softswitch se puede visualizar como una operadora que interconecta a los usuarios con los servicios, es decir, si un usuario utiliza su terminal para acceder a un determinado servicio, el Softswitch es quien recibe la petición del usuario, la analiza y decide con qué servidor o dispositivo debe establecer la conexión para que dicho usuario reciba el servicio solicitado, escogiendo siempre la ruta de transmisión que garantice la mayor confiabilidad. Este proceso se puede entender mejor con un ejemplo.

Un usuario desea ingresar por medio de su PDA (Asistente Digital Personal), a la página Web de su organización para revisar su correo institucional. Al digitar el usuario la dirección Web, ésta solicitud viaja a través de las redes de datos hasta ingresar a la Red de Próxima Generación donde es recibida por la Media Gateway, de allí es llevada al SoftSwitch donde se lee la solicitud realizada por el usuario y se dispone a gestionar los recursos necesarios para proveer el ingreso al servidor de correo; es así, que el Softswitch busca el servidor de correo y lo conecta con el usuario final a través de un camino seguro y confiable de manera que garantice una comunicación estable e ininterrumpida entre el servidor de correo y la PDA.

Como se pudo evidenciar, el Softswitch es el cerebro de las Redes de Próxima Generación, toda vez que es quien gestiona recursos, señala, garantiza QoS, interconecta a los usuarios con los servidores de servicios, y realiza todo tipo

de control y administración de la red para garantizar la prestación de los servicios de manera ágil y confiable.

✓ **Media Gateway**

En el mundo de hoy, existen un sin número de desarrollos, los cuales manejan su propia tecnología, arquitectura y protocolo; partiendo de este punto si se tiene la visión en la cual, por una misma red transiten todas estas tecnologías comunicándose las una con las otras, es necesario determinar un dispositivo que actúe como mediador o traductor entre cada una de ellas.

Como ejemplo de lo anterior, podemos imaginar que cierto usuario se encuentra en su casa y realiza una llamada a una empresa que maneja internamente el servicio de telefonía IP. Como bien es sabido la llamada entrante trae consigo información analógica o digital, por medio de la conmutación de circuitos; si hablamos que dentro de la empresa circulan paquetes IP, sería inimaginable el poder establecer una comunicación entre estos dos tipos de tecnologías.

Sin embargo, en la actualidad el establecer este tipo de comunicaciones entre terminales de diferentes tecnologías, es posible gracias al papel que desempeña la Media Gateway, ya, que este dispositivo es el encargado de realizar la conversión del protocolo de la red por la cual el usuario accede (PSTN, TDM, GSM/3G, ATA, ETC), al protocolo que utiliza la red de próxima generación para la transmisión de los datos (Generalmente se utiliza en las NGN el protocolo IP).

La Media Gateway se convierte entonces en el dispositivo que actúa como intermediario entre las diferentes tecnologías que existen en la actualidad, y para cumplir con su tarea está dotada de una gran diversidad de módulos de acceso por donde puede recibir la información proveniente de terminales de televisión, datos, voz, etc.

Sin este dispositivo la convergencia de servicios y tecnologías no hubiese sido una opción dentro de las comunicaciones en el mundo de hoy.

2.1.2 Arquitectura y funcionamiento de las Redes de Próxima Generación

Hace algunos años, para ofrecer un cierto servicio se debía contar con toda una infraestructura dedicada solo a él. Ejemplo de esto era la voz por conmutación de circuitos, ya que al momento de iniciar una llamada se disponía de la utilización dedicada de una parte de la red sin que ésta pudiera

ser utilizada al mismo tiempo para la prestación de otros servicios a diferentes usuarios.

Las redes de próxima generación se proponen como objetivo acondicionar las redes de telecomunicaciones existentes para integrar nuevos servicios, dicho propósito se ha venido alcanzando por medio de su arquitectura, la cual será se mostró en el numeral anterior y será analizada a continuación.

La UIT, enumera tres características importantes que debe presentar una Red de Próxima Generación dentro de su funcionamiento y arquitectura para garantizar confiabilidad. Estas características son¹:

1. La NGN debe permitir garantizar la estabilidad y prestación del servicio en caso de fallos o eventos externos inesperados.
2. Debe ofrecer confiabilidad en la prestación de los servicios a través de la aplicación de QoS.
3. Debe permitir la interoperabilidad entre redes de diferentes tecnologías.

Tomando como guía los aportes enunciados por la UIT, se explicará el funcionamiento y arquitectura de las Redes de Próxima Generación en la actualidad.

En la última década son muchas las tecnologías que han surgido en materia de telecomunicaciones, y es por esto que hoy en día se puede acceder a la información a través de variados dispositivos con redes independientes de comunicación. Existe diversidad de tecnologías utilizadas por los usuarios para acceder a determinados servicios, la telefonía fija, móvil, telefonía IP, la televisión, las microondas, los sensores y las grandes redes de antiguas tecnologías, la cuales sirven como puerta de entrada a la nueva generación de redes.

A través de los medios enunciados anteriormente, los usuarios pueden acceder a las Redes de Próxima Generación y beneficiarse de los servicios prestados por dicha red. Este conjunto de redes, terminales, y dispositivos por donde los usuarios acceden a las NGN para solicitar un determinado servicio, conforman la CAPA DE ACCESO de la Red de Próxima Generación. Son cada vez más las tecnologías que convergen y se convierten en medios de acceso a las NGN.

¹ UIT / BDT *Seminario regional sobre Costes y Tarifas para los países miembros del Grupo TAL*, Río de Janeiro, Brasil Mayo 2006, Concepto y Arquitectura de las redes NGN, Oscar González Soto/Consultor Experto UIT Planificación Estratégica y Asesoría.

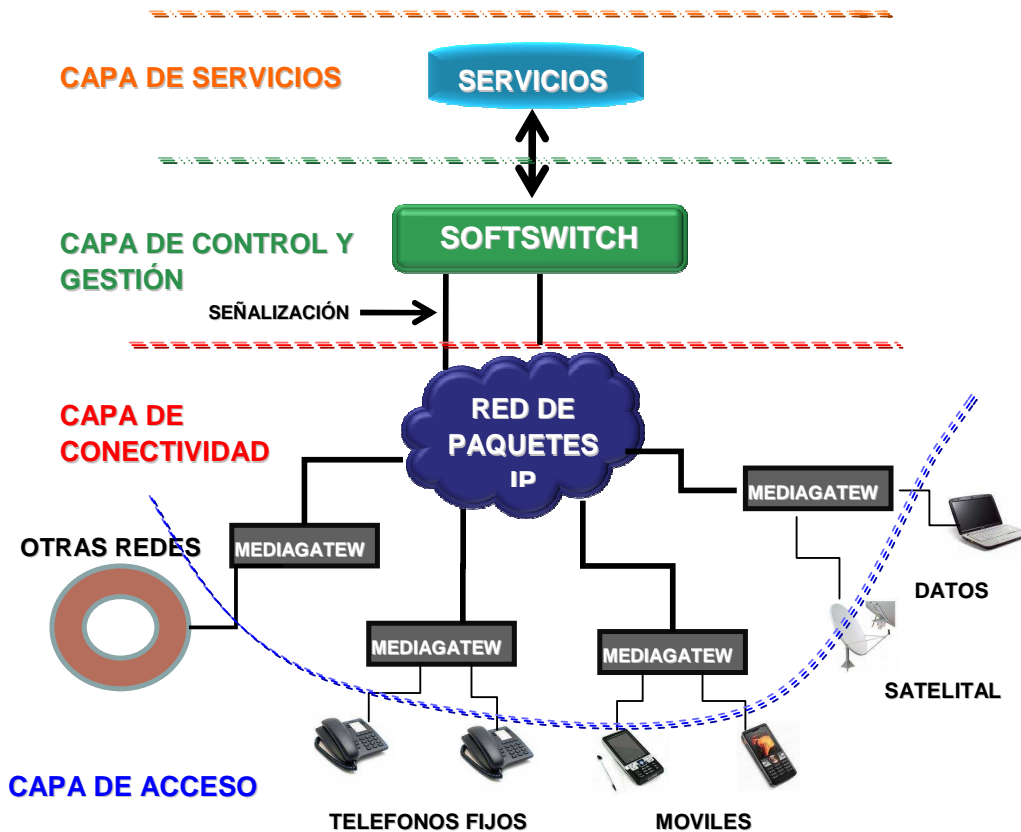


Figura 2.3 Funcionamiento de una Red de Próxima Generación visualizada a partir de su arquitectura.

Cuando la información es generada por dichos terminales en la CAPA DE ACCESO, ésta debe ser empaquetada y traducida, de tal manera que pueda ser transmitida por la red global de conectividad, la cual está conformada por la interconexión de redes de diferentes tecnologías que pertenecen a grandes proveedores de servicios de telecomunicaciones. La difícil tarea de empaquetar y traducir la información al protocolo manejado en el Backbone de las NGN (el más utilizado por las Redes de Próxima Generación es el protocolo de Internet IP), es realizada por las Media Gateways, cuyo concepto fue definido anteriormente en el presente capítulo. Cuando la información puede ser transmitida como datos IP, es transportada a través de la red de conectividad global (Backbone IP de las NGN) hasta el núcleo de la Red de Próxima Generación. Dicho procesamiento de la información y transmisión de la misma por el Backbone de la NGN ocurre dentro de la CAPA DE CONECTIVIDAD, la cual es conformada por todos aquellos dispositivos y redes que aportan con el desarrollo de determinadas tareas para lograr que la información proveniente

de los terminales utilizados por los usuarios (CAPA DE ACCESO), llegue hasta el cerebro de la NGN (CAPA DE CONTROL Y GESTIÓN), el cual será expuesto detalladamente a continuación.

Cuando una persona realiza una solicitud de determinado servicio por cualquiera de los dispositivos y medios de acceso mencionados, y cuando dicha solicitud ha sido procesada y transmitida, ésta información de señalización es enviada al centro de gestión y administración de la NGN, el cual se denomina Softswitch.

El Softswitch conforma la CAPA DE CONTROL/GESTIÓN de las Redes de Próxima Generación, y actúa metafóricamente como una operadora entre las diferentes capas de la NGN. Es en esta capa de la red, donde finalmente se hace posible la prestación de los servicios requeridos por los terminales. El Softswitch señala, recibe la solicitud del usuario, la analiza, y dependiendo de la información de señalización recibida, busca al servidor que alberga la aplicación y presta el servicio requerido por el terminal de acceso. Además, el softswitch interconecta el servidor que ha sido llamado con el usuario, por medio de la ruta que garantice mayor confiabilidad y calidad en la prestación del servicio. La confiabilidad en las NGN, es lograda a través de una eficiente gestión y administración de los recursos físicos y lógicos que conforman la Red de Próxima Generación, que como se expuso en el presente párrafo, es responsabilidad de la CAPA DE CONTROL/GESTIÓN de la red

Para ofrecer un determinado servicio es necesario que exista el servidor que contiene la aplicación que hace posible la prestación de dicho servicio a todos los usuarios que lo soliciten. Si se habla de más de un servicio es lógico pensar en más de un servidor dentro de la red. Como se había expuesto anteriormente, en las Redes de Próxima Generación los servidores de aplicaciones deben obedecer a una arquitectura unificada y deben poder integrarse con los demás servidores para ofrecer convergencia y confiabilidad en la prestación de los servicios ofrecidos. Respondiendo a este requerimiento, el conjunto de servidores de aplicaciones que prestan los servicios en una NGN se denomina CAPA DE SERVICIOS/APLICACIONES, los cuales, no trabajan cada uno independientemente, como en el caso de los servicios ofrecidos por medio de la red de Internet, sino que funcionan conjuntamente para realizar más eficientemente su trabajo y garantizar al usuario la prestación de los servicios con eficiencia y calidad. Como se había mencionado anteriormente, los servidores son conectados con los terminales de acceso, a través de rutas confiables definidas por el Softswitch en la CAPA DE CONTROL/GESTIÓN, para lograr la prestación del servicio requerido.

Para entender el concepto global del funcionamiento y arquitectura de las Redes de Próxima Generación, vale la pena exponer un ejemplo real de la prestación de un servicio por medio de una NGN.

Un usuario de Televisión Digital UNE¹ enciende el televisor en su casa (medio de acceso a la NGN), al hacerlo, inmediatamente envía la solicitud del servicio de televisión digital por medio de la red global de conectividad (CAPA DE CONECTIVIDAD) hasta el centro de gestión de UNE (CAPA DE CONTROL/GESTIÓN). EL Softswitch de UNE analiza la solicitud e interconecta el terminal del usuario (antena de televisión digital), con el servidor (CAPA DE SERVICIOS) donde se encuentra ubicado el servicio requerido (canales, audio, video, etc.); al establecer la interconexión, el usuario puede disfrutar de una televisión de alta calidad desde su hogar.

Si dicho usuario necesita salir de su casa por alguna razón, pero le es urgente continuar recibiendo el servicio de televisión digital, entonces el usuario puede encender su PDA (Asistente Personal Digital, CAPA DE ACCESO) y enviar el requerimiento de servicio de televisión por medio de la misma red de conectividad global (CAPA DE CONECTIVIDAD) hacia el Softswitch de UNE (CAPA DE CONTROL/GESTION). Dicho Softswitch busca nuevamente el servidor que alberga este servicio (CAPA DE SERVICIOS) y lo interconecta con el usuario, pero en este caso, ya no con su antena de televisión digital, sino con su PDA; asegurando al igual que en el caso anterior una alta confiabilidad en la prestación del servicio requerido.

Por lo anterior, se puede decir que en la actualidad el mundo ya se encuentra disfrutando de redes en proceso de migración hacia Redes de Próxima Generación, y lo hace cada vez que solicita un servicio y lo recibe por medio de la integración de tecnologías y dispositivos que convergen para trabajar en una arquitectura unificada y asegurar que los usuarios disfruten de servicios con calidad.

2.2 Red de telefonía sobre IP (ToIP)

2.2.1 ¿Qué es una red de telefonía sobre IP?

Una red de telefonía sobre IP, es el empleo de varios recursos para un solo fin. La red de telefonía IP, es la red de datos de la empresa con características que hacen que dicha red soporte el tráfico de voz, con señalización y equipamiento específico para manejar la transmisión de la misma usando el protocolo de

¹ UNE EPM Telecomunicaciones- Empresa Colombiana prestadora de servicios de telecomunicación.

internet (IP), y permitiendo la integración de servicios telefónicos asegurando QoS.

Las redes de telefonía IP están siendo implementadas dentro de la visión de la convergencia de servicios, es decir, con tecnología de Próxima Generación como la que ofrece Avaya¹ en sus soluciones de redes con ToIP.

En los siguientes numerales se explicará la arquitectura y funcionamiento de la red de telefonía IP desde la perspectiva de las NGN.

2.2.2 Arquitectura de las redes de telefonía sobre IP orientado las NGN.

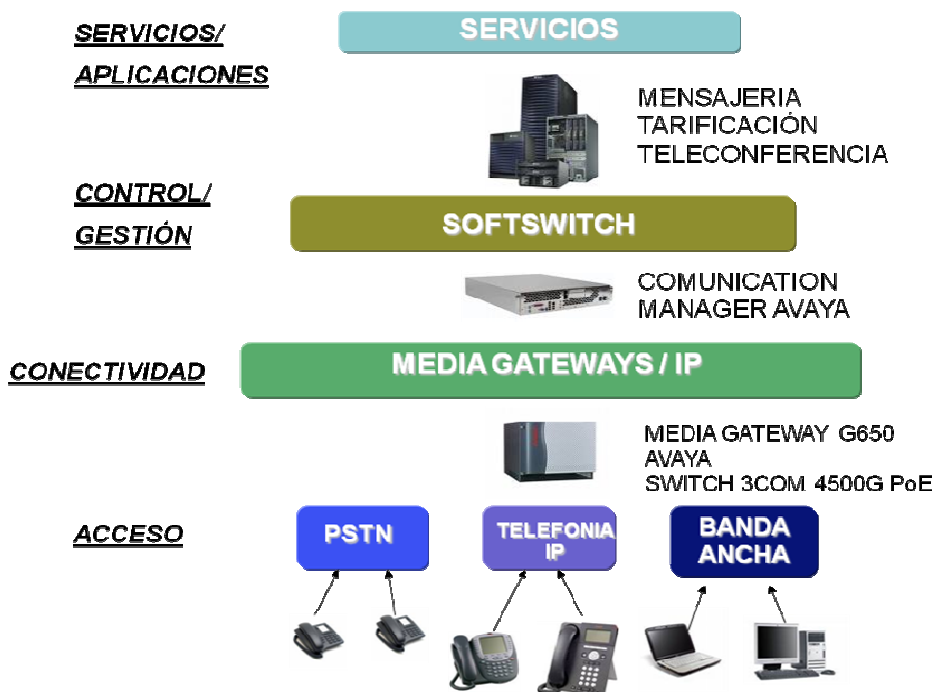


Figura 2.7 Arquitectura de la red de telefonía IP, desde la perspectiva de las NGN

El modelo de las NGN (**Figura 2.7**), permite hacer una explicación más global y al mismo tiempo más sencilla de lo que es un sistema de ToIP completamente nativo²(muy diferente a la explicación que se muestra en el aparte 3.2 del

¹ Avaya: Empresa líder en telecomunicaciones, y pionera en telefonía sobre IP.

² ToIP nativo, es un sistema telefónico donde desde su concepción se basa en el protocolo de Internet. Existen sistemas telefónicos que soportan aplicaciones de telefonía IP, pero en base su tecnología es Digital, como por ejemplo el sistema HiPath4000 de Siemens del que se habló en el aparte 1.4 del presente libro.

presente libro, que es mucho más específica), evidenciando que efectivamente utiliza todas las herramientas necesarias para poder afirmar que va orientado desde su concepción a ser una NGN, ya , que separa la capa de transporte de la de servicios, permite la integración de varias tecnologías de telefonía, dispone de los recursos necesarios para la prestación de servicios telefónicos garantizando QoS y tiene características de movilidad. Para considerar la red de ToIP como una red completamente de próxima generación, solo haría falta que permitiera múltiples accesos de tecnologías diferentes a las de telefonía; para lo cual, resultaría necesario cambiar el softswicth, proveer de los servidores necesarios para la prestación de los nuevos servicios que puedan ser requeridos, y además, necesitaría también tener una cobertura a nivel del país o del mundo, lo cual exige el poder negociar los recursos con otros proveedores y/o tecnologías.

A continuación se hará una explicación general de lo que es una red de ToIP visto desde la concepción de las NGN.

Para acceder a los servicios de una red, es necesario que dicha red posea la capacidad de entender las solicitudes de los terminales que requieren determinados servicios. En el caso de la red de telefonía sobre IP, los usuarios pueden acceder a través de teléfonos analógicos desde el exterior de la misma, por medio de computadores y dispositivos con conexión a internet o por teléfonos IP desde el interior o exterior de la organización que goce del sistema de telefonía IP.

Este conjunto de terminales que permiten acceder a la red desde tecnologías diferentes, conforman la capa de acceso a la red de telefonía sobre IP, que al igual que las NGN logra la convergencia de más de un tipo de servicio dentro de la misma red.

Aunque en las redes de telefonía sobre IP se manejan menos variedad de tecnologías y protocolos que en las NGN, es válido afirmar que también dirige su mirada hacia la integración de servicios.



Figura 2.8 Acceso a la Red de Telefonía sobre IP

Cuando un usuario ya ha accedido a la red por medio de su terminal personal para solicitar la prestación de un determinado servicio, se necesita que la

información que dicho dispositivo envió, sea entendida por el cerebro de la red que en muchas ocasiones, maneja protocolos y tecnologías diferentes a los de los terminales de acceso. En las redes de telefonía sobre IP, se debe primero que todo empaquetar y traducir la información al protocolo que maneja la red, que en este caso es el protocolo IP, para que luego sea transmitida hasta el centro de gestión y administración de la misma. Ésta difícil tarea es desarrollada por las Media Gateways, las cuales reciben la información y la traducen al lenguaje IP para que pueda ser procesada en la siguiente capa de la red. La información interna proveniente de PC's (computadoras) y teléfonos IP que ya se encuentran como paquetes de datos, es transmitida por medio de la red de datos de la organización (switches, cableado estructurado, etc.) hacia el centro gestor de la red de telefonía.

Como se puede observar nuevamente, la red ToIP demuestra que fue concebida dentro de una visión de NGN al poder procesar información proveniente de redes y terminales con protocolos diferentes e integrarlos hacia el centro de la red con un mismo lenguaje, lo cual se asimila a la tarea que desarrolla la capa de conectividad de las NGN.

CONECTIVIDAD

MEDIA GATEWAYS / IP



MEDIA GATEWAY G650
AVAYA
SWITCH 3COM 4500G PoE

Figura 2.9 Transmisión de la información hacia el cerebro de la red de ToIP (telefonía sobre IP)

Dentro de la arquitectura de las NGN, se definió la capa de control y gestión representada en el Softswitch, como el centro de la Red de Próxima Generación. Para la red de telefonía sobre IP el panorama no cambia, pues esta red también posee un centro de control y administración, que dispone de los recursos necesarios a los usuarios para que puedan recibir el servicio solicitado con la mayor confiabilidad posible, que en este caso es muy importante, ya que se trata de un servicio en tiempo real como lo es la voz, lo cual exige que se garantice QoS.

El cerebro dentro de la red de telefonía sobre IP que se implementó en la UIS, es el Communication Manager de Avaya¹, el cual al hacer una analogía con las

¹ Aunque también existen otros sistemas como por ejemplo el Asterisk, que viene en versión libre y solo maneja el protocolo SIP.

NGN representaría el Softswitch, es decir, el Communication Manager realiza tareas tales como señalización, control, y administración de los recursos de la red, de tal manera que se garantice la prestación ininterrumpida del servicio de telefonía, garantizando calidad y confiabilidad en la prestación de dicho servicio.

**CONTROL/
GESTIÓN**

SOFTSWITCH



COMUNICACION
MANAGER AVAYA

Figura 2.10 Centro de control y administración de la Red de Telefonía sobre IP

El objetivo de la Red de Telefonía sobre IP, así como de muchas otras que se orientan hacia la convergencia de servicios, es el poder precisamente ofrecer a los usuarios un mayor número de éstos con un menor gasto económico y de infraestructura. Por lo anterior, la parte de la arquitectura de la red que se detalla a continuación es muy importante, porque es donde se encuentran los servidores que albergan los servicios y aplicaciones que podrán ser utilizados por las personas y dispositivos que acceden a la misma.

SERVICIOS/

SERVICIOS

APLICACIONES



MENSAJERIA
TARIFICACIÓN
TELECONFERENCIA

Figura 2.11 Servicios que posee la Red de Telefonía sobre IP

El lugar dentro de la estructura de red donde se encuentran ubicados dichos servidores, es la capa de servicios y aplicaciones de la misma forma que en las NGN; en donde dichos servidores se encuentran conectados a la red de telefonía sobre IP, y proveen los servicios y aplicaciones solicitadas por los usuarios. En el caso particular de la ToIP, se ofrecen servicios de mensajería unificada, tarificación, teleconferencia, videoconferencia, fax, correo, etc.

Partiendo de lo anterior, se puede afirmar que la Red de Telefonía sobre IP, es concebida desde su arquitectura como una red que tiene la capacidad de integrar servicios con una alta confiabilidad de extremo a extremo, demostrando que se encuentra orientada hacia la convergencia de tecnologías y aplicaciones desde la perspectiva de las NGN.

2.2.3 ¿Cómo funciona la red de telefonía sobre IP implementada en la UIS?

Como en toda red, los usuarios de la universidad pueden acceder a todos los servicios que ofrece el nuevo sistema de telecomunicaciones por medio de diferentes tipos de terminales. Dentro de la UIS se tienen como dispositivos de acceso los PC's y los diferentes tipos de teléfonos IP (AVAYA 9620, 4610, 4621, Wireless, Softphone H.323 con video, softphone SIP y softconsolas) los cuales conforman la capa de acceso de la Red de Telefonía IP interna. Ya afuera de la universidad, la PSTN se comunica con el campus principal por medio de 7 accesos RDSI primarios y 24 troncales CO, y por medio únicamente de troncales CO en las sedes metropolitanas y regionales, por donde se reciben las llamadas desde teléfonos fijos y móviles externos. La diversidad de terminales de acceso con información representada por medio de diferentes tecnologías y protocolos, asemeja al conjunto de estos dispositivos a la capa de acceso de una Red de Próxima Generación.

Aunque la red de datos y voz en la UIS están separadas virtualmente por Vlan's, la información procedente de los terminales internos es transportada a través de la red de datos de la universidad (capa de transporte), la cual, fue modernizada durante la implementación del nuevo sistema de telefonía de tal manera que soportara la integración de nuevos servicios y se acercara al concepto de capa de conectividad de las NGN. En cuanto a la información de voz que se recibe por medio de los accesos primarios y troncales de la red pública, se puede decir que llega directamente a las Media Gateways, las cuales traducen y empaquetan la información para hacer posible su transmisión dentro de la red de datos, usando el protocolo IP.

Dichas Media Gateways, preparan y transmiten los datos hacia los servidores S8730 en el caso del campus principal y S8300 en las demás sedes¹, los cuales traen incluidos en su interior el software encargado de la parte de control, administración y gestión de la red de ToIP (Softswitch), que para el caso de la UIS, como se dijo en otro aparte del libro, es el Communication Manager. En dichos servidores se realiza la señalización de la información, y se determina la ruta a seguir para alcanzar su destino final según el protocolo de servicio, que para audio y telefonía serían los protocolos H.323 y SIP; ya sea, que dicha información vaya dirigida hacia el interior o exterior de la universidad, garantizando confiabilidad en la prestación del servicio.

¹ Para saber más acerca de dichos servidores se recomienda mirar la Documentación Técnica entregada como anexo a este trabajo de grado.

Luego que el Communication Manager (CM) (que cumple funciones similares a las de la capa de control y gestión de las NGN), ha dispuesto los recursos necesarios para prestar determinados servicios y se ha determinado el protocolo, los servidores y las aplicaciones requeridas, hace su trabajo y provee de los mismos a quien o quienes los estén solicitando dentro o fuera de la universidad.

Los servidores que prestan algunos de los servicios de telefonía en la UIS, y que en analogía se podría decir que conforman la capa de servicios y aplicaciones desde la perspectiva de las NGN son: el Intuity Audix para el sistema de mensajería unificada, el servidor de tarificación de nombre Dalí, el servidor SIP, el servidor S8730 y el S8300 (este último trae incluido el SIP y el H.323); donde estos dos últimos además de contener el CM¹, también traen las aplicaciones embebidas que permiten los protocolos SIP y/o H.323. Todos los servidores nombrados hasta el momento son accedidos y administrados a través de la red LAN. Para más detalles ver el capítulo 3 del presente libro o la documentación técnica entregada a la UIS como anexo a este trabajo.

Con esto queda descrito de manera global el funcionamiento de la nueva red de telefonía IP en la Universidad Industrial de Santander, la cual como se pudo observar, fue implementada bajo la concepción de Redes de Próxima Generación.

2.3 Redes de próxima generación Vs. La Red de Telefonía sobre IP en la

UIS

Si se analiza el concepto de red de próxima generación de la ITU, es evidente que se visualiza como una red que permite integrar varios servicios y aplicaciones, garantizando calidad de servicio y permitiendo a los usuarios acceder a dicha red desde cualquier terminal en cualquier parte del mundo; lo que significa una disminución considerable de gastos económicos en servicios e infraestructura para las organizaciones, y la oportunidad de ofrecer nuevos servicios más fácilmente.

Si se observa, la nueva red de telefonía IP implementada en la UIS, se puede apreciar que cumple con muchas de las características necesarias para considerarse una red orientada a próxima generación o al menos el primer paso hacia la migración a NGN.

¹ El Communication Manager (CM), además de softswitch trae embebidas varias aplicaciones como el ACD (Distribuidor automático de llamadas), para el Call Center; Coverage paths (Rutas de cobertura), utilizados en el sistema Audix y otras aplicaciones; pickup groups (grupos de captura),... entre otros; sirviendo también en la capa de servicios para la concepción de las NGN.

Al realizar la modernización de la infraestructura de datos de la universidad, se tuvo en cuenta el desarrollar una red que sirviera de medio de transmisión no solo para los servicios actuales, sino que soportara muchas más aplicaciones garantizando confiabilidad en la prestación de los servicios. Esto quiere decir, que en la actualidad si se desean implementar nuevos servicios en la universidad, no es necesario acondicionar toda una infraestructura para poder hacerlo, sino simplemente se necesita el servidor de la aplicación y los terminales de acceso, pues el medio por donde se va a transmitir dicha información, ya se encuentra proporcionado. Esta característica de la red corresponde a una de las especificaciones que se deben cumplir para decirse que se está migrando a NGN.

La red actual de la UIS, cuenta con la convergencia de varios servicios para los usuarios, como lo son: la transmisión de datos (PC's), Voz (teléfonos IP), videoconferencia (a través de los Softphones), telefonía tradicional (interconexión a la PSTN por medio de primarios y troncales), ... entre otros; lo cual confirma una vez mas que en la UIS se está viviendo un proceso de migración hacia redes de próxima generación, hecho que también es confirmado por la característica de movilidad para los usuarios, de la cual también se beneficia la comunidad universitaria, gracias a que en el nuevo sistema de telefonía IP las extensiones no se encuentran totalmente ligadas a un punto de red fijo, sino que se programan directamente en el teléfono independientemente del lugar donde se encuentre; además, que se cuenta con teléfonos IP wireless, y teléfonos Softphone, por medio de los cuales se puede acceder a los servicios de la planta telefónica aprovechando la red inalámbrica de la UIS¹.

Por último, cabe recalcar que la voz en la UIS al permitir la integración de servicios de diferente tipo (mensajería, identificación de llamadas, enrutamiento, señalización, política de QoS... etc) y al ser independiente de la capa de transporte; se encuentra acondicionada para soportar nuevos desarrollos. Todas estas características convierten a este sistema de telecomunicaciones en un avance significativo de la universidad en su proceso de migración a redes de próxima generación.

¹ Actualmente la universidad no cuenta con una red inalámbrica con suficiente cobertura; sin embargo, se espera que en poco tiempo se pueda suplir esta necesidad.

3. INFRAESTRUCTURA Y DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LA RED ToIP EN LA UIS

Con este capítulo se pretende explicar de manera global todo el proceso de implementación del nuevo sistema de telecomunicaciones de la UIS, desde la adaptación de la red de datos para que estuviera en la capacidad de soportar la nueva red de telefonía IP, hasta cómo quedó implementado dicho sistema, todo esto explicado de una manera sencilla para que el proceso de apropiación de los conocimientos resulte más cómodo para el lector, resaltando los aspectos más importantes de dicha implementación, y apropiándose de los conocimientos estratégicos acerca de la arquitectura y funcionalidad de dicha red.

3.1 DOCUMENTACIÓN DE LA MODERNIZACIÓN DE LA RED DE DATOS.

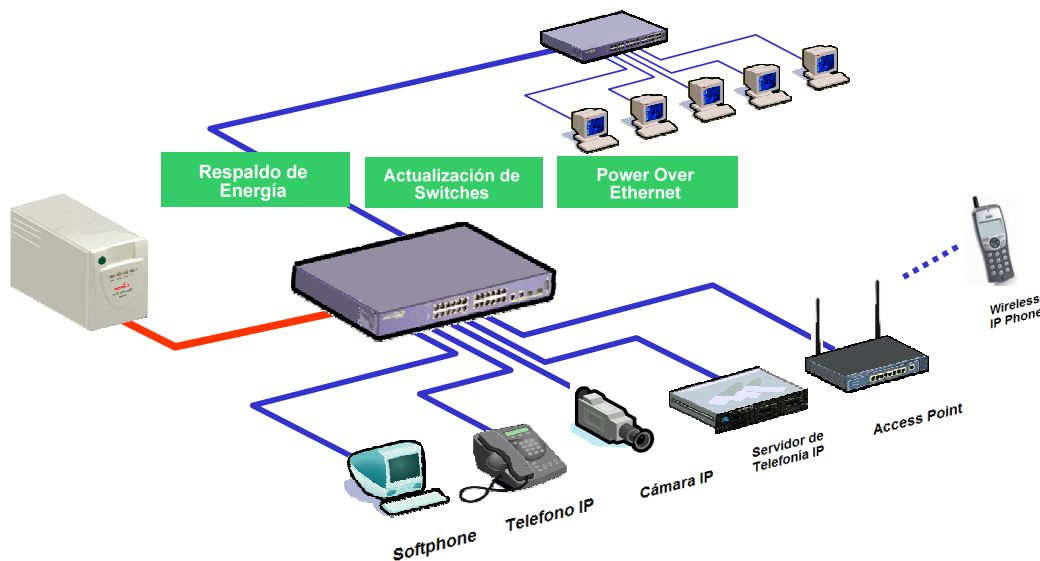


Figura 3.1 Infraestructura general de la red de ToIP de la UIS.

En la antigua red de conmutación de paquetes de la Universidad Industrial de Santander se transportaban datos provenientes de computadoras personales, impresoras y diferentes dispositivos de datos, por lo que éstos eran soportados por equipos con calidad de servicio en capa 1 y con 20 años de uso, como lo eran los hub's (concentradores) y algunos switches con limitaciones en su configuración y estructura, también se disponía de switches más modernos

como los 3com Gigabyte, cuya configuración soporta una calidad de servicio superior a los anteriores.

La infraestructura de datos de la Universidad Industrial de Santander, al momento de plantearse la implementación de la telefonía IP se encontraba conformada por dispositivos que no cumplían las especificaciones pertinentes para el servicio a transportar estando algunos de éstos casi obsoletos, por tal razón, se comprendió que para ofrecer una calidad de servicio adecuada a los usuarios al momento de utilizar dicho sistema telefónico, se debía modernizar primero la red de datos de la universidad cumpliendo con ciertos estándares, especificaciones (capítulo 4) y técnicas que asegurasen el correcto funcionamiento del servicio de comunicación a implementar.

Dicha modernización se inició con el estudio de la red existente para determinar los dispositivos que deberían ser retirados y reemplazados por unos de mayor funcionalidad y operatividad, además, se debía escoger el switch que se encargaría del tránsito de los paquetes de voz.

A continuación se documenta detalladamente el proceso de modernización de la red de datos de la Universidad Industrial de Santander.

3.1.1 ESTRUCTURA ANTIGUA DE LA RED DE DATOS

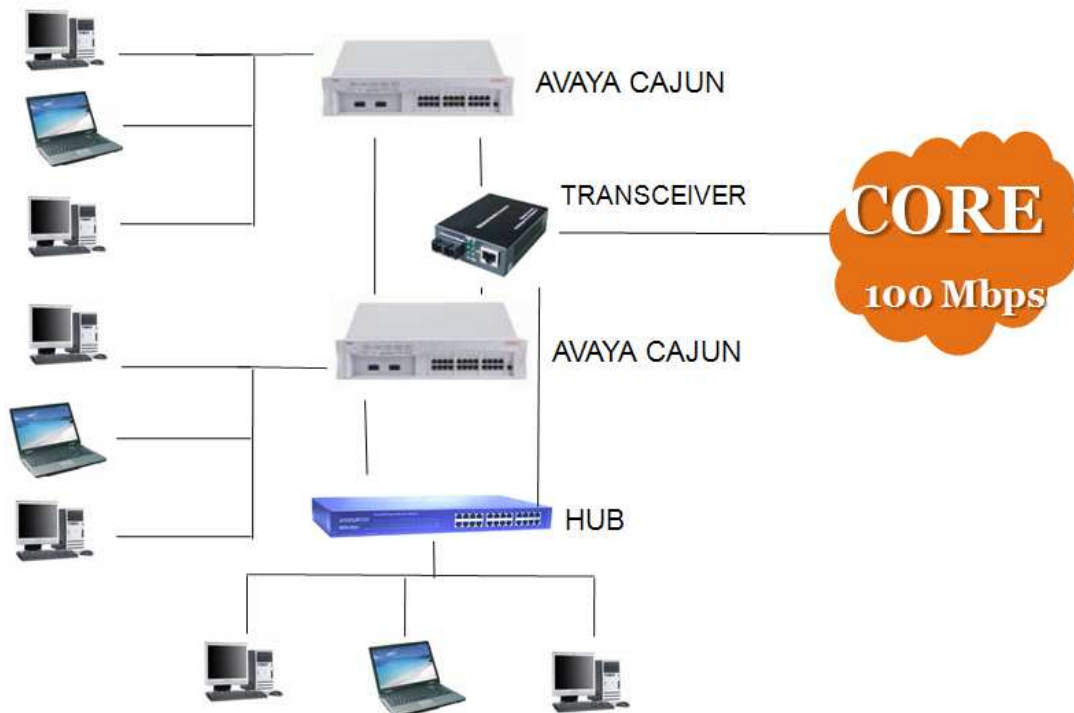


Figura 3.2 Estructura antigua de la red de datos de la UIS

En la figura se puede apreciar que el tráfico de datos era efectuado por switches Avaya, Cajun, 3com,...etc.; los cuales poseen velocidades de transmisión de 10/100 Mbps y aún son funcionales; y por hub's, que son considerados dispositivos no funcionales debido a que no evita que los paquetes de datos que son emitidos de un usuario a otro sean transmitidos a todos los puertos, lo que hace que el tráfico de dichos paquetes aumente en la red y se generen retardos, colisiones y pérdidas de la información en la misma.



Figura 3.3 Interconexión entre los switches de borde y el Core por medio de un Transceiver.

En la figura 3.3 se puede identificar que los switches de borde y hub's se conectaban con el Core por medio de un transceiver, es decir, del Core salía un hilo de fibra óptica que recorría el campus hasta el centro de cableado; y como ninguno de los dispositivos en el cuarto de cableado contaba con un módulo para la conexión de fibra, era necesario utilizar un dispositivo que recibiera la fibra y la transmitiera por medio de un puerto UTP, al cual se conectarían los switches y hub's para proveerles el servicio.

El Core que poseía la UIS transmitía a una velocidad de 100Mbps, lo cual ya se consideraba poco para la cantidad de información que transitaba por la red de datos de la universidad.

Al analizar detalladamente la composición de la infraestructura de datos del centro educativo, se determinaron una serie de cambios a efectuar para que la implementación del servicio de telefonía IP fuera posible.

En la siguiente sección se especificarán los cambios efectuados a la red de datos y la estructura final de la misma.

3.1.2 ESTRUCTURA DE LA RED DE DATOS AL FINALIZAR LA MODERNIZACIÓN DE LA MISMA

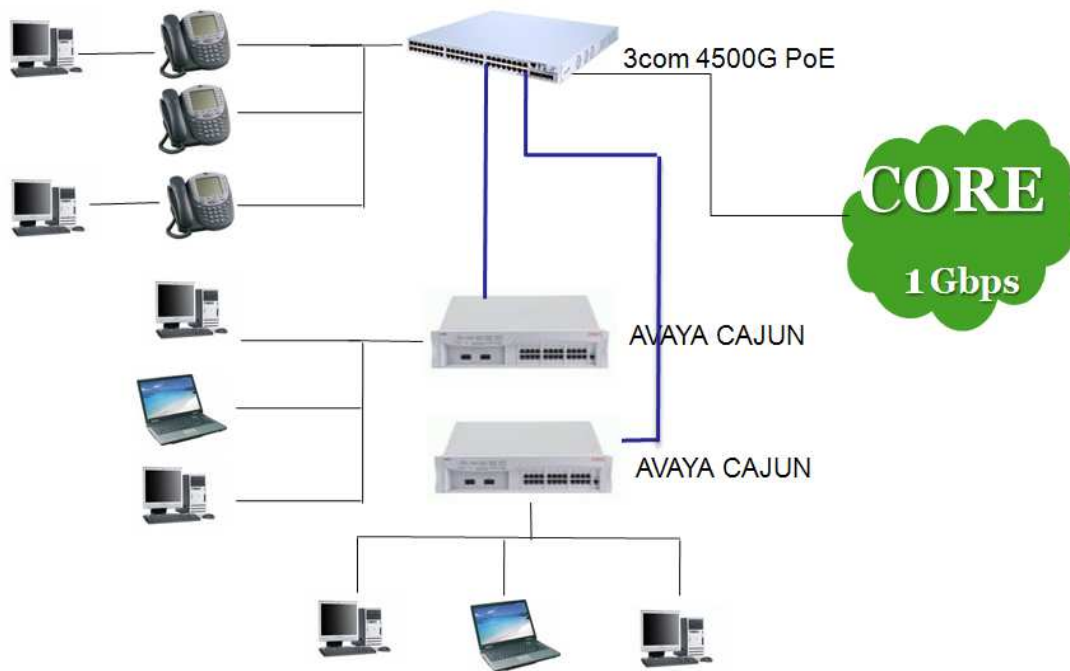


Figura 3.4 Estructura de la red de datos de la UIS después de ejecutada la modernización de la misma.

En la figura 3.4 se ilustra la estructura de la actual red de datos de la universidad. En esta parte del libro se especificará detalladamente el proceso llevado a cabo para lograr la modernización de dicha red de datos.

El primer paso fue retirar aquellos dispositivos como los hub's que no aportaban funcionalidad ni operatividad en pro de mejorar la velocidad de

transmisión de datos, además, éste dispositivo no evitaba la congestión de la red. Luego de retirados los hub's y switches obsoletos, se procedió a reubicar los puntos de red de los usuarios finales que se encontraban conectados a ellos.



Figura 3.5 Proceso de desconexión de los dispositivos a retirar y reemplazar.

Los usuarios de datos fueron ubicados en los switches que poseían características necesarias, en cuanto a funcionalidad y operatividad; si la demanda de usuarios superaba el número de puertos de dichos switches, se instalaba un nuevo switch 3com 4500G NoPoE para proveer conectividad a todos los usuarios de datos que lo necesitasen en cada uno de los edificios del campus universitario. Para la modernización de la red de datos con los switches 3com 4500G No PoE, se configuraron las Vlan de los equipos que ya se encontraban en los centros de cableado, para asegurar la conectividad en las mismas condiciones para los usuarios.

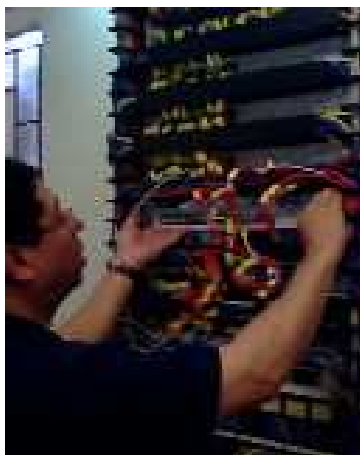


Figura 3.6 Instalación de los switches 3com 4500G No PoE, para la conectividad de usuarios de datos.

El switch designado para realizar la transmisión de la voz fue el 3com 4500G PoE, y según el caso y la demanda de extensiones de cada edificio, sería de 24 ó 48 puertos. En el capítulo 4, se explicarán las especificaciones técnicas que requería el proyecto, las cuales eran cumplidas a cabalidad por el switch 3com 4500G PoE, lo cual ofrecía estabilidad en la prestación del servicio de telefonía IP.

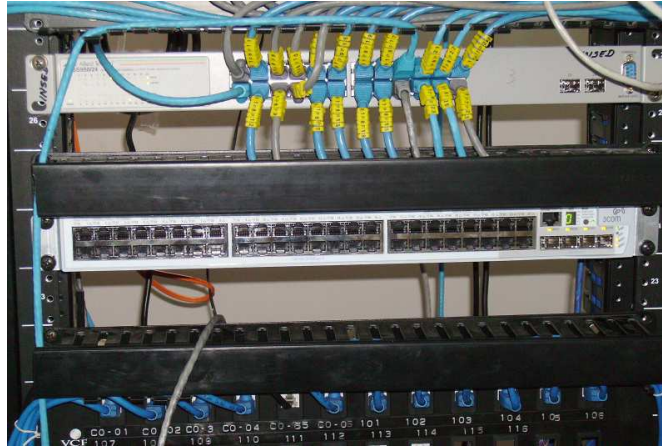


Figura 3.7 Switch 3com 4500G PoE instalado en el rack del INSED.

Luego de instalados los switches 3com 4500G PoE, se procedió a llevar a cabo la configuración de los mismos. A continuación se detallan algunas de las políticas utilizadas a la hora de configurar los switches 3com 4500G PoE.

- ✓ Sistema operativo: los switches se actualizaron al último sistema operativo disponible en la Web de 3com.
- ✓ IP/NAME: se establece la Vlan 1 como Vlan de administración de los Switches con direccionamiento 192.168.5.X/255.255.255.0.
- ✓ Acceso: se realizó la configuración para asegurar el acceso por consola y por VTY.
- ✓ Configuración de Vlans: Para la Vlan de VoIP se crearon 5 Vlan para el campus, 3 Vlan para las sedes de las áreas metropolitanas y 4 Vlans para las sedes regionales, las cuales son suficientes para aislar el tráfico de data de usuarios con la data de voz. Para el campus se crearon las Vlan 14, 15, 16, 17, 120.
- ✓ Configuración de puertos: Dependiendo del tipo de tráfico, la configuración de los puertos del switch 3com 4500G PoE variaba; a

continuación se especifica en que caso se configuraba un determinado tipo de puerto.

- Puerto tipo Trunk: se configuraron puertos tipo trunk para las interconexiones entre switches, las interconexiones entre los switches y el Core, y la configuración de los miembros del clúster.
 - Puerto tipo Hibrido: se configuraron con este tipo de puertos a aquellos que iban conectados a los teléfonos IP de Avaya y clientes PC.
- ✓ Configuración de la política de QoS: se configuró la clase, el comportamiento del tráfico y la política.

Un aspecto importante dentro del desarrollo de ésta tarea fue el conocer la funcionalidad del teléfono IP como switch, es decir, los usuarios dentro del campus que en sus oficinas y lugares de trabajo cuentan con un computador y una extensión telefónica, no necesitan tener instalados dos puntos de red para obtener los beneficios de ambos servicios (el servicio de transmisión de datos y el servicio de telefonía IP), simplemente se conecta el punto de red existente al teléfono IP del usuario, y el computador se conecta a dicho teléfono por medio de un puerto para PC que este nuevo equipo telefónico posee.

Es necesario recalcar que en este tipo de conexión el equipo al que va conectado el teléfono IP (en este caso el switch 4500G PoE) prioriza los paquetes de voz frente a los de datos, lo que significa que si se utiliza un teléfono IP y al mismo tiempo se envía un correo, el switch transmitirá primero la información de la voz debido a la política de calidad de servicio que se configuró en dicho equipo.

Por último, se realizó el reemplazo del switch Core de 100Mbps por un switch Core que transmite a 1Gbps. La conexión con el Core también cambió, ahora los switches 3com 4500G se conectan directamente a éste gracias al módulo de fibra óptica que viene incorporado en la parte frontal de dicho switch. En este caso para proveer el servicio de telefonía a los demás switches, éstos últimos fueron conectados a puertos del switch 3com 4500G PoE.

Esta modernización de la red de datos se llevó a cabo con la visión de no solo soportar el servicio de telefonía IP con el que se cuenta actualmente en la universidad, sino también, de dotar la red de tal manera que fuese capaz de soportar el tráfico de diferentes aplicaciones y servicios, los cuales ya se han

venido desarrollando en los grupos de investigación y que ahora cuentan con la infraestructura técnica necesaria para que sean implementados en la UIS.

3.2 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO DE TELEFONIA SOBRE IP EN LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER.

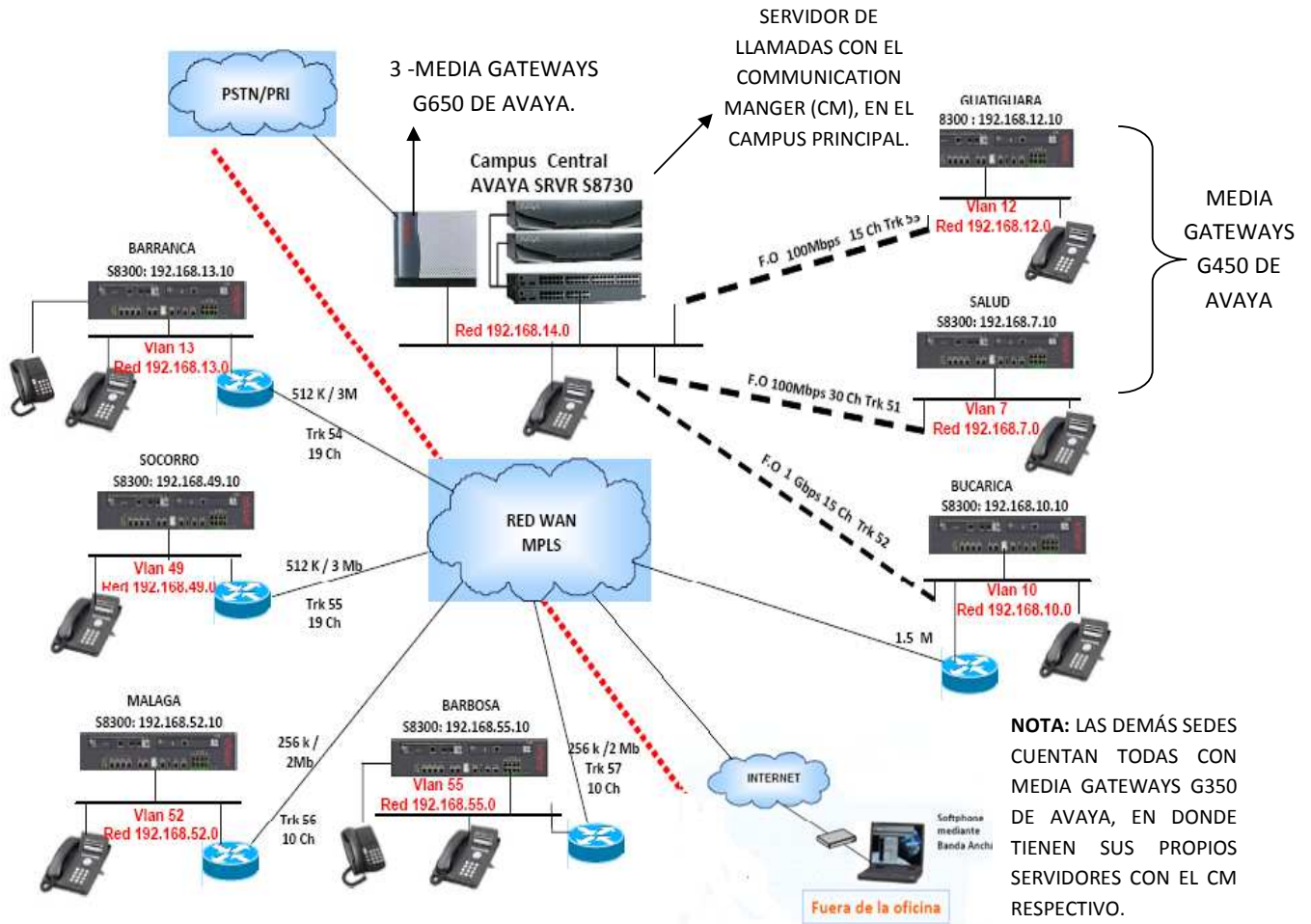


Figura 3.8 Gráfica general del proyecto de ToIP (cortesía de ASSENDA S.A con algunas modificaciones).

La descripción que se hará a continuación respecto a la implementación de la planta de ToIP se tomó directamente de la documentación técnica que se entregó como anexo de este proyecto de grado a la División de Mantenimiento Tecnológico de la UIS¹, omitiendo los aspectos más específicos que dicha

¹ Ver el libro: Documentación Técnica de la Implementación de la Red de ToIP en la Universidad Industrial de Santander, entregado como anexo de este trabajo de grado.

documentación trae y resaltando los aspectos más importantes de la implementación de la nueva red.

Lo que se busca con este aparte del libro es dar una idea global de cómo quedó implementada la solución de telefonía sobre IP en la UIS, es decir, la topología de la red, algunas características generales de este nuevo sistema y la distribución del mismo en las diferentes sedes de la universidad.

Dentro de los aspectos más relevantes que se tendrán en cuenta se tienen: la explicación general de la solución en las distintas sedes, la topología física de la red de ToIP; la función, distribución y conexión de servidores y equipos de ToIP en la universidad, la capacidad de crecimiento del campus principal y, algunas experiencias y detalles importantes durante la implementación de la red.¹

Si se pidiera describir el proyecto en una sola imagen sería la mostrada en la figura 3.8. Para comprender esta gráfica es importante saber que la tecnología en la que está basada la nueva planta de telefonía IP (ToIP) es la misma tecnología de la red de datos, ósea, conmutación de paquetes; una tecnología totalmente diferente a la que se venía trabajando en la anterior red telefónica basada fundamentalmente en conmutación de circuitos, haciendo de esta forma, que estas dos redes, la antigua y la nueva, sean completamente diferentes e independientes. Según lo anterior, se podría entender que la nueva red de telefonía se encuentra soportada sobre la red de datos de la universidad, y por tanto, el primer paso dentro del desarrollo del proyecto fue fortalecer dicha red para que permitiera el óptimo funcionamiento de la nueva planta de ToIP, como se pudo evidenciar en el numeral 3.1.

Dos de las grandes ventajas dentro de la UIS del hecho de que el nuevo sistema de telefonía funcione sobre la red de datos es el aprovechamiento de la red inalámbrica² y la no dependencia del lugar en donde se puedan tener los terminales. Para el primer caso aparecen no solo los teléfonos wireless, sino también se puede hacer uso de los teléfonos softphones en forma de teléfonos inalámbricos en cualquier lugar donde haya cobertura de red dentro del campus universitario; permitiendo de esta manera, su uso en diferentes lugares de la universidad, ya sea en la biblioteca, en centros de estudio, en oficinas y en general en cualquier lugar del campus que tenga dicha cobertura. Para el

¹ Para conocer más detalles de la implementación de la red de ToIP de la que se hablará a continuación, se recomienda ver la documentación técnica entrega a la División de Mantenimiento Tecnológico de la UIS.

² Actualmente la universidad no cuenta con una red inalámbrica con suficiente cobertura; sin embargo, se espera que en poco tiempo se pueda suplir esta necesidad.

segundo caso en lo referente a la dependencia del lugar, tema que también se trato de alguna manera en el primer caso, se podría decir que gracias a que el nuevo sistema de telefonía se basa en protocolos TCP/IP, y también, gracias a que los terminales telefónicos funcionan como pequeños computadores con direcciones IP y direcciones MAC, su funcionamiento no se encuentra limitado al lugar donde se ubique el terminal, y contrario al anterior sistema que el cambiar de sitio un terminal telefónico significaba cambiar el cableado correspondiente en el rack, y que una vez cambiado el usuario tenía fija la extensión en ese lugar, ahora, con el nuevo sistema de ToIP al igual que con un computador los enrutadores direccionan las IP de los terminales y los switches las direcciones MAC de los mismos, y por tanto, no están limitados al lugar donde se encuentren dichos terminales mientras estén dentro de la red de datos de la universidad, siendo esta una gran ventaja no solo en aspectos de administración, sino también, en lo relacionado a la prestación de un mejor servicio a los usuarios.

De forma general se puede describir el proyecto en las siguientes palabras basándose en la figura 3.8. El campus principal se conecta desde la red telefónica conmutada pública (PSTN o Public Switched Telephone Network) a través de 7 accesos RDSI Primarios (Primarios o Pri) y 24 troncales analógicas, donde cada primario cuenta con 32 canales de los cuales 30 pueden ser utilizados para conversaciones telefónicas, transmisión de fax, datos, video y acceso a internet (diferente a los E1 – MFC-R2 que transmiten o solo voz o solo datos), y los otros dos canales que serían básicamente usados para señalización y sincronismo. Por lo tanto y según lo anterior, en el campus principal pueden existir hasta 210 llamadas de los 7 Pri más las 24 de las troncales, es decir, 234 llamadas al mismo tiempo desde y hasta la red telefónica pública. Sin embargo, es importante saber que solo las 210 líneas de los 7pri interactúan directamente con los servidores del sistema de ToIP (el del Communication Manager (CM) y/o el del SIP), ya, que las 24 troncales son líneas directas y analógicas independientes del tipo de tecnología de la planta anterior para el caso en que el sistema de ToIP falle por algún motivo, según lo decidió la universidad en el momento de implementar la solución. Aunque también, dichas troncales pueden ser usadas como entrada o salida de llamadas del equipo nuevo debido a que las tarjetas utilizan puertos destinados para este servicio¹ y de esta manera, podrían interactuar con el Communication Manager (CM) y/o el SIP del sistema de ToIP, pero obviamente

¹ Ver la descripción de las tarjetas TN793 y TN747 en la documentación técnica entregada a la División de Mantenimiento Tecnológico de la UIS, o en los manuales de Avaya.

ya no funcionarían en el momento en que ocurra una falla en el servidor de la nueva planta telefónica.

Para el caso de las sedes diferentes al campus principal, como se verá en capítulos posteriores, existen solo troncales externas del tipo CO que llegan desde la PSTN hasta dichas sedes, es decir, por el momento ninguna de éstas posee primarios, y las llamadas salen a través solo de sus troncales; además, todas las sedes de la universidad cuentan con sus propias Media Gateways y Media Servers, permitiendo de esta manera, una completa autonomía en caso de problemas de red en la planta del campus principal.

Ya dentro de la universidad, las llamadas se mueven a través de la red de datos en forma de paquetes interactuando con la planta de ToIP del campus principal y de las diferentes sedes como si se tratara de una sola red, permitiendo de esta forma, hacer llamadas entre las mismas sin ningún costo adicional. La calidad de dichas llamadas dentro del sistema de ToIP depende fundamentalmente del ancho de banda, del tráfico y del criterio de priorización de los paquetes de voz.

La UIS cuenta actualmente con un cableado propio de la red de datos que se extiende desde el campus principal hacia las sedes del área metropolitana a través de enlaces de fibra óptica con anchos de banda correspondientes a 1Gbps para la sede de Bucarica y un ancho de banda de 100Mbps para las sedes de Salud y de Guatiguará; además, de un incremento en el ancho de banda dentro del mismo campus principal de 100Mbps a 1Gbps. Estos valores son realmente altos haciendo muy difícil los retardos y las pérdidas de paquetes de voz dentro de las sedes nombradas anteriormente debido al escaso tráfico comparado con tan elevados anchos de banda dentro de la red LAN de la universidad, tanto, que casi se podría decir que es innecesario el criterio de priorización de paquetes de voz, y que más bien éste se implementó pensando que en un futuro dicha red llegase a sufrir de un tráfico interno considerable; aunque también, se hizo por que dicho criterio es una de las tantas características fundamentales que diferencian a la Telefonía sobre IP de la Voz sobre IP, razón por la cual, era indispensable su configuración.

Hasta ahora se ha hablado de la red que tiene cableado propio de la UIS y que corresponde a las sedes principal y de área metropolitana; sin embargo, la UIS también tiene varias sedes regionales que están comprendidas en las sedes de Barbosa, Málaga, Socorro y Barranca, para las cuales no se cuenta con cableado propio para su interconexión, y por tanto, surge la necesidad de alquilar una red privada WAN de una empresa prestadora de servicios de comunicaciones. El enlace entre las sedes regionales y las otras sedes que cuentan con cableado propio, se hace a través de dicha red WAN que se

conecta a la red LAN de la UIS por medio del router ubicado en la sede de Bucarica como se puede ver en la figura 3.8.

La red WAN fue ampliada y migrada por la universidad para este proyecto; en la grafica 3.8 se pueden apreciar los anchos de banda finales adquiridos por la Universidad: 3 Mbps para las ciudades de Barrancabermeja y El Socorro y 2 Mbps para Barbosa y Málaga (Frente a 1 Mbps y 512 Kbps de la red inicial); de estos anchos de banda totales se destinaron para uso exclusivo de los flujos de Voz IP los siguientes anchos de banda: 512 Kbps para Barranca y Socorro y 256 Kbps para Barbosa y Málaga. Las modificaciones realizadas a la red WAN además de aumentar el ancho de banda de los enlaces, permitieron adoptar la última tecnología disponible para enlaces WAN, es decir: MPLS, la cual, se adapta perfectamente con la tecnología de voz implementada. Esta tecnología permitió destinar anchos de banda específicos para los flujos de voz IP, designándoles las prioridades y las calidades requeridas para el paso de la misma.

En la figura 3.8 se puede apreciar la cantidad de canales de voz dedicados a cada conexión. Como se explica en la documentación técnica de este proyecto, para la conexión WAN se emplearon códecs G.729 los cuales ocupan, para cada llamada y para esta tecnología específica, 27 Kbps de ancho de banda en total, así, para un canal dedicado de 512 Kbps, se pueden pasar máximo 19 conversaciones IP simultáneas y 9,48 para un canal de 256 Kbps. Estos canales se podrían aumentar más si se requiere, aunque esto podría implicar una disminución en el ancho de banda en la parte de datos. Sin embargo, otra opción sería cambiar los códecs por unos que compriman más los canales de voz pero que posiblemente no garanticen la mejor calidad. Las cantidades de canales simultáneos por sede, fue una decisión que adoptó la universidad más por asuntos administrativos que por limitaciones de la tecnología empleada, ya que como se dijo, es solo necesario adjudicar más ancho de banda, para que se amplíen los canales, según la necesidad que se tenga en un momento dado.

También se observa en dicha figura cómo desde la red de internet se puede tener acceso a la red de datos de la universidad, y por tanto, a la red de telefonía sobre IP. Esto, se logra por medio de una VPN (Virtual Private Network) que permite al administrador controlar la planta de telefonía sobre IP y a los usuarios que tengan estas VPNs disfrutar de los servicios de dicha planta desde cualquier parte a través de la red global de internet, convirtiendo esta herramienta en una de sus principales ventajas frente al antiguo sistema de telefonía. Otra de las posibles formas para acceder a la planta de ToIP sería por medio de NetMeeting, aunque solo sería para efectos de administración de la misma, y no para la prestación de servicios a los usuarios.

Algo que es importante tener presente, es el hecho de que la red de ToIP a pesar de estar sobre la red de datos, está separada de la misma de manera virtual, es decir, en la universidad se usan VLANs diferentes para ambas redes, como se explicó en otro aparte de este libro. En la figura 3.8 se pueden observar las distintas VLANs de voz para las sedes metropolitanas y regionales, y aunque no se muestran dentro de la gráfica, también se encuentran distribuidas de estas VLANs para los diferentes edificios del campus principal. [Ver anexo 2].

Con lo anterior, se da una visión general de cómo se encuentra implementada la solución de Telefonía sobre IP en la Universidad Industrial de Santander. En los siguientes capítulos se entrará en más detalles y se hablará de temas más específicos.

3.2.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LA PLANTA DE TELEFONÍA SOBRE IP EN LA SEDE DEL CAMPUS PRINCIPAL.

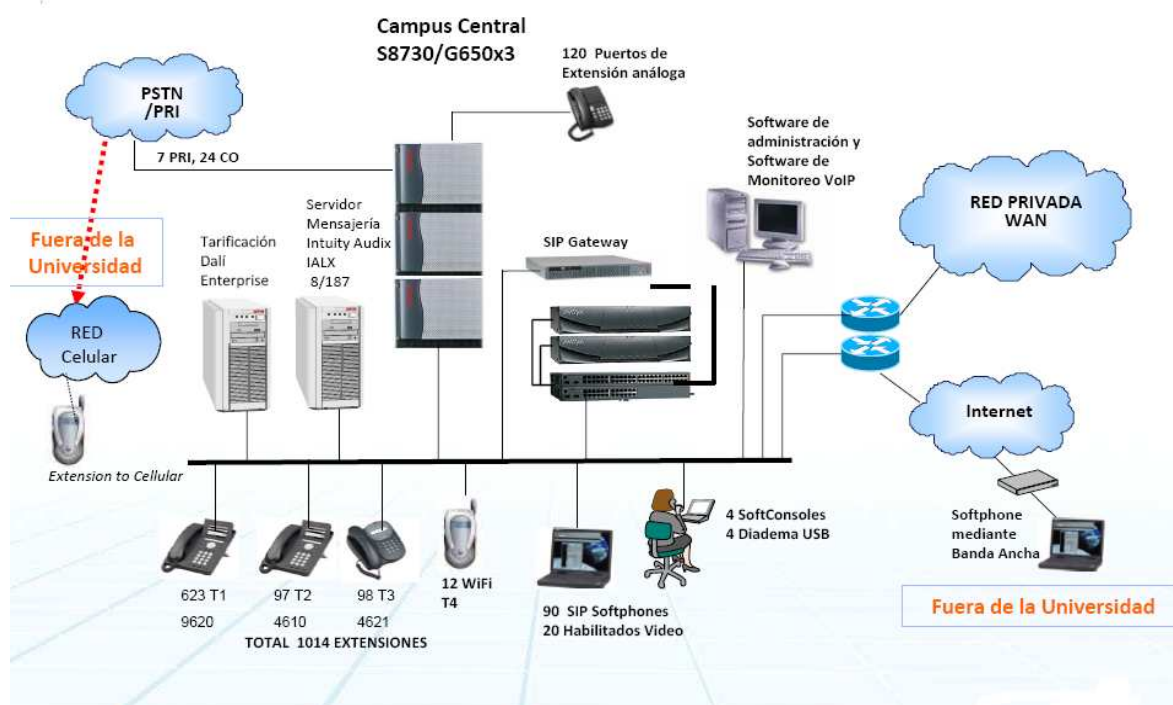


Figura 3.9 Gráfica general de la red de ToIP del campus principal. (Cortesía de ASSENDA S.A.)

En la figura 3.9 se puede observar cómo está implementada la red de ToIP en el campus principal. Como se había hablado antes al campus principal entran 7 primarios y 24 troncales desde la PSTN al nuevo sistema telefónico, y del sistema telefónico se interactúa con la red LAN, la red WAN privada, y en el caso de VPNs, con la red de internet hasta llegar a los diferentes terminales de los usuarios. Como se dijo en capítulos anteriores, para el caso de las 24 troncales realmente funcionan como líneas directas del tipo del sistema de telefonía anterior y no interactúan con los servicios de la planta de ToIP. Además, otro aspecto importante a tener en cuenta de la planta de ToIP del campus principal, es que cuenta con un sistema DISA (Direct Inward System Access) que le permite a los usuarios marcar la extensión cuando la operadora automática conteste sin necesidad de transferirle la llamada al conmutador, evitando de esta manera, que las llamadas entren en cola y tengan que esperar a que la operadora del conmutador las pueda atender, permitiendo un mejor tráfico y prestando un mejor servicio.

3.2.2 SERVIDORES Y EQUIPOS EN GENERAL DENTRO DEL CAMPUS PRINCIPAL.

En este campus se encuentra la mayor concentración de terminales telefónicos, y por tanto, se requiere de una red mucho más robusta. Como primera medida el campus principal cuenta con tres Media Gateways G650 (ver figuras 3.9 y 3.10.a) donde se encuentran las distintas tarjetas del sistema telefónico¹. Se tienen dos servidores S8730 del Communication Manager (CM) que manejan todo el sistema de telefonía, incluyendo el protocolo H.323 para el Audio; donde uno de los dos está como servidor de redundancia para el caso de fallas (ver figuras 3.9 y 3.10.b). Es importante saber que en la actualidad la solución de ToIP de la UIS quedó funcionando en su gran mayoría con este protocolo. Por otro lado, se cuenta también con un servidor SIP (ver figuras 3.9 y 3.10.c) que se implementó para que la red de ToIP también pueda funcionar con dicho protocolo, y fue pensado más para desarrollos o implementaciones futuras aunque actualmente la mayoría de los softphones se manejan con tal protocolo. Otros servidores que se instalaron, fueron el Intuity Audix (ver figuras 3.9 y 3.10.d) para el sistema de mensajería unificada, y el servidor de tarificación de nombre Dalí (ver figura 3.9 y 3.10.e). Todos los servidores nombrados hasta el momento son accedidos y administrados a través de la red

¹ Estas tarjetas se analizan con más detalle en la documentación técnica entregada a la División de Mantenimiento Tecnológico de la UIS.

LAN como se muestra en la figura 3.9, y con las direcciones IP que se muestran en la figura 3.10

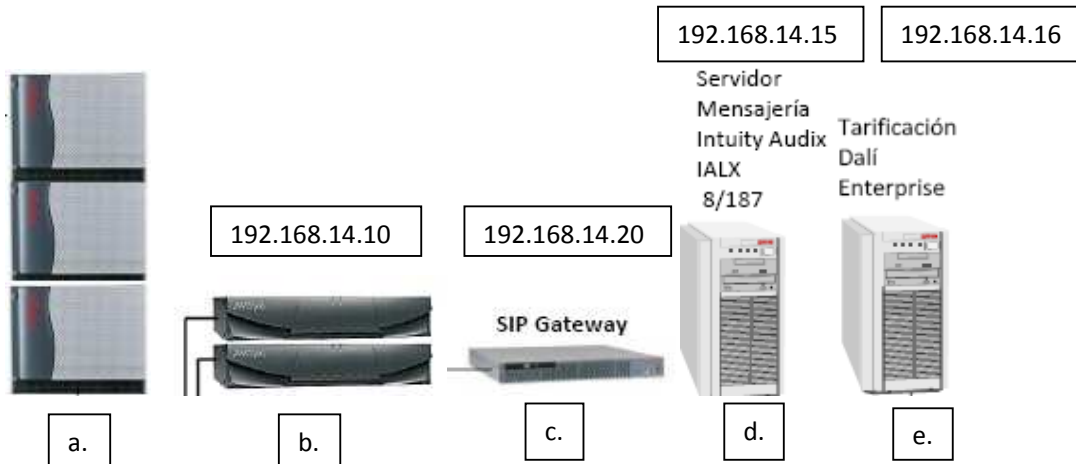


Figura 3.10 Servidores campus principal. a) Media Gateways G650. b) Servidores S8730. c) Servidor SIP. d) Servidor de mensajería unificada Intuity Audix e) Servidor de tarificación Dalí.

En el caso del servidor S8730 y el servidor Audix, lo más recomendable es usar el software de administración ASA (Avaya Site Administration), que básicamente es un emulador de terminal para el manejo remoto del CM ^[16]. En el caso del servidor SIP y el servidor de tarificación Dalí se administran directamente desde la web (ver en el manual del ASA 5.0 de la UIS ^[16], en el capítulo creación de una extensión SIP, y ver los manuales del Dalí).

Todos los servidores y Media Gateways de la planta de ToIP del campus principal nombrados anteriormente se encuentran en el CENTIC, ya, que es el lugar que cuenta con las mejores condiciones de control, de seguridad y tecnología para poder tenerlos. Más adelante se verá cómo están conectados todos estos equipos en el respectivo rack.

3.2.3 CAPACIDAD DE CRECIMIENTO EN EL CAMPUS PRINCIPAL.

Respecto a la cantidad de extensiones dentro del campus principal, actualmente se cuenta con licencias para 1128 extensiones de las 12000 extensiones IP posibles en el servidor S8730, las cuales también están limitadas en capacidad de crecimiento por el plan de marcación de cuatro

dígitos que maneja la universidad a 2900 extensiones de las extensiones posibles anteriormente nombradas, y que se podrían ampliar aún más con solo aumentar los dígitos en el sistema de marcación. Además, es importante saber que la capacidad de crecimiento está relacionado con el tipo de extensión que se requiere (IP, Analógica, softphone H.323 o SIP, etc) y con las tarjetas que se incluyan en las distintas ranuras del Media Gateway G650 de Avaya¹. Por eso, cuando antes se habló de 12000 extensiones se especificó que se trataban de extensiones IP. Este campus por ejemplo, cuenta con 120 extensiones analógicas.

También es importante entender que al aumentar el número de usuarios, en caso de necesitarse, se aumentaría el tráfico de salida y entrada de llamadas haciendo necesario ampliar la cantidad de líneas a central telefónica, dependiendo obviamente de que tanto crecimiento se presente. Al respecto, se recomienda que exista por lo menos una de dichas líneas por cada tres extensiones.

Como se puede observar el campus principal cuenta con una importante capacidad de crecimiento, además, que se tuvo la precaución de analizar el impacto social y las molestias para el personal universitario del hecho que significaba cambiar la numeración que siempre se había venido trabajando en las extensiones con la antigua planta telefónica, haciendo necesario, usar la misma numeración de la planta anterior en la planta actual. Todo esto se hizo pensando en el bienestar de las personas, aunque significó un mayor esfuerzo en la configuración de la planta por parte de la empresa ASSENDA S.A., encargada de la implementación de la solución de ToIP en la UIS.

3.2.4 TERMINALES TELEFÓNICOS EN EL CAMPUS PRINCIPAL.

Respecto a los equipos telefónicos o terminales del campus principal, se cuenta con 5 tipos de éstos, al igual que en todas las sedes de la UIS, según la clasificación que dio la universidad y son: el tipo1= 623 teléfonos AVAYA 9620, el tipo2= 97 teléfonos AVAYA 4610, el tipo3= 98 teléfonos AVAYA 4621, el tipo4=12 teléfonos AVAYA Wireless; y por último, se tienen los teléfonos tipo5= 20 teléfonos Softphone AVAYA con video y más de 90 teléfonos softphone SIP con posibilidad de crecer sin problemas de licencias hasta 1123 (el servidor SIP no tiene problemas con licencias, pero está limitado por el servidor S8730 del

¹ Ver documentación Técnica entregada a la División de Mantenimiento Tecnológico de la UIS y manuales de Avaya acerca de los Media Gateway G650.

CM como se verá más adelante, y por tanto, pueden existir tantos softphones SIP como licencias activas en el servidor S8730). Además de los equipos nombrados anteriormente, el campus principal cuenta con un conmutador con dos operadoras, y por tanto, 2 softconsolas activas para atender las llamadas entrantes a la UIS; sin embargo, también cuenta con otras 2 softconsolas para ampliar a cuatro el número de operadoras más adelante. Todo lo anterior se puede observar en la figura 3.9.

Para conocer acerca de los terminales telefónicos nombrados anteriormente, se recomienda ver los manuales de instalación, configuración y funcionamiento de los teléfonos hardphone y softphones Avaya y SIP creados para la UIS [17] y [18]. En lo referente al manual de uso de las softconsolas no se creó ninguno, ya, que se hizo una capacitación personalizada de las operadoras.

3.2.5 DISTRIBUCIÓN Y CONEXIÓN DE LOS EQUIPOS DE ToIP QUE SE ENCUENTRAN EN EL RACK DEL CENTIC.

En este capítulo lo que se busca es saber cómo están distribuidas todas las partes de la planta de ToIP en el CENTIC, es decir, servidores, Media Gateways, tarjetas, switches, y entender cómo todo esto se encuentra interconectado en el bastidor o rack.

Con este capítulo se podrá tener una idea más completa acerca del funcionamiento de la planta telefónica en la sede principal, que es donde está contenida la mayor cantidad de extensiones de la universidad y donde la implementación, es por esa misma razón, la más compleja de todo el proyecto.

3.2.5.1 DISTRIBUCIÓN DE LOS SERVIDORES EN EL RACK DEL CENTIC.

En la figura 3.11 se puede ver cómo están distribuidos los servidores en el rack del CENTIC. Según la figura, los diferentes servidores en el rack están todos por separado, muy diferente a la implementación que se realizó en las demás sedes que se verán más adelante.

En la foto de la figura 3.11, también se señala algo que realmente no tiene que ver con la distribución del rack, y es lo concerniente a la ventilación vertical; el objetivo de señalarlo es para indicar que el CENTIC cuenta con las mejores condiciones no únicamente de seguridad y control, sino que también cuenta

con las mejores condiciones ambientales, permitiendo de esta forma, no solo una ventilación horizontal como en la mayoría de los casos, sino también una ventilación vertical para asegurar que no haya calentamiento en las partes más bajas del rack donde la ventilación horizontal no es eficiente. A pesar de todo esto, el anterior aspecto es solo uno de los tantos que garantizan el óptimo funcionamiento de los equipos de telefonía sobre IP en el rack en lo relacionado a las condiciones externas adecuadas.

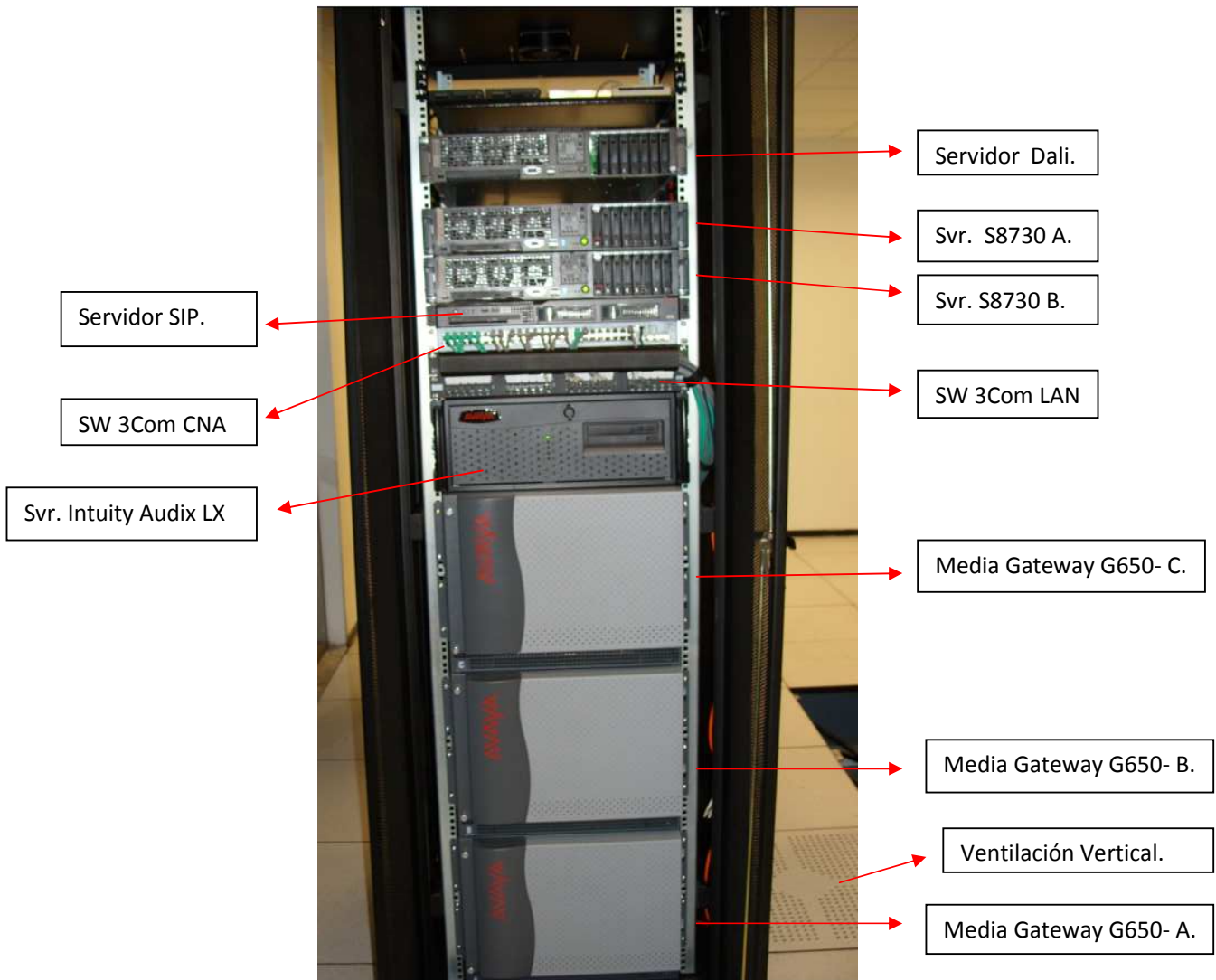


Figura 3.11 Foto distribución del Rack de ToIP en el Centic.

3.2.5.2 CONEXIÓN DE LOS EQUIPOS DE VoIP EN EL RACK DEL CENTIC

A continuación se analizará lo que tiene que ver con la forma en cómo se encuentran conectados los equipos dentro del rack del CENTIC.

En la figura 3.12 se puede observar cómo los dos servidores S8730 están conectados entre si de dos formas, por medio de un cable UTP (la línea gruesa amarilla) y por medio de fibra óptica (la línea gruesa roja). Como se había hablado anteriormente estos dos servidores están conectados en forma de confiabilidad Dúplex, es decir, donde uno de los dos funciona como servidor de redundancia por si el otro llega a fallar. Los dos servidores S8730 se conectan a los dos switches 3Com (LAN y CNA) como se muestra en la figura 3.12 y desde allí se conectan a los diferentes servidores y Media Gateways; además, todo está interconectado con la red LAN de la universidad a través de los dos enlaces de fibra óptica que hay entre los 3Com y el Switch Extreme Network KS.

Un aspecto muy importante a saber de la conexión de los servidores, es que los servidores SIP y S8730 se encuentran configurados entre si de tal manera que en la conexión lógica utilizan los mismos puertos, haciendo que la cantidad de extensiones que se permiten crear en el servidor SIP estén limitadas por la cantidad de licencias del servidor S8730 (que maneja protocolo H.323) a pesar de que las licencias para SIP sean libres.

Según lo anterior, en el caso por ejemplo, en que exista un teléfono hardphone con H.323 y un softphone con SIP donde los dos utilizan el mismo número de extensión (operación que podría ser muy común en la solución de la UIS), va a hacer que en el teléfono hardphone con H.323 se ocupe un puerto de los tres disponibles por terminal cuando se establezca una llamada a partir del softphone SIP, dejando los otros dos libres para otras llamadas. Dicha situación sería muy diferente si se tratara de un hardphone y un softphone (u otro hardphone) los dos con protocolo H.323, ya, que este protocolo limita el número de usuarios a solo uno; es decir, si se están usando dos teléfonos H.323 con la misma extensión, solo puede funcionar uno y solo uno de los dos al mismo tiempo, deshabilitándose el otro automáticamente. Ahora, si se presenta el mismo caso que los anteriores pero donde los dos teléfonos usan el protocolo SIP, la situación sería muy diferente, ya, que con este protocolo se pueden manejar varios terminales con el mismo número de extensión y al

mismo tiempo, donde las llamadas entrantes serían solo dirigidas al último teléfono que se registró en el servidor¹. Las diferencias anteriormente mencionadas son bastante importantes a tener en cuenta entre estos dos protocolos, ya, que en determinado momento es bueno saber hacer un correcto uso de éstas.

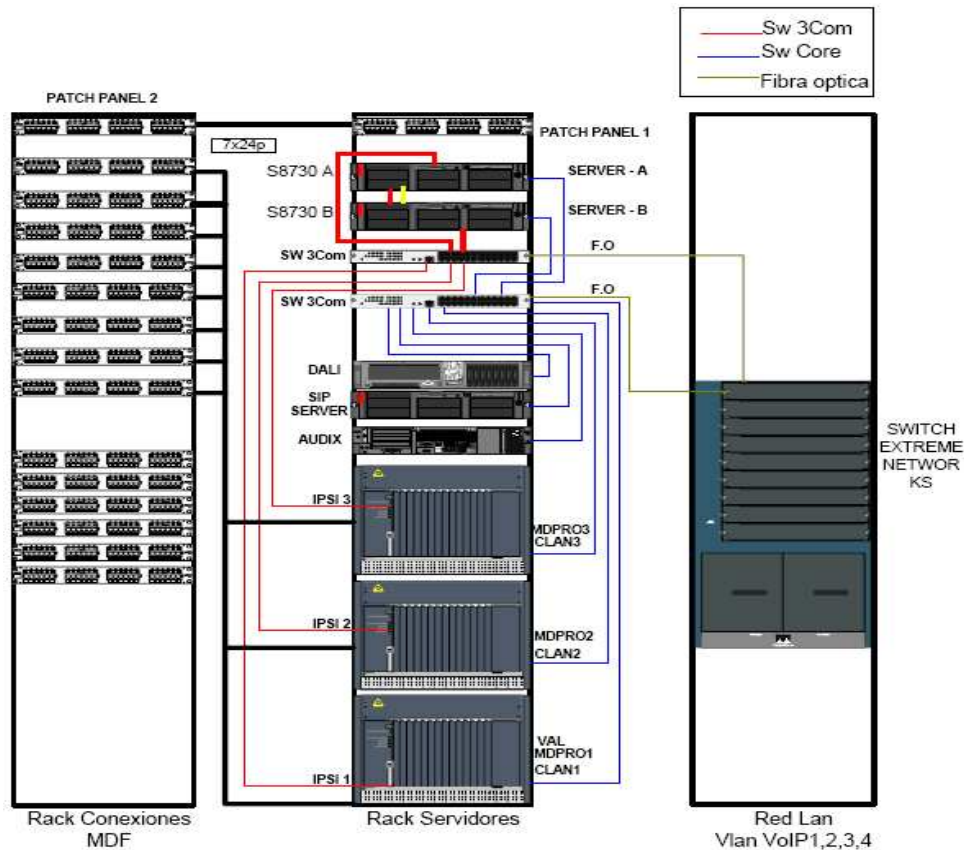


Figura 3.12 Conexión de los equipos de VoIP en el Rack del CENTIC (cortesía ASSENDA S.A.).

3.3 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LA RED DE VoIP EN LAS SEDES REGIONALES Y DEL ÁREA METROPOLITANA DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER.

En este numeral lo que se busca es describir de manera general la configuración de la red de VoIP en las distintas sedes de la Universidad

¹ Lo anterior fue algo que se descubrió haciendo prácticas experimentales durante el desarrollo del proyecto.

Industrial de Santander. Para entrar en detalles más específicos, consultar libro de documentación técnica de la red de ToIP de la UIS.

3.3.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LA PLANTA DE TELEFONÍA SOBRE IP EN LA FACULTAD DE SALUD.



Figura 3.13 Red de ToIP en la facultad de salud (cortesía ASSENDA S.A).

Como se puede observar en la figura 3.13, la facultad de salud cuenta con 8 troncales externas (CO), con un Media Gateway G450 y un media server S8300 que incluye dentro de si el servidor del Communication Manager (CM)¹ y el servidor SIP, es decir, estos dos servidores no se encuentran por separado como en el caso del campus principal, y por tanto, para acceder a ellos por la web se tiene la misma direccion IP, la 192.168.7.10.

En el caso del sistema de mensajería, se cuenta con el IA770 INTUITY AUDIX, que es un sistema opcional usado con el S8300 Server y es una versión del software de la mensajería INTUITY AUDIX que usa una troncal virtual para la comunicación entre el Communication Manager y el software IA770 sin necesidad de hardware adicional. Para acceder al sistema de Audix de esta sede se ingresa a través de la web con la direccion IP 192.168.7.15.

¹ Ver Documentación Técnica entregada a la División de Mantenimiento Tecnológico de la UIS, capítulos algo acerca del G450 y algo acerca del S8300 o en los manuales de Avaya. También se habla acerca del Communication Manager.

Según lo anterior, se puede concluir que el sistema telefónico de esta sede es completamente autónomo e independiente al igual que las demás sedes de la UIS, y de esta manera, también puede afirmarse que todas las sedes de la universidad están protegidas de posibles fallas de la red o del sistema de VoIP que puedan existir en otras partes por fuera de las mismas.

En la figura 3.13 también se puede observar que la planta telefónica en la facultad de salud se conecta con la sede principal a través de un enlace de fibra óptica de 100Mbps, como se había hablado anteriormente, y que tiene también un sistema de operadora automática con su respectivo sistema DISA ; además, de 30 canales de voz que salen por la troncal IP número 51 hacia el campus principal.

3.3.2 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LA PLANTA DE TELEFONÍA SOBRE IP EN LA SEDE DE GUATIGUARÁ.



Figura 3.14 Red de VoIP en la sede de Guatiguará (cortesía ASSENDA S.A.).

Como se puede observar en la figura 3.14 la solución implementada en la sede de Guatiguará es prácticamente la misma que la de la facultad de Salud, es decir, también cuenta con 8 troncales externas, con un Media Gateway G450 y un media server S8300 que incluye dentro de sí, de la misma manera que en la sede de salud, el servidor del Communication Manager y el servidor SIP, y por tanto, para acceder a dichos servidores por la web se tiene la misma dirección IP para ambos, la 192.168.12.10 .

En el caso del sistema de mensajería unificada, al igual que en todas las sedes excepto la principal, se cuenta también con el sistema de mensajería IA770 INTUITY AUDIX que se explicó en capítulos anteriores. Para acceder a dicho

sistema de mensajería en la sede de Guatiguará, se hace través de la web con la dirección IP 192.168.12.15.

De la misma forma que en las demás sedes, y según lo anterior, la solución de ToIP en la sede de Guatiguará es completamente autónoma e independiente, además, también tiene un enlace de fibra óptica de 100Mbps con la sede principal, un sistema de operadora automática con DISA y 15 canales dedicados de voz que salen de la troncal IP número 53 hacia el campus principal.

3.3.3 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LA PLANTA DE TELEFONÍA SOBRE IP EN LA SEDE DE BUCARICA.



Figura 3.15 Red de ToIP en la sede de Bucarica (Cortesía ASSEDA con algunas modificaciones).

Como se pudo observar en las secciones anteriores, en general, las implementaciones de la solución de ToIP en las diferentes sedes son muy similares, excepto por el campus principal que sí varía bastante. Sin embargo, para el caso de las sedes de la UIS que se verán de aquí en adelante, incluyento obviamente la sede de Bucarica, existen algunos cambios con respecto a las anteriormente vistas debido a la menor cantidad de usuarios que se manejan, y también, debido al uso de la red WAN privada para la interconexión entre las sedes regionales y la red LAN de la universidad.

Como se había hablado en la descripción general del proyecto, la conexión entre las sedes regionales y la red LAN de la universidad se hace a través del router ubicado en la sede de Bucarica, como se puede ver en la figura 3.15. La conexión entre la sede de Bucarica hacia la red LAN del campus principal se hace por medio de un enlace de fibra óptica de 1Gbps que va hacia el core de

dicho campus. De esta manera, quedan todas las sedes regionales intercomunicadas a través de la red de datos, y también, el sistema de ToIP queda unificado permitiendo que el hacer llamadas entre dichas sedes no tenga ningún costo adicional.

Hablando específicamente de la sede de Bucarica, se puede observar que según la figura 3.15 se cuentan con 4 troncales externas (CO), con un Media Gateway G350¹ y un media server S8300 que trae incluido el Communication Manager (CM), el servidor SIP y el sistema de mensajería unificada IA770 INTUITY AUDIX. El acceso a través de la web para los dos servidores de llamadas (SIP y CM) se realiza con la dirección IP 192.168.10.10; y en el caso del servidor IA770, con la dirección 192.168.10.15.

Con lo anterior se afirma, de la misma manera que en las demás sedes, una completa autonomía e independencia del sistema telefónico en la sede de Bucarica.

3.3.4 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LA PLANTA DE TELEFONÍA SOBRE IP EN LA SEDE DEL SOCORRO.



Figura 3.16 Red de ToIP en la sede de Socorro (Cortesía ASSENDA S.A. con algunas modificaciones).

¹ Ver documentación Técnica entregada a la UIS, capítulo algo acerca del G350; o ver manuales de Avaya.

Como se puede observar en la figura 3.16 la solución implementada en esta sede es igual a la solución implementada en la sede de Barrancabermeja, razón por la cual no hay mucho que explicar, y las únicas variaciones serían en la cantidad de usuarios que se tienen respecto a las otras sedes, y en lo referente al ancho de banda que ya se explicó en la descripción general del proyecto. Otro aspecto a tener en cuenta son las direcciones IP para el caso de los servidores de llamadas SIP y CM de esta sede, que serían las mismas para ambos 192.168.49.10 y para el servidor de mensajería que cambiaría por la 192.168.49.15.

3.3.5 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LA PLANTA DE TELEFONÍA SOBRE IP EN LA SEDE DE BARBOSA.



Figura 3.17 Red de ToIP en la sede de Barbosa (Cortesía ASSENDA S.A. con algunas modificaciones).

Al igual que en la sede de Barrancabermeja y del Socorro, la solución implementada para la sede de Barbosa es la misma, por tanto, no se va hacer mayor explicación en lo referente a tal implementación. La dirección IP para los servidores de llamadas SIP y CM en esta sede es 192.168.55.10 y la dirección IP para el servidor de mensajería sería la 192.168.55.15.

3.3.6 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LA PLANTA DE TELEFONÍA SOBRE IP EN LA SEDE DE MÁLAGA.



Figura 3.18 Red de ToIP en la sede de Malaga (Cortesía ASSENDA S.A con algunas modificaciones).

Al igual que en la sede de Barrancabermeja, del Socorro y de Barbosa, la solución implementada en la sede de Málaga es la misma, como se puede apreciar en la figura; por lo tanto, tampoco se va hacer mayor explicación en lo referente a tal implementación. La dirección IP para los servidores de llamadas SIP y CM en esta sede es 192.168.52.10 y la dirección IP para el servidor de mensajería es la 192.168.52.15.

4. SUPERVISIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE LAS ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL PROYECTO.

Para la implementación de la nueva red de ToIP se hizo indispensable cumplir con un pliego de condiciones en el cual se exponen las especificaciones técnicas requeridas por la UIS¹.

En el presente capítulo se documentarán las experiencias adquiridas al realizar la supervisión del cumplimiento de determinadas especificaciones técnicas exigidas por la universidad, donde dichas experiencias se expondrán de

¹ Ver anexo 3. Especificaciones Técnicas de la Red de ToIP de la UIS.

manera que resulte muy agradable y sencillo para el lector entender los aspectos más relevantes a tener en cuenta a la hora de implementar una red de ToIP, que garantice un buen nivel de confiabilidad y funcionalidad en la prestación del servicio.

Para entrar en detalles más específicos se recomienda ver el anexo3, donde se evidencian las cláusulas que debieron cumplirse para la entrega del proyecto el 31 de Diciembre del 2008. Sabiendo que todas las cláusulas referentes a la empresa ejecutora del proyecto se cumplieron para dicha entrega, y que aunque por parte de la UIS aún hay cosas por terminar de implementar, solo queda transmitir las experiencias que evidencian el cumplimiento o no de las especificaciones técnicas más relevantes relacionadas con dicha implementación.

Es importante aclarar que los procedimientos que se nombrarán a continuación, fueron única y exclusivamente realizados por la empresa ASSENDA S.A y algunos otros por la UIS; y que los autores del presente libro, solo intervinieron en el acompañamiento continuo para la adquisición de experiencias siendo parte activa en algunos de los procesos, y ayudando en la supervisión de los trabajos que esta empresa y la universidad ejecutaron eficientemente.

4.1 SUPERVISIÓN DE LA MODERNIZACIÓN DE LA RED DE DATOS DE LA UIS

Durante el proceso de modernización de la infraestructura de datos, se tuvieron en cuenta una serie de especificaciones técnicas, las cuales garantizan la operatividad de la misma. En el presente numeral se documentarán las experiencias adquiridas durante la supervisión de dichas especificaciones de manera global.

Al iniciar el desarrollo de las tareas pertinentes según lo documentado en el capítulo anterior, lo primero que se llevó a cabo fue el retiro de los dispositivos obsoletos y sus respectivos reemplazos. En lo relacionado con este punto, se realizaron las siguientes acciones para supervisar el cumplimiento de las exigencias de la universidad.

Antes de instalar cada uno de los switches 3com 4500G NoPoE (**usuarios de datos**), dichos dispositivos se revisaron en la sala de almacenamiento de ASSENDA; en donde también se designaron los switches de cada edificio, se configuraron con las Vlan's correspondientes para garantizar la operatividad de la red en todos y cada uno de los lugares de instalación final y se realizaron las pruebas correspondientes para verificar su correcto funcionamiento. También

se verificó que: sus capacidades de interconexión fueran por medio de interfaces UTP RJ45 (802.3), contaran con mínimo 24 puertos para usuarios, cumplieran con GigaEthernet (1000Mbps/802.3ab), permitieran el acceso por consola y vía VTY, soportaran enrutamiento estático y dinámico y QoS (802.1p/Q), y se alimentaran con 120V AC a 60Hz.

Luego de realizar la supervisión de la instalación de los switches 3com 4500G NoPoE en cada uno de los racks de la universidad, se verificó que efectivamente se había cumplido con las condiciones necesarias y que los usuarios que reciben el servicio de dichos switches presentaban conectividad en sus computadores. También se logró verificar la correcta operatividad de la red LAN de la universidad.

El siguiente paso en el desarrollo del proyecto de implementación de la red de telefonía IP, fue el de instalar los switches que soportarían el servicio de voz. Como ya se había mencionado (capítulo 3), el switch designado para cumplir esta tarea fue el 3com 4500G PoE, el cual como se verá a continuación cumple con las características necesarias para garantizar confiabilidad en la prestación del servicio de telefonía IP.

De la misma manera que con los nuevos switches para tráfico de datos, los switches 3com 4500G PoE (**usuarios de voz**), fueron configurados y probados en la sala de almacenamiento de ASSENDA. Allí al igual que para los switches de datos, se asignaron previamente los switches PoE para cada uno de los edificios y se configuraron las Vlans de voz correspondientes (Vlan 14, 15, 16, 17, 120), además, se configuraron los puertos que conectan los terminales telefónicos como puertos híbridos, y luego de hacer algunas pruebas con los teléfonos IP, se procedió a ubicar dichos switches en su sitio de disposición final dentro de cada uno de los cuartos de cableado de la universidad.



Figura 4.1 Switch 3com 4500G PoE instalado y configurado

Luego de instalados y configurados los switches, se verificó que cumplieran con ciertas características que son cruciales para garantizar la correcta prestación del servicio de telefonía IP. De esta manera se supervisó y se comprobó que: contaban con 24 ó 48 puertos 10/100/1000 según la demanda de usuarios de voz de cada edificio, transmitían a 1000Mbps (802.3ab), tenían mínimo 2 slots SFP 1000BaseSX/1000BaseLX/1000BaseT/1000BaseLH, eran apilables de tal forma que el stack se comportara como una sola unidad. Esto último se cumplió por medio de la funcionalidad de clúster stacking que posee el switch 3com 4500G PoE. Se verificó también que se pudiera acceder al dispositivo vía Telnet o vía Web mediante una dirección IP en el Stack y por puerto de consola para optimizar la administrabilidad del mismo.

En cuanto a la operatividad el switch 3com 4500G PoE, dentro de las especificaciones que vienen con el dispositivo, se pudo saber en el momento que dichos dispositivos soportaban conmutación en capa 2, enrutamiento dinámico en capa 3, calidad de servicio mediante colas de prioridad por puerto y en salida por DSCP para priorización de tráfico de Voz IP (802.1p/Q), filtrado de protocolos, filtrado de tráfico Multicast, controles que permiten el uso eficiente de los servicios de red y capacidad para limitar tasas de transferencia.

Un aspecto importante que cumple el switch 3com 4500G PoE, es el de proveer energía para equipos conectados a cada uno de los 24 ó 48 puertos UTP (802.3af), de esta manera los teléfonos reciben el suministro de energía vía Ethernet (Power Over Ethernet - PoE), lo cual evita que en cada una de las oficinas o lugares donde se encuentre conectado un teléfono IP, se necesiten de tomas de electricidad adicionales.

El 3com 4500G PoE, cumple con otras especificaciones adicionales que le dan valor agregado y que lo hace un switch multicapa práctico y funcional, soporta Full Duplex (802.3X), Spanning Tree Protocol (802.1D), segmentación de la red, opera con tensión de alimentación de 120V A.C. a 60Hz, y tiene las dimensiones indicadas que permitieron que fuera instalado con facilidad en los racks de 19" de la universidad.

Dentro del proceso de supervisión, otros aspectos que se tuvieron en cuenta en el momento en que ASSENDA realizaba la instalación tanto de los switches como de los teléfonos IP, fue que el cableado estructurado (cable UTP) fuera de categoría 5e o 6, si en algún lugar por algún motivo se encontraba un Patch Core por debajo de esta categoría, éste era reemplazado por la empresa encargada por uno que cumpliera con las características especificadas.



Figura 4.2 Rack frente a publicaciones, verificado y aprobado luego de finalizar el proceso de modernización de la red de datos.

Ya al final del trabajo sobre la red de datos, los teléfonos IP se encontraban programados y configurados para ser instalados. Al momento de la instalación de dichos teléfonos, se verificó que efectivamente recibían el suministro de potencia por medio de Ethernet (PoE), se revisó si se encontraban configurados con la Vlan de voz y direcciones IP indicadas, y, se verificó que estuvieran funcionando sin inconvenientes.

Por último se realizó un recorrido por todos y cada uno de los cuartos de cableado de la universidad para asegurar que los dispositivos estuvieran instalados físicamente de manera correcta en cada uno de los racks, que en los patch panel el cableado quedara de una manera organizada, y que el cuarto quedara en general en las condiciones adecuadas.

Adicionalmente se numerarán algunas especificaciones técnicas generales, que abarcan condiciones como el respaldo eléctrico, la ventilación de los racks,... etc. Algunas de éstas características se encuentran en proceso de ser cumplidas por parte de la universidad.

➤ **Identificación correcta y oportuna de los puertos en los centros de cableados para VoIP por parte de la UIS.**

Para la implementación de la red de telefonía IP en la universidad, era necesario tener identificado los puntos de red donde se instalarían los teléfonos IP, ya que serían éstos los que se ubicarían y configurarían en los nuevos switches 3com 4500G PoE.

En este aspecto se presentaron varios inconvenientes debido a la no demarcación de los puntos de red en los edificios de la universidad, ya, que en algunas ocasiones no tenían etiqueta alguna o todavía presentaban la nomenclatura antigua. Por dichos inconvenientes, el proceso de identificación de puntos de red en el usuario final y en los cuartos de cableado se tornó un poco extenso, lo que ocasionó atrasos en los tiempos de ejecución.

➤ **Cada centro de cableado, rack, gabinete, UPS y sistemas eléctricos, soportan los nuevos Switches 3com 4500G PWR.**

Habiendo ya mencionado las características y especificaciones técnicas de los switches a instalar (3com 4500G PoE), la universidad debería garantizar: la alimentación eléctrica de los dispositivos, así mismo como el respaldo de alimentación, y un sitio dedicado para su disposición.

Con referencia a este supuesto, al momento de iniciar la implementación, la universidad no contaba con los racks suficientes para la puesta en funcionamiento de los switches; sin embargo, este hecho ya había sido previsto por los ingenieros de la universidad encargados del proyecto, por lo que al momento de necesitarlos la universidad los proveyó sin ninguna complicación.

En referencia al respaldo de energía, al momento de visitar los diferentes centros de cableado de la universidad, se pudo constatar que en la mayoría de éstos no se cuenta con UPS alguna que alimente al switch (o switches) y llegado el momento en que ocurra un corte de la energía eléctrica pública, los edificios donde no existe respaldo de energía para los dispositivos que transportan la voz, se quedarían sin servicio de telefonía.

➤ **Sistema de aire acondicionado existente donde sea necesario.**

Para la puesta en funcionamiento de los nuevos dispositivos se necesitaba un sistema de ventilación en el lugar donde éstos fuesen a permanecer, ya, que como es bien sabido este tipo de equipos necesitan mantenerse a una temperatura controlada.

En la mayoría de cuartos de cableado no se contaba (y aún en muchos de éstos no se cuenta) con aire acondicionado, por lo tanto, muchos de los equipos se pueden encontrar sin ningún tipo de ventilación externa a ellos.

- **Dentro del periodo de implementación se deben abrir las ventanas en tiempo necesarias para realizar la misma, las cuales serán respetadas una vez se acuerden.**

Para instalar y configurar los nuevos switches, fue necesario suspender el servicio de conmutación de paquetes en el edificio donde se realizaban los trabajos.

Efectivamente se abrieron las ventanas de tiempo necesarias tratando de causar el menor impacto al desarrollo de las actividades en la universidad. En el único caso que hubo excepciones fue en el periodo en que se realizaron las matriculas en línea por parte de los estudiantes, tiempo en el cual no se podía disponer de los centros de cableado.

- **Las configuraciones necesarias en el core como Vlans de VoIP, QoS, configuración en los puertos troncales serán realizadas por la UIS.**

Efectivamente dichas configuraciones fueron realizadas por parte de los ingenieros de la división de servicios de información.

En general se puede asegurar que la actual red de datos de la UIS cumple con las especificaciones técnicas que se requirieron al inicio del proyecto, las cuales, se pueden estudiar más a fondo en el Anexo 3.

4.2 SUPERVICIÓN DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LOS EQUIPOS DE ToIP.

Durante el proceso de implementación de los equipos de ToIP se tuvieron en cuenta una serie de especificaciones técnicas¹, las cuales garantizan la

¹ Ver el anexo 3.

confiabilidad y funcionalidad del nuevo sistema telefónico. En el presente numeral se documentarán las experiencias adquiridas durante la supervisión de dichas especificaciones de manera global, resaltando las especificaciones más relevantes.

El proceso que se llevará a cabo para evidenciar la supervisión, consiste en analizar el componente de ciertos ítems dentro de las especificaciones técnicas y explicar las experiencias que evidencian el cumplimiento o no de los mismos.

4.2.1 RESPECTO A LA SUPERVIVENCIA DEL SISTEMA

El ítem que habla acerca de la supervivencia del sistema, es de los que más sobresale en la implementación de la red de ToIP de la UIS, ya, que implica que dicha red debe ser confiable y autónoma, haciéndose más resistente a fallos no previstos en su funcionamiento.

Uno de los aspectos que evidencia el cumplimiento de este ítem, es el del hecho que en la solución implementada en la universidad se cuenta con dos servidores de llamadas (Ver figura 4.3), donde uno de los dos está como servidor de redundancia por si el otro llega a fallar, es decir, están configurados en modo de confiabilidad Dúplex. Además, también existe una completa autonomía de las plantas telefónicas en las distintas sedes del área metropolitana y sedes regionales como se explicó en el capítulo 3 y como se explica en la documentación técnica entregada a la División de Mantenimiento Tecnológico de la UIS.

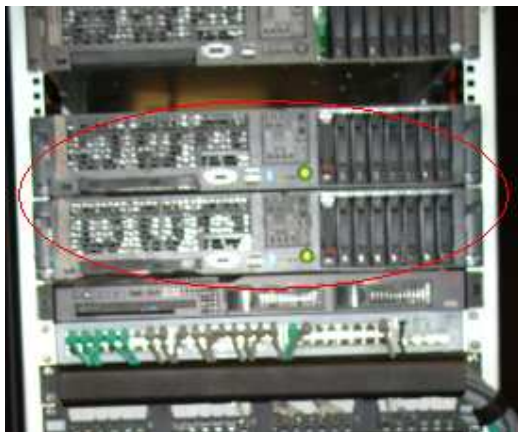


Figura 4.3. Foto de la planta ToIP, en donde se evidencia la redundancia de los servidores de llamadas S8730.

A pesar que en su gran mayoría este ítem se cumple, todavía faltarían algunos aspectos por mejorar respecto al mismo, como lo es la falta de respaldo de energía en los distintos centros de cableado y la no redundancia de la fuente de alimentación en la planta telefónica. Para el primer caso se evidencia una fuerte falencia debido a que el sistema de telefonía en gran parte del campus estaría expuesto a quedar sin servicio en caso de un corte de energía eléctrica

en la red pública, como se explicó en el aparte 4.1; sin embargo, es algo en lo que la universidad está trabajando actualmente y se espera que sea superado en corto tiempo. Para el segundo caso, se podría decir que implica menos impacto en la supervivencia del sistema, debido a que con una sola fuente de alimentación por cada media Gateway, dicho sistema es capaz de soportar la carga de la planta en un 100%, sin embargo, para mejorar la confiabilidad se hace relevante tener una fuente de redundancia, con la cual permitiría no solo compartir la carga, sino proteger la planta de alguna falla en el suministro eléctrico de dichas fuentes, ya, que en este caso la fuente redundante estaría en la capacidad de respaldar todo el sistema, evitando de esta manera que el servicio de telefonía en la universidad se viera seriamente afectado. Este aspecto también es algo que se tiene muy presente por parte de la UIS, y que seguramente también será superado prontamente.

4.2.2 RESPECTO AL SISTEMA DE GESTIÓN.

Dentro del ítem que habla acerca del sistema de gestión, sobresale el hecho que en la planta de ToIP de la UIS se permite una gestión centralizada, ya, que por medio de la web es posible administrar todos los equipos de la red de datos y de la red de ToIP. Para el caso de la red de ToIP, esta gestión se hace ya sea a través del ASA (Avaya Site Administration), que es un emulador de terminal que básicamente ofrece una interfaz que permite el acceso y control de los servidores que contienen el Communication Manager (CM) y el AUDIX, o simplemente mediante el acceso remoto directamente por la web a todos los servidores de la planta; no solo en el campus principal, sino a todas las sedes del área metropolitana y regional, las cuales constituyen una sola red como se pudo evidenciar en el capítulo 3 del presente libro.

Respecto a la parte de gestión que habla acerca del monitoreo de la red, se puede decir que el CM cuenta con herramientas muy completas para este aspecto, como por ejemplo el comando *status* que me permite conocer el estado actual de las extensiones, troncales, servidores, Media Gateways,... entre otros; o también, el comando *list trace*, que permite realizar un trazado en tiempo real de las llamadas y de los componentes que se nombraron anteriormente. Estos solo son dos comandos que permiten hacer monitoreo, pero realmente el CM cuenta con muchas otras herramientas para la supervisión continua de la red.

4.2.3 RESPECTO A LAS FUNCIONALIDADES

Éste aspecto es el que cuenta con el mayor número de ítems, ya, que el nuevo sistema soporta muchas funcionalidades que el antiguo sistema no estaba en capacidad de soportar. Debido a que son tantas las especificaciones referentes a dichas funcionalidades, en esta parte se resaltarán algunas de las más importantes.

A este respecto, sobresale el hecho en el cual el sistema debe tener dentro de sus funcionalidades la integración de todos los servicios que soporta esta plataforma, Mensajería unificada, operadora automática, correo de voz, grabación de llamadas, tarificación de todas las extensiones y troncales,... entre otros.

El cumplimiento de estos ítems se documenta en parte dentro del desarrollo del presente libro y en la documentación entregada a la División de Mantenimiento Tecnológico de la UIS, principalmente en la documentación técnica; sin embargo, también se evidencia en la actual utilización de dichos servicios por parte de la comunidad universitaria en general.

Todas las experiencias que se obtuvieron respecto a la implementación de los servicios anteriormente nombrados, concluyó en un aprendizaje bastante amplio acerca de las posibilidades que ofrece este nuevo sistema. Hablando más específicamente, todo lo relacionado con la Mensajería unificada, operadora automática, correo de voz y grabación de llamadas, integra su solución en el sistema de mensajería de AUDIX y en la tarjeta de Anuncios de Voz a través de la LAN- VAL¹, que junto con los comandos del Communication Manager permiten la programación de dichos servicios², y de muchos otros más. Sin embargo, respecto al tema de tarificación no se ha hecho mayor énfasis, aunque solo basta con aclarar que se trata de un servidor tarificador de nombre Dalí, el cual se encuentra en el campus principal, y el cual también, es el encargado de tarificar todas las sedes de la universidad, tanto del área metropolitana, como las sedes regionales. El hecho de que todas las sedes no tengan su propio tarificador, no implica que cuando exista una falla en la red, el Dalí no pueda realizar su tarea, ya, que cada sede cuenta con un CDR (Call Detail Record) que almacena toda la información de las llamadas y le permite

¹ En la VAL se programan los anuncios respectivos, los cuales por medio de vectores creados con el Communication Manager, permiten el funcionamiento del sistema de operadora automática.

² Todos los procedimientos para programar los servicios en la planta telefónica se explican en la documentación correspondiente a los 5 libros entregada a la universidad como anexo a este trabajo de grado.

extraer toda esta información al tarificador cuando el servicio de red sea establecido.

Otro aspecto de los tantos que sobresalen dentro de las especificaciones técnicas que se debieron cumplir para la entrega del proyecto, es lo referente a la capacidad de movilidad. Esto marca una gran diferencia entre el nuevo sistema de telefonía respecto al antiguo, ya, que ToIP al utilizar la misma tecnología de la red de datos y al trabajar con IP, permite la interacción con la red global de internet. Es así que cualquier persona que pertenezca al sistema y tenga una VPN, puede acceder a la red de ToIP desde cualquier parte del mundo, ya sea con objeto de administración de la planta o para la utilización de los servicios que ésta presta. Esto, evidencia una no dependencia al lugar donde se encuentren los terminales, por tanto, ya sea que éstos estén dentro o fuera de la universidad, nunca se van a encontrar ligados a un punto fijo debido a que su direccionamiento está basado en protocolos TCP/IP.¹

Respecto a otras funcionalidades del sistema que se supervisaron, aparece lo relativo a la restricción de ciertos usuarios a las llamadas de larga distancia y a ciertos servicios. Todo este proceso se evidenció experimentalmente durante el desarrollo del proyecto, ya, que durante el mismo se hizo necesario la programación por medio del Communication Manager de las extensiones con diferentes COR (clases de restricciones) (Ver figura 4.4) y COS (clases de servicios) (Ver figura 4.5) ^[16]. Mas específicamente hablando, en su gran mayoría los terminales telefónicos se configuraron con COR 0 o 1, donde el primero solo permite llamadas internas y el segundo llamadas internas y locales. Para el caso de los COR superiores a estos, es decir, llamadas nacionales, a celular e internacionales, se crearon unos códigos de autorización (ver manual del ASA y comandos del CM de la UIS,- *comando change authorization-code 00000 (ch auth)...38.*), los cuales cada uno de éstos especifica un COR determinado. Esto permite que los usuarios puedan hacer llamadas desde cualquier terminal independientemente del COR que éste maneje, y la tarificación se le hace al dueño del código asignado. Respecto al COS, se podría decir que “la clase de servicio determina si los usuarios telefónicos pueden acceder o no a las siguientes prestaciones y funciones: Callback automático, Remisión de llamada, Privacidad de datos, Llamada prioritaria, Restringir remisión de llamada fuera de la red, Remisión de llamada por Ocupado/No responde, Acceso a terminal personal, Remisión ampliada y Ocupado/No responde, Ignorar restricción de transferencia de

¹ Lo referente a la movilidad se trata con más detalle en el aparte 3.2 del presente libro.

troncal a troncal, Alerta de descolgado, Permiso de consola, o Habitación del cliente.”[Traducido de [7]].



Figura 4.4. Print screen de los distintos COR de la planta de ToIP de la UIS, usando el ASA.

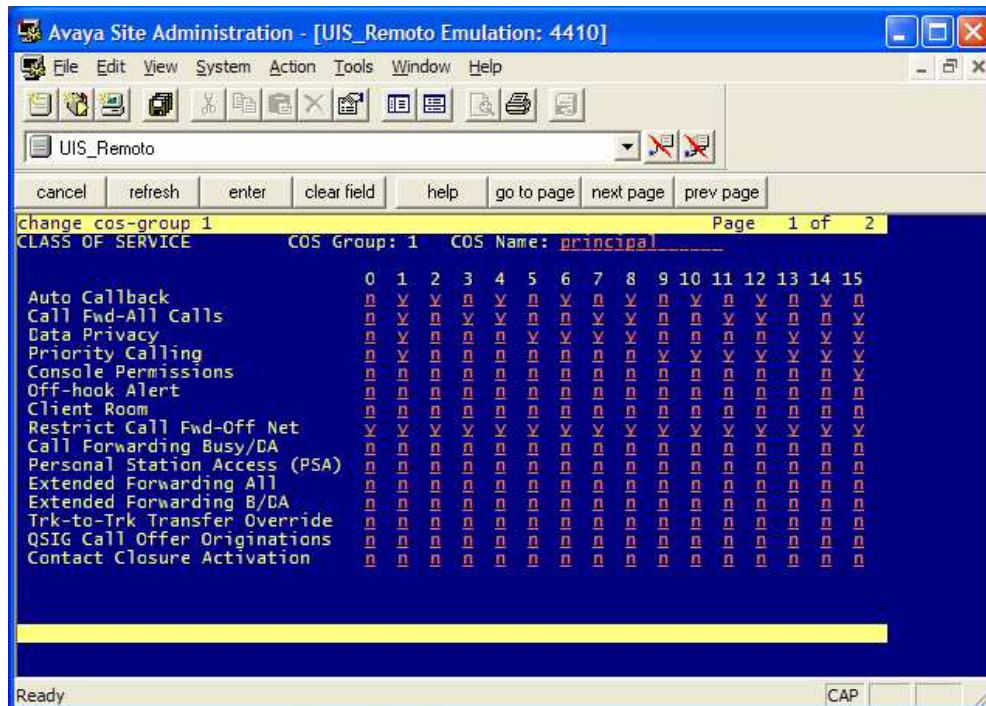


Figura 4.5. Print screen donde se muestra la programación del COS para los distintos COR usando el ASA.

Otra de las especificaciones técnicas relacionadas con las funcionalidades, son las referentes a la programación de los distintos servicios en los terminales telefónicos IP. Su cumplimiento se evidencia en los terminales mismos y se documenta en el material entregado a la División de Mantenimiento Tecnológico [18] y [19]. Hablando específicamente de los servicios de acceso directo para los usuarios, es decir, los servicios programados en dichos terminales desde la planta telefónica (Ver figura 4.6), actualmente se encuentran configurados en todos los terminales de 10 a 11 de estos servicios, que serían: retención de llamadas, transferencia de llamadas, conferencia, directorio, desvío de llamadas, rellamado automático, captura de llamadas de grupo, captura de llamadas fuera de grupo, agenda de contactos, registro de llamadas y para algunos terminales el botón jefe-secretaria. Dependiendo del uso que se le den a los servicios, y de las necesidades individuales de los usuarios, estos pueden ser retirados o no de los terminales que lo requieran desde la planta telefónica. La experiencia acerca de estos servicios se obtuvo al ayudar a crear una estrategia de capacitación acerca del uso de los mismos para la comunidad universitaria y al dictar una cantidad considerable de dichas capacitaciones.

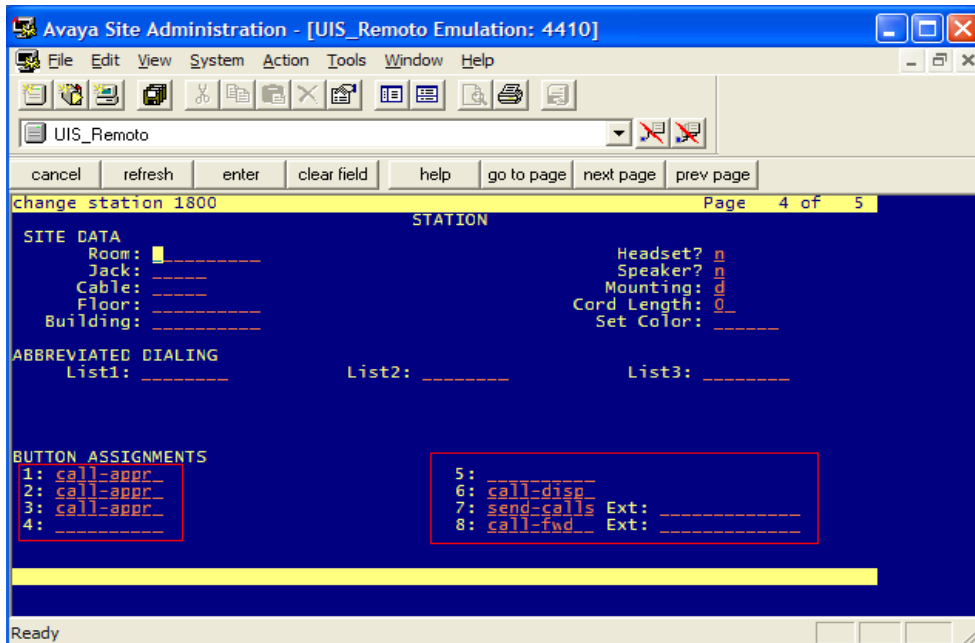


Figura 4.6 Print screen de la programación de una extensión donde se señala cómo se programan los servicios en los distintos softkeys¹ usando el ASA.

Hasta aquí se resaltan algunas de las especificaciones técnicas más relevantes, junto con la experiencia que se obtuvo y que se buscó transmitir por medio de los diversos documentos entregados a la División de Mantenimiento Tecnológico de la UIS.

5. APROPIACIÓN DE LOS CONOCIMIENTOS ESTRATÉGICOS SOBRE LA ADMINISTRACIÓN, CONFIGURACIÓN Y UTILIZACIÓN DE LA RED DE TOIP DE LA UIS.

Con este capítulo lo que se pretende es socializar de qué manera se apropiaron los conocimientos estratégicos sobre la arquitectura, administración, configuración y utilización de la red de ToIP en la UIS, entendiendo que además de supervisar y documentar la implementación de dicha red, se logró ser parte activa en la implementación de la misma. De esta manera se evidencia el cumplimiento del último objetivo planteado para este proyecto de grado.

5.1 EXPERIENCIAS Y DOCUMENTACIÓN TÉCNICA DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LA RED DE ToIP EN LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER.^[19]

Durante la ejecución del proyecto de ToIP en la UIS, se vivieron muchas cosas que servirían como una experiencia muy valiosa en la formación de aquellos que participaron de forma activa en dicho proyecto. Aunque no es lo mismo leer un libro que hacer presencia en los procesos de aprendizaje, resulta importante que los conocimientos más relevantes puedan ser transmitidos a la organización, ya sea en forma oral o escrita, donde esta última es la mejor opción frente a la posibilidad de retiro de los miembros expertos de dicha organización. Es por esto, que se convierte en un reto el poder documentar de manera práctica y eficiente las experiencias y conocimientos más relevantes adquiridos durante el desarrollo de este proyecto, lo cual, serviría como una

¹ Un softkey es un software que emula un botón. En el caso de la UIS dichos softkeys son las celdas en la pantalla de los teléfonos donde se encuentran programadas las distintas funciones (desvío de llamada, rellamada automática,...etc.).

herramienta práctica de consulta para cualquier persona que lo requiera, pero principalmente para los futuros miembros de la universidad¹.

Sabiendo la importancia que tiene el saber qué y cómo documentar, se pensó en desarrollar un primer producto como resultado del seguimiento que se llevó a cabo al proyecto de implementación de la red de ToIP en la UIS, el cual consiste en una documentación técnica con la cual se buscan dar detalles más específicos relacionados con dicha implementación.

Dicha documentación está desarrollada con un enfoque de gestión de conocimiento, y tiene como objetivo que las personas que quieran aprender acerca de la implementación y de las experiencias adquiridas durante su desarrollo, lo puedan hacer de manera más sencilla y práctica. Este libro cuenta con 92 páginas en donde se evidencian detalles acerca de la instalación y/o configuración del Hardware necesario para el funcionamiento de la red, tales como, teléfonos, switches, servidores,... etc, y la descripción de la estructura y la topología de la red de ToIP tanto en el Campus principal como en sus sedes metropolitanas y regionales. (Ver figura 5.1 y libro físico entregado como anexo a la División de Mantenimiento Tecnológico de la UIS.).

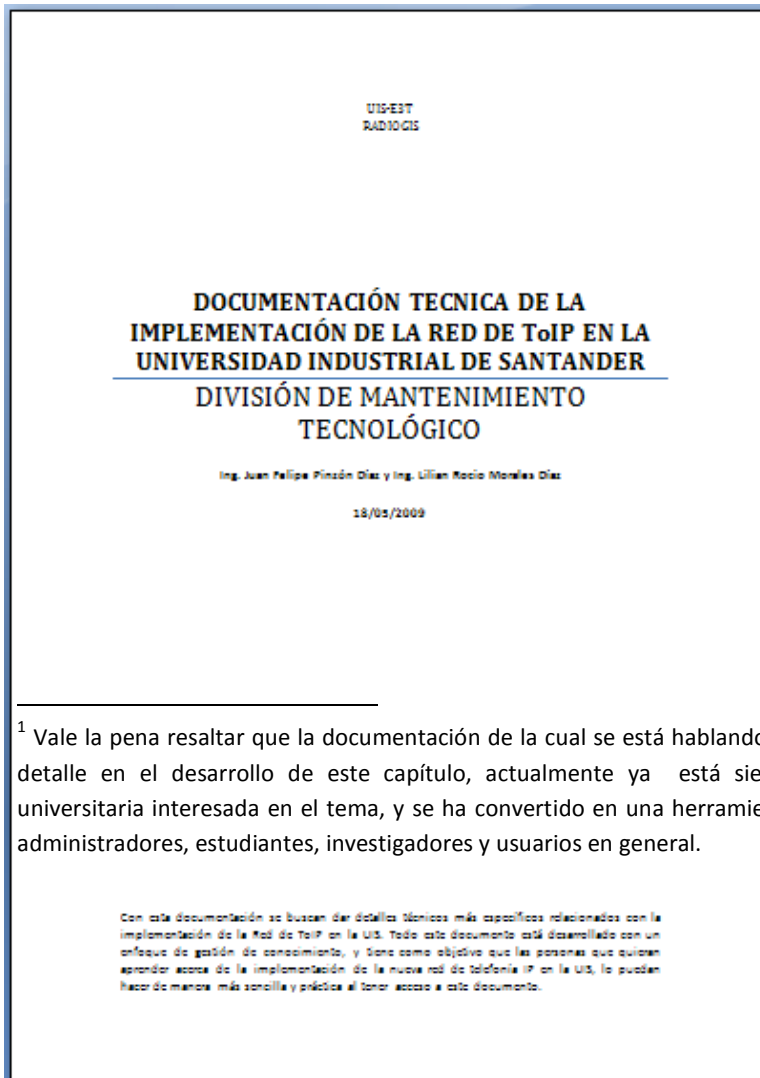


Figura 5.1 Portada del libro del libro Documentación Técnica de la Implementación de la Red de ToIP en la Universidad Industrial de Santander.

¹ Vale la pena resaltar que la documentación de la cual se está hablando y de la cual se entrará más en detalle en el desarrollo de este capítulo, actualmente ya está siendo usada por la comunidad universitaria interesada en el tema, y se ha convertido en una herramienta de mucha utilidad para los administradores, estudiantes, investigadores y usuarios en general.

5.2 ADMINISTRACIÓN DE LA PLANTA DE ToIP Y MANUAL DE INSTALACIÓN, CONFIGURACIÓN Y FUNCIONAMIENTO DEL ASA 5.0 Y COMANDOS DEL CM DE LA UIS.^[16]

Durante el desarrollo de este proyecto de grado se hizo evidente la necesidad de aprender a usar las herramientas de administración de la planta de ToIP para la configuración técnica y la configuración de los diferentes servicios que ésta ofrece, y también, para resolver las necesidades específicas de algunos usuarios.

Este proceso fue uno de los más complejos durante el desarrollo del proyecto, ya, que se requería de un arduo trabajo para el aprendizaje auto didáctico acerca de la administración básica de la planta, debido a que las capacitaciones dadas por la empresa ejecutora del proyecto se llevaron a cabo al final del mismo. La mayor dificultad resultó de la comprensión de los manuales de Avaya, los cuales en su gran mayoría vienen en un inglés técnico de alto nivel, en donde los creadores de los mismos, suponen que el lector tiene amplios conocimientos en redes y telecomunicaciones para poder entenderlos. Básicamente estos manuales se reducen a uno ^[7], el cual contiene aproximadamente 1900 páginas en donde se habla acerca de los diferentes temas relacionados con el Communication Manager, es decir, el software de administración de la planta de ToIP de la UIS. Sin embargo, gracias a la gestión del MsC. Jose Alejandro Amaya Palacio, quien fuera el encargado de la implementación del proyecto y actual jefe de la División de Mantenimiento Tecnológico de la UIS, se hizo posible que los ingenieros de la empresa ASSENDA S.A encargada de la implementación, hicieran que este aprendizaje fuera mucho más fácil al ayudar al proceso de capacitación en la medida que el proyecto se estaba ejecutando. De esta manera, con la experiencia vivida durante dicho proceso, se logró detectar cuál sería una de las más grandes dificultades que enfrentaría cualquier miembro de la universidad que tuviese que aprender a administrar la planta telefonía IP en un futuro.

Es así que nace la iniciativa de crear un manual donde se integre lo más relevante de la administración de la planta ToIP de la UIS, basados en la experiencia adquirida durante su implementación; ahorrando de esta manera, un tiempo significativo para aquellas personas que necesiten manejar los conocimientos básicos sobre la administración de la misma. De esta forma se creó el MANUAL DE INSTALACIÓN, CONFIGURACIÓN Y FUNCIONAMIENTO DEL ASA 5.0 Y COMANDOS DEL COMMUNICATION MANAGER (CM) DE LA UIS (Ver figura 5.2 y libro físico entregado como anexo a la división de mantenimiento tecnológico de la UIS).



Figura 5.2 Portada del Manual de Instalación, Configuración y funcionamiento del ASA 5.0 y Comandos del CM de la UIS.

Este manual básicamente cuenta con 56 páginas, en donde se explican los aspectos más relevantes acerca del uso del Communication Manager de una manera mucho más sencilla para los usuarios. Se podría decir, que dicho manual cuenta con todo lo necesario para el aprendizaje acerca de la instalación, configuración y funcionamiento de su emulador de terminal ASA (Avaya Site Administration), y la creación de los accesos a las diferentes sedes del campus universitario. También, cuenta con una explicación práctica y sencilla, usando ejemplos gráficos de la configuración de la UIS, con lo cual se pretende enseñar el uso de los comandos más utilizados a la hora de administrar la nueva planta de telefonía IP.

5.3 ESTRATEGIA DE CAPACITACIÓN PARA LA COMUNIDAD UNIVERSITARIA Y MANUAL DE FUNCIONAMIENTO DE LOS TELEFONOS IP HARDPHONE DE LA UIS. ^[18]

Uno de los retos más desafiantes del proyecto, era conseguir la aceptación del nuevo sistema telefónico por parte de la comunidad universitaria en general; logrando de esta manera, que pudieran entender la importancia que tiene este proyecto para la UIS. Todo esto fue un trabajo realizado en principio por el MsC. José Alejandro Amaya Palacio, con el apoyo de los ingenieros de ASSENDA S.A, entre otras personas más. Además, también fue un proceso en el cual se participó de manera activa, ayudando a desarrollar estrategias de capacitación para la comunidad universitaria sobre el manejo de los nuevos terminales telefónicos.

En este proceso se evidenció en principio, una fuerte dificultad de muchas personas para la adaptación a nuevas tecnologías, situación que se superó al usar estrategias de capacitación con medios didácticos (NetMeeting, ejercicios sencillos y prácticos con herramientas dinámicas y de multimedia) logrando que gran parte de la comunidad universitaria de la UIS estuviera dispuesta a aprovechar todas las posibilidades que ofrecen estos nuevos equipos telefónicos, los cuales cuentan con muchas funcionalidades y servicios con los que antes no se contaban.

Esta experiencia que se adquirió al participar de manera activa ayudando a crear estrategias y dictando varias de dichas capacitaciones, permitió entender cuáles eran las mayores dificultades en el aprendizaje del manejo de los nuevos teléfonos IP por parte de los usuarios, y fue una inspiración para crear un manual sencillo y práctico de aproximadamente 36 páginas donde se tienen en cuenta estas dificultades para que puedan ser superadas, naciendo así el MANUAL DE FUNCIONAMIENTO DE LOS TELEFONOS IP HARDPHONE DE LA UIS (Ver figura 5.3 y libro de anexo entregado a la División de Mantenimiento Tecnológico). Este documento está diseñado para uso de cualquier persona sin importar su nivel de formación académica, y también, está creado de tal forma que se utiliza el material necesario para conseguir el objetivo propuesto desde el comienzo de las capacitaciones, que básicamente es que el lector aprenda de manera fácil y eficiente el funcionamiento y los servicios que los equipos telefónicos IP hardphone ofrecen.

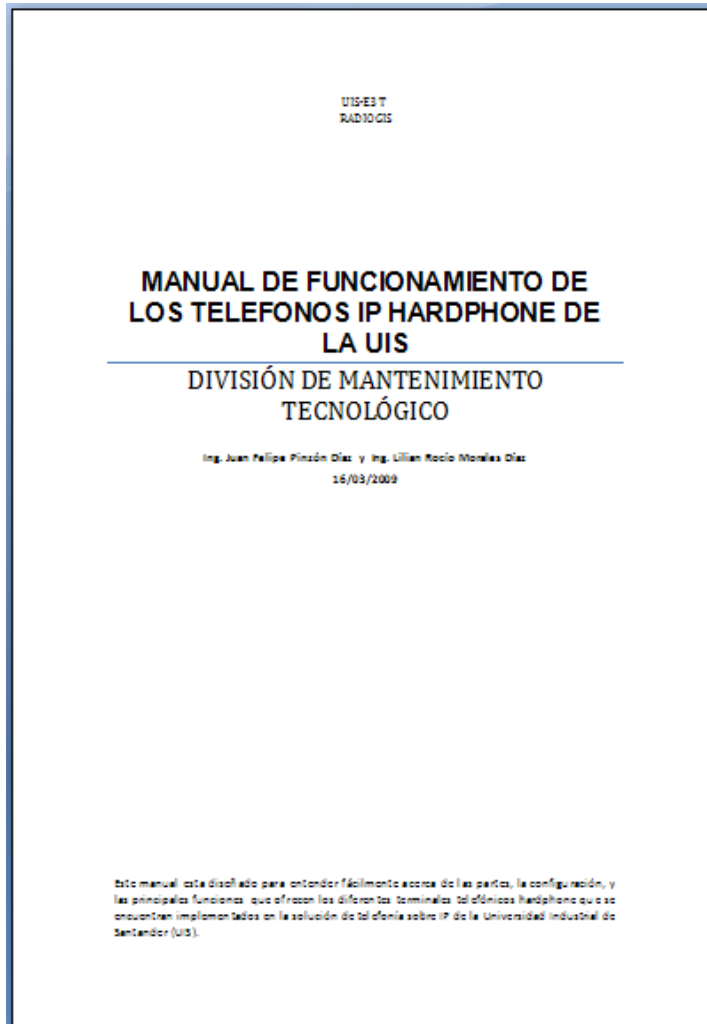


Figura 5.3 Portada del Manual de Funcionamiento de los Teléfonos IP Hardphone de la UIS.

5.4 PROCESO DE IMPLEMENTACIÓN DE LOS SOFTPHONES Y MANUAL DE INSTALACIÓN, CONFIGURACIÓN Y FUNCIONAMIENTO DE LOS SOFTPHONES H.323 DE AVAYA Y SIP DE LA UIS ^[17].

En lo referente a los teléfonos softphones¹, es importante recordar que en la solución de ToIP de la UIS se manejan los protocolos H.323 y SIP¹. “Se sabe

¹ Softphone: Básicamente un softphone es un software que emula un terminal telefónico, el cual tiene las mismas funcionalidades que un teléfono físico, pero desde un computador.

que cada uno de estos protocolos tiene sus características de acuerdo a los servicios que se han desarrollado hasta el momento. El H.323 está actualmente más avanzado en el campo de la telefonía a nivel de servicios, pero SIP se implementó teniendo en cuenta algunos desarrollos a futuro que dicho protocolo permitiría realizar y el H.323 no; además, SIP maneja versión libre de los diferentes programas y servicios, convirtiéndose esto, en una de sus mayores ventajas. Actualmente los softphones en la UIS en su gran mayoría son SIP debido a que de esta manera no se tienen problemas con las licencias....

..Sin embargo, el softphone H.323 de Avaya ofrece una interfaz igual a la del teléfono físico que manejaría el usuario, esto, permite que sea más cómodo y agradable a la vista de las personas que ya conocen el funcionamiento de su teléfono hardphone, además, que cuenta con sus mismos servicios. A diferencia, los softphones SIP vienen en versión libre y existen muchas interfaces que pueden ser bajadas de internet, sin embargo, no prestan los mismos servicios que el H.323 y no cuentan con la interfaz similar al de los teléfonos hardphones de Avaya que se están utilizando en la universidad.”[17]

Durante la implementación del proyecto, era necesario instalar, configurar y enseñar el funcionamiento de los teléfonos softphones a la comunidad universitaria. Basados en esta experiencia, y entendiendo las dificultades que surgieron en estos procesos, se pudo evidenciar lo que era importante resaltar respecto al mismo, naciendo así el MANUAL DE INSTALACIÓN, CONFIGURACIÓN Y FUNCIONAMIENTO DE LOS SOFTPHONES H.323 DE AVAYA Y SIP DE LA UIS [ver figura 5.4 y el documento entregado a la División de Mantenimiento Tecnológico de la UIS], el cual básicamente consiste en un manual de 24 páginas, donde se explica paso a paso y de manera muy sencilla todo el procedimiento para la prestación de este servicio a los usuarios, permitiendo que cualquier persona independientemente de su nivel académico y conocimientos, pueda instalarlo, configurarlo y aprender acerca de su manejo básico.

¹ Para conocer un poco más acerca de los protocolos usados por la planta de ToIP, ver la documentación técnica entregada a la División de Mantenimiento Tecnológico de la UIS.

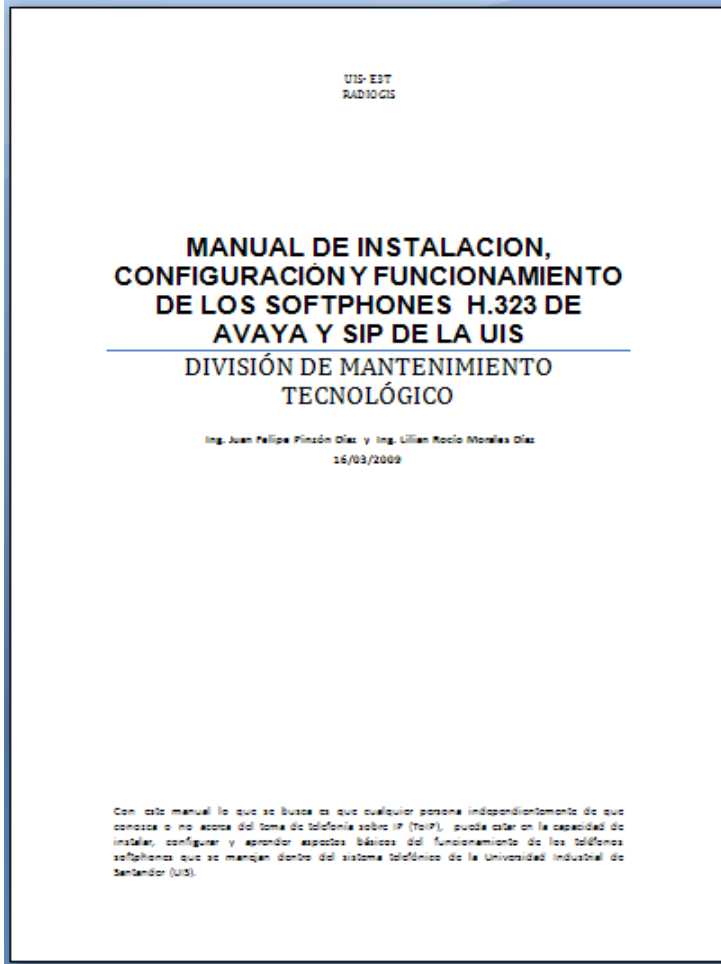


Figura 5.4 Portada del Manual de Softphone de la UIS.

5.5 PROCESO DE IMPLEMENTACIÓN Y MANUAL DE INSTALACIÓN, CONFIGURACIÓN Y FUNCIONAMIENTO DE LA MENSAJERÍA UNIFICADA EN LA UIS. ^[15]

Otro de los servicios que es bastante importante en la implementación de la red de ToIP, es el servicio de mensajería unificada¹. “En la UIS se cuenta con un sistema de mensajería unificada basado en el software INTUITY AUDIX, con el cual, se pueden manejar correos de voz, fax, envío de mensajes personalizados y correos electrónicos desde la computadora del usuario con multimedia a través del Outlook o cualquier administrador de correos electrónicos” [19].

¹ Para saber más acerca del sistema de mensajería unificada y el servidor Audix, ver el libro de documentación técnica del proyecto en lo referente a dicho tema y el manual de mensajería de la UIS.

Durante el desarrollo del proyecto de telefonía IP en la UIS, se hizo necesario instalar el servicio de mensajería unificada en los distintos usuarios. Para este proceso era necesario que la persona primero tuviera una cuenta en el servidor de AUDIX ^[16], y una vez se tenía dicha cuenta, entonces se procedía a la instalación del servicio en el equipo del usuario que lo requería. Durante este proceso se pudo evidenciar que no existía un manual que explicará de manera sencilla el proceso de instalación del servicio, y más bien, era un proceso práctico, que aunque relativamente fácil, podría resultar bastante difícil si antes no se tenía una pequeña capacitación al respecto. Entendiendo esta situación como un problema sencillo de solucionar, se materializó esta experiencia adquirida de la instalación del servicio a muchos usuarios en la forma de un manual de 23 páginas en el que se explica paso a paso y de manera muy sencilla la instalación, configuración y funcionamiento del servicio de mensajería unificada. (Ver figura 5.5 y el documento entregado a la División de Mantenimiento Tecnológico de la UIS).



Figura 5.5 Portada del manual de mensajería unificada de la UIS.

6. CONCLUSIONES

6.1 CONCLUSIONES GENERALES.

- ✓ Con este escrito no solo se buscó la manera de abrir un poco más la mente al lector acerca de lo que está por venir en el campo de las telecomunicaciones justificando de esta manera la implementación de la nueva red de ToIP; sino también, se propuso a mostrar cómo se logró el cumplimiento de los objetivos propuestos desde un principio con este trabajo de grado.
- ✓ El reto de tratar de transmitir las experiencias y conocimientos que se tuvieron durante la implementación del proyecto de ToIP, implicó entender cuáles eran los aspectos que merecían ser gestionados para que pudieran aportar un valor agregado a la UIS, y además también, significó plantearse una estrategia para saber cómo lograr este objetivo, con lo cual se concluyó que por medio de manuales y una documentación técnica práctica y sencilla basada en las experiencias propias se podría lograr este propósito, todo esto después de darle una visión más amplia al lector mediante el presente libro respecto a la importancia que tiene la implementación de esta nueva tecnología para la universidad.
- ✓ Las Redes de Próxima Generación se han convertido en el modelo a seguir a la hora de implementar infraestructuras y servicios por parte de los grandes proveedores de telecomunicaciones. Con el presente proyecto se puede concluir que Avaya ha desarrollado tecnologías y dispositivos con miras a la convergencia de servicios y a la migración hacia las Redes de Próxima Generación; proporcionando de esta forma, un punto de partida para que la infraestructura de telecomunicaciones de la universidad evolucione hacia la convergencia de servicios que garanticen calidad en la prestación de los mismos.
- ✓ El proyecto MTIT-UIS, sirvió como una estrategia de formación para todos aquellos que participaron de forma activa durante su desarrollo; y se convirtió también, en una oportunidad para enfrentar situaciones reales en donde la creatividad y el criterio propio juegan un papel crucial en la solución de problemas.

6.2 CONCLUSIONES TÉCNICAS

- ✓ Se pudo observar y concluir que el nuevo sistema de ToIP en la UIS ofrece muchas más ventajas en aspectos de administración y servicios de telecomunicaciones que el antiguo sistema basado en conmutación de circuitos, ya, que al basarse en conmutación de paquetes e IP se logra conseguir la integración con la red de datos de la universidad, y por ende, con la red global de internet permitiendo el acceso a la LAN a través de netmeeting o por medio VPNs, ya sea para aspectos de administración o para la prestación de un mejor servicio a los usuarios desde cualquier parte donde se tenga acceso a la web.
- ✓ Durante el desarrollo del proyecto de ToIP en la UIS, se reconoció el hecho de que los nuevos terminales telefónicos instalados en la universidad ofrecen muchas posibilidades de servicios y prestaciones en la red al funcionar como pequeños computadores con direcciones MAC e IP, permitiendo también, que no se encuentren limitados al lugar donde sean instalados al basarse en protocolos TCP/IP para el envío y recepción de paquetes. Respecto a lo anterior, se podría decir además que este nuevo sistema telefónico también permite el aprovechamiento de la red Wireless para el uso de teléfonos IP de este tipo ó teléfonos softphones en computadoras con tarjeta de red inalámbrica.
- ✓ Se pudo observar y entender las ventajas que ofrece el haber implementado un sistema de red MPLS con mayores anchos de banda para la comunicación entre la red LAN y las sedes regionales de la universidad, ya, que dicha red permite hacer ingeniería de tráfico, cursar tráfico con diferentes clases de servicio (COS) o grados de calidad de servicio(QoS), además, de crear redes privadas virtuales (VPN) basadas obviamente en IP, haciendo de esta forma, que los problemas debido a las pérdidas de paquetes y a los retardos en horas de alto tráfico, lo cual significaba problemas de voz entrecortada para el primer caso o metalizada para el segundo, quedaran en el pasado. Además, otra ventaja que ofrece la red WAN es que al conectar la red de datos de las sedes regionales con la LAN de la UIS, se unifica el sistema de comunicaciones, permitiendo que las llamadas entre las distintas sedes sean tratadas como extensiones internas sin ningún costo adicional; reduciendo de esta forma y de manera significativa los gastos en la facturación telefónica de la universidad.

- ✓ Por medio de la experiencia adquirida durante el desarrollo del proyecto, y también, debido a las afirmaciones de los ingenieros de ASSENDA S.A encargados de la implementación del sistema de ToIP en la UIS, se concluyó que el Communication Manager (CM) es un software demasiado completo y con demasiadas funcionalidades, tanto, que aún después de trabajar por mucho tiempo en los servicios que éste ofrece, seguramente no será suficiente para aprender a manejarlo en su totalidad. De esta manera, se abre una ventana de motivación para que todos aquellos que estén interesados en desarrollar o implementar nuevos servicios de comunicaciones sobre la planta telefónica, entiendan que el CM es un software que ofrece muchas posibilidades para conseguirlo, pero que se aprende a manejar únicamente a través de la experimentación constante sobre el mismo.
- ✓ Para garantizar estabilidad en la prestación del servicio de voz, era necesario emplear redundancia de switch en algunos centros de cableado de la universidad. Para utilizar redundancia evitando la presencia de bucles es necesario aplicar el protocolo spanning tree, el cual evita que se utilicen dos vías de salida al mismo tiempo. En la Universidad Industrial de Santander se deshabilitó dicho protocolo debido a que el core no lo tiene implementado, por lo tanto, se puede evidenciar que la red de la universidad quedó expuesta a la presencia de bucles infinitos donde se instaló redundancia de switches.
- ✓ Para el transporte de voz, se crearon las Vlan 14, 15, 16 y 17, por estas Vlan solo viaja la voz y sobre ellas se configuraron los diferentes protocolos que implementa el servicio de voz. Se puede concluir que al separar el tráfico de datos y voz, se logra reducir el tamaño del dominio de difusión, lo cual mejora el rendimiento de la red y evita la congestión de la misma, debido a que es menor la cantidad de mensajes de difusión que transita por los diferentes grupos de dispositivos de la red.
- ✓ Se puede concluir, que al configurar los puertos como híbridos se evita el exceso de tráfico, ya que sólo deja transitar paquetes de voz y datos de su misma Vlan. Si los puertos donde van conectados los teléfonos IP se hubieran configurado como trunk , un gran transito de paquetes IP fluiría a través de ellos y se aumentaría la probabilidad de que los dispositivos se congestionaran.
- ✓ En cada uno de los centros de cableado donde se instaló más de un switch 3com 4500G, se implementó el clúster stacking, con el cual se logra obtener la administración de todos los equipos apilados por medio

de una sola dirección IP, por lo tanto, se pudo apreciar que esta configuración facilita la administración de la red, agiliza la programación del dispositivo y establece la comunicación entre los switches a la misma velocidad.

- ✓ Uno de los aspectos más importantes a configurar, era la calidad de servicio de la voz. Luego de analizar la política de QoS implementada en la red de voz de la UIS, se puede concluir que dicha calidad de servicio programada cumple con los estándares 802.1p/Q definidos al inicio del proyecto, ya, que se etiquetaron y priorizaron los paquetes de voz sobre los de datos, de tal manera que estos se entreguen primero al momento de congestionarse la red, hecho que es importante al tratarse de un servicio de voz en tiempo real.
- ✓ Con el seguimiento llevado a cabo durante el proceso de implementación del nuevo sistema de ToIP en la UIS, se pudo confirmar el hecho de que las tecnologías compatibles con protocolos de internet ofrecen infinidad de servicios que de otra manera no serían posibles, razón por la cual, actualmente las telecomunicaciones a nivel mundial están convergiendo hacia sistemas basados en conmutación de paquetes y hacia IP.
- ✓ Al momento de iniciar un proyecto que conlleve la implementación de nuevas tecnologías, es necesario realizar con anterioridad una minuciosa auditoria de los sistemas presentes, esto con el fin de determinar hasta qué punto dichos sistemas soportan el nuevo servicio, y que aspectos se tendrán en cuenta para mejorar, antes de comenzar el desarrollo de las actividades. Se concluye que dentro de los ítems más importantes a tener en cuenta al momento de iniciar un determinado proyecto se pudieron observar: los estándares a seguir para la implementación del servicio, la calidad y referencia de los dispositivos a utilizar, la cantidad de recurso físico y humano necesaria para realizar con efectividad y eficiencia cada uno de los trabajos; y para garantizar disponibilidad del servicio a instalar, la disponibilidad de las herramientas necesarias (tanto información como herramientas de trabajo) al momento de iniciar labores y los alcances del proyecto a desarrollar.

7. RECOMENDACIONES

- ✓ Es importante implementar en cada uno de los centros de cableado un sistema de respaldo de energía, ya sea por medio de UPS, baterías, fuentes de respaldo, etc.; toda vez, que al momento de existir un corte en el servicio de energía eléctrica en la red pública, la mayoría de los edificios en el campus principal, sedes metropolitanas y sedes regionales, quedan sin servicio de telefonía, lo cual significa que la universidad quede incomunicada hasta que la energía eléctrica sea restablecida.
- ✓ Otro de los aspectos importantes que se pudo observar, es el hecho de que en la planta telefónica del campus principal solo se cuenta con una fuente de alimentación por cada G650; por lo tanto, es recomendable que también se tengan fuentes de potencia redundantes, para que de esta manera sea posible compartir la carga de la planta, mejorando así la confiabilidad del sistema y protegiendo a la comunidad universitaria de quedar sin servicio telefónico en caso de alguna falla en el suministro eléctrico de dichas fuentes.
- ✓ También y debido a la capacidad de crecimiento y al tráfico de llamadas dentro de la universidad, se recomienda aumentar el número de líneas telefónicas de central pública que conectan a las distintas sedes tanto regionales como metropolitanas a por lo menos una por cada tres extensiones. Obviamente esta recomendación no aplica en todas las sedes, aunque si en la mayoría, principalmente en la Facultad de Salud en la cual se tienen solo ocho troncales CO para un volumen de 120 usuarios configurados en la planta telefónica.
- ✓ Una recomendación importante es la implementación en la UIS de una red inalámbrica que tenga cobertura en todo el campus universitario. Esto incluye el mejoramiento en cobertura de todas las sedes tanto en el campus principal, como en las sedes del área metropolitana, y sedes regionales.
- ✓ Uno de los inconvenientes que causó impacto en el tiempo de ejecución del proyecto, fue la errónea o nula marcación de los puntos de red en la universidad. Esto ocasionó que al momento de comenzar a instalar y configurar los switches donde se colocarían los puntos que manejarían tráfico de voz, se detectara que la información suministrada por la universidad no era la correcta, por lo que en su momento se hizo necesario iniciar el proceso de identificación de los distintos puntos en

todo el campus universitario. Este impase retardó la tarea de dejar activos los teléfonos en las diferentes dependencias de la universidad. Por lo cual, se recomienda realizar una correcta identificación y etiquetado en todos los puntos de red en el campus principal de la universidad, sedes del área metropolitana y sedes regionales, para evitar situaciones similares frente a la ejecución de futuros proyectos.

- ✓ Un requerimiento básico de todo lugar que albergue equipos electrónicos, es que éste posea un sistema de refrigeración o ventilación, que asegure una temperatura óptima de trabajo para dichos dispositivos. Durante la revisión de varios centros de cableado se pudo observar que en muchos de estos no se disponía de dicho sistema de ventilación, lo cual generaba una temperatura elevada dentro de los mismos. Es por lo anterior, que se hace indispensable implementar un sistema de ventilación a través de los centros de cableado y lugares de disposición final de dispositivos electrónicos, para evitar fallas debido a sobret temperatura en los diferentes equipos.
- ✓ Durante el proceso de implementación del nuevo sistema telefónico, se pudo observar por medio de la experimentación que al usarse el protocolo SIP era posible establecer varias llamadas de forma simultánea desde diferentes teléfonos usando el mismo número de extensión, haciendo que las llamadas entrantes solo fueran dirigidas a la última persona que se registró en el servidor y dejando con libertad a los demás terminales para realizar sus respectivas llamadas sin ningún inconveniente. Esta situación sería de mucha utilidad en los grupos de investigación donde cada computador podría tener su softphone SIP para hacer las llamadas respectivas, o también, podría aplicarse en otras partes de la universidad donde pueda ser importante que varios usuarios tengan acceso al servicio de telefonía sin necesidad de adquirir nuevas licencias, y sin necesidad también de comprar terminales telefónicos nuevos, ya, que los softphones SIP se pueden encontrar en versión libre en internet. Según lo anterior, sería recomendable sacar provecho a esta característica del protocolo SIP, que amplía el servicio a más usuarios sin un mayor incremento en el consumo de recursos.
- ✓ Una de las decisiones que se tomó respecto a la implementación de los softphones, es que tuvieran todos números de extensión distintas a la de sus respectivos hardphones; sin embargo, esto significaría un mayor consumo de licencias para la universidad, razón por la cual, sería recomendable que también se trabajaran los softphones SIP con el

mismo número de extensión a los de sus respectivos teléfonos físicos, aunque esto implicaría ocupar uno de los tres puertos disponibles para cada terminal.

- ✓ Durante la gestión de cualquier proyecto resulta eficaz y eficiente el que todas y cada una de las partes involucradas en él realicen un trabajo coordinado y ordenado. Durante la ejecución del proyecto de telefonía IP en la Universidad Industrial de Santander, se pudo apreciar la falta de coordinación de trabajos entre la Universidad, la empresa ejecutora (ASSENDA), y la empresa interventora, ya, que en muchas ocasiones se presentaron atrasos por la no disponibilidad de alguno de los involucrados, lo cual hizo necesaria la reprogramación de las actividades, generando retardos en la fecha de entrega del proyecto. Es por esto que es recomendable al momento de iniciar cualquier actividad o proyecto, la realización de una programación más coordinada para asegurar el cumplimiento de cada una de las partes, y así, garantizar el desarrollo de los trabajos dentro del tiempo de ejecución estimado.

8. REFERENCIAS

- [1] WWW.3COM.COM
- [2] www.andovercrg.com/datasheets/avaya-cajun-p333t-switch.pdf
- [3] www.comunycarse.com/adjuntos/fichero_2509_20090126.pdf
- [4] https://www.uis.edu.co/portal/contrataciones/licitaciones/licitaciones_2007/licitaciones_2007.html
- [5] http://www.3com.com/products/en_US/detail.jsp?pathtype=purchase&tab=features&sku=3CR17772-91
- [6] Documentación final red 3com LAN UIS (ASSENDA).
- [7] Documentation for Avaya Communication Manager, Media Gateways and Servers 4.0 ó 5.0
- [8] Lydia Parziale, David T. Britt, Chuck Davis, Jason Forrester, Wei Liu, Carolyn Matthews, Nicolas Rosselot. TCP/IP Tutorial and Technical Overview. IBM International Technical Support Organization, December 2006.
- [9] Regis J “Bud” Bates .Broadband Telecommunications Handbook, second Edition, Editorial Mc Graw Hill.
- [10] Descripción general de Avaya Communication Manager. 03-300468ESCALA Edición 3 Versión 4.0 Febrero 2007.
- [11] Descripción del hardware y referencia para Avaya Communication Manager 555-245-207ESCALA Edición 7 Enero de 2008.
- [12] Guía del hardware de Avaya Communication Manager 555-245-207SPL 1a Edición Noviembre de 2003.
- [13] DEFINITY, Servidor de comunicaciones empresariales Versión 7 Descripción general, 555-230-024SPL, 6ª edición Junio 1999.
- [14] Descripción general de Avaya MultiVantage Express 03-602248, Edición 1 Versión 2.0, Agosto de 2007.
- [15] Manual de instalación, configuración y funcionamiento de la mensajería unificada en la UIS.

- [16] Manual de instalación, configuración y funcionamiento del ASA 5.0 y comandos del CM de la UIS.
- [17] Manual de instalación, configuración y funcionamiento de los softphones h.323 de Avaya y SIP de la UIS
- [18] Manual de funcionamiento de los teléfonos IP hardphone de la UIS.
- [19] Documentación Técnica de la Implementación de la Red de ToIP en la Universidad Industrial de Santander.
- [20] Avaya IP Telephony Implementation Guide, April 2003, COMPAS ID 95180.
- [21] Ravi Jain, Jhon-Luc Bakker, and Farooq Anjum. Programming Converged Networks. Willey
- [22] Anders Olsson. Understanding Changing telecommunications. Building a successful telecom business. Wiley

9. BIBLIOGRAFÍA

- Seminario regional sobre costes y tarifas para los países miembros del grupo TAL/ CONCEPTO y arquitectura de las redes NGN, RIO DE JANEIRO BRASIL, OSCAR GONZALES SOTO EXPERTO UIT. ENLACE http://www.itu.int/ITU-D/finance/work-cost-tariffs/events/tariff-seminars/rio_de_janeiro-06/gonzalez-1-sp.pdf
- Carpeta técnica: Redes de próxima generación/Visión general de normas (CARPETA TÉCNICA-1 rev. -5 (2006)). Enlace: http://www.citel.oas.org/SP/ccp1-tel/Carpetas%20Tecnicas/carpeta1-r5_e.pdf
- Sistema de Telefonía IP / Quobis Network http://cei.lugo.es/medi/Parque/Presentacion_VoIP.pdf
- Tesis Estudio para el desarrollo de servicios de telecomunicaciones de nueva generación en Colombia, RICARDO HERNÁNDEZ MARTÍNEZ/ERKIN DELVER QUINTERO HERRERA, 2008.
- Memorias conferencia Las NGN: Camino a la Convergencia, charla técnica Fundación INTITEC, Carlos A. Gómez. Bogotá, marzo de 2008.
- Estudio integral de redes de Nueva Generación y Convergencia, Comisión de Regulación de Telecomunicaciones, junio de 2007.
- Avaya IP Telephony Implementation Guide, April 2003, COMPAS ID 95180.

ANEXOS

ANEXO 1 ESTÁNDARES Y PROTOCOLOS IMPLEMENTADOS EN EL DESARROLLO DEL PROYECTO DE TELEFONÍA IP

Para determinar las características y especificaciones de los dispositivos a instalar y configurar, se necesitaba una normatividad que asegurara el correcto diseño y desarrollo de la red de ToIP. A continuación se definirán todos y cada uno de los estándares aplicados durante la ejecución del proyecto.

✓ ITU G.711

G.711 es un estándar de la ITU-T es un estándar para representar señales de audio con frecuencias de la voz humana, mediante muestras comprimidas de una señal de audio digital con una tasa de muestreo de 8000 muestras por segundo. El codificador G.711 proporcionará un flujo de datos de 64 kbit/s.

Para este estándar existen dos algoritmos principales, el μ -law (usado en Norte América y Japón) y el A-law (usado en Europa y el resto del mundo) Ambos algoritmos son logarítmicos, pero el A-law fue específicamente diseñado para ser implementado en una computadora.

El estándar también define un código para secuencia de repetición de valores, el cual define el nivel de potencia de 0 dB.

✓ ITU G.723

Extensión de la norma G.721 a 24 y 40 kbit/s para aplicaciones en circuitos digitales.

Sustituida por G.726 esta norma es obsoleta.

✓ ITU G.729A

La codificación de voz ITU G.729 es usada para comprimir voz digitalizada. G.729A es una versión reducida del G.729. Requiere la mitad de potencia

de proceso de codificado que G.729 y G.729A son compatibles pero no idénticos.

Características:

- Frecuencia de muestreo 8kHz/16-bit (80 muestras de 10ms frame)
- Fija la velocidad de bits (8 kbit/s frame de 10 ms)
- Tamaño de marco fijo (10 bytes para 10 ms frame)
- G.729 es un híbrido que utiliza codificador de voz algebraica ACELP.

✓ 802.1p/Q

IEEE 802.1p es un estándar que proporciona priorización de tráfico y filtrado multicast dinámico. Esencialmente, proporciona un mecanismo para implementar Calidad de Servicio (QoS) a nivel de MAC (Media Access Control).

Existen 8 clases diferentes de servicios, expresados por medio de 3 bits del campo prioridad de usuario (*user_priority*) de la cabecera IEEE_802.1Q añadida a la trama, asignando a cada paquete un nivel de prioridad entre 0 y 7. Aunque es un método de priorización bastante utilizado en entornos LAN, cuenta con varios inconvenientes, como el requerimiento de una etiqueta adicional de 4 bytes (definida en el estándar IEEE802.1Q). Además solo puede ser soportada en una LAN, ya que las etiquetas 802.1Q se eliminan cuando los paquetes pasan a través de un router.

No está definida la manera de cómo tratar el tráfico que tiene asignada una determinada clase o prioridad, dejando libertad a las implementaciones. IEEE, sin embargo, ha hecho amplias recomendaciones al respecto.

802.1p está integrado en los estándares IEEE_802.1D y 802.1Q.

El protocolo **IEEE 802.1Q** fue un proyecto del grupo de trabajo 802 de la IEEE para desarrollar un mecanismo que permita a múltiples redes compartir de forma transparente el mismo medio físico, sin problemas de interferencia entre ellas (*Trunking*). Es también el nombre actual del estándar establecido en este proyecto y se usa para definir el protocolo de encapsulamiento usado para implementar este mecanismo en redes Ethernet

✓ ISDN

La tecnología **ISDN** (*red digital de servicios integrados*) está diseñada para transportar datos (voz, imágenes, faxes, etcétera), además de señalar información. El nombre ISDN se debe a los servicios adicionales que presta:

- visualización del número
- llamada en conferencia
- señal de llamada
- desvío de llamadas
- indicación de los costos de la comunicación

Por otro lado, permite alcanzar una velocidad garantizada de 64 kbps, que ofrece confiabilidad y comodidad esenciales para usos que requieren una alta calidad de servicio.

✓ ITU Q.23 DTMF

DTMF (Dual Tone Multifrequency) Multifrecuencia de doble tono. Tonos en diferentes hertz que utiliza una telefonía para marcar números. Cada número u opción del teléfono tiene su tono que es identificado en la telefonía.

✓ IEEE 802.3

La norma 802.3 es una especificación estándar sobre la que se monta Ethernet, un método de establecimiento de comunicaciones físicas a través de una red de área local o LAN, creada por el IEEE. 802.3. Especifica el protocolo de transporte de información del nivel físico dentro de una arquitectura de red a capas, tal como TCP/IP, basada a su vez en el modelo OSI.

Se definió en 1983 y hoy en día el término Ethernet se utiliza para referirnos a las especificaciones Ethernets incluidas en IEEE 802.3. En este tiempo ha sufrido numerosas ampliaciones que han servido para enriquecerlo, notable ha sido el aumento de su velocidad de transferencia de datos dando lugar a los conocidos: Fast Ethernet, Gigabit Ethernet y 10Gigabits Ethernet. También se han empleado distintos medios físicos para evaluar cuál de ellos ofrecía mejor capacidad de comunicación en relación con la velocidad, probándose mediante hubs, conmutadores y tipos de medios tales como la fibra óptica, los cables de par trenzado o coaxiales.

Aunque citásemos anteriormente que el término Ethernet y 802.3 sean equivalentes, ambos no representan conceptos idénticos. Estos poseen diferencias entre sí que pueden hacer que se consideren incompatibles de las que, entre todas las existentes, cabe destacar la no coincidencia de los formatos de tramas enviadas por cada uno de ellos.

La primera versión fue un intento de estandarizar ethernet aunque hubo un campo de la cabecera que se definió de forma diferente, posteriormente ha habido ampliaciones sucesivas al estándar que cubrieron las ampliaciones de velocidad (Fast Ethernet, Gigabit Ethernet y el de 10 Gigabits), redes virtuales, hubs, conmutadores y distintos tipos de medios, tanto de fibra óptica como de cables de cobre (tanto par trenzado como coaxial).

Los estándares de este grupo no reflejan necesariamente lo que se usa en la práctica, aunque a diferencia de otros grupos este suele estar cerca de la realidad.

✓ **IEEE 802.3X**

Full Duplex (Transmisión y recepción simultáneos) y control de flujo.

✓ **802.3af**

Es el estándar de Power Over the Ethernet, PoE permite la entrega de energía DC sobre el mismo cable de cobre de Ethernet, esto permite la posibilidad de integrar nuevos dispositivos de energía adjuntos a la red a su infraestructura LAN existente, evitando así el tendido de cable de energía o el uso de fuentes de alimentación para alimentar los dispositivos. Entre los dispositivos que pueden alimentarse utilizando PoE podemos encontrarnos Puntos de Acceso (APs), Cámaras IP y teléfonos IP entre otros.

✓ **802.1W**

Este es un protocolo Rapid Spanning Tree (RSTP), que puede considerarse como una evolución del 802.1 estándar. En la mayoría de los casos, se comporta mejor que RSTP Cisco Systems. 802.1W también es capaz de volver de nuevo a IEEE 802.1D, a fin de interactuar con el legado de los puentes.

✓ 802.1D

802.1D es el estándar de IEEE para bridges MAC (puentes MAC), que incluye bridging (técnica de reenvío de paquetes que usan los switches), el protocolo Spanning Tree y el funcionamiento de redes 802.11, entre otros.

También impide los bucles que se forman cuando los puentes o los interruptores están interconectados a través de varias rutas. El algoritmo BPDU logra mediante el intercambio de mensajes con otros switches detectar bucles, elimina el bucle por cerrando una interfaz determinada. Este algoritmo garantiza que hay una y sólo una ruta activa entre dos dispositivos de red.

Las VLANs (redes virtuales) no son parte de 802.1D, sino de IEEE_802.1Q.

✓ 802.1X

La IEEE 802.1X es una norma del IEEE para el control de admisión de red basada en puertos. Es parte del grupo de protocolos IEEE 802 (IEEE 802.1) permite la autenticación de dispositivos conectados a un puerto LAN, estableciendo una conexión punto a punto o previniendo el acceso por ese puerto si la autenticación falla. Es utilizado en algunos puntos de acceso inalámbricos cerrados y se basa en el protocolo de autenticación extensible (EAP– RFC 2284). El RFC 2284 ha sido declarado obsoleto en favor del RFC 3748.

802.1X está disponible en ciertos conmutadores de red y puede configurarse para autenticar nodos que están equipados con software *suplicante*. Esto elimina el acceso no autorizado a la red al nivel de la capa de enlace de datos.

Algunos proveedores están implementando 802.1X en puntos de acceso inalámbricos que pueden utilizarse en ciertas situaciones en las cuales el punto de acceso necesita operarse como un punto de acceso cerrado, corrigiendo fallas de seguridad de WEP. Esta autenticación es realizada normalmente por un tercero, tal como un servidor de RADIUS. Esto permite la autenticación sólo del cliente o, más apropiadamente, una autenticación mutua fuerte utilizando protocolos como EAP-TLS.

✓ 802.3ad

Agregación de enlaces paralelos (Trunking).

IEEE 802.3ad es una forma de hacer agregación de enlaces. Conceptualmente, el mismo funciona como EtherChannel en varios adaptadores Ethernet que se agregan en un único adaptador virtual, proporcionando un mayor ancho de banda y protección contra fallos.

Al igual que EtherChannel, IEEE 802.3ad requiere apoyo en el interruptor. A diferencia de EtherChannel, sin embargo, el interruptor no necesita ser configurado manualmente para saber qué puertos pertenecen a la misma agrupación.

Las ventajas de utilizar IEEE 802.3ad Link Aggregation en lugar de EtherChannel que se crea el vínculo agregaciones en el interruptor automático, y que le permite usar interruptores que apoyan el estándar IEEE 802.3ad, pero no apoyo EtherChannel.

✓ **802.3ab**

IEEE 802.3ab, también conocido como 1000BaseT, es un estándar para Gigabit Ethernet sobre cableado de cobre por cable (Cat 5e o superior). 1000BASE-T utiliza los cuatro pares de cable para la transmisión simultánea en ambas direcciones a través del uso de cancelación de eco y el 5 de nivel de modulación de amplitud de pulso (PAM-5) técnica.

✓ **802.3ae**

10-gigabit Ethernet (XGbE o 10GbE) es el más reciente (año 2002) y más rápido de los estándares Ethernet. IEEE 802.3ae define una versión de Ethernet con una velocidad nominal de 10 Gbit/s, diez veces más rápido que gigabit Ethernet.

El nuevo estándar 10-gigabit Ethernet contiene siete tipos de medios para LAN, MAN y WAN. Ha sido especificado en el estándar suplementario IEEE 802.3ae, y será incluido en una futura revisión del estándar IEEE 802.3.

Hay diferentes estándares para el nivel físico (PHY). La letra "X" significa codificación 8B/10B y se usa para interfaces de cobre. La variedad óptica más común se denomina LAN PHY, usada para conectar routers y switches entre sí. Aunque se denomine como LAN se puede usar con 10GBase-LR y -ER hasta 80km. LAN PHY usa una velocidad de línea de 10.3 Gbit/s y codificación 66B. WAN PHY (marcada con una "W") encapsula las tramas Ethernet para la transmisión sobre un canal SDH/SONET STS-192c.

Contrariamente a los primeros sistemas Ethernet, 10-gigabit Ethernet está basado principalmente en el uso de cables de fibra óptica (con la excepción del -CX4). Sin embargo, el IEEE está desarrollando un estándar de 10-gigabit Ethernet sobre par trenzado (10GBASE-T), usando cable de categoría 6A cuya aprobación está planificada para el año 2006. Además este estándar en desarrollo está cambiando el diseño de half-duplex, con difusión a todos los nodos, hacia solo admitir redes conmutadas full-duplex. Se asegura que este

sistema tiene una compatibilidad muy alta con las primeras redes Ethernet y las del estándar IEEE 802.

✓ **802.3i**

Variación física de la especificación IEEE 802.3 original que requiere el uso de la señalización de tipo Ethernet en un medio de networking de par trenzado. El estándar establece la velocidad de señalización en 10 megabits por segundo utilizando un esquema de señalización de banda base transmitido a través de un cable de par trenzado utilizando una topología en estrella o en estrella extendida. Ver 10Base2, 10Base5, 10BaseF, 10BaseTy10Broad36.

✓ **802.3u**

100BASE-TX, 100BASE-T4, 100BASE-FX Fast Ethernet a 100 Mbit/s con auto-negociación de velocidad.

✓ **802.3z**

Desde 1970 la Red Ethernet es la tecnología más representativa de las redes de trabajo. Hay un estimado que en 1996 el 82% de todos los equipos de redes eran Ethernet. En 1995 el estándar Fast ethernet fue aprobado por la IEEE. El Fast Ethernet provisto de un ancho de banda 10 veces mayor y nuevas características tales como transmisión Full-Duplex y auto negociación. Se estableció Ethernet como una tecnología escalable. Ahora, el standar Gigabit Ethernet es aceptado como una escala superior.

Fast Ethernet fue publicada por un alianza de consorcio de industriales. En Mayo de 1996 se formó la alianza Gigabit Ethernet conformada por 11 compañías, poco después la IEEE anuncia la formación del 802.3z, proyecto del estándar Gigabit Ethernet.

El nuevo estándar Gigabit Ethernet será compatible completamente con las instalaciones existentes de redes Ethernet. Reteniendo el mismo método de acceso CSMA/CD, soportará modos de operaciones como Full-Duplex y Half-Duplex. Inicialmente, soportará fibra mono-modo y multi-modo y cable coaxial short-haul.

Al comienzo, Gigabit Ethernet es aceptada para ser empleada como backbone en redes existentes. Estas pueden ser usadas para agregar tráfico entre clientes y "server farms" e interconectando switches Fast Ethernet, estos

pueden ser usados para interconectar workstation y servidores de aplicaciones de alto ancho de banda tales como imágenes médicas o CAD.

ANEXO 2 DISTRIBUCIÓN DE VLANS

Edificio	Total Teléfonos	Vlan VoIP
Facultad de salud		7
Bucarica		10
Guatiguara		12
Barranca		13
Socorro		49
Málaga		52
Barbosa		55

Edificio	Total Teléfono	Vlan VoIP
Ciencias Humanas Nuevo	115	14
Admón. 2	65	14
Total	180	

Edificio	Total Teléfonos	Vlan VoIP
Mantenimiento Y Planta Física	25	15
Ingeniería mecánica	24	15
Ingeniería Química - Laboratorios	24	15
Ingeniería Industrial	22	15
Daniel Casa-Esc. Música Y Artes	9	15
Biblioteca	18	15
Centic	18	15

Laboratorio Alta Tensión	16	15
Administración Ala Occidente	44	15
Total	200	


Edificio	Total Teléfonos	Vlan VoIP
Laboratorios Livianos	114	16
Dirección General de Regionalización	77	16
Planta Telefónica	6	16
Cenivam	1	16
Laboratorio Hidráulica	2	16
Total	200	

Edificio	Total Teléfonos	Vlan VoIP
Jorge Bautista Vesga	62	17
Administración Ala Oriental	60	17
Laboratorio de Pesados	59	17
Bienestar Universitario	15	17
Capruis Favuis	4	17
Total	200	

Edificio	Total Teléfonos	Vlan VoIP
Federico Mamitza – Diseño Industrial	12	120
Auditorio Luis A Calvo	11	120
Laboratorio De Postgrado	11	120
Ingeniería Eléctrica	19	120

Coliseo – Departamento De Deportes	7	120
Cicelpa	6	120
Álvaro Beltrán Pinzón – L. Caract.	6	120
La Perla	2	120
Instituto de Lenguas	2	120
Lab. Diseño Industrial	2	120
Portería	1	120
Aula Máxima de Mecánica	1	120
Portería – Carrera 30	1	120
Jardinería	1	120
Cafetería	1	120
Portería Carrera 25	1	120
Total	84	

ANEXO 3 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

 Universidad Industrial de Santander	PLIEGOS DE CONDICIONES DEFINITIVOS LICITACIÓN PÚBLICA No. 022 DE 2007 MODERNIZACIÓN TECNOLÓGICA DE LA INFRAESTRUCTURA DE TELECOMUNICACIONES DE LA UIS	DIRECCION DE CONTRATACION Y PROYECTOS DE INVERSION
--	---	---

I. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

I.1. GENERALIDADES


La solución de Telefonía IP, Videoconferencia IP, Mensajería unificada y Conmutación Multicapa debe ser suministrada, instalada y puesta en operación por el proponente en las siguientes sedes:

I.1.1. El suministro, instalación y puesta en funcionamiento de equipos para implementar en el Sistema servicios de Telefonía IP, Videoconferencia IP y Mensajería Unificada, en lo sucesivo EQUIPOS Y SOFTWARE, en el Campus Principal y Facultad de Salud, sedes Bucarica y Guatiguará, en lo sucesivo, SEDES METROPOLITANAS.

I.1.2. El suministro, instalación y puesta en funcionamiento de equipos para implementar en el Sistema servicios de Telefonía IP, Videoconferencia IP y Mensajería Unificada en las sedes regionales de Barbosa, Barrancabermeja, Málaga y Socorro, en lo sucesivo SEDES REGIONALES UIS, en el Departamento de Santander.

I.1.3. El suministro, instalación y puesta en funcionamiento de equipos de conmutación de paquetes (Switches Multilayer) integrados a la solución en el Campus Principal, Sedes Metropolitanas y las sedes regionales.

I.2. CUADRO DE REQUERIMIENTOS

 PLIEGOS DE CONDICIONES DEFINITIVOS LICITACIÓN PÚBLICA No. 022 DE 2007 MODERNIZACIÓN TECNOLÓGICA DE LA INFRAESTRUCTURA DE TELECOMUNICACIONES DE LA UIS	DIRECCION DE CONTRATACION Y PROYECTOS DE INVERSION
--	---

ToIP Area	Cuadro de Cantidades	PSTN		CONSOLA	TELEFONOS SIP					ANALOGOS		TOTALS
		PRI	CO	Softconsole	Tipo 1 Basico	Tipo 2 Intermedio	Tipo 3 Avanzado	Tipo 4 WiFi	Tipo 5 Softphone	Puertos Analogos	Total Extensiones	
Principal	Sede	7	24	4	623	97	98	12	90	94	1014	
Metropolitana	Campus Principal	0	8	0	28	10	11	2	10	8	69	
	Guatiguará	0	8	0	60	14	14	2	10	24	124	
	Facultad de Salud	0	8	0	2	9	14	1	8	8	42	
	Bucarica	0	8	0	26	4	4	1	10	8	53	
Regional	Barrancabermeja	0	8	0	20	2	2	1	4	8	37	
	Socorro	0	8	0	12	2	2	1	2	8	27	
	Barbosa	0	8	0	12	2	2	1	3	8	28	
	Málaga	7	80	4	783	140	147	21	137	166	1394	

ELEMENTO	CANTIDAD	PUERTOS (10/100/1000 Base T)	802.3 AF POWER OVER ETHERNET	ESCALABILIDAD	INTEGRACIÓN	CONVERGENCIA
Switch Multilayer (L2/L3/L4)	10	24 o 48	Si (en todos los puertos de cobre)	Stackable	Mínimo 2 puertos GbE 1000 Mbps SFP (Slots disponibles)	CoS y QoS

A. Servicios de Telefonía IP, Videoconferencia IP, Mensajería Unificada y Equipos de Conmutación de datos Multilayer		
ITEM	COMPONENTE	ESPECIFICACIONES MINIMAS
1	Normatividad	Debe soportar los siguientes estándares recomendados por los organismos internacionales como la International Telecommunications Union (ITU) ,Institute of Electrical and Electronics Engineers IEEE, Internet Engineering Task Force IETF: ITU G.711, ITU G.729A, IETF SIP, TCP/IP, ETSI/ISO QSIG, ISDN, ITU Q.23 DTMF, IEEE 802.1p IEEE802.1Q, IEEE 802.3. En general la solución debe estar acorde con las normas de la ITU-T en lo relacionado con tecnología digital, interfaces de acceso y señalización hacia las redes públicas tradicionales.
2	Tecnología	Dado que se trata de la sustitución completa mediante adquisición de equipo nuevo. El proponente deberá cotizar solución de tecnología IP Nativa.
3	Calidades de los suministros	La totalidad de los elementos ofertados, deberán ser nuevos, sin uso, sin componentes reconstruidos, (No se aceptan equipos Refurbished), del modelo más reciente o actual y deben ser el último modelo o versión liberado(a) para Latinoamérica, y deberán contener todos los perfeccionamientos recientes en diseño y materiales. No se aceptará ningún elemento declarado EOL (End Of Life).
4	Garantía	La solución ofertada de manera integral deberá ofrecerse con una garantía Mínima de 2 años, con soporte en sitio. El fabricante de los equipos deberá garantizar el suministro de piezas y partes de repuesto por un periodo mínimo de 5 años posteriores a la declaración de obsolescencia de los equipos ofrecidos.
5	Hardware	<ul style="list-style-type: none"> • El proponente deberá incluir el hardware necesario para soportar todos los servicios y funcionalidades requeridas. • Los elementos de hardware suministrados que requieran operar con energía eléctrica deberán operar con tensión de alimentación 120 VAC +/- 10% y frecuencia de 60 Hz. • Los elementos tales como servidores, procesadores de llamadas, servidores de mensajería y similares deben ser para montaje en Rack de Telecomunicación estandar de 19" de ancho. Se deben suministrar todos los herrajes y accesorios necesarios para la instalación de dichos elementos dentro del rack de telecomunicaciones. Se deben suministrar los gabinetes Rack para alojar los equipos de rack ofrecidos.
6	Software	<ul style="list-style-type: none"> • La solución ofrecida debe operar como un sistema integrado de hardware y software abierto sobre un sistema operativo LINUX. • La totalidad del software debe ser legalmente licenciado a perpetuidad a nombre de UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER y se deberá suministrar los correspondientes medios magnéticos, ópticos o electrónicos que contengan el original de dicho software. • Las versiones de software entregadas deberán corresponder a la última versión disponible liberada para latinoamerica, en idioma Español y se deben garantizar las actualizaciones de software durante el periodo de garantía. Todas las vulnerabilidades conocidas deben estar solucionadas por la versión de software entregada y se deben señalar todas vulnerabilidades que a la fecha no se hayan podido solucionar. Este mismo requerimiento aplica para el firmware.
7	Elementos y Accesorios	Salvo mención expresa en contrario, el proponente debe proporcionar todos los elementos necesarios para la correcta operación de la plataforma ofrecida y que se requieran para su puesta en operación y uso normal, tales como fuentes de alimentación, accesorios, periféricos, elementos de conexión o interconexión, elementos de administración, elementos de pruebas, piezas de software y en general todos los adicionales necesarios para el correcto funcionamiento de la plataforma ofrecida.
8	Manuales Técnicos de Montaje y Operación	Todos los componentes individuales de hardware y software ofertados deberán venir acompañados de sus manuales técnicos y de operación, bien sea en forma impresa o en formato digital.
9	Instalación y Configuración	Todos los componentes de hardware y software ofertados deben ser entregados en perfecto estado de funcionamiento, configurados, probados y en normal operación de acuerdo con las necesidades específicas de la UIS y de acuerdo con los requerimientos y ajustes acordados posteriormente entre el proponente y la interventoría. Los costos generados por la respectiva configuración, programación y adecuación de la totalidad de elementos que integran esta licitación deberán estar incluidos en el valor de la oferta.

10	Capacitación	<p>El proponente favorecido con la adjudicación debe realizar durante la ejecución del proyecto una labor permanente de transferencia de conocimientos que le permita a los funcionarios designados por la UIS administrar, mantener y soportar todas las funcionalidades de hardware y software de la plataforma de telefonía.</p> <p>Así mismo debe dictar un curso de capacitación técnica de la plataforma de telefonía instalada, dirigida a mínimo doce (12) funcionarios seleccionados por la Institución de acuerdo a roles de ingeniería, mantenimiento, administración y operación.</p>
11	Integración de la Solución.	<ul style="list-style-type: none"> • La solución propuesta debe integrarse con las Redes de datos existentes en la UIS (Red LAN, Red MAN y Red WAN) y funcionar de manera integrada y armonica con los equipos y plataformas de datos actualmente operando como Switches y Routers. La solución propuesta también debe integrarse y comunicarse con los Equipos de Conmutación (Switches Multilayer) ofrecidos por el proponente como parte de esta licitación. • La solución propuesta debe tener la capacidad de interconectarse a las redes LAN de la Institución mediante Interfaces UTP RJ-45 Fast Ethernet bajo protocolo TCP/IP tanto para interconexión como para las funcionalidades de integración de voz, videoconferencia, aplicaciones colaborativas y funcionalidades de gestión. • Debe poder integrarse a cualquier operador de telefonía bien sea Fijo, Movil o Trunking. • Debe soportar la integración de aplicaciones colaborativas • Debe soportar la integración de dispositivos de marcas diferentes mediante el protocolo IETF SIP. • Debe soportar la selección del CODEC adecuado de manera automática según el segmento de red utilizado a saber: G.711 para llamadas sobre la red LAN y G.729A para llamadas sobre canales WAN. Adicionalmente la solución debe ser compatible con el protocolo G.723 para transmisión y compresión de voz sobre redes.
12	Compatibilidad	<ul style="list-style-type: none"> • La solución ofrecida debe soportar la futura implantación de soluciones de Contact Center IP. Deberá ser posible la habilitación de software de distribución de llamadas para 50 o más agentes. • Se debe garantizar la compatibilidad e interoperabilidad entre todos los elementos ofrecidos. • Debe garantizar la interoperabilidad con sistemas PABX convencionales y con las troncales y canales E1 que Telebucaramanga tenga al servicio de la UIS. • El sistema ofrecido debe soportar aplicaciones colaborativas y soluciones de videoconferencia operadas desde computadores portátiles y/o de escritorio.
13	Disponibilidad	<p>Los elementos que conforman la plataforma instalada en el campus central, sedes metropolitanas y sedes regionales deberán garantizar una disponibilidad igual o superior a 99,999% (Mínimo 5 nueves).</p>
14	Supervivencia	<p>De manera independiente a los medios de comunicación de datos que los proveedores de los canales metropolitanos y regionales le ofrezcan a la UIS en cada una de las sedes, el proponente deberá garantizar el 100% de funcionalidad de todos los elementos ofrecidos. Así mismo debe garantizar la funcionalidad de los elementos sobre la infraestructura de seguridad de datos de la UIS. Los servidores del campus principal deberán contar con duplicación en Hardware, conmutación automática, los servidores de respaldo debe estar preferiblemente activos (hot con repartición de carga) ó en Stand-By y estar en capacidad de soportar el 100% de la carga. Adicionalmente, cada sede debe contar con su propio servidor con supervivencia, de esta forma al ocurrir alguna interrupción en el enlace de alguna sede con el Campus Principal, la sede podrá seguir operando y a través de la red PSTN podrá establecer comunicación con el Campus Principal. Arquitectura Distribuida, Sede central con SERVIDOR REDUNDANTE y las sedes con servidores con SUPERVIVENCIA.</p>
15	Mecanismos de Calidad de Servicio	<ul style="list-style-type: none"> • La solución ofrecida debe aprovechar los mecanismos de calidad de servicio implementados sobre la Red de la UIS y además integrarlos con los nuevos Switches Multilayer que forman parte de este proceso. El proponente deberá asumir todos los costos que implique la configuración y programación de los mecanismos de calidad de servicio en las diversas sedes de la UIS. Los equipos ofrecidos deben Integrar y soportar las funcionalidades de CoS y QoS. • Debe permitir marcaciones de los niveles de prioridad sobre los paquetes emitidos para Voz y Video.
16	Sistema de Gestión	<ul style="list-style-type: none"> • La plataforma ofrecida debe permitir la gestión centralizada de la misma y de los elementos que la conforman mediante interfaces tipo web. • Debe contar con las funcionalidades requeridas para realizar labores de mantenimiento de las bases de datos y la realización de copias de seguridad. • Se debe suministrar una herramienta de monitoreo de dispositivos en tiempo real que permita el diagnóstico del estado de los elementos que componen la plataforma y que genere de manera automática alarmas por fallos o daños. • Se debe poder realizar la gestión desde cualquier equipo ubicado en la Intranet y de ser necesario se debe poder realizar la gestión por medio de modems.

B. Servidores de Comunicaciones o procesadores de Llamadas		
ITEM	COMPONENTE	ESPECIFICACIONES MINIMAS
I	Funcionalidades	Debe permitir la programación de un plan único de numeración.
		Deben Integrar todos los servicios de la plataforma: Mensajería unificada, operadora automática, correo de voz, grabacion de llamadas y tarificación de todas las extensiones y troncales entre otros. La funcionalidad de grabación de llamadas, se exige como una opción que cada usuario pueda habilitar desde su terminal, ya sea almacenando la llamada en un archivo de sonido o través de las posibilidades que permitan los softphones.
		El sistema de administración debe contar con la última versión del sistema liberada por el fabricante.
		A nivel de red debe determinar y seleccionar dinámicamente la ruta óptima de tráfico.
		Debe proveer encriptamiento de los paquetes de voz para mejorar la seguridad de la información en su transito por la red. Este servicio de encriptación debe ser de Terminal a terminal en el total de las llamadas, preferiblemente se debe implementar la encriptación por medio de Hardware.
		Debe soportar Telephony Application Programming Interface (TAPI)
		Debe soportar e incluir la programación de enrutamiento de llamadas salientes hacia operadores de LDI, LDN y Celular sobre la red PSTN.
		Permite la programación directa a extensión (MDE).
		Debe contar con capacidad de supervivencia y alta disponibilidad
		En caso de falla del servidor principal debe existir un servidor redundante en modalidad redundancia activa. De no ser posible con redundancia activa se considerará con redundancia en modo Stand-By con conmutación automática en caso de falla.
	Debe permitir la posibilidad de desconectar una llamada de manera automática después de transcurrido un lapso de tiempo. Función de temporizador. Debe permitir definir perfiles de usuarios y posibilitar por grupo o por perfiles la imposición de este tipo de restricciones.	
	Funcionalidades (Continuación)	Debe soportar e incluir capacidad de movilidad: permite a los usuarios ser alcanzados a través de un número único, de manera que la llamada pueda recibirse tanto en la extensión como en un número diferente externo fijo o celular preprogramado utilizando sólo el número de la oficina, permitiendo el intercambio entre las terminales sin perder la llamada. Igualmente si el usuario se encuentra conectado a la VPN de la red a través de Internet en cualquier lugar podrá ser alcanzado con su número de extensión particular y desde allí hacer llamadas a cualquier extensión de la red institucional.
		Debe permitir que para algunas extensiones definidas por la UIS tengan la capacidad de grabar la conversación de ciertas llamadas seleccionadas. No se hace referencia a un sistema adicional, se refiere a que como servicio se pueda grabar las llamadas que los usuarios consideren pertinentes.
		Códigos de autorización. Debe permitir el uso de códigos de autorización para llamadas salientes de hasta 13 dígitos, con el fin de crear permiso de clientes y restringir el acceso a usuarios no autorizados a llamadas de larga distancia y celular.
		Manejo de códigos de cuenta, para fines de tarificación por proyecto o centro de costo. El sistema deberá permitir al usuario (u obligarlo, si así se configura), para que marque un número de cuenta al cual se le habrá de contabilizar el costo de la llamada.
		Debe incluir el servicio de identificación y grabación de llamada
		Deberá permitir realizar conferencia entre 6 participantes a nivel local e incluso deberá permitir incluir por lo menos una comunicación externa (a nivel troncal), debe soportar mínimo 50 conferencias simultáneas.
		Se deberá permitir la toma de una línea directa externa mediante el uso de una tecla en un terminal.
	Funcionalidades (Continuación)	Deberá poderse programar un desvío temporizado desde una extensión hacia otra extensión, luego de un número de timbres predefinido en caso de que no sea contestada.
Automatic Call Back. El sistema deberá permitir el uso de la facilidad Llamada de Regreso Automática, que permite a los usuarios internos que han realizado una llamada a un teléfono interno que está ocupado o no responde, ser llamados automáticamente una vez que dicho teléfono queda disponible.		

I	Funcionalidades (Continuación)	Captura de llamada. El sistema de comunicaciones debe permitir el uso de la facilidad de captura de llamada, junto con la captura de llamada dirigida, que permite contestar las llamadas de otros teléfonos dentro del grupo de captura de llamada específico del usuario.
		Se deberá poder dejar en espera una llamada externa para que pueda ser tomada desde cualquier terminal telefónico.
		Se deberá permitir la agrupación de varios números de extensiones, las cuales podrán ser llamadas mediante un único número asociado a un grupo.
		Deberá ofrecer la facilidad de dejar a la parte que llama durante la condición de espera, con música proveniente de un recurso interno a la central o a un recurso de sonido externo, ya sea esta una grabadora o un servicio de música contratado.
		Debe tener la capacidad de hacer que una extensión telefónica aparente ser otra extensión. Este es el caso de las extensiones de las secretarías, quienes reciben las llamadas que han sido marcadas por otros usuarios a sus jefes y pueden transferir dichas llamadas al jefe o al correo de voz del jefe.
		Debe tener la capacidad de permitir que tres números de extensión tengan como destino un mismo Terminal telefónico.
		Debe permitir el manejo de varias llamadas simultáneas ya sean estas provenientes de otras extensiones o de líneas troncales.
		Debe poder conmutar de una llamada a otra en cualquier orden y deberá poder terminar cada llamada independiente de las otras o establecer conferencia.
		Acceso de marcación a la operadora. Permite a los usuarios acceder a una operadora marcando un código de acceso. La operadora puede entonces extender la llamada a una troncal o a otro teléfono del segmento Interno.
		Funcionalidades (Continuación)
Debe soportar ANI (Automatic Number Identification) / DNIS (Dialed Number Identification Service).		
Debe contar con una base de datos, de todas las extensiones, misma que será accesible por todos los usuarios (Directorio Corporativo) a través de las terminales IP que lo soporten, IP softphone, o a través de un Web Browser. Esta base de datos será actualizada en tiempo real en toda la plataforma de telefonía IP.		
Desvío Nocturno: Debe permitir el manejo de servicios nocturnos en las siguientes condiciones: Servicio nocturno de grupo de búsqueda. Debe permitir a la operadora o al supervisor asignar un grupo de búsqueda al modo de servicio nocturno.		
Servicio de consola nocturna: Debe permitir dirigir todas las llamadas destinadas a la consola de operadora primaria diurna, a una consola nocturna		
Servicio de Terminal Nocturna: Debe permitir dirigir las llamadas entrantes para la operadora a extensiones designadas.		
Respuesta de troncal desde cualquier terminal: Debe permitir a los usuarios de teléfono determinado contestar todas las llamadas entrantes a la operadora, cuando la operadora no está en servicio y cuando no se han designado otros teléfonos para contestar estas llamadas.		
Servicio Nocturno de Grupo de Troncales: Debe permitir a una operadora asignar un grupo de troncales al modo de servicio nocturno		
Debe Soportar las siguientes funciones ofrecidas por PABX tradicionales:		
Llamada de operadora o grupo de operadoras		
Llamada de grupo de estación PBX		
Toma directa de una línea de red		
Llamada con codificación contable		
Llamada en espera		
Marcación rápida		
Indicación de llamada en espera		
Ver información de llamada en espera		
Retención alternativa		
Conferencia tripartita (3 estaciones; 2 estaciones y 1 línea externa; 1 estación y 2 líneas externas)		
Transferencia de llamada a estación, grupo PBX, operadora o grupo de operadoras		
Transferencia de llamada antes de respuesta, después de respuesta, si está ocupado		
Aparcamiento y recuperación de aparcamiento		
Desvío incondicional		
Desvío incondicional activado en la estación de recepción.		

1	Funcionalidades (Continuación)	<table border="1"> <tr><td>Desvío a:</td></tr> <tr><td>* Estación</td></tr> <tr><td>* Operadora o grupo de operadoras</td></tr> <tr><td>* Grupo de estaciones PBX</td></tr> <tr><td>* Número externo</td></tr> <tr><td>Desplazamiento del terminal</td></tr> <tr><td>Identificación de la persona que llama en pantalla</td></tr> <tr><td>Llamadas maliciosas</td></tr> <tr><td>Activación de mensaje de ausente</td></tr> <tr><td>Llamar a una estación</td></tr> <tr><td>Llamada forzada al terminal de una estación con indicación de no molestar</td></tr> <tr><td>Llamada a un número externo</td></tr> <tr><td>Responder a todas las llamadas entrantes</td></tr> <tr><td>Llamada externa desviada a la operadora cuando no hay respuesta</td></tr> <tr><td>Llamada prioritaria</td></tr> <tr><td>Operadora centralizada o grupo de operadoras.</td></tr> <tr><td>Operadora distribuida o grupo de operadoras</td></tr> <tr><td>Ayuda mutua entre operadoras de nodos diferentes.</td></tr> <tr><td>Enrutamiento de llamadas DID sin respuesta a operadora o grupo de operadoras.</td></tr> <tr><td>Procesamiento de llamadas según el estado del sistema</td></tr> <tr><td>Enrutamiento de llamadas a estación durante servicio nocturno</td></tr> </table> <p>Los registros generados en el CDR (Call Data Record) deben ser compatibles con la solución de tarificación ofrecida. Deben ser conservados por al menos 30 días.</p> <p>Garantizar compatibilidad con servicios de la plataforma ofrecida.</p>	Desvío a:	* Estación	* Operadora o grupo de operadoras	* Grupo de estaciones PBX	* Número externo	Desplazamiento del terminal	Identificación de la persona que llama en pantalla	Llamadas maliciosas	Activación de mensaje de ausente	Llamar a una estación	Llamada forzada al terminal de una estación con indicación de no molestar	Llamada a un número externo	Responder a todas las llamadas entrantes	Llamada externa desviada a la operadora cuando no hay respuesta	Llamada prioritaria	Operadora centralizada o grupo de operadoras.	Operadora distribuida o grupo de operadoras	Ayuda mutua entre operadoras de nodos diferentes.	Enrutamiento de llamadas DID sin respuesta a operadora o grupo de operadoras.	Procesamiento de llamadas según el estado del sistema	Enrutamiento de llamadas a estación durante servicio nocturno
Desvío a:																							
* Estación																							
* Operadora o grupo de operadoras																							
* Grupo de estaciones PBX																							
* Número externo																							
Desplazamiento del terminal																							
Identificación de la persona que llama en pantalla																							
Llamadas maliciosas																							
Activación de mensaje de ausente																							
Llamar a una estación																							
Llamada forzada al terminal de una estación con indicación de no molestar																							
Llamada a un número externo																							
Responder a todas las llamadas entrantes																							
Llamada externa desviada a la operadora cuando no hay respuesta																							
Llamada prioritaria																							
Operadora centralizada o grupo de operadoras.																							
Operadora distribuida o grupo de operadoras																							
Ayuda mutua entre operadoras de nodos diferentes.																							
Enrutamiento de llamadas DID sin respuesta a operadora o grupo de operadoras.																							
Procesamiento de llamadas según el estado del sistema																							
Enrutamiento de llamadas a estación durante servicio nocturno																							
2	Administración	Debe permitir la creación y administración de múltiples perfiles de usuario, con diferentes niveles de ingreso y diferentes niveles de aplicación. Estos pueden ser utilizados en cualquier dispositivo de la red, sin modificar sus características.																					
3	Compatibilidad	<p>Los servidores deben utilizar para su comunicación el protocolo IETF SIP.</p> <p>Deben ofrecer soporte a los protocolos RTP, DHCP, VLAN.</p> <p>Debe permitir la programación de enrutamiento de llamadas salientes hacia operadores de LDI, LDN y Celular sobre la red PSTN.</p> <p>Debe ser compatible con aplicaciones CTI (Computer Telephony Integration).</p> <p>Debe soportar CODECS ITU-T G.711 e ITU-T G.729A. Adicionalmente y como opción el Codec G.723.</p>																					
4	Crecimiento	La solución ofrecida debe permitir su crecimiento asegurando la funcionalidad de hasta veinte mil (20.000) extensiones en teléfonos SIP, la integración con hasta dos mil (2.000) puertos para troncales ya sean análogas o su equivalente en canales digitales E1-R2 o E1-RDSI y la implementación para soluciones de mensajería unificada y tarificación.																					
5	Factor de forma	Todos los servidores que formen parte de la solución deben ser para montaje en rack Standard de 19". El proponente deberá suministrar los gabinetes que se requieran para el montaje de dichos servidores.																					
6	Fuentes de poder y ventiladores	Debe tener fuentes de poder y ventiladores redundantes que puedan conmutarse automáticamente, conectadas en circuitos independientes. Ambas deben ser de tal capacidad que cada una pueda soportar el funcionamiento del equipo a plena carga y con todas las opciones instaladas.																					

C. Media Gateways ubicados en las sedes Metropolitanas y Regionales de la Universidad Industrial de Santander

ITEM	COMPONENTE	ESPECIFICACIONES MINIMAS
1	Tecnología	<p>El proponente deberá suministrar todos los Media Gateways necesarios para asegurar el cumplimiento de las cantidades de obra solicitadas.</p> <p>Los Gateways ofrecidos deben ofrecer y garantizar compatibilidad e integración con los demás elementos de la plataforma ofrecida.</p> <p>Los gateways ofrecidos deben tener interfases, que permitan la conexión de elementos TDM convencionales expresados en el cuadro de cantidades, tales como: Líneas troncales análogas, teléfonos análogos, plantas o estaciones de celulares de cualquier operador que a la fecha opere legalmente en Colombia. Debe permitir la interconexión con la Red Publica Telefónica Conmutada.</p>
2	Compatibilidad, Funcionalidades de Red y de operatividad	<ul style="list-style-type: none"> • Debe soportar compatibilidad e integración con el servidor o procesador de llamadas IP. • Debe ser compatible con dispositivos que operen con el estandar IETF SIP. • Debe integrar funcionalidad de Calidad de servicio QoS. • Soportar e incluir CODECS de compresión ITU-T G.711 e ITU-T G.729a. • Debe soportar la selección del CODEC adecuado de manera automática según el segmento de red utilizado a saber: G.711 para llamadas sobre la red LAN y G.729A para llamadas sobre canales WAN. • El proponente deberá indicar la existencia de la funcionalidad de Bypass automático a la red telefónica pública conmutada RTPC en todas las modalidades de solución para las diferentes sedes en caso de falla de energía o de indisponibilidad de la red LAN/WAN, a través de las <u>troncales analogas de los Gateways ofertados.</u>
2	Compatibilidad, Funcionalidades de Red y de operatividad (Continuación)	<ul style="list-style-type: none"> • Debe soportar los siguientes protocolos: DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol), DNS (Domain Name System), FTP (File Transfer protocol), HTTP (Hyper Text Transfer Protocol), SNMP (Simple Network Management Protocol), IETF SIP (Session Initiation Protocol), IETF RTP (Real-Time Transport Protocol) • Debe permitir la interconexión con PABX basados en señalización: ISDN/PRI y ETSI/ISO QSIG. • Soporte de Fax por medio de protocolo T.38 • Soporte módems análogos de 56Kbps/V90/V92. • Debe tener compatibilidad y asegurar funcionalidad con el Plan Único de Numeración. • Debe permitir balanceo de tráfico u ocupación con otros dispositivos similares o MediaGateway o enrutadores dentro del mismo nodo en la sede.
3	Administración	<p>Debe permitir la creación y administración de múltiples perfiles de usuario, con diferentes niveles de ingreso y diferentes niveles de aplicación. Estos pueden ser utilizados en cualquier dispositivo de la red, sin modificar sus características.</p>
4	Factor de forma	<p>Todos los servidores que formen parte de la solución deben ser para montaje en Gabinete Rack de Telecomunicaciones Standard de 19". El proponente deberá suministrar los gabinetes que se requieran para el montaje de dichos servidores.</p>

D. Servicios de Tarificación:		
ITEM	COMPONENTE	ESPECIFICACIONES MINIMAS
1	Tecnología	<p>Debe ser una solución IP nativa.</p> <p>Debe proporcionar toda la solución hardware y software requerida para soportar los requerimientos exigidos para el sistema de tarificación</p> <p>Debe ser compatible con la central de llamadas y con todos los elementos ofrecidos para esta propuesta.</p>
2	Hardware	Debe ofrecerse en servidor (es) independiente(s) de la central de llamadas IP.
3	Software y Licenciamiento	El proponente deberá licenciar a perpetuidad y a nombre de la Universidad Industrial de Santander la totalidad del software suministrado y que forme parte de la solución de tarificación tales como sistema operativo, bases de datos, aplicativos, software de gestión , software de administración, etc.
4	Funcionalidades Minimas	<p>Debe permitir la medición del consumo de los servicios bien sea en tiempo o volumen de acuerdo con políticas previamente establecidas que permitan especificar horarios, tarifas, topes, perfiles, usuarios, categorías y demás aspectos administrativos que defina la Universidad Industrial de Santander.</p> <p>Debe registrar todos los eventos con detalle a través de los CDR (Call Detailed Record) y a su vez permitirá extraer datos para poder procesar reportes de tráfico tales como: Uso por extensión, tendencias por extensiones, llamadas entre sedes, llamadas hacia y desde la red pública, llamadas a los diferentes operadores de telefonía fija y celulares, minutos entrantes, minutos salientes.</p> <p>Debe proporcionarse un aplicativo software tipo Web desde el cual se realice el 100% de la administración del Tarificador.</p> <p>Debe permitir y garantizar la administración centralizada, de todos los nodos a nivel del campus principal, area metropolitana y regional.</p> <p>Debe permitir la verificación en línea de los registros de tarificación generados a escala local, metropolitana y regional.</p> <p>Debe permitir la generación de reportes tales como usuarios, costos, estadísticas de llamadas. El proponente debe especificar de manera clara la totalidad de reporte que el sistema propuesto puede generar.</p> <p>Los reportes generados deben tener la posibilidad de ser exportados a otras aplicaciones o a otros formatos como mínimo .xls, database, .pdf, gif, jpg, html.</p> <p>El software de administración deberá contar con funcionalidades de mantenimiento de la base de datos que permita realizar backups y purga automática de información.</p>
5	Compatibilidad y funcionabilidad	<p>Debe permitir en su versión inicial tarificación para 5000 extensiones.</p> <p>Debe permitir lectura en línea de datos CDR en la plataforma de telefonía ofrecida.</p>
6	Escalabilidad	Debe soportar el crecimiento para tarificación hasta de veinte mil (20000) extensiones.
7	Factor de forma	Todos los servidores que formen parte de la solución deben ser para montaje en Gabinete Rack de Telecomunicaciones Standard de 19". El proponente deberá suministrar los gabinetes que se requieran para el montaje de dichos servidores.

E. Telefonos Fisicos Generalidades		
ITEM	COMPONENTE	ESPECIFICACIONES MINIMAS
1	Configuración Inicial Mínima	<p>Switch Interno con dos (2) puertos 10/100 base-T RJ-45 UTP autosensing. Deben entregarse todos los patch-cords necesarios para la conexión de todos los puertos, de longitud mínima de 2 metros, ensamblados en fabrica, categoría 6, cumpliendo con la norma ANSI / EIA / TIA 568-B.2-1.</p> <p>Teclado numerico estandar de 12 teclas.</p> <p>Como minimo debe disponer de los siguientes botones para controlar desde el teléfono:</p> <ul style="list-style-type: none"> · altavoz · mute · manos libres · regulación de volumen
2	Calidad de Servicio (QoS)	<p>Deben soportar e integrar calidad de servicio nivel 2 (802.1p).</p> <p>Deben soportar calidad de servicio nivel 3 (diffserv).</p> <p>Deben soportar calidad vlan tagging (802.1q)</p> <p>Deben permitir que los paquetes IP emitidos o en tránsito sean marcados con niveles de prioridad para voz. Deben soportar el protocolo de autenticación en red 802.1X al igual que los switches soporten la funcionalidad para permitir autenticación 802.1X de múltiples clientes sobre el mismo puerto.</p>
3	Compatibilidad y operatividad.	<p>El teléfono ofrecido no debe ser una solución software: "soft-phone". Debe ser un dispositivo físico, de características comunes a los teléfonos hard-phone convencionales.</p> <p>Debe ser un dispositivo SIP.</p> <p>Soportar asignación DHCP.</p> <p>Deben permitir alimentación eléctrica a través de tecnología Power Over Ethernet (Estándar IEEE802.3af). Los switches incluidos deben soporte soportar PoE y deben funcionar adecuadamente con los telefonos propuestos.</p> <p>Debe permitir la alimentación eléctrica externa en caso de que algunos switches en ciertas ubicaciones no cuenten con puertos con PoE.</p> <p>El proponente favorecido debe garantizar el funcionamiento de los teléfonos para cada una de las sedes incluidas, teniendo en cuenta las características de los equipos de red existentes en la Universidad.</p> <p>Deben Permitir la actualización FIRMWARE y/o software.</p> <p>Soportar e incluir CODECS de compresión de sonido G.711 y G.729A.</p> <ul style="list-style-type: none"> · Debe soportar la selección del CODEC adecuado de manera automatica según el segmento de red utilizado a saber: G.711 para llamadas sobre la red LAN y G.729A para llamadas sobre canales WAN. <p>Para la comunicación a través de segmentos WAN, debe Soportarse que el tamaño de los paquete IP de voz entregados sean del tamaño correspondiente al CODEC seleccionado.</p> <p>Debe integrarse con las aplicaciones de mensajería unificada.</p> <p>Soportar DNIS: Identificación de numero marcado.</p>
4	Funciones Mínimas.	<p>Desvío de llamadas internos</p> <p>Transferencia de llamadas.</p> <p>Llamada en espera.</p> <p>Bloqueos de llamadas no permitidas.</p> <p>Códigos de cuenta.</p> <p>Funciones básicas: Redial, Flash, Music, hold.</p> <p>Soportar e incluir conferencia entre tres.</p> <p>Debe permitir movilidad de extensión, permitiendo que el teléfono IP pueda ser desplazado a cualquier punto de la red, sin modificar su configuración.</p>
5	Voltaje	<p>En caso de incluir adaptadores AC/DC estos deben deberán operar con tensión de alimentación 120 V AC +/- 10% y frecuencia de 60 Hz.</p>

E1. Telefonos Fisicos Tipo 1 (Basicos)		
ITEM	COMPONENTE	ESPECIFICACIONES MINIMAS
1	Multillamada	Debe permitir el manejo de minimo 2 llamadas simultaneas (2 Call Appearances)
2	Configuración Adicional	Display LCD de dos (2) líneas. O el equivalente en resolución gráfica para desplegar 2 líneas de 20 caracteres.
		minimo 3 (tres) botones programables
		Manos libres mediante Speakerphone
3	Funciones Adicionales.	Desvío de llamadas internas
		Identificador de llamadas.
		Marcación abreviada.
		Soportar y mostrar en pantalla identificación de llamadas perdidas, llamadas recibidas, llamadas discadas.
		Indicador de mensajes en pantalla.

E2. Telefonos Fisicos Tipo 2 (Intermedios)		
ITEM	COMPONENTE	ESPECIFICACIONES MINIMAS
1	Multilinea	Debe permitir minimo 4 llamadas simultaneas (4 Call Appearances)
2	Configuración Adicional	Display LCD de dos (2) líneas. O el equivalente en resolución gráfica para desplegar 2 líneas de 20 caracteres.
		Capacidad para manejar tres (3) llamadas en forma Simultanea
		Botones para controlar desde el teléfono:
		Minimo 8 (ocho) botones adicionales configurables. · Boton para hacer Conferencia entre llamadas
3	Funciones Adicionales.	Desvío de llamadas internos
		Identificador de llamadas.
		Marcación abreviada.
		Soportar y mostrar en pantalla identificación de llamadas perdidas, llamadas recibidas, llamadas discadas.
		Indicador de mensajes en pantalla.

E3. Telefonos Fisicos Tipo 3 Avanzados		
ITEM	COMPONENTE	ESPECIFICACIONES MINIMAS
1	Multilinea	Debe permitir el manejo de minimo 6 llamadas simultaneas (6 Call Appearances)
2	Configuración	Display LCD de cuatro (4) líneas. O el equivalente en resolución gráfica para desplegar 4 líneas de 20 caracteres.
		Minimo 12 (Doce) botones adicionales configurables.
3	Funciones Adicionales.	Desvío de llamadas internos
		Parqueo de llamadas.
		Identificador de llamadas.
		Marcación abreviada.
		Funciones básicas: Redial, Flash, Music, hold.
		Indicador de mensajes en pantalla.
		Soportar y mostrar en pantalla identificación de llamadas perdidas, llamadas recibidas, llamadas discadas.
Soportar y facilitar conferencia entre tres.		

F. Telefonos Fisicos Inalambricos WiFi SIP		
ITEM	COMPONENTE	ESPECIFICACIONES MINIMAS
1	Generalidades	Telefono Inalambrico WiFi SIP
		Debe interoperar y conectarse a la solución ofrecida por medio de las redes inalambricas existentes en la UIS.
		Teclado numerico estandar de 12 teclas
2	Estandares Inalambricos	Debe soportar IEEE 802.11g, IEEE802.11b

3	Calidad de Servicio (QoS)	Deben soportar e integrar calidad de servicio nivel 2 (802.1p).
4	Compatibilidad y operatividad.	Debe ser un dispositivo SIP. Soportar asignación DHCP. Soportar asignación DHCP. El proponente favorecido debe garantizar el funcionamiento de los teléfonos para cada una de las sedes incluidas, teniendo en cuenta las características de las redes inalámbricas existentes en la Universidad Industrial de Santander. Deben Permitir la actualización FIRMWARE y/o software.
5	Funciones Mínimas.	Desvío de llamadas internos Transferencia de llamadas. Llamada en espera. Bloqueos de llamadas no permitidas. Códigos de cuenta. Funciones básicas: Redial, Flash, Music, hold. Debe permitir movilidad de extensión, permitiendo que el teléfono IP pueda ser desplazado a cualquier punto de la red, sin modificar su configuración.
6	Voltaje	La base cargadora deberá operar con tensión de alimentación 120 V AC +/- 10% y frecuencia de 60 Hz.

G. Telefonos logicos Softphone		
ITEM	COMPONENTE	ESPECIFICACIONES MINIMAS
1	Generalidades	El softphone para PC deberá ser compatible perfectamente con el sistema propuesto y ser administrado perfectamente por el mismo sistema. El software deberá permitir funcionamiento a través de la multimedia normal del PC en que se instale o a través de dispositivos USB estándares de forma opcional. Deberá permitir multilinea con mínimo 2 call appearances. Debe manejar el registro de todas las llamadas, tanto entrantes, salientes como perdidas.
2	Tecnología	Deben ser tecnología IP Nativa.
3	Sistema Operativo	El softphone deberá ser una aplicación tipo cliente y debe operar en equipos de computo de escritorio y portatiles que funcionen con sistema operativo de Microsoft Windows XP o Microsoft Windows Vista, conectandose a la red por interfase cableada o inalámbrica.
4	Licenciamiento	Todas las piezas de software y componentes de software ofrecidos como parte de la solución y que conforman las funcionalidades de softphone deben ser licenciados a perpetuidad a nombre de la Universidad Industrial de Santander.
5	Diadema	Se debe proveer la diadema correspondiente la cual debe ser totalmente compatible con la solución softphone y no debe requerir ninguna fuente de alimentación electrica externa.
6	Calidad de Servicio (QoS)	Deben soportar e integrar funcionalidad de QoS. Deben permitir que los paquetes IP emitidos o en tránsito sean marcados con niveles de prioridad para voz.
7	Compatibilidad, y operatividad de la solución de consola ofrecida.	Debe ser compatible con el protocolo IETF SIP. Debe permitir la asignación DHCP. Debe soportar CODECS de compresión de sonido G.711 y G.729. · Debe soportar la selección del CODEC adecuado según el segmento de red utilizado a saber: G.711 para llamadas sobre la red LAN y G.729A para llamadas sobre canales WAN. Debe permitir el acceso a aplicaciones basadas en funcionalidades de mensajería unificada y presencia.
8	Videotelefonía/Videconferencia	Los usuarios deben poder establecer una sesión de videoconferencia con otros usuarios de softphone de las mismas características. Se requieren al menos 20 Licencias y 20 Softphones que puedan realizar este tipo de videoconferencia.
9	Funciones Mínimas.	Transferencia de llamadas. Llamada en espera. Identificador de llamadas. Funciones básicas: Redial, Flash. Debe permitir el control de acceso a la terminal telefónica (login – logout) y el traslado de perfil. Soportar y facilitar conferencia. Debe permitir la grabación de llamadas sospechosas. Disponer de facilidad de identificación de extensiones disponibles/ocupadas.

H. Switches Multicapa		
ITEM	COMPONENTE	ESPECIFICACIONES MINIMAS
1	Funcionalidad	Switch Multicapa Gigabit Ethernet con funciones de conmutación, enrutamiento y calidad de servicio. 24 ó 48 puertos 10/100/1000, más 2 (mínimo) slots SFP 1000BaseSX/1000BaseLX/1000BaseT/1000BaseLH. Administrable, Apilable de tal forma que el stack se comporte como una sola unidad administrable con una única dirección IP.
2	Gestión	Debe ser administrable por los siguientes medios: Via Telnet Via Web mediante una dirección IP en el Stack SNMP Puerto de Consola
3	Operatividad	Switch multicapa Conmutación en Capa 2 Capacidad de respaldo y restauración de configuración del switch (Backup and Restore) Soporte DHCP relay. Enrutamiento Dinamico en Capa 3 Calidad de Servicio y ACLs. Ancho de banda del switch fabric mínimo de 40 Gbps (switch de 24 puertos) o mínimo de 80 Gbps (switch de 48 puertos) y Frame forwarding rate mínimo 30 Mpps (switch de 24 puertos) o mínimo de 60 Mpps (switch de 48 puertos). Soporte QoS, VLANS, reglas ACL, IEEE 902.ID, Diffserv. Soporte de IPv6 basado en estándares a niveles 2 y 3 incluyendo enrutamiento dinámico y estático.
4	Calidad de Servicio	Calidad de Servicio mediante colas de prioridad por puerto y en salida por DSCP para priorización de trafico Voz IP.
5	Gestión del Ancho de Banda	Filtrado de protocolos, filtrado de tráfico Multicast, controles que permitan el uso eficiente de los servicios de red y capacidad para limitar tasas de transferencia.
6	Power Over Ethernet	Proveer energía para equipos conectados a cada uno de los 24 ó 48 puertos UTP de acuerdo al estandar 802.3 af
7	Factor de Forma	Equipo para montar en rack de telecomunicaciones estandar de 19", 1 RU.
8	Voltaje	Deberán operar con tensión de alimentación 120 V AC +/- 10% y frecuencia de 60 Hz.
9	otras especificaciones	Protocolos soportados: IEEE 802.3x (Flow Control), STP Spanning Tree Protocol 802.ID, RSTP Rapid Spanning Tree Protocol IEEE 802.1w, 802.1s MSTP, Soporte de Bridge protocol data unit protection. IEEE 802.1Q (VLAN tagging), Auto MDI/MDIX, Modo de conmutación Store and forward con latencia menor a 10 microsegundos, supresión de tormentas de Broadcast por VLAN. Clasificación de tráfico basado en mac-address, VLAN ID, dirección IP de origen y/o destino, puerto TCP de origen y/o destino, puerto UDP de origen y/o destino.