

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

PROPUESTA PARA LA MIGRACIÓN A RED DE VOZ, DATOS Y VIDEO SOBRE IP EN EL COMPLEJO GENERADOR JOSEFA JOAQUINA SÁNCHEZ BASTIDAS (CGJJSB)

Presentado ante la Ilustre
Universidad Central de Venezuela
por el Br. Dickxon's J. Linares V.
para optar al título de
Ingeniero Electricista.

Caracas, 2011

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

PROPUESTA PARA LA MIGRACIÓN A RED DE VOZ, DATOS Y VIDEO SOBRE IP EN EL COMPLEJO GENERADOR JOSEFA JOAQUINA SÁNCHEZ BASTIDAS (CGJJSB)

Prof. Guía: Ing. María Eugenia Álvarez
Tutor Industrial: Ing. Yelitza Zambrano

Presentado ante la Ilustre
Universidad Central de Venezuela
por el Br. Dickxon's J. Linares V.
para optar al título de
Ingeniero Electricista.

Caracas, 2011

CONSTANCIA DE APROBACIÓN

Caracas, 31 de mayo de 2011

Los abajo firmantes, miembros del Jurado designado por el Consejo de Escuela de Ingeniería Eléctrica, para evaluar el Trabajo Especial de Grado presentado por el Bachiller Dickxon's J. Linares V., titulado:

**“PROPUESTA PARA LA MIGRACIÓN A RED DE VOZ, DATOS Y VIDEO
SOBRE IP EN EL COMPLEJO GENERADOR JOSEFA JOAQUINA
SÁNCHEZ BASTIDAS (CGJJSB)”**

Consideran que el mismo cumple con los requisitos exigidos por el plan de estudios conducente al Título de Ingeniero Electricista en la Mención de Comunicaciones, y sin que ello signifique que se hacen solidarios con las ideas expuestas por el autor, lo declaran APROBADO.


Prof. Paolo Maragno
Jurado


Prof. Lorena Núñez
Jurado


Prof. María E. Álvarez
Prof. Guía

DEDICATORIA

A Dios y a la Santísima Virgen.

A mi madre, y a mi padre.

A Karen Ariana González.

RECONOCIMIENTOS Y AGRADECIMIENTOS

A Dios y la Virgen por siempre estar junto a mí, dándome salud, fuerza y energía para nunca decaer y enfocarme siempre en mis objetivos

A Thayde Elena Villafranca de Linares (mi madre) y a Jesús Antonio Linares (mi padre), ya que gracias a su amor y a su apoyo incondicional soy quien soy hoy en día, a ellos les dedico mis logros en recompensa de sus esfuerzos.

A mi profesora guía María Eugenia Álvarez y a María Auxiliadora Rojas por su apoyo, disposición, asesoría y colaboración durante todo el desarrollo del Trabajo Especial de Grado.

A mi novia, Karen Ariana González, por su cariño, apoyo y motivación para la culminación de mis estudios de manera satisfactoria. Sin su ayuda no hubiese sido posible cumplir con esta gran meta.

A l@s Ingenier@s Alejandro Salazar, Erika Tarazona, Henrique Castro, Jonathan Sarmiento, Luis Lugo, Nerio Mila, Rodrigo Rodriguez, Yelitza Zambrano y demás compañeros de La Electricidad de Caracas quienes me ayudaron de una u otra manera en la realización de este proyecto.

A mi prima Waleska Villafranca por toda la ayuda prestada y por siempre estar ahí cuando más la necesito. Gracias por todo prima!

A la Ing. Andrea Báez por todo el apoyo y ayuda incondicional que me prestó durante la realización del presente proyecto.

A Andrea Urdaneta, Ángela Linares (Nana), Anthony Linares, Antonio Perdomo, Cristina Sanabria, Dayana Escobar, Denninson Linares, Diana Usuga, Douglas Vivas, Edgar Sulbaran, Evelyn Sanabria, Felix López, Gina Sanabria, Henry Gómez (Chachi), Ian Isaac Uribe, Ilwin Ruíz, Jesús Rodríguez, José Manuel Linares, Juan C. Galeno, Julide Flores, Leonardo Boyer, Lorena Núñez, Luis Uris, Marcel Arjona, Mariangel Peláez, Michael Uribe, Miguel Rosales, Richard Rodríguez, Verónica Rojas, Yamilet Melendez, y para no hacer más extensa la lista, a todos los compañeros de clase, familiares y amigos que siempre estuvieron pendiente y a mi lado en las buenas y en las malas.

Y por último, a todas las personas que de una u otra forma han contribuido para ser lo que soy, a todos muchísimas gracias!!!

Linares V., Dickxon's J.

PROPUESTA PARA LA MIGRACIÓN A RED DE VOZ, DATOS Y VIDEO SOBRE IP EN EL COMPLEJO GENERADOR JOSEFA JOAQUINA SÁNCHEZ BASTIDAS (CGJJSB)

Prof. Guía: María Eugenia Álvarez. Tutor Industrial: Ing. Yelitza Zambrano. Tesis. Caracas. U.C.V. Facultad de Ingeniería. Escuela de Ingeniería Eléctrica. Ingeniero Electricista. Opción: Comunicaciones. Institución: EDC. 2011. 71 h + anexos.

Palabras Claves: Comunicaciones unificadas, plataforma tecnológica, red, voz, datos, video, IP, gigabit Ethernet.

Resumen: El Complejo Generador Josefa Joaquina Sánchez Bastidas de La Electricidad de Caracas, requiere de un diseño para la migración de toda su infraestructura de red de datos y del sistema telefónico convencional a una red de comunicaciones de voz, datos y video sobre el Protocolo de TCP/IP. La propuesta se basa en la ampliación de la plataforma tecnológica mediante una reestructuración y adecuación de los equipos que conforman la red de datos y el sistema convencional de telefonía actual, con el fin de brindar mejoras al sistema y minimizar las fallas que se presentan en la mencionada red. Al mismo tiempo, se propone integrar la administración de las comunicaciones, permitiendo gestionar los sistemas de voz, datos y video de una manera consolidada. Se trata de un Proyecto Factible para brindar las ventajas de una red convergente y una tecnología unificada.

ÍNDICE GENERAL

CONSTANCIA DE APROBACIÓN.....	III
DEDICATORIA.....	IV
RECONOCIMIENTOS Y AGRADECIMIENTOS	V
RESUMEN.....	VII
ÍNDICE GENERAL	VIII
LISTA DE TABLAS	XII
LISTA DE FIGURAS.....	XIII
LISTA DE SÍMBOLOS Y ABREVIATURAS.....	XIV
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I.....	3
1. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....	3
1.1. Planteamiento del problema.....	3
1.2. Objetivos	4
1.2.1. Objetivo general	4
1.2.2. Objetivos específicos.....	4
CAPÍTULO II.....	5
2. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA.....	5
2.1. La Electricidad de Caracas.....	5
2.1.1. Localidades en La EDC.....	6
2.1.1.1. Oficinas Administrativas:	6
2.1.1.2. Plantas de Generación:.....	6
2.1.1.3. Subestación Eléctrica.....	7
2.1.1.4. Oficinas de Mantenimiento:.....	7
2.1.1.5. Oficinas Comerciales:.....	7
2.1.2. Estructura Organizativa de La EDC.....	7
2.2. Gerencia Funcional de Telecomunicaciones e Informática	8
2.3. Unidad de Redes Convergentes	9

CAPÍTULO III.....	11
3. MARCO TEÓRICO	11
3.1. Red de Telecomunicaciones.....	11
3.2. Comunicaciones Unificadas.....	12
3.2.1. Beneficios de las comunicaciones unificadas	13
3.3. Red de Transporte	13
3.3.1. Capa de Acceso	14
3.3.2. Capa de Distribución	15
3.3.3. Capa de Núcleo	15
3.4. Elementos activos que componen una red	16
3.4.1. Router	16
3.4.2. Switch	16
3.4.3. Gateway de Voz	17
3.5. Sistema de Cableado Estructurado.....	18
3.5.1. Cable de par trenzado no apantallado (UTP, <i>Unshielded Twisted Pair</i>)	20
3.5.2. Cable de par trenzado apantallados (STP, <i>Shielded Twisted Pair</i>)	21
3.5.3. Cable de par trenzado con pantalla global (FTP, <i>Foiled Twisted Pair</i>)	21
3.6. Cable de fibra óptica	22
3.6.1. Ventajas	22
3.6.2. Desventajas.....	23
3.6.3. Tipos de Fibra Óptica	24
3.6.3.1. Fibra multimodo	24
3.6.3.2. Fibra Monomodo	24
3.6.4. Tipos de conectores de Fibra Óptica	25
3.7. Telefonía IP.....	26
3.8. Códec de audio.....	27
3.9. Power Over Ethernet (PoE).....	28
3.10. Calidad de Servicios (QoS).....	29

3.11. Conferencia y Colaboración.....	30
CAPÍTULO IV	31
4. DISEÑO DE RED	31
4.1. Situación actual	32
4.1.1. Red actual de datos	32
4.1.2. Red actual de telefonía	33
4.2. Levantamiento de información	35
4.2.1. Requerimientos por localidades	35
4.3. Selección de equipos de red	38
4.3.1. Puertos por localidad	39
4.3.2. Características a considerar para los <i>Switches</i>	41
4.3.3. Comparación de <i>Switches</i>	42
4.4. Telefonía IP	47
4.4.1. Recomendaciones de equipos telefónicos IP.....	48
4.4.2. <i>Gateways</i> de Voz.....	49
4.5. Propuesta para la migración de la Red en el CGJJSB.....	50
4.6. Cableado de red en la planta	54
4.6.1. Localidades con Cableado UTP CAT 6	54
4.6.2. Localidades con Cableado STP CAT 6.....	55
4.7. Fibra Óptica.....	56
4.8. Respaldo de Energía.....	57
4.8.1. Sistemas de UPS.....	57
4.8.2. Respaldo con plantas de emergencia.....	57
CAPÍTULO V	58
5. FACTIBILIDAD DEL PROYECTO	58
5.1. Factibilidad Técnica.	58
5.2. Factibilidad Operativa.....	58
5.3. Factibilidad Financiera.....	59
5.4. Factibilidad Legal.....	59

CONCLUSIONES.....	60
RECOMENDACIONES.....	62
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	63
GLOSARIO	65
ANEXOS	72

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Tipo de fibra en función del canal Ethernet.....	22
Tabla 2 Anchos de Banda para protocolos usados en VoIP	28
Tabla 3 Personal por localidad en el CGJJSB.....	36
Tabla 4 Cantidad mínima de puntos requeridos por localidad en el CGJJSB	40
Tabla 5 Especificaciones de <i>Switches</i> de 48 / 24 / 8 puertos no industriales.....	43
Tabla 6 Especificaciones de <i>Switches</i> de 8 puertos industriales.	44
Tabla 7 Teléfonos recomendados para los usuarios en el CGJJSB	49
Tabla 8 Distribución de equipos por localidades del CGJJSB.....	51
Tabla 9 Cableado estructurado a utilizar de acuerdo a la localidad.....	55

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Organigrama de la Gerencia Funcional de Telecomunicaciones e Informática.....	9
Figura 2. Organigrama del Equipo de Infraestructura de la GFTI.....	10
Figura 3 Modelo Jerárquico de Red Lan.....	14
Figura 4 Representación simbólica de un <i>Router</i>	16
Figura 5 Representación simbólica de un <i>Switch</i>	17
Figura 6 Representación simbólica del <i>Gateway</i> de Voz	18
Figura 7 Diagrama del SCS Horizontal	19
Figura 8 Diagrama del SCS Vertical o de <i>Backbone</i>	20
Figura 9 Elementos de la Fibra Óptica.....	25
Figura 10 Tipos de conectores de Fibra Óptica	26
Figura 11 Red actual del CGJJSB.....	34
Figura 12 Vista aérea del Complejo Generador Josefa Joaquina Sánchez Bastidas...	35
Figura 13 Red actual del CGJJSB con puntos de datos y voz detallados por localidad.	37
Figura 14 Ubicación geográfica de las localidades del CGJJSB.	38
Figura 15 Propuesta Final para el CGJJSB.....	53

LISTA DE SÍMBOLOS Y ABREVIATURAS

ACELP: *Algebraic-Code-Excited Linear-Prediction* (Predicción Lineal con Excitación por Código Algebraico)

CGJJSB: Complejo Generador Josefa Joaquina Sánchez Bastida.

CORPOELEC: Corporación Eléctrica Nacional.

CPE: *Customer Premises Equipment* (Equipo en Instalaciones de Cliente)

CS-ACELP: *Conjugate-Structure Algebraic-Code-Excited Linear-Prediction*

DNS: *Domain Name System* (Sistema de Nombres de Dominio)

EIGRP: *Enhanced Interior Gateway Routing Protocol* (Protocolo de Enrutamiento de Gateway Interior Mejorado)

FoIP: *Fax Over IP* (Fax sobre IP)

GFTI: Gerencia Funcional de Telecomunicaciones e Informática.

IETF: *Internet Engineering Task Force* (Grupo de Trabajo de Ingeniería de Internet)

IGRP: *Interior Gateway Routing Protocol* (Protocolo de Enrutamiento de Gateway Interior)

IP: *Internet Protocol* (Protocolo Internet)

IPBX: *Internet Protocol Private Branch Exchange* (Centralita Privada basada en IP)

ISO: *International Organization for Standardization* (Organización Internacional para la Estandarización)

ISP: *Internet Service Provider* (Proveedor de Servicios Internet, PSI)

ITU-T: *International Telecommunications Union - Telecommunications* (Unión Internacional de Telecomunicaciones - Telecomunicaciones)

La EDC: La Electricidad de Caracas.

LAN: *Local Area Network* (Red de Área Local)

MOS: *Mean Opinion Score* (Media de Resultado de Opinión)

MP-MLQ: *Multipulse Maximum Likelihood Quantization*

OSI: *Open Systems Interconnection* (Interconexión de Sistemas Abiertos)

PBX: *Private Branch Exchange* (Centralita Telefónica Privada)

PCM: *Pulse-Code Modulation* (Modulación por Impulsos Codificados)
POTS: *Plain Old Telephone Service* (Servicio Telefónico Tradicional)
PSTN: *Public Switched Telephone Network* (Red de Telefonía Conmutada Pública)
PVST: *Per VLAN Spanning Tree* (Spanning Tree por VLAN)
QoS: *Quality of Service* (Calidad de Servicio)
RTCP: *Real Time Control Protocol* (Protocolo de Control de Tiempo Real)
RTP: *Real Time Protocol* (Protocolo de Tiempo Real)
SIP: *Session Initiation Protocol* (Protocolo de Inicio de Sesión)
TCP: *Transmission Control Protocol* (Protocolo de Control de Transmisión)
UDP: *User Datagram Protocol* (Protocolo de Datagramas de Usuario)
UIT: Unión Internacional de Telecomunicaciones
UPS: *Uninterruptible Power Supply* (Sistema de Alimentación Ininterrumpida)
VLAN: *Virtual Local Area Network* (Red de Área Local Virtual)
VoIP: *Voice Over Internet Protocol* (Voz Sobre Protocolo Internet)
VPN: *Virtual Private Network* (Red Privada Virtual)
WAN: *Wide Area Network* (Red de Área Amplia)

INTRODUCCIÓN

El objetivo fundamental de un sistema electrónico de comunicaciones, es transferir información de un lugar a otro. Por consiguiente, se puede decir que las comunicaciones electrónicas son la transmisión, recepción y procesamiento de información entre dos o más lugares, mediante circuitos electrónicos [1]. La introducción en el mercado de Redes Multifuncionales con capacidad de comunicación a altas velocidades, mejor eficacia y confiabilidad, así como también costos generales menores, permite el desarrollo de las comunicaciones bajo una plataforma unificada. Esta es una solución para las empresas con necesidades de intercomunicación tanto de voz como de datos. Al tener en cuenta esta integración, las llamadas de voz se hacen sobre el protocolo TCP/IP, lo que permite el establecimiento de nuevos servicios que no son posibles sobre red de voz convencional.

La Electricidad de Caracas (La EDC) es una empresa dedicada a la generación y distribución de energía eléctrica, por lo tanto se ve en la necesidad de tener una infraestructura de telecomunicaciones confiable que le permita monitorear y controlar todas las plantas de generación y las subestaciones eléctricas, así como también asegurar la comunicación entre los trabajadores de la empresa, con la finalidad de mantener la calidad del servicio que le ofrece a sus clientes, reducción de costos de mantenimiento y operación al soportar sobre una misma infraestructura de red los servicios de voz, datos y video. Para cumplir con las necesidades de la empresa, el Complejo Generador Josefa Joaquina Sánchez Bastidas (CGJJSB) debe contar con una nueva plataforma de comunicaciones que permita unificar los servicios y disponer de enlaces de redundancia en caso de fallas, sistema de seguridad, robustez, alta disponibilidad, escalabilidad y que sea integrable con la plataforma actual y servicios de La EDC.

A lo largo del proyecto se realizarán una serie de actividades relacionadas con el CGJJSB, para diseñar una propuesta que cumpla con las necesidades de comunicación de la empresa. Se comenzará investigando sobre la situación actual de la red de datos y red de telefonía en general. Seguido de un diagnóstico de las necesidades de comunicación de los usuarios en trece (13) localidades del complejo, lo que permitirá seleccionar equipos de distintas marcas para investigar – por medio de los manuales técnicos – y comparar las características, ventajas y aplicaciones, así como también los precios de los mismos. Después, se determinará la marca que mejor se ajuste a los requerimientos mínimos de La EDC. Una vez realizado todo esto, será posible la escogencia de los equipos, y finalmente el desarrollo de la propuesta final con la topología a implementar.

El proyecto consta de cinco (5) capítulos donde se muestra inicialmente el planteamiento del problema, objetivo general y objetivos específicos. Luego, se estudia brevemente la estructura de La Electricidad de Caracas y la unidad de Redes Convergentes donde se realiza este proyecto. Seguido, se presenta el marco teórico con conceptos necesarios para el diseño de la propuesta. Después se desarrollan las actividades que permitieron el diseño de la propuesta final, tales como: determinación de red actual, levantamiento de información, estudio de telefonía IP, selección de equipos, cableado y sistema de respaldo. Finalmente, se determina la factibilidad de la migración en el ámbito técnico, operativo, financiero y legal.

CAPÍTULO I

1. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

La Electricidad de Caracas (La EDC), comprometida con todos sus trabajadores y usuarios del sistema eléctrico, tiene a su disposición la Gerencia Funcional de Telecomunicaciones e Informática (GFTI) para garantizar el correcto funcionamiento de las comunicaciones de voz y datos dentro de la red de La EDC. La necesidad de actualizar la red de datos actual, así como también de migrar la plataforma de voz convencional a Voz sobre IP, en el Complejo Generador Josefa Joaquina Sánchez Bastidas (CGJJSB), es de suma importancia para la GFTI de La EDC, pues de esto depende la optimización de las comunicaciones dentro de esta empresa. A continuación se plantea de manera más detallada la problemática actual del mencionado complejo.

1.1. Planteamiento del problema

El sistema de telefonía actual en el CGJJSB, se soporta sobre redes de cable de cobre con antigüedad superior a 12 años, las cuales requieren de un alto mantenimiento y el mismo presenta una alta tasa de fallas, por lo que el costo de material y horas hombre para el mantenimiento que esto genera es considerable. Por otro lado, las redes de datos actuales tienen más de 8 años de funcionamiento, sin redundancia y sin posibilidad de soportar nuevos servicios de valor agregado y telefonía IP [2].

En tal sentido, la Gerencia Funcional de Telecomunicaciones e Informática de La EDC, partiendo de su red de transporte de datos propia y optimizando la misma para prestar más y mejores servicios de valor agregado, plantea unificar la red de voz

y la red de datos en una sola infraestructura lo que permitiría cumplir con las necesidades de comunicación y control en el CGJJSB.

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo general

Proponer la migración de la red de comunicaciones para el Complejo Generador Josefa Joaquina Sánchez Bastidas.

1.2.2. Objetivos específicos

- Ü Determinar la situación de la red de datos y red de telefonía sobre par de cobre actual.
- Ü Diagnosticar las necesidades de comunicación del complejo.
- Ü Investigar sobre las características, ventajas y aplicaciones de distintos equipos factibles para la migración de la Red.
- Ü Analizar los manuales técnicos de los equipos que mejor se adapten a las necesidades de la empresa.
- Ü Plantear el diseño de red a implementar.
- Ü Comparar costos y beneficios técnicos que ofrecen los equipos.
- Ü Decidir el conjunto de equipos a utilizar para la migración de la red.

CAPÍTULO II

2. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

El Complejo Generador Josefa Joaquina Sánchez Bastidas está ubicado en el Sector Tocoa-Arrecifes en el Estado Vargas y tiene una capacidad de generación actual de 1.800 MW [3]. La Electricidad de Caracas (La EDC), por medio de la Gerencia Funcional de Telecomunicaciones e Informática (GFTI), se encarga de las redes de comunicaciones en esta importante planta de generación de energía eléctrica.

2.1. La Electricidad de Caracas

La EDC fue fundada el 27 de noviembre de 1895 por el Ingeniero Ricardo Zuloaga. La primera Junta Directiva estaba constituida por Esteban Linares, Eduardo Montauban, Mariano J. Palacios, Tomás Reyna, Heriberto Lobo, Carlos Machado Romero, Charles R. Rolh, José María Ortega, Julio Sabas y Carlos Zuloaga. En el año 1896 se inicia la construcción de la Planta El Encantado, ubicada en las adyacencias del Río Guaire, cerca de Santa Lucía. Para el 8 de agosto de 1897 se concluye la primera estación hidroeléctrica que transmite electricidad a distancia, con una potencia de 420 kilovatios [4]. De esta manera, se inicia el desarrollo del sistema eléctrico en las ciudades más importantes del país.

Desde junio de 2007, La EDC pasa a ser una empresa del Estado venezolano y en julio del mismo año integra la Corporación Eléctrica Nacional (CORPOELEC) bajo la figura de filial. Dicha corporación se crea bajo Gaceta Oficial 38.736, decreto número 5.330, y tiene por objeto la reorganización del sector eléctrico nacional [5].

La EDC provee de servicio eléctrico a más de un millón de clientes y cuatro millones y medio de usuarios, cubriendo una extensión de 5.200 km², distribuidos entre la Gran Caracas (Vargas, Guatire, Guarenas, Los Teques) y San Felipe en el Estado Yaracuy [4].

2.1.1. Localidades en La EDC

En La Electricidad de Caracas convergen varios tipos de localidades, cada una como parte de un gran sistema que permite prestar el servicio de suministro de energía eléctrica en la Gran Caracas. La clasificación de las localidades, de acuerdo a las funciones que se cumplen en las mismas, se describe a continuación:

2.1.1.1. Oficinas Administrativas:

Las oficinas administrativas proveen el funcionamiento, organización y sentido de dirección que le permitirá a la empresa alcanzar su visión. Suministran el personal, materiales, equipos e infraestructura que contribuya efectivamente al negocio, asegurando que estén disponibles los recursos financieros necesarios para alcanzar sus logros y garantizar la continuidad de las operaciones de la empresa. El personal está encargado de establecer la forma en que la tecnología contribuye a la materialización de la visión y cumplimiento de los objetivos de la empresa en general.

2.1.1.2. Plantas de Generación:

Las plantas de generación son complejos creados para que la energía proveniente de la combustión correcta de los combustibles comerciales pueda transformarse en una forma de energía útil para la población.

2.1.1.3. Subestación Eléctrica

Cuando se habla de subestación eléctrica se habla de las distintas localidades conformadas por un conjunto de maquinarias, equipos y circuitos, que tienen la función de modificar los parámetros de la potencia eléctrica, permitiendo el control del flujo de energía, brindando seguridad para el sistema eléctrico, para los mismos equipos y para el personal de operación y mantenimiento.

2.1.1.4. Oficinas de Mantenimiento:

Las oficinas de mantenimiento son lugares destinados al mantenimiento de; transformadores enfriados en aceite y secos, subestaciones eléctricas en media y alta tensión, interruptores de alta tensión, tableros de distribución de fuerza, termografía en sistemas eléctricos, auditoría a sistemas de tierras y medición de parámetros eléctricos.

2.1.1.5. Oficinas Comerciales:

Las oficinas comerciales son los diferentes sitios acondicionados para atender reclamos, solicitudes y requerimientos relacionados con el servicio eléctrico, los clientes de La EDC pueden también pagar la factura de energía eléctrica en estas oficinas.

2.1.2. Estructura Organizativa de La EDC

La EDC fue reestructurada en Octubre de 2010. Organizacionalmente consta de la Junta Directiva; constituida por la presidencia y cuatro (4) direcciones (Dirección Externa, Dirección de Finanzas, Dirección de Operaciones y Dirección de Representantes de los Trabajadores); y la Dirección de Auditoría Interna. A su vez, la Junta Directiva se ramifica en las distintas gerencias actuales de la empresa [6]. El

proyecto se lleva a cabo en la Unidad de Redes Convergente perteneciente a la Gerencia Funcional de Telecomunicaciones e Informática (GFTI).

2.2. Gerencia Funcional de Telecomunicaciones e Informática

La Gerencia Funcional de Telecomunicaciones e Informática (GFTI) se inicia a finales de los años '70, como un área de apoyo tecnológico hacía las áreas administrativas, operativas y comerciales de La Electricidad de Caracas. A mediados de los años '80, empieza a crecer este Departamento; ya con universitarios del área de computación. Es para el año 2003 cuando cambia la estructura organizativa de Tecnología de Información al agregar a este equipo de profesionales el área de Telecomunicaciones, el cual agrega servicios extras como los Telefónicos, Instalación de Fibra Óptica y Transmisión de Voz y Datos, tomando una nueva denominación: Telemática.

En el año 2008, la GFTI expande sus servicios en pro de la mejora continua, con el fin de garantizar y organizar los procesos. Es por ello que se crea la nueva estructura de la Gerencia, compuesta por las siguientes unidades: Infraestructura, Aplicaciones y Servicios (ver Figura 1), las cuales a su vez se conformaron por las siguientes áreas:

- **Infraestructura:** Operaciones, y Mantenimiento.
- **Aplicaciones:** Aplicaciones Comerciales, y Aplicaciones Empresariales.
- **Servicios:** Administración Hardware y Software, y Soporte.

Dentro del equipo de Mantenimiento – en la unidad de Infraestructura de la GFTI – se encuentra el área de Redes Convergentes, donde se realiza este proyecto.

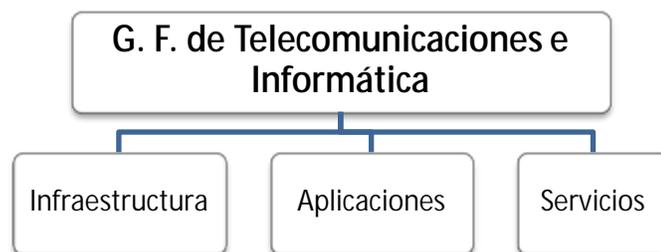


Figura 1. Organigrama de la Gerencia Funcional de Telecomunicaciones e Informática.

La misión de la GFTI es proveer servicios de Tecnología de Información y Telecomunicaciones con altos niveles de calidad y seguridad, que respondan en forma oportuna las necesidades de los usuarios internos de La Electricidad de Caracas, sus empresas filiales y CORPOELEC, apoyando a la comunidad y el compromiso social [7].

La GFTI está comprometida a suministrar infraestructura de telecomunicaciones, equipos y software de computación, y sistemas de información; con estándares de calidad y seguridad, que satisfagan las necesidades y expectativas de los usuarios internos de La Electricidad de Caracas y sus empresas filiales; orientados hacia la mejora continua de sus procesos, al cumplimiento de los requisitos legales y reglamentarios aplicables, y al apoyo a las comunidades en actividades de responsabilidad social. Cuenta para ello con talento humano capacitado y demás recursos necesarios que garanticen el cumplimiento de los objetivos establecidos, y la alineación con las políticas emitidas por CORPOELEC [7].

2.3. Unidad de Redes Convergentes

El proyecto se plantea en la Unidad de Redes Convergentes, la cual organizacionalmente pertenece al Área de Mantenimiento en el Equipo de Infraestructura de la Gerencia Funcional de Telecomunicaciones e Informática. En la Figura 2 se muestra el organigrama de esta parte importante de la Empresa.

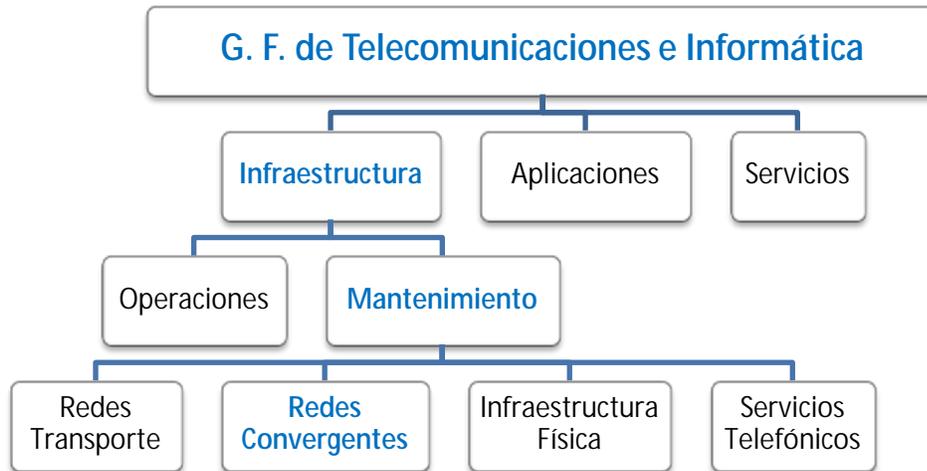


Figura 2. Organigrama del Equipo de Infraestructura de la GFTI.

Esta unidad realiza los proyectos de diseño, implementación y mantenimiento de las redes de comunicaciones de datos y telefonía dentro de La EDC. Al mismo tiempo, garantizan las comunicaciones, y la seguridad de la misma, para prestar el mejor servicio en lo que a telecomunicaciones se refiere.

CAPÍTULO III

3. MARCO TEÓRICO

3.1. Red de Telecomunicaciones

Una red de telecomunicaciones es una red de enlaces y nodos ordenados para la comunicación a distancia, donde los mensajes pueden pasarse de una parte a otra de la red sobre múltiples enlaces y a través de varios nodos. La red de comunicación en La Electricidad de Caracas cuenta con una plataforma tecnológica que enlaza el edificio central con las demás localidades y permite el intercambio de información por medio de la red conmutada. Muchos de los servicios que presta la compañía se transmiten sobre esta plataforma tecnológica.

En el Complejo Generador Josefa Joaquina Sánchez Bastidas es primordial el diseño de una nueva red que cumpla con una serie de factores que permitan el éxito de las comunicaciones dentro del mencionado complejo; los factores a tomar en consideración se mencionan a continuación:

- Ü Redundancia
- Ü Seguridad
- Ü Robustez (Alto Desempeño)
- Ü Alta disponibilidad
- Ü Escalabilidad
- Ü Integrable

Para el desarrollo de la ingeniería de diseño, enfocada a sistemas de telecomunicaciones en el Complejo Generador Josefa Joaquina Sánchez Bastidas, es

importante tener presente una serie de conceptos, de los cuales se mencionan los más importantes a continuación:

3.2. Comunicaciones Unificadas

Las Comunicaciones Unificadas son el recipiente de la convergencia de varias tecnologías, como la telefonía IP, más la tecnología de la mensajería – ahora Mensajería Unificada -, Correo de Voz, Correo Electrónico, Chat – con el video y los datos - , lo que da como resultado aplicaciones de comunicación que aumentan la productividad del usuario final y de las empresas en sí. Esto se traduce en una gran variedad de aplicaciones y servicios cableados e inalámbricos que permiten la interoperabilidad entre terminales cliente; ahora ya no se habla sólo de teléfonos, sino de dispositivos inteligentes que permiten la “Comunicación Unificada”.

La Plataforma de Comunicaciones Unificadas incluye la convergencia de cuatro grandes áreas:

- Telefonía IP: teléfonos basados en software reemplazan la arquitectura PBX tradicional.
- Colaboración: Integra *voice-mail* con e-mail y con mensajería instantánea; Web, voz y video conferencia se fusionan.
- Correo electrónico: evoluciona hacia una potente herramienta de colaboración y gestión de contactos.
- Mensajería instantánea: permite un modo de comunicación en tiempo real. Al incorporar a las soluciones de comunicaciones unificadas, los usuarios tienen la posibilidad de establecer una llamada desde una sesión de mensajería instantánea [8].

3.2.1. Beneficios de las comunicaciones unificadas

Entre los beneficios más resaltantes que ofrecen las comunicaciones unificadas se encuentran un sistema de Telefonía IP que permite reducir los costos telefónicos dentro de la organización; una red de voz y datos compartida que simplifica la instalación y administración de la misma; reducción del tiempo empleado en administrar mensajes al utilizar la mensajería unificada; mejoras en la productividad y costos de desplazamientos gracias a los sistemas de video conferencia y de voz; entre otros.

Las comunicaciones Unificadas forman parte de una solución integrada que engloba un sistema de comunicación IP con aplicaciones de voz, datos y video. Para el óptimo funcionamiento de esta unificación, es indispensable una infraestructura de red robusta y segura que conste, a su vez, de una red de transporte confiable. La red de transporte juega un papel importante en las telecomunicaciones, ya que se encargan de la transmisión y multicanalización de los diversos tipos de información que transitan en ella.

3.3. Red de Transporte

En la actualidad, las comunicaciones de voz, datos y video son basadas en redes que cumplen con un modelo jerárquico. Esto permite reducir la carga en los dispositivos de red, evitando que los mismos tengan que comunicarse con demasiados equipos similares, limitando los dominios de *broadcast*. Por otro lado, el modelo jerárquico aumenta la simplicidad y la comprensión de la red y al mismo tiempo facilita los cambios y el escalamiento a una red de mayor tamaño [9].

Los componentes dentro de un modelo jerárquico (Figura 3) son:

- Capa de Acceso
- Capa de Distribución
- Capa del Núcleo

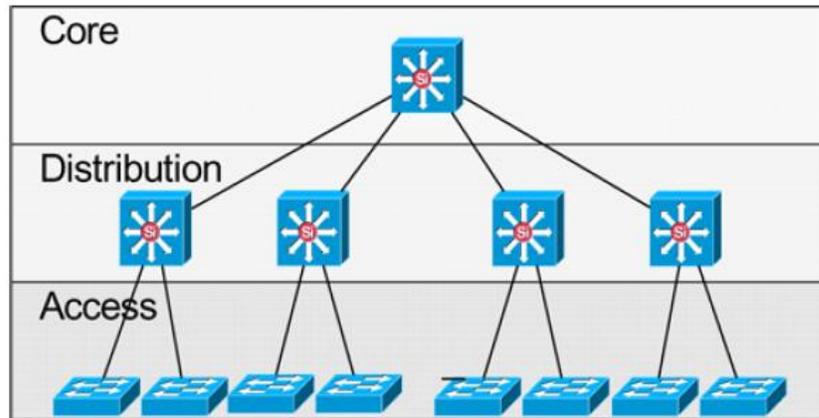


Figura 3 Modelo Jerárquico de Red Lan

Fuente: <http://mundoimd.com/2009/04/27/bsci-modelo-de-diseno-jerarquico/>

3.3.1. Capa de Acceso

La capa de acceso es el punto en el que cada usuario se conecta a la red. Los usuarios así como los recursos a los que estos necesitan acceder con más frecuencia están disponibles a nivel local. El tráfico hacia y desde recursos locales está confinado entre los recursos, *Switches* y usuarios finales. En la capa de acceso podemos encontrar múltiples grupos de usuarios con sus correspondientes recursos. Para acceder desde un nivel local a los servicios, como archivos de bases de datos, almacenamiento centralizado o acceso telefónico a los usuarios, se desvía a la siguiente capa del modelo: la capa de distribución.

3.3.2. Capa de Distribución

La capa de distribución marca el punto medio entre la capa de acceso y los servicios principales de la red. La función primordial de esta capa es realizar funciones tales como enrutamiento, filtrado y acceso a WAN, la capa de distribución abarca una gran diversidad de funciones, entre las que figuran las siguientes:

- Servir como punto de concentración para acceder a los dispositivos de capa de acceso.
- Implementar listas de acceso para filtrar y bloquear el tráfico.
- Garantizar la seguridad y la aplicación de las políticas de red que contiene la traducción de las direcciones y los cortafuegos.
- Redistribuir las rutas estáticas.
- Habilitar el enrutamiento entre todas las VLANs.
- Definir los dominios de *broadcast* o difusión.

3.3.3. Capa de Núcleo

La capa del núcleo o principal se encarga de desviar el tráfico lo más rápidamente posible hacia los servicios apropiados. Es literalmente el núcleo de la red, su única función es conmutar tráfico tan rápido como sea posible y se encarga de llevar grandes cantidades de tráfico de manera confiable y veloz, por lo que la latencia y la velocidad son factores importantes en esta capa. El tráfico que transporta es común a la mayoría de los usuarios, pero el tráfico se procesa en la capa de distribución que a su vez envía las solicitudes al núcleo si es necesario, además dada la importancia de la velocidad, no hace funciones que puedan aumentar la latencia, como enrutamiento por lista de acceso, inter- VLAN, filtrado de paquetes, ni tampoco acceso a grupo de trabajos. Se debe evitar a toda costa aumentar el número de dispositivos en el *Core*.

3.4. Elementos activos que componen una red

Las redes de comunicaciones se componen de distintos equipos que tienen una función específica dentro de la misma. En los siguientes apartados se explicarán brevemente cada uno de los dispositivos activos que componen la red de datos, voz y video en las comunicaciones unificadas.

3.4.1. Router

Un *Router* es un dispositivo de hardware que interconecta dos o más redes y pasa información de una red a otra en base al protocolo de capa 3 del modelo OSI. Los *Routers* en una red funcionan para asegurar que el mensaje llegue al destino de la manera más rápida y eficaz seleccionando la ruta más óptima. Es en estos elementos donde se soportan políticas de seguridad, filtros y administración del ancho de banda [10].

La representación simbólica, tomada del curso CCNA de Cisco (módulo 1), de este elemento activo de red se muestra en la Figura 4.



Figura 4 Representación simbólica de un *Router*

3.4.2. Switch

Un Switch es un dispositivo de red que selecciona el camino o el circuito; basándose en la dirección de destino de cada trama para enviar una unidad de data a su próximo destino [9]. Un Switch también puede incluir la función de un enrutador.

Son los dispositivos más utilizados para interconectar redes de área local (LAN). Pueden controlar el flujo de datos mediante el aislamiento de cada uno de los puertos y el envío de una trama sólo al destino correspondiente (en caso de que lo conozca) en vez del envío de todas las tramas a todos los dispositivos; reduce la cantidad de dispositivos que recibe cada trama, lo que a su vez disminuye o minimiza la posibilidad de colisiones, disminuyendo la latencia y mejorando el rendimiento. Entregan el tráfico en base a dirección MAC [10].

La Figura 5 presenta la representación simbólica del *Switch* tomado del curso CCNA de Cisco.



Figura 5 Representación simbólica de un *Switch*

3.4.3. Gateway de Voz

El *Gateway* de voz es un dispositivo de red que ayuda a convertir las llamadas de voz y fax, en tiempo real, entre una red IP y la red telefónica pública conmutada (PSTN). Es una puerta de enlace de alto rendimiento diseñado para aplicaciones de voz sobre IP. La principal ventaja radica en que puede proporcionar la conexión con teléfonos analógicos existentes y máquinas de fax a través de las redes telefónicas tradicionales y PBX. Esto hace que el proceso de hacer llamadas a través de la red IP sea familiar a los clientes de VoIP.

La representación simbólica de este elemento, que permitirá la interconexión de los equipos telefónicos tradicionales a la red de comunicaciones sobre IP, se presenta en la Figura 6.



Figura 6 Representación simbólica del *Gateway* de Voz

3.5. Sistema de Cableado Estructurado

Se define el sistema de cableado estructurado o SCS (del inglés, *Structured Cabling System*) como el conjunto de elementos, incluyendo paneles de terminación, conectores, cables y *patch cord*, instalados y configurados para proporcionar conectividad de voz, datos y vídeo desde los repartidores designados hasta las rosetas de las distintas mesas y estaciones de trabajo. Estableciendo una infraestructura flexible de cables que puede aceptar y soportar sistemas de computación y de telefonía, independientemente de quién fabricó los componentes del mismo.

En un sistema de **cableado estructurado horizontal** (Figura 7), cada estación de trabajo se conecta a un punto central utilizando una topología tipo estrella, facilitando la interconexión y la administración del sistema. Esta disposición permite la comunicación con, virtualmente, cualquier dispositivo, en cualquier lugar y en cualquier momento [11].



Figura 7 Diagrama del SCS Horizontal

Fuente: http://www.une.edu.ve/~iramirez/te1/cableado_estructurado1.htm

El sistema de **cableado estructurado del backbone (o vertical)** proporciona interconexión entre cuartos de equipos y closets de telecomunicaciones. El cableado del *backbone* incluye la conexión vertical entre pisos en edificios de varios pisos, medios de transmisión (cable), puntos principales e intermedios de conexión cruzada y terminaciones mecánicas (1).

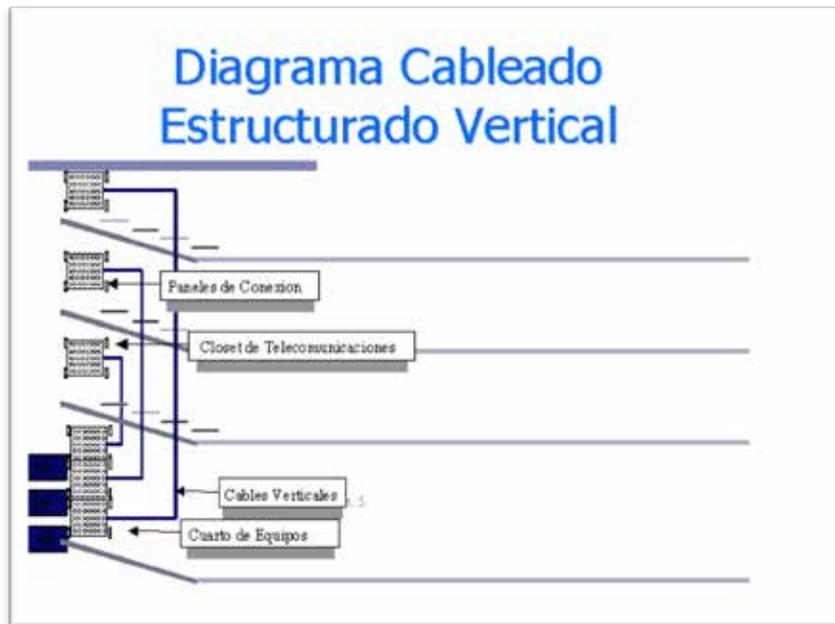


Figura 8 Diagrama del SCS Vertical o de *Backbone*

Fuente: http://www.une.edu.ve/~iramirez/te1/cableado_estructurado1.htm

3.5.1. Cable de par trenzado no apantallado (UTP, *Unshielded Twisted Pair*)

Este es el tipo de cable de pares trenzados más simple y empleado, sin ningún tipo de apantalla adicional y con una impedancia característica de 100Ω. El conector más frecuente con el UTP es el RJ45, aunque también puede usarse otro (RJ11, DB25, DB11, etc.), dependiendo del adaptador de red.

Es sin duda el que hasta ahora ha sido mejor aceptado, por su costo accesibilidad y fácil instalación. Sus dos alambres de cobre torcidos aislados con plástico PVC, han demostrado un buen desempeño en las aplicaciones de hoy. Sin embargo a altas velocidades puede resultar vulnerable a las interferencias electromagnéticas del medio ambiente.

3.5.2. Cable de par trenzado apantallados (STP, *Shielded Twisted Pair*)

En este caso, cada par va recubierto por una malla conductora que actúa de apantalla frente a interferencias y ruido eléctrico. Su impedancia es de 150Ω . El nivel de protección del STP ante perturbaciones externas es mayor al ofrecido por UTP. Sin embargo es más costoso y requiere más instalación. La pantalla del STP, para que sea eficaz, requiere una configuración de interconexión con tierra (dotada de continuidad hasta el terminal), con el STP se suele utilizar conectores RJ49.

Es utilizado generalmente en las instalaciones de procesos de datos por su capacidad y sus buenas características contra las radiaciones electromagnéticas, pero el inconveniente es que es un cable robusto, caro y difícil de instalar.

3.5.3. Cable de par trenzado con pantalla global (FTP, *Foiled Twisted Pair*)

En este tipo de cable, como en el UTP, sus pares no están apantallados pero sí dispone de una apantalla global para mejorar su nivel de protección ante interferencias externas. Su impedancia característica típica es de 120Ω y sus propiedades de transmisión son más parecidas a las del UTP. Además puede utilizar los mismos conectores RJ45.

Es utilizado en aplicaciones en donde el ruido puede ser un problema. Cuando es instalado correctamente permite la utilización de cableado estructurado en un ambiente que anteriormente fue crítico por ruidos en la red. El cable FTP puede ofrecer un alto nivel de protección sin aumentar los costos significativamente. La instalación de cable FTP minimiza la sensibilidad en el diseño de la ruta (Proximidad a emisores EMI – *ElectroMagnetic Interference*) pero agrega complejidad desde el punto de vista de la calidad de las conexiones y conexión a tierra.

3.6. Cable de fibra óptica

La fibra óptica es un medio de transmisión empleado habitualmente en redes de datos; un hilo muy fino de material transparente, vidrio o materiales plásticos, por el que se envían pulsos de luz que representan los datos a transmitir. El haz de luz queda completamente confinado y se propaga por el interior de la fibra. La fuente de luz puede ser láser o un LED. Son el medio de transmisión por excelencia al ser inmune a las interferencias electromagnéticas.

Tabla 1 Tipo de fibra en función del canal Ethernet

Canal de Fibra	100BaseT	1000BaseSx	1000BaseLx	10G Base SR/SW
OF300 (máx 300 metros)	OM1	OM2	OM1/OM2	OM3
OF500 (máx 500 metros)	OM1	OM2	OM1/OM2	SM
OF2000 (máx 2000 metros)	OM1	SM	SM	SM

Fuente: <http://www.fibraoptica hoy.com/seleccion-de-un-cable-de-fibra-optica/>

En la tabla anterior (Tabla 1) se evidencia que tipo de fibra se debe utilizar de acuerdo a la distancia y la tecnología Ethernet a ser empleada [12]. OF300, OF500 y OF2000 clasifican el canal de fibra óptica por la longitud máxima de la fibra. Por otra parte, OM es utilizado para las fibras ópticas multimodo y SM para la fibra óptica monomodo.

3.6.1. Ventajas

- Ü Banda de paso muy ancha, lo que permite flujos muy elevados (del orden del GHz).
- Ü Pequeño tamaño, por tanto ocupa poco espacio.
- Ü Gran flexibilidad, el radio de curvatura puede ser inferior a 1 cm, lo que facilita la instalación enormemente.

Ü Gran ligereza, el peso es del orden de algunos gramos por kilómetro, lo que resulta unas nueve veces menos que el de un cable convencional.

Ü Inmunidad total a las perturbaciones de origen electromagnético, lo que implica una calidad de transmisión muy buena, ya que la señal es inmune a las tormentas.

Ü Gran seguridad: la intrusión en una fibra óptica es fácilmente detectable por el debilitamiento de la energía luminosa en recepción, lo que es particularmente interesante para aplicaciones que requieren alto nivel de confidencialidad.

Ü No produce interferencias.

Ü Atenuación muy pequeña independiente de la frecuencia, lo que permite salvar distancias importantes sin elementos activos intermedios.

Ü Resistencia al calor, frío, corrosión.

Ü Facilidad para localizar los cortes gracias a un proceso basado en la telemetría, lo que permite detectar rápidamente el lugar y posterior reparación de la avería, simplificando la labor de mantenimiento.

3.6.2. Desventajas

- La alta fragilidad de las fibras.
- Necesidad de usar transmisores y receptores más caros.
- Los empalmes entre fibras son difíciles de realizar, especialmente en el campo, lo que dificulta las reparaciones en caso de ruptura del cable.
- No puede transmitir electricidad para alimentar repetidores intermedios.
- La necesidad de efectuar, en muchos casos, procesos de conversión eléctrica-óptica.
- No existen memorias ópticas.

3.6.3. Tipos de Fibra Óptica

Las diferentes trayectorias que puede seguir un haz de luz en el interior de una fibra se denominan modos de propagación. Y según el modo de propagación tendremos dos tipos de fibra óptica: multimodo y monomodo.

3.6.3.1. Fibra multimodo

Una fibra multimodo es aquella en la que los haces de luz pueden circular por más de un modo o camino. Esto supone que no llegan todos a la vez. Una fibra multimodo puede tener más de mil modos de propagación de luz. Las fibras multimodo se usan comúnmente en aplicaciones de corta distancia, menores a 1 km; es simple de diseñar y económico.

Según el sistema ISO 11801 para clasificación de fibras multimodo según su ancho de banda se incluye el formato OM3 (monomodo sobre láser) a los ya existentes OM1 y OM2 (monomodos sobre LED).

∅ OM1: Fibra 62.5/125 μm , soporta hasta Gigabit Ethernet (1 Gbit/s), usan LED como emisores

∅ OM2: Fibra 50/125 μm , soporta hasta Gigabit Ethernet (1 Gbit/s), usan LED como emisores

∅ OM3: Fibra 50/125 μm , soporta hasta 10 Gigabit Ethernet (300 m), usan láser (VCSEL) como emisores.

3.6.3.2. Fibra Monomodo

Una fibra monomodo es una fibra óptica en la que sólo se propaga un modo de luz. Se logra reduciendo el diámetro del núcleo de la fibra hasta un tamaño (8,3 a 10 micrones) que sólo permite un modo de propagación. Su transmisión es paralela al

eje de la fibra. A diferencia de las fibras multimodo, las fibras monomodo permiten alcanzar grandes distancias (mediante un láser de alta intensidad) y transmitir elevadas tasas de información (decenas de Gb/s).

Las fibras cuentan con un recubrimiento que asegura la resistencia al calor, minimiza las pérdidas por microcurvaturas y facilita el manejo. En la Figura 9 se muestran los distintos elementos que conforman un cable de fibra óptica. Además, cumplen con normas y estándares en cuanto a la organización de colores dentro del



Figura 9 Elementos de la Fibra Óptica

Fuente: <http://www.monografias.com/trabajos69/normas-fibra-optica/normas-fibra-optica2.shtml>

3.6.4. Tipos de conectores de Fibra Óptica

Estos elementos se encargan de conectar las líneas de fibra a un elemento, ya puede ser un transmisor o un receptor. Los tipos de conectores disponibles son muy variados, entre los que podemos encontrar se hallan los siguientes y los mismos se muestran en la Figura 10:

- LC se utiliza en transmisiones de alta densidad de datos.
- ST se usa en redes de edificios y en sistemas de seguridad.
- FC, que se usa en la transmisión de datos y en las telecomunicaciones.
- SC y SC-Dúplex se utilizan para la transmisión de datos.

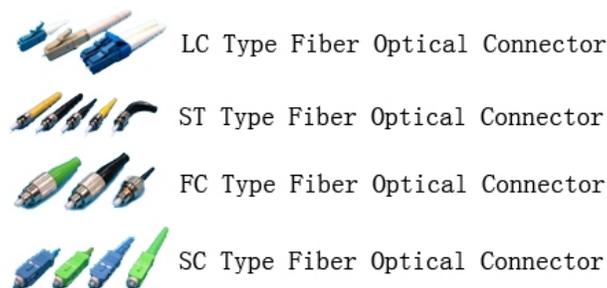


Figura 10 Tipos de conectores de Fibra Óptica

Fuente: http://www.diytrade.com/china/4/products/3273791/connector_fiber_optic_connector_MU_E-2000_MTRJ_LC_ST_SC_FC.html#normal_img

3.7. Telefonía IP

La telefonía IP es un sistema de comunicación que permite realizar llamadas desde redes informáticas utilizando el protocolo de comunicación IP (Internet Protocol).

VoIP (*Voice Over Internet Protocol, Voz sobre protocolo de internet*) es un método por el cual tomando señales de audio analógicas del tipo de las que se escuchan cuando uno habla por teléfono se transforman en datos digitales que pueden ser transmitidos a través de internet hacia una dirección IP determinada [16].

Así funciona la comunicación mediante telefonía VoIP entre 2 teléfonos:

- Se levanta el auricular del teléfono IP, lo que envía una señal al conversor analógico-digital del equipo.
- El teléfono IP recibe la señal y envía un tono de llamado, esto deja saber que ya se tiene conexión a la red.
- Se marca el número de teléfono de la persona que se desea llamar, los números son convertidos a digital por el teléfono IP y guardados temporalmente.

- Los datos del número telefónico son enviados al servidor de telefonía IP. El servidor de telefonía IP revisa el número para asegurarse que está en un formato válido.

- El servidor determina a quien corresponde este número y lo transforma en una dirección IP.

- El servidor conecta los dos dispositivos que intervienen en la llamada. En la otra punta, una señal es enviada al teléfono IP de la persona que recibe la llamada para hacer sonar el teléfono de la otra persona.

- Una vez que la otra persona levanta el teléfono, una comunicación es establecida entre ambos equipos telefónicos IP. Esto significa que cada sistema está esperando recibir paquetes del otro sistema.

Cada sistema debe estar funcionando en el mismo protocolo para poder comunicarse. Los sistemas implementan dos canales, uno en cada dirección.

Se habla por un periodo de tiempo. Durante la conversación, su sistema y el sistema de la persona que se está llamando transmiten y reciben paquetes entre sí.

Cuando se termina la llamada, se cuelga el teléfono. En este momento el circuito es cerrado. El teléfono IP envía una señal al servidor de Telefonía IP informando que la llamada ha sido concluida.

3.8. Códec de audio

Un códec de audio es un tipo de códec específicamente diseñado para la compresión y descompresión de señales de sonido audible para el ser humano. Los códec de audio cumplen fundamentalmente la función de reducir la cantidad de datos digitales necesarios para reproducir una señal auditiva. Existen estándares definidos dentro de las normas UIT H.320 y H.323; estos Códec tienen este tamaño en su señalización:

- Ü G.711: bit-rate de 56 o 64 kbps (PCM)
- Ü G.722: bit-rate de 48, 56 o 64 kbps.
- Ü G.723: bit-rate de 5.3 (ACELP) o 6.4 kbps (MP-MLQ).
- Ü G.728: bit-rate de 16 kbps.
- Ü G.729: bit-rate de 8 (CS-CELP).

En VoIP, las llamadas dentro de la misma LAN usan el protocolo G.711 y las llamadas con salida por WAN usa G729. En el siguiente capítulo, se explicara con mayor detalle los motivos de esta escogencia. Tomando en cuenta distintas fuentes [13]-[14], se elabora la Tabla 2 donde se muestra un resumen de los códec más utilizados en Telefonía sobre IP.

Tabla 2 Anchos de Banda para protocolos usados en VoIP

Códec	AB Payload	AB paquete VoIP	AB VoIP sobre Ethernet	Duración de la Trama	MOS
G.711	64 kbps	80 kbps	87,2 kbps	Muestreada	4.1
G.729	8 kbps	18,7 kbps	23,5 kbps	10 ms	3.92
G.723.1	6.3 kbps	17.1	21.9 kbps	30 ms	3.9
	5.6 kbps	16	20.8 kbps	30ms	3.8

3.9. Power Over Ethernet (PoE)

La **alimentación a través de Ethernet o PoE** (del inglés, *Power Over Ethernet*) es una tecnología que incorpora alimentación eléctrica a una infraestructura LAN estándar. Permite que la alimentación eléctrica se suministre al dispositivo de red como, por ejemplo, un teléfono IP o una cámara de red, usando el mismo cable que se utiliza para una conexión de red. Elimina la necesidad de utilizar tomas de corriente en las ubicaciones de la cámara y permite una aplicación más sencilla de los

sistemas de alimentación ininterrumpida (SAI) para garantizar un funcionamiento las 24 horas del día, 7 días a la semana.

Power Over Ethernet se regula en una norma denominada IEEE 802.3af, y está diseñado de manera que no haga disminuir el rendimiento de comunicación de los datos en la red o reducir el alcance de la red. La corriente suministrada a través de la infraestructura LAN se activa de forma automática cuando se identifica un terminal compatible y se bloquea ante dispositivos preexistentes que no sean compatibles. Esta característica permite a los usuarios mezclar en la red con total libertad y seguridad dispositivos preexistentes con dispositivos compatibles con PoE.

3.10. Calidad de Servicios (QoS)

Se entiende por “Calidad de Servicio”, a la capacidad de una red para sostener un comportamiento adecuado del tráfico que transita por ella, cumpliendo a su vez con los requerimientos de ciertos parámetros relevantes para el usuario final.

Por otra parte, se sabe que el tráfico de voz debe tener una política de calidad de servicio o QoS (del inglés *Quality of Service*), que garantice que los paquetes de voz tengan prioridad ante los paquetes de datos que recibe el puerto de red, para ello se configuran parámetros de QoS por medio de comandos en el *Switch*, lo que prioriza el tráfico de voz traído por la VLAN de voz. Estos parámetros garantizan que la voz no se degrade ni existan saltos o vacíos en el tráfico debido a pérdida de paquetes. El transporte de voz se realiza sobre UDP (del inglés, *User Datagram Protocol*), protocolo de la capa de transporte que permite enviar datagramas sin la negociación de conexión preliminar lo que acelera el intercambio de paquetes; a nivel de sesión, el tráfico se lleva con RTP (*Real Time Protocol*), que permite transmisión de información en tiempo real, característica necesaria en los enlace de audio y video, la garantía de calidad de servicio la da RTCP (*Real Time Control Protocol*): protocolo que se encarga de informar de la calidad de servicio brindaba por RTP.

3.11. Conferencia y Colaboración

Las soluciones de conferencias permiten a los equipos y trabajadores realizar conferencias utilizando voz, video o Web, o bien una combinación de las tres.

Las soluciones de voz, conferencias y comunicaciones unificadas permiten acceder a las herramientas de colaboración. La colaboración permitirá compartir información con otros empleados, con proveedores y clientes en donde quiera que se encuentren. Este sistema de colaboración e interacción estará enfocado en programar reuniones, utilizar recursos (voz, video y web) compartir documentos para ayudar a los individuos y grupos de trabajo a comunicarse eficazmente cuando se está en ubicaciones diferentes.

Los beneficios que traerá a la EDC el uso de esta herramienta serán:

- Û Ahorra tiempo y espacio en trasladarse y ocupar una sala para realizar una reunión.

- Û Llevar a cabo reuniones productivas a distancia que pueden ayudarle a avanzar con sus proyectos de manera más rápida y agilizar la toma de decisiones.

- Û Interactuar de una manera más practica entre diferentes departamentos.

Los usuarios esperan conocer el estado de disponibilidad de los posibles interlocutores y su método preferido de comunicación, se busca la inmediatez y se enriquece la comunicación mediante la integración de voz, video y datos en la misma conversación. El usuario podrá elegir en cualquier momento el dispositivo desde el que se conecta, de forma que la experiencia comunicativa sea lo más homogénea posible, independientemente del medio de comunicación utilizado.

CAPÍTULO IV

4. DISEÑO DE RED

En este capítulo se desarrolla la ingeniería de diseño para un sistema de comunicaciones que será capaz de soportar transmisión de voz, datos y video sobre una plataforma unificada. Se realizará la elección de los equipos que mejor se adapten a las necesidades de los usuarios en las siguientes localidades del Complejo Generador Josefa Joaquina Sánchez Bastidas: Edificio administrativo, Soporte Técnico/laboratorio, Almacén, Depósito, comunidad Picure, Vigilancia, Ampliación Tocoa, Desaladora, Tocoa vieja, Taller mecánico, Tanque 10, Barra 230kV y Planta Arrecifes. Para comenzar, se determina la situación actual del mencionado complejo, seguido del levantamiento de la información para determinar los requerimientos de comunicación dentro de cada una de las localidades.

Por medio de un estudio comparativo de características, aplicaciones, ventajas y precios, se realizará la selección de los primeros equipos con los que contará la propuesta. Seguido, se irán adicionando nuevos equipos que mantengan la total compatibilidad logrando así completar el diseño de la red. Finalmente se presentarán recomendaciones para lo que constituirá el cableado en el complejo generador. Esto con la finalidad de mantener la compatibilidad entre cableado y equipos y definir el medio de comunicación a utilizar de acuerdo a las características de cada localidad.

El diseño tomará en cuenta las bases teóricas planteadas en el CAPÍTULO III, los requerimientos tanto de los usuarios como de la empresa en sí, las tecnologías actuales y la compatibilidad entre redes y subredes. Al finalizar este capítulo, la red

de comunicaciones propuesta estará en la capacidad de soportar todos los servicios de voz, datos y video sobre una misma plataforma.

4.1. Situación actual

Actualmente, las áreas que integran el complejo generador en Tocoa-Arrecifes de La Electricidad de Caracas, presentan algunas limitaciones de comunicación, las cuales se pueden dividir en dos (2) tipos: limitaciones de red de datos y limitaciones de telefonía sobre par de cobre. Estas condiciones fueron obtenidas de documentos internos de la Empresa y visitas al Complejo Generador Josefa Joaquina Sánchez Bastida durante el desarrollo del proyecto; las mismas se presentan a continuación:

4.1.1. Red actual de datos

- Plataforma sin capacidad para soportar nuevos servicios de valor agregado y telefonía IP (videoconferencia, video-vigilancia entre otros).
- Lentitud en el procesamiento de la información debido a equipos de red por debajo de los nuevos estándares de velocidad de conexión.
- Cableado de red con fallas frecuentes y más de 8 años de instalación.
- Red sin redundancia ante contingencias (Topología tipo estrella).
- Confiabilidad del servicio en el CGJSB de 92,870% en el 2009 (mayor a 26 días de indisponibilidad al año)
- Equipos en obsolescencia con problemas de pérdidas de paquetes, lo que ocasiona lentitud en la transferencia de datos.

4.1.2. Red actual de telefonía

- El sistema de Telefonía actual se soporta sobre redes de cable de cobre, las cuales requieren de un alto mantenimiento y presentan una alta rata de fallas, por lo que el costo de material y horas hombre para el mantenimiento que esto genera es considerable.

- El sistema de comunicación telefónica convencional actual es poco confiable (93,786% de confiabilidad, equivalente a más de 22 días de indisponibilidad al año) para reportar la entrada/salida de personal o cualquier anomalía que deba conocerse en el control central de la sede principal, Sala de Control o Despacho de Carga.

- Red de Cobre con más de 12 años de instalación y sin reserva para crecimiento; soporta servicios críticos: telefonía, protecciones, telemetría y control del CGJJSB.

- Central telefónica en estado de obsolescencia y sin posibilidad de soporte.

Debido a esto, se requiere el diseño de un sistema robusto que permita el desarrollo de la telefonía IP, datos y video en una plataforma segura y confiable dentro del complejo generador. Este sistema a diseñar se soportará sobre la estructura de la Red LAN de La EDC, que está en capacidad de permitir la interconexión a través de TCP/IP con el Servidor de telefonía, el *backbone* de telefonía IP, la red corporativa y la red de subestaciones de La Electricidad de Caracas.

La red de datos actual del mencionado complejo se muestra en la Figura 11. Se evidencia como el complejo generador se encuentra trabajando con equipos obsoletos y de muy baja velocidad donde las máximas velocidades en los puntos de acceso son de 10Mbps. En algunos casos los *Switches* funcionan con tecnología que permite velocidades de hasta 1Gbps los cuales serán tomados en cuenta para reutilizar estos equipos de ser necesario.

Red Lan Tacoa

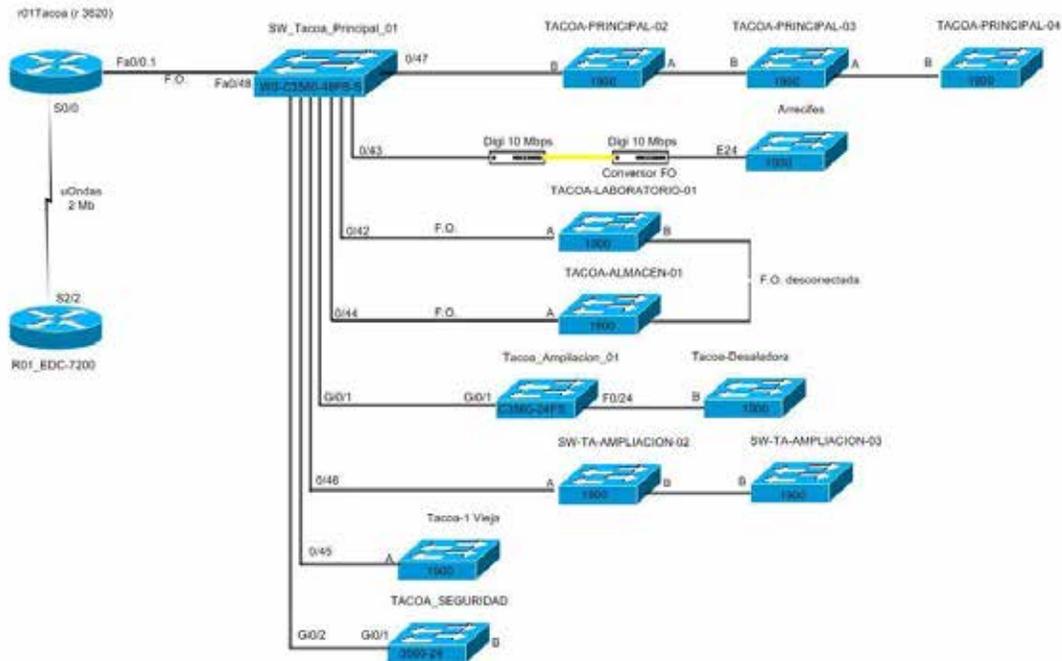


Figura 11 Red actual del CGJJSB

Fuente: Documento interno de La EDC

En el Complejo Generador Josefa Joaquina Sánchez Bastidas, sólo las localidades que se muestran en la Figura 11 tienen acceso a la red de datos de la corporación. Sin embargo, el alcance de este proyecto se cumplirá ampliando la red de datos a otras localidades como lo son: Depósito, comunidad Picure, Taller Mecánico, Tanque 10 y Barra 230kV. La incorporación de estas localidades a la red permitirá suministrarles servicios de telefonía, video vigilancia, control de acceso, monitoreo y protecciones bajo la plataforma unificada, así como también puntos de acceso a la red de la corporación para el personal que allí labora.

4.2. Levantamiento de información

Para dar a conocer donde se está realizando este proyecto, es importante mostrar la ubicación geográfica del Complejo Generador Josefa Joaquina Sánchez Bastidas. Con ayuda de la herramienta Google Earth, se obtuvo una foto aérea del complejo generador que se encuentra ubicado en el sector Tocoa-Arrecifes en el Estado Vargas como se mencionó con anterioridad. La Figura 12 presenta esta vista aérea que más adelante servirá para ubicar las distintas localidades presentes en el mencionado complejo generador.



Figura 12 Vista aérea del Complejo Generador Josefa Joaquina Sánchez Bastidas.

4.2.1. Requerimientos por localidades

Para el diagnóstico de cada una de las localidades fue necesario el análisis de documentos internos de la compañía, donde se obtuvo la cantidad de personas que laboran dentro del Complejo Generador Josefa Joaquina Sánchez Bastidas. Por otro

lado, la ayuda prestada por la Unidad de Redes Convergentes de La EDC, para el desarrollo de este proyecto, permitió determinar las necesidades de comunicación dentro del mencionado complejo. En la Tabla 3 se muestra el número de empleados por localidad para tomar en cuenta en el diseño de la propuesta.

Tabla 3 Personal por localidad en el CGJJSB

Localidad		Número de Trabajadores
Edif. Administrativo	P2	28
	P1	45
	PB	12
Almacén		15
Edif. Soporte Técnico / Laboratorio	P2	5
	P1	9
	PB	5
Tanque 10		2
Taller Mecánico		6
Barra de 230kV		2
Ampliación Tocoa	Ampliación 01	13
	Ampliación 02	13
	Ampliación 03	10
Vigilancia		6
Edif. Tocoa Vieja		14
Planta Arrecifes		6
Comunidad Picure		6
Depósito		1
Desaladora		1
TOTAL		199

Durante la visita al complejo se logró determinar el número de puntos de red o datos (D) y cantidad de teléfonos analógicos (V) que se encuentran activos en cada una de las localidades del complejo. Esta información se puede detallar en la Figura 13 y la misma será de gran ayuda para determinar los equipos a ser utilizados.

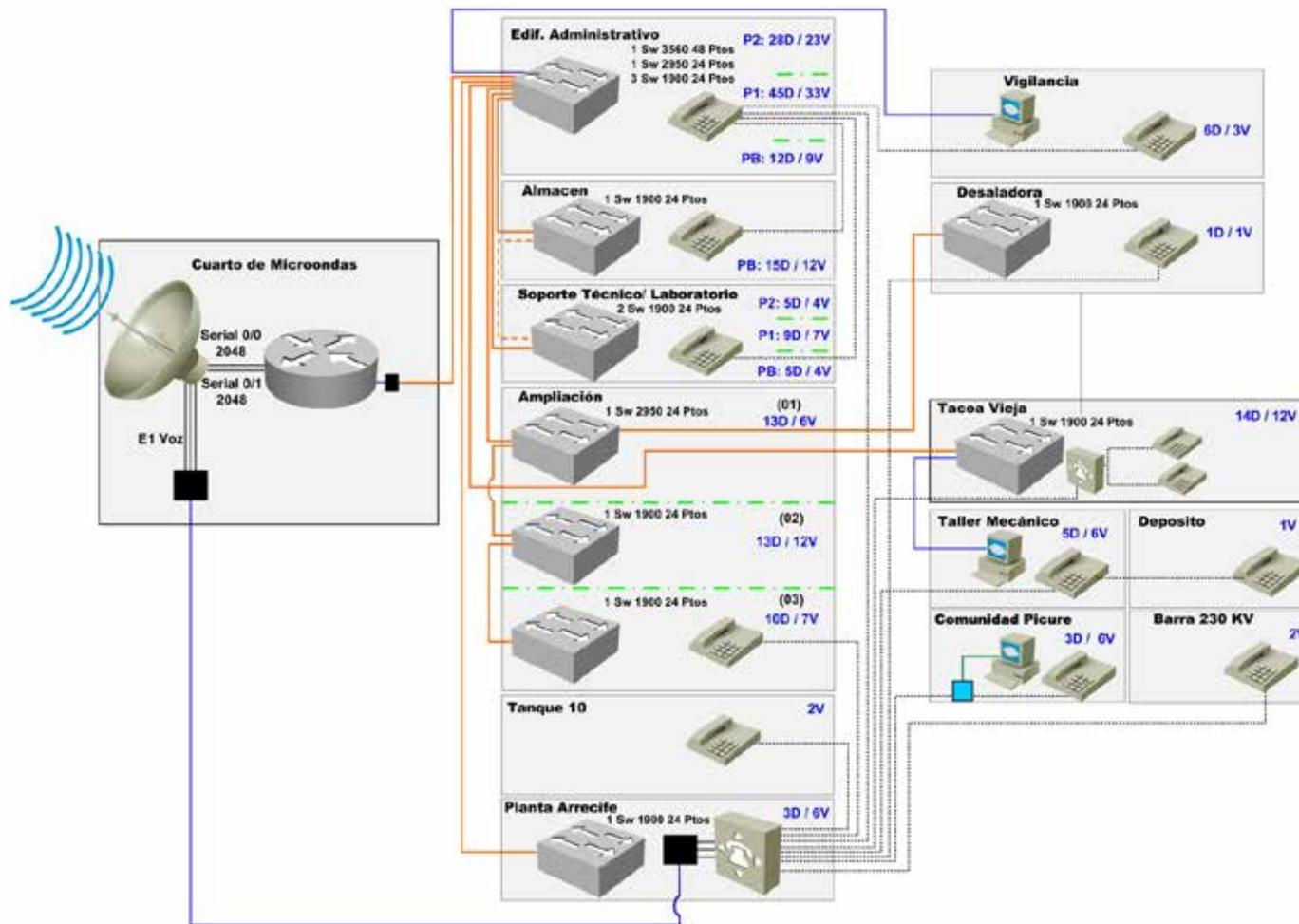


Figura 13 Red actual del CGJJSB con puntos de datos y voz detallados por localidad.

La ubicación e identificación de las localidades que constituyen el alcance del presente proyecto, correspondientes al complejo generador, se presentan geográficamente en la Figura 14. Esto permite tener una visión detallada de la ubicación final de los distintos equipos que serán propuestos para su futura instalación.



Figura 14 Ubicación geográfica de las localidades del CGJJSB.

4.3. Selección de equipos de red

Una vez culminados los puntos anteriores (Situación actual y Levantamiento de información) se continúa con el análisis que determinará los equipos de red que conformarán la plataforma de comunicaciones en el CGJJSB.

La selección inicial de los equipos se hará estudiando la cantidad de puertos de comunicaciones que son necesarios en cada localidad. En ciertas localidades,

además de tomar en cuenta el número de usuarios que allí laboran, se debe tener presente, que la red deberá ser capaz de soportar la instalación de cámaras de seguridad, control de acceso de personal, video carteleras informativas, *access points* para conexiones inalámbricas (Wi-Fi), equipos para videoconferencia, entre otros servicios que se podrán adicionar en el futuro.

4.3.1. Puertos por localidad

Uno de los parámetros más importantes para determinar los equipos que conformarán la red de comunicaciones del complejo es el número de puertos que deben tener. Para esto, se realizó la investigación en distintas áreas de la empresa, determinando los servicios que se prestarán al realizar la migración, y los que serán adicionados en el futuro. Es importante destacar que el servicio de telefonía IP será suministrado por el mismo punto de red que el usuario utilizará para comunicación de datos, de esta forma se reducen los costos de instalación y mantenimiento de cableado. En la Tabla 4, se presenta el número de usuarios actuales, una estimación de servicios a futuro determinada por el personal de Redes Convergentes y escalabilidad mínima de 20% que asegurará el crecimiento de la red en caso de ser necesario. Finalmente, en la última columna se tiene el número de puertos que debe tener cada equipo, junto a la cantidad de *switches* que se utilizarán en cada localidad.

Tabla 4 Cantidad mínima de puntos requeridos por localidad en el CGJJSB

Localidad		Personal Actual	Estimación de servicios ¹ a futuro	Sub-Total	Escalabilidad del 20% (Mínimo de Puertos)	#Switch x # puertos
Edif. Administrativo	P2	28	6	34	41	1x48
	P1	45	6	51	62	2x48
	PB	12	8	20	24	1x48
Almacén		15	5	20	24	1x48
Edif. Soporte Técnico / Laboratorio	P2	5	2	7	9	1x48
	P1	9	2	11	14	
	PB	5	3	8	10	
Tanque 10		2	2	4	5	1x8
Taller Mecánico		6	3	9	11	1x24
Barra de 230kV		2	2	4	5	1x8
Ampliación Tocoa	Ampliación 01	13	N/A	13	16	2x8
	Ampliación 02	13	N/A	13	16	2x8
	Ampliación 03	10	N/A	10	12	2x8
Vigilancia		6	4	10	12	1x24
Edif.Tocoa Vieja		14	7	21	26	1x48
Planta Arrecifes		6	N/A	6	8	1x8
Comunidad Picure		6	3	9	11	1x24
Depósito		1	2	3	4	1x8
Desaladora		1	2	3	4	1x8

¹ Instalación de cámaras de seguridad, control de acceso de personal, video cartelera informativas, *access points* para conexiones inalámbricas (WiFi), equipos para videoconferencia, entre otros.

4.3.2. Características a considerar para los *Switches*

A continuación se describen brevemente las características y aplicaciones más importantes que permitirán determinar que equipos son los más convenientes para la propuesta.

- Calidad de servicio o QoS (del inglés, *Quality Of Service*). Esta tecnología permitirá darle prioridad a los datos que requieran transmisión en tiempo real, como lo es telefonía IP y Video conferencia, estos servicios son susceptibles a retransmisiones, por lo tanto se debe garantizar la entrega del paquete en tiempo real.
- PoE (del inglés, *Power Over Ethernet*): tecnología que suministra la energía para los equipos remotos compatibles con la norma IEEE 802.3af. Esta tecnología permite que el teléfono, cámaras de video vigilancia y *access point* puedan ser energizados a través del cable de red, reduciendo costos de infraestructura de cableado eléctrico
- Velocidades de transmisión de información para *Switches* de 24 o 48 puertos compatibles con 10/100/1000 Mbps. Los *Switches* de 8 puertos operarán a velocidades de 10/100 Mbps en los puertos de acceso y 1000 Mbps para los puertos troncales.
- En las localidades Ampliación, Barra 230kV y Planta Arrecife se requieren equipos industriales para disminuir el efecto por las emisiones EMI.
- Compatibilidad con el protocolo PVST (del inglés, *Per Vlan Spanning Tree*) que se encarga de eliminar los bucles generados por cada Vlan dentro de la configuración del equipo.
- Compatibilidad con los protocolos de enrutamiento IGRP y EIGRP
- Puertos para enlaces de fibra óptica, usando transductores (*transceivers SFP*).

4.3.3. Comparación de *Switches*

En esta etapa del proyecto se busca determinar los equipos que mejor se adapten a las necesidades de la empresa, para ello se realizará una comparación de características, aplicaciones, ventajas y precios entre varias marcas que se encuentran actualmente en el mercado.

Switches de 48 / 24 / 8 puertos (no industriales)

Tabla 5 Especificaciones de Switches de 48 / 24 / 8 puertos no industriales

	Cisco ² WS-C3750X-48P-L WS-C3560X-24P-L WS-C3560-8PC-S	Alcatel-Lucent ³ OS6850E-P48 OS6850E-P24 OS LS 6212P (12puertos)	D-Link ⁴ DGS-3100-48P DGS-3100-24P DGS 3200-10
Características Principales	<ul style="list-style-type: none"> · QoS · Funcionalidad IPv6 · 10/100/1000 MHz · PoE · PVST+ · IGRP y EIGRP · Fibra Óptica SFP · Dimensiones: (alto, ancho, profundidad) 4.45x44.5x46.0cm · Consumo de energía: 435W (máx) · Soporte de protocolos de gestión 	<ul style="list-style-type: none"> · QoS · Funcionalidad IPv6 · 10/100/1000 MHz · PoE · Fibra Óptica SFP · Dimensiones: (alto, ancho, profundidad) 4.4x44.0x44.6cm · Consumo de energía: 510W (máx) 	<ul style="list-style-type: none"> · QoS · Funcionalidad IPv6 · 10/100/1000 MHz · PoE · Fibra Óptica SFP · Dimensiones: (alto, ancho, profundidad) 4.4x44.0x31.0cm · Consumo de energía: 482W (máx) · Soporte de protocolos de gestión
Aplicaciones	<ul style="list-style-type: none"> Ø Sistema operativo con capacidad de: Control de listas de acceso (ACLs), calidad de servicio (QoS), enrutamiento estático, HSRP y RIP (v1, v2) Ø Cisco Network Assistant: aplicación para administración centralizada 	<ul style="list-style-type: none"> Ø Programa de administración: Alcatel-Lucent 5620 	<ul style="list-style-type: none"> Ø Programa de administración: DV-600S
Ventajas	<ul style="list-style-type: none"> Û Administración de energía (control del consumo) Û Software actualizable Û Personal actual en Redes Convergentes certificado Û Monitoreo centralizado 	<ul style="list-style-type: none"> Û Software actualizable. 	<ul style="list-style-type: none"> Û Bajo consumo de energía.
Precio	\$ 5.367,00 \$ 2.556,30 \$ 898,99	\$ 3.485,52 \$ 2.534,06 \$ 606,81	\$ 1.116,79 \$ 957,99 \$378,37

² Fuente: <http://www.cisco.com/>

³ Fuente: <http://enterprise.alcatel-lucent.com/>

⁴ Fuente: <http://www.dlinkla.com/>

Switches de 8 puertos (industriales)

Tabla 6 Especificaciones de Switches de 8 puertos industriales.

	Cisco ⁵ IE-3000-8TC-E	Alcatel-Lucent ⁶ OS6855-14	Logicbus ⁷ LB-EH212006
Características Principales	<ul style="list-style-type: none"> · Soporta emisiones EMI · QoS · Funcionalidad IPv6 · 10/100 MHz · PVST+ · IGRP y EIGRP · Fibra Óptica SFP · Dimensiones: (alto, ancho, profundidad) 15.2x14.7x11.2cm · Consumo de energía: 15.7W (máx) 	<ul style="list-style-type: none"> · Soporta emisiones EMI · 12 puertos · PoE · QoS · Funcionalidad IPv6 · 10/100/1000 MHz · Fibra Óptica SFP · Dimensiones: (alto, ancho, profundidad) 4.4x21.6x26.0cm · Consumo de energía: 30W (máx) 	<ul style="list-style-type: none"> · Soporta Emisiones EMI · 6 puertos RJ45 · 10/100 MHz · Dos entradas de Voltaje redundante · Montaje en Pared o Riel · Dimensiones: (alto, ancho, profundidad) 9.0x4.5x8.0cm · Consumo de energía: 4.5W (máx)
Aplicaciones	<ul style="list-style-type: none"> Ø Sistema operativo con capacidad de: Control de listas de acceso (ACLs), calidad de servicio (QoS), enrutamiento estático, HSRP y RIP (v1, v2) Ø Cisco Network Assistant: aplicación para administración centralizada 	<ul style="list-style-type: none"> Ø Programa de administración: Alcatel-Lucent 5620 	<ul style="list-style-type: none"> Ø Programa de administración: DV-600S
Ventajas	<ul style="list-style-type: none"> ü Software actualizable ü Personal actual en Redes Convergentes certificado ü Monitoreo centralizado ü Expandible por módulos de 8 puertos cada uno 	<ul style="list-style-type: none"> ü Soporta 4 puertos con tecnología PoE 	<ul style="list-style-type: none"> ü Muy bajo consumo de energía.
Precio	\$ 5.566,10	\$ 2.584,77	\$ 1.827,08

⁵ Fuente: <http://www.cisco.com/>

⁶ Fuente: <http://enterprise.alcatel-lucent.com/>

⁷ Fuente: <http://www.logicbus.com.mx/LB-EH212006.php>

Los datos recopilados para elaborar las tablas anteriores (Tabla 5 y Tabla 6) definen el grupo de equipos a ser utilizados en la propuesta final del presente proyecto. Se estudiaron distintas marcas (*Cisco, Alcatel-Lucent, D-Link y Logicbus*) con productos que ofrecieran las características de mayor relevancia para el diseño de la red de comunicaciones de La EDC. Se evidencia que la marca que cumple con todos los requisitos mínimos expuestos en “Características a considerar para los *Switches*” es Cisco. Las marcas Alcatel-Lucent, D-Link y Logicbus no cuentan con protocolos muy utilizados en la empresa como lo son: PVST, IGRP y EIGRP.

Cisco posee aplicaciones que permiten monitorear el estado de la red, configurar QoS y enrutamiento que no poseen las otras marcas. Por otro lado, la plataforma actual de la empresa cuenta con tecnología basada en Cisco lo cual aumenta la compatibilidad al implementar con equipos de la misma marca [15], reduciendo problemas de incompatibilidad.

Entre las ventajas más importantes de usar tecnología Cisco se pueden mencionar:

- Ü El personal que labora en el área de Redes Convergentes de la GFTI en La EDC cuenta con certificaciones Cisco, lo cual se traduce en reducción de costos al no tener que certificarlos en productos de otras marcas.

- Ü Se cuenta con una herramienta de monitoreo centralizado Cisco que facilita la gestión y control de la red sin necesidad de ir al sitio.

- Ü Permite dar continuidad con el esquema de red utilizado en la Electricidad de Caracas, basada en tecnología Cisco.

- Ü Otras marcas en el mercado no ofrecen el Protocolo de Descubrimiento de Cliente o CDP (del inglés, *Cisco Discovery Protocol*), SRST (del inglés *Survivable Remote Site Telephony*), PVST (del inglés, *Per Vlan Spanning Tree*) entre otros, que son usados por los administradores de Telecomunicaciones e Informática.

Ü Se cuenta con equipos Cisco como el 3560, instalados en ciertas localidades (ver Figura 11) y en almacén de la empresa, que pueden ser utilizados, reduciendo aún más los costos al tener que comprar menos equipos.

Los ambientes industriales son entornos con altas radiaciones EMI (del inglés, *ElectroMagnetic Interference*). Para evitar los problemas de comunicación en ambientes con emisiones electromagnéticas elevadas, se considera el uso del *Switch* para ambientes industriales y ambientes controlados de la marca Cisco. Los *Switches* de la marca Alcatel-Lucent y Logibuss no cumplen con los requerimientos mínimos para trabajar en ambientes industriales.

Finalmente la marca seleccionada, por las distintas razones presentadas anteriormente, es Cisco. Así mismo, los equipos restantes se tomaran en cuenta sólo de esta marca para mantener la compatibilidad dentro de la red, mantener el esquema de comunicaciones de la Empresa basado en esta marca, y las demás ventajas que esta marca ofrece como se presentaron en los puntos anteriores.

Hasta ahora se han seleccionado los *Switches* Cisco 3750 con 48 puertos (ANEXO N° 2), Cisco 3560 con 08 ó 24 puertos (ANEXO N° 3 y ANEXO N° 4 respectivamente), y Cisco IE 3000 con 08 puertos Ethernet (ANEXO N° 5) lo que representa la mayor parte del desarrollo del proyecto. Estos equipos formarán parte de la red de comunicaciones en el Complejo Generador Josefa Joaquina Sánchez Bastidas, creándose así una plataforma unificada, robusta y confiable que soportará la Telefonía IP. A continuación se desarrollará la propuesta para telefonía IP dentro del mencionado complejo.

4.4. Telefonía IP

Antes de comenzar, se debe tener en cuenta que la migración se realizará progresivamente y muchos de los usuarios continuaran con telefonía convencional. Se debe garantizar la comunicación entre las dos tecnologías (convencional e IP), así los usuarios migrados a telefonía IP podrán comunicarse con los que continúan en telefonía convencional y viceversa.

Adicionalmente, la telefonía IP debe ofrecer continuidad en servicio en caso de producirse fallas, esto contempla redundancia en ciertos puntos dentro de la estructura del sistema:

- *Cisco Unified Manager*: existe un servidor principal llamado *Publisher* y dos secundarios llamados *Subscribers* ubicados en la localidad central, los cuales se encuentran configurados en modo de respaldo para activarse en caso de que falle alguno.

- Enlace contra sede principal: El procesamiento de llamadas IP se realiza desde la sede central en San Bernardino, donde se encuentra el clúster de Servidores de telefonía IP, el medio de conexión entre las dos localidades se realiza por enlaces de Microondas, en caso de caerse el enlace contra la sede principal existe una configuración a realizarse en el enrutador de la localidad denominado SRST [15] (del inglés, *Survivable Remote Site Telephony*), la cual permite que el enrutador (*Router 3845*) funcione como un *Servidor de telefonía IP*, permitiendo que el sistema de telefonía en la localidad se mantenga y la comunicación entre los usuarios del complejo se conserve a pesar de no comunicarse con la localidad central, manteniendo conexión telefónica a través de líneas PSTN conectadas al Gateway de voz.

Asimismo la solución prestará un servicio de tarificación de las llamadas, esto se logra por medio de los registros de detalles de llamadas sus siglas en inglés CDR (del inglés, *Call Detail Records*) [16].

Las especificaciones de la empresa determinan los códec a ser utilizados para la transmisión de voz sobre IP. Se debe cumplir con un mínimo en cuanto al ancho de banda se refiere. Debido al tipo de conexiones que posee y la calidad de audio que se desea en telefonía, se recomienda el uso de códec G.711 dentro de la LAN (donde la tecnología ofrece velocidades de hasta 1.000 Mbps) asegurando la más alta calidad en la llamada con un MOS [14] (del inglés, *Mean Opinion Score*) de 4.1; y uso de códec G.729a para la WAN debido al consumo menor de ancho de banda, MOS de 3.92, y complejidad del algoritmo de 15 – en una escala relativa donde G.711 es 1 y G.723 es 25 – traduciéndose en un menor consumo de recursos en el procesamiento. Los estándares fijan anchos de banda de 87,20 kbps (G.711) y 23,47 kbps (G.729a) por cada enlace sobre telefonía IP (ver Tabla 2).

Cabe destacar que la conexión requerida para *softphone* (*IP Communicator* de Cisco) debe ser cubierta con 128 kbps para audio y 384 kbps para llamadas de video. Esto con la finalidad de cumplir con el requisito mínimo para una comunicación efectiva, clara y sin interrupciones dentro de la red [2].

4.4.1. Recomendaciones de equipos telefónicos IP

o

Para un mejor desempeño de las labores del personal que labora en el Complejo Generador Josefa Joaquina Sánchez Bastidas, se recomiendan una serie de equipos para telefonía IP de acuerdo al cargo que ejercen. La Tabla 7 resume los equipos telefónicos a ser utilizados para la migración a telefonía IP. Se proponen los modelos Cisco 7942G (ver ANEXO N° 8) y Cisco 7971G (ver ANEXO N° 9) gracias a las bondades que poseen.

Tabla 7 Teléfonos recomendados para los usuarios en el CGJJSB

Teléfono IP (Modelo)	Descripción	Cantidad	Uso
7942G	Teléfono IP básico con pantalla	128	No Gerencial
7971G	Teléfono IP gerencial con pantalla	33	Gerencial (Coordinadores, Gerentes, Líderes)

Adicionalmente, los usuarios contarán con una herramienta propiedad de Cisco, llamada “*IP Communicator*” [15], que permitirá realizar llamadas desde un teléfono virtual que se instala en el computador personal. Con este *Software* los usuarios se mantendrán comunicados durante la migración de la red de telefonía actual.

4.4.2. Gateways de Voz

La migración de la telefonía convencional a telefonía IP se hará gradualmente, esto quiere decir que algunos usuarios continuarán utilizando teléfonos convencionales. Es necesario incorporar un elemento en la red que permita el uso de los equipos telefónicos actuales, es aquí donde entran en juego los *Gateways de Voz*.

Cisco cuenta con una solución para estos casos, con equipos para conectar hasta cuatro (04) teléfonos analógicos como es el caso del *Voice Gateway VG204* (ver ANEXO N° 6) y hasta veinticuatro (24) con el *Voice Gateway VG224* (ver ANEXO N° 7). Con la incorporación de dos (02) equipos VG224 en el Edificio Administrativo, se contará con 48 puntos telefónicos que servirán para suministrar servicio a los usuarios en este mismo edificio y a los que laboran en la localidad de Ampliación Tocoa (Ampliación 01, 02 y 03). Por otra parte se propone la instalación de un (01) VG224 en la localidad “Comunidad Picure” y un (01) VG204 en “Barra 230kV”.

4.5. Propuesta para la migración de la Red en el CGJJSB

Tomando en cuenta los resultados obtenidos en el estudio del estado actual del sistema de comunicaciones, y los requerimientos de los usuarios en el complejo, se propone el uso de las Comunicaciones Unificadas bajo la plataforma IP que permita adaptarse con nuevas formas y medios de establecer las comunicaciones. Además de reemplazar un canal tradicional para comunicarse, las aplicaciones de Comunicaciones Unificadas permitirán lograr comunicaciones más inteligentes que afectan la forma en que las personas se comunican y los medios que se utilizan para llevar a cabo la comunicación. Para lograr esto se proponen los siguientes equipos de acuerdo a cada una de las localidades presentes en el complejo. La Tabla 8 presenta la distribución – por localidad – de los *Switches*, *Routers* y *gateways* de voz Cisco a ser utilizados para la migración de la red en el complejo.

Tabla 8 Distribución de equipos por localidades del CGJJSB

	Equipos Cisco							
	Router 3845 - Voz/ Seguridad - SRST - 4 E1 - 2 Serial	Sw 4507R - 2 Supervisoras - 1 Tarjetas 24 10/100/1000 - 2 Tarjetas 06 Puertos FO - 2 Fuentes de Poder	Sw 3750X 48 Ptos PoE 10/100/1000	Sw 3560X 24 Puertos PoE 10/100/1000	Sw 3560 8 Puertos PoE 10/100	Sw IE3000 8 10/100 TX 2 Ptos 1 Gbps 8 10/100 TX 8 Ptos 100 FX	VG224 24 Ptos FXS	VG 204 04 Ptos FXS
Edificio Administrativo	01	01	04				02	
Vigilancia				01				
Almacén			01					
Soporte Técnico/Laboratorio			01					
Tacoa Vieja			01					
Taller Mecánico				01				
Depósito					01			
Desaladora					01			
Comunidad Picure				01			01	
Tanque 10					01			
Ampliación						06		
Planta Arrecifes						01		
Barra 230kV						01		01
TOTAL:	01	01	07	03	03	08	03	01

Entre las topologías existentes, la que más se ajusta a los requerimientos del complejo es la topología mixta ya que permite la mezcla entre la topología Anillo y la Topología Estrella. Cabe destacar que este tipo de topologías crean mucho tráfico de datos y embotellamiento en la red, es por esto que se toma la prevención de habilitar el protocolo de *Spanning Tree*; protocolo de red capa 2 del modelo OSI (nivel de enlace de datos), que permite gestionar los bucles en topologías de red debido a la existencia de enlaces redundantes. STP activa o desactiva automáticamente los enlaces de conexión en los equipos de interconexión, de forma que se garantice que la topología está libre de bucle.

En la Figura 15 se muestra la propuesta final para la red de datos en el Complejo Generador Josefa Joaquina Sánchez Bastidas. Del mismo modo, tendrá soporte para la telefonía IP, video conferencia, instalación de cámaras de seguridad, control de acceso de personal, conexiones inalámbricas (Wi-Fi) y los demás servicios de valor agregado de La EDC, gracias a la robustez, alta disponibilidad, escalabilidad y demás características de la red diseñada.

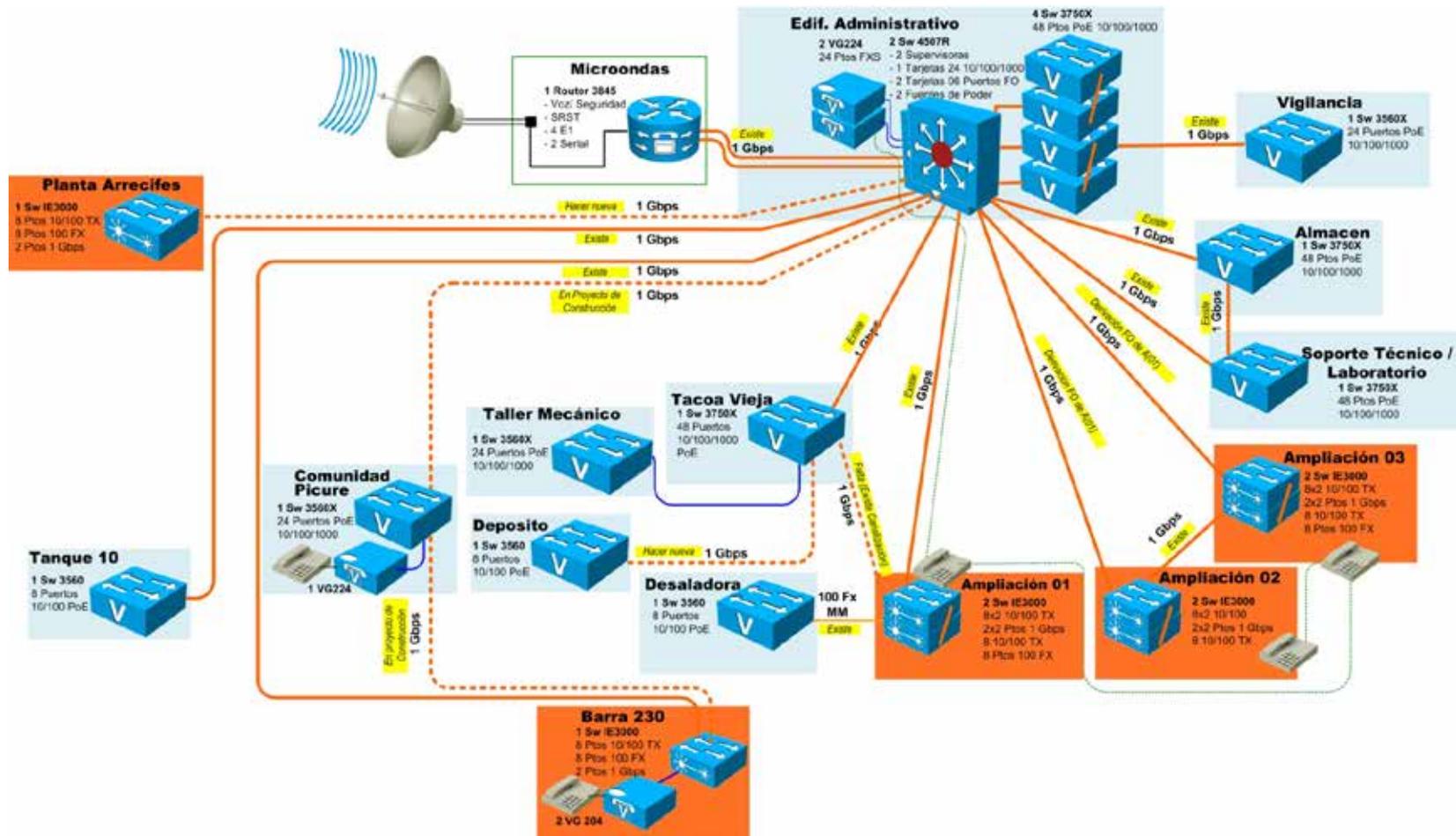


Figura 15 Propuesta Final para el CGJJSB

Hasta este momento se ha presentado la propuesta final del proyecto, sin embargo es necesario adicionar una variedad de elementos que son importantes para la migración, como lo son: Cableado (UTP, STP, FTP, Fibra Óptica) y fuentes de poder de respaldo (Plantas y generadores, UPS). Estos puntos se deben tomar en cuenta para el correcto y continuo funcionamiento del sistema de comunicaciones propuesto.

4.6. Cableado de red en la planta

Para cumplir con la topología mostrada en la Figura 15, es necesario el estudio del medio de transporte a ser utilizado en el complejo. A continuación se detallan los medios de transporte recomendados para la migración: cableado UTP, STP, FTP y fibra óptica.

El cableado estructurado que conformará la red de datos en el CGJJSB debe cumplir con los siguientes aspectos: Suministro e instalación de canalización, cableado, accesorios e identificación correspondiente al cableado estructurado del complejo (oficinas administrativas y áreas de planta), el cual deberá ser UTP CAT 6 para los sitios que no presenten riesgos de inducción eléctrica; y de tipo STP CAT 6 o FTP CAT 6 para las áreas de plantas y ambientes de posible inducción eléctrica.

4.6.1. Localidades con Cableado UTP CAT 6

1. Edificio Administrativo
2. Edificio de Soporte Técnico / Laboratorio
3. Almacén
4. Depósito
5. Comunidad Picure
6. Vigilancia

4.6.2. Localidades con Cableado STP CAT 6

1. Ampliación Tacoa (Ampliación 01, 02 y 03)
2. Barra 230kV
3. Planta Arrecifes
4. Desaladora
5. Tacoa Vieja
6. Taller Mecánico
7. Tanque 10

En planta Arrecifes, desaladora, Tacoa Vieja, taller mecánico y tanque 10 es necesario implementar el cableado estructurado utilizando STP CAT 6 (o FTP CAT 6 en caso de no contar con el STP CAT 6), ya que esto permitirá reducir el ruido que se puede inducir en el cableado, en el trayecto desde el usuario final al *Switch* de acceso, y viceversa. Sin embargo, no es necesaria la utilización de *Switches* industriales ya que los cuartos donde serán ubicados los equipos se encuentran alejados de las fuentes principales de ruido. A continuación, la Tabla 9 muestra de manera resumida el cableado a utilizar según la localidad en donde será instalado.

Tabla 9 Cableado estructurado a utilizar de acuerdo a la localidad

Cableado Estructurado	
UTP	STP o FTP
Localidades	Edificio Administrativo
	Ampliación Tacoa
	Edificio de Soporte Técnico / Laboratorio
	Barra 230kV
	Almacén
	Planta Arrecifes
	Depósito
	Desaladora
	Comunidad Picure
	Tacoa Vieja
	Vigilancia
	Taller Mecánico
	Tanque 10

Otro medio de comunicación a ser utilizado es la fibra óptica gracias a las grandes distancias que se pueden cubrir sin necesidad de repetidores. A continuación se presentan las características más resaltantes que deberá tener el cableado de fibra óptica a ser utilizado en el CGJJSB.

4.7. Fibra Óptica

Para aprovechar al máximo las bondades de la fibra óptica, se debe tener en cuenta lo siguiente:

El cable de fibra óptica a utilizar debe ser monomodo de 48 hilos, del tipo “*Loose Tube*” para ser usado en planta externa, totalmente Dieléctrico, con arreglo de 12 hilos por Buffer con código de colores, con refuerzo central de plástico y protección de Aramida dentro de la chaqueta, pérdida: 0,35/0,25 dB/km@1310/1550 nm.

Distribuidores de Fibra Óptica ODF's para cable de 48 hilos, con unidades para distribución de hilos de fibra óptica, incluye accesorios como bandeja, panel, cubierta y acopladores para conectores SC.

Hilos de fibra óptica Monomodo terminado en un extremo con conector SC, usado para empalmar con cable planta externa, pérdida de 0,3 dB.

Coupling, acopladores para conector SC, utilizados para la terminación del hilo de fibra óptica monomodo en los paneles de conexión.

Connector panel: sirve para la conexión de los acopladores de fibra óptica monomodo tipo SC de seis (6) posiciones.

Fiber Sleeve, mangas termocontraíbles para protección de empalmes de fusión en hilos de fibra óptica monomodo.

4.8. Respaldo de Energía

Los cuartos de comunicaciones albergan una gran cantidad de equipos tecnológicos, que requieren de un suministro eléctrico de alta calidad para asegurar su correcto funcionamiento y durabilidad (prolongar la vida útil) de los equipos. Estas son algunas recomendaciones para conformar la solución de conectividad, protección y respaldo de energía para los cuartos de comunicaciones:

4.8.1. Sistemas de UPS

Brindan resguardo de precisión para los equipos de misión crítica y telecomunicaciones instalados en el centro de datos, ofrece siempre un voltaje de salida regulado y sin variaciones, cuenta con protección contra apagones, descargas y ruidos eléctricos y autonomía de al menos 3 horas.

4.8.2. Respaldo con plantas de emergencia

Se recomienda utilizar plantas de emergencia, que entren en funcionamiento en caso de fallas eléctricas, a fin de asegurar por más tiempo la continuidad de la operación. Para La EDC se debe contemplar un sistema de respaldo extendido de larga duración.

CAPÍTULO V

5. FACTIBILIDAD DEL PROYECTO

5.1. Factibilidad Técnica.

La factibilidad técnica del proyecto está determinada por la evaluación y comparación de la tecnología existente y la tecnología propuesta, la disponibilidad de recursos técnicos como equipos y dispositivos, así como la tecnología que satisfaga las necesidades del proyecto y permita cubrir los objetivos planteados.

Se ha explicado a lo largo del informe las ventajas que trae implantar un sistema de telefonía IP en el CGJJSB, las mejoras que se vinculan a esta tecnología están determinadas por la plataforma tecnológica sobre la cual funciona. En el caso del CGJJSB, se propone una nueva red de datos que desde el punto de vista técnico es factible y contaría con óptimas condiciones para el funcionamiento de la telefonía IP.

Adicionalmente, la tecnología ha sido ampliamente estudiada e implantada en otras compañías con necesidades similares, por lo que se tienen antecedentes de las mejores prácticas y resultados de este tipo de tecnología, apegándose a los requerimientos a nivel tecnológico demandados por la compañía. Las ventajas de la propuesta para la red de comunicaciones radican en la reducción de costos, la convergencia de los sistemas de comunicación (voz, datos y video), movilidad para el usuario y simplicidad en la administración de la red.

5.2. Factibilidad Operativa.

La factibilidad operativa permite predecir si se pondrá en marcha el proyecto propuesto, aprovechando los beneficios que ofrece no solo a los usuarios de la nueva

tecnología sino también a los administradores de la red, de estos últimos dependerá el funcionamiento del sistema y la resolución de fallas.

El cambio de tecnología no afecta las operaciones del personal, solo presenta mejoras para ellos, ya que se encuentra con un equipo más novedoso que el anterior, que le brinda otras opciones. Por otra parte, para los administradores de red es más factible la gestión de una sola red donde convergen todos los servicios, ya que facilita y reduce los tiempos de operación.

5.3. Factibilidad Financiera.

La inversión inicial del proyecto se realizará en una primera fase, donde se iniciará el proceso de procura de los equipos, es decir, al momento de ejecutar el proyecto se deben comprar los equipos para luego realizar la migración de la red.

La Electricidad de Caracas cuenta con una cantidad de recursos financieros destinados a este proyecto, equipos de comunicaciones en depósito, y personal certificado en esta tecnología; esto permitirá realizar la migración con una inversión adicional mínima.

5.4. Factibilidad Legal.

La factibilidad legal de este proyecto se determinó al considerar que la implementación del sistema no infringe ninguna normativa interna de La Electricidad de Caracas, ya que el nuevo sistema se basa en la plataforma tecnológica existente y deberá regirse por los mismos parámetros y políticas que rigen el actual sistema de comunicaciones corporativo de la empresa. Por otra parte, el sistema tampoco afecta normativas externas, ya que se apega a los estándares establecidos por los organismos competentes.

CONCLUSIONES

El desarrollo tecnológico permite hoy en día hablar de la convergencia de redes de telecomunicaciones, lo que se traduce en unificar voz, datos y video para su transmisión sobre el protocolo TCP/IP. Esto ha facilitado la expansión de los servicios relacionados con las redes informáticas, servicios que son fundamentales para el desarrollo de una compañía como lo es La Electricidad de Caracas.

Las necesidades dentro del Complejo Generador Josefa Joaquina Sánchez Bastidas, y los requerimientos de La Electricidad de Caracas, hacen que las Comunicaciones Unificadas sean la solución ideal en lo que a telecomunicaciones se refiere. Basados en esta premisa se planteó una propuesta capaz de soportar todos los servicios de voz, datos y video que la empresa desea ofrecer en el complejo sobre una única infraestructura de red. Esto permitirá mejorar la calidad de servicio, disminuyendo el tiempo de respuesta ante fallas producidas en subestaciones, comunicación efectiva entre trabajadores sin tener que movilizarse de un lugar a otro y vigilancia en cada localidad, así como también reducir costos de mantenimiento y de operación.

El diseño de red planteado cumple con características tales como: redundancia, robustez, alta disponibilidad, escalabilidad y es totalmente integrable a la tecnología ya existente en la corporación, lo que hace de ésta una red óptima tanto para la implementación de voz sobre IP como el manejo del tráfico de información de los distintos servicios que se gestionarán en la misma.

Una vez finalizada la migración de la red del complejo a la propuesta de diseño presentada, se podrá continuar con la evolución de esta infraestructura de red innovadora, ampliando aún más las formas de comunicación, gestión y seguridad dentro del complejo. La misma permitirá brindar una serie de servicios adicionales

que serán implementados a futuro, que en la actualidad no son posibles ya que la red actual del CGJJSB no es capaz de soportarlos.

La Electricidad de Caracas posee los recursos económicos, tecnológicos, personal calificado y cumple con los estándares necesarios para llevar a cabo el desarrollo exitoso del diseño de red propuesto para la migración hacia la nueva plataforma, con equipos y dispositivos que se encuentran actualmente en el mercado y que permitirán aumentar al máximo el potencial de las comunicaciones en el CGJJSB.

RECOMENDACIONES

La migración de la red de datos y la red de telefonía actual en el CGJJSB a una red de comunicaciones unificada es una labor que debe realizarse afectando lo menos posible a los trabajadores y sistemas de protección en subestaciones del Complejo Generador Josefa Joaquina Sánchez Bastidas. Por esta razón se plantean las siguientes recomendaciones.

- § Adquirir la totalidad de los equipos propuestos antes de realizar la migración de la red de comunicaciones en el CGJJSB.
- § Programar paradas de servicio (de preferencia en las noches) para realizar los cambios de los equipos, reduciendo así los inconvenientes que puedan generarse por la falta de servicio en las localidades del CGJJSB.
- § Acondicionar los cuartos de equipos y closets de telecomunicaciones con un correcto sistema de puesta a tierra y sistemas de respaldo de energía (mínimo 3 horas de autonomía), asegurando así un adecuado suministro eléctrico sin interrupciones. Esto permitirá extender la vida útil de los equipos al máximo y reducir al mínimo la indisponibilidad de los sistemas de comunicación.
- § Instalar el sistema de cableado estructurado con UTP categoría 6 en el edificio administrativo, edificio de soporte técnico/laboratorio, almacén, depósito, comunidad Picure y vigilancia; y STP categoría 6 en ampliación Tocoa, Barra 230kV, planta Arrecifes, desaladora, Tocoa vieja, taller mecánico y tanque 10 para reducir el ruido que se puede inducir en el cableado por radiaciones electromagnéticas, garantizando así una correcta comunicación entre el usuario y el elemento activo de red.
- § Dictar charlas informativas relacionadas con el uso de los teléfonos IP a los nuevos usuarios de esta tecnología.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. **Ramirez, Ingmar.** Universidad Nueva Esparta. [En línea] [Citado el: 14 de Enero de 2011.] http://www.une.edu.ve/~iramirez/tel/cableado_estructurado1.htm.
2. **La Electricidad de Caracas.** Ampliación Complejo Generador Josefa Joaquina Sánchez Bastidas. [En línea] [Citado el: 17 de noviembre de 2010.] http://www.laedc.com.ve/PDF/AC_CGJSB-v61.pdf.
3. **CORPOELEC.** Filiales. [En línea] [Citado el: 23 de noviembre de 2010.] <https://www.corpoelec.gob.ve/filiales>.
4. **La Electricidad de Caracas.** Estructura Organizativa Nueva EDC. [En línea] [Citado el: 23 de noviembre de 2010.] <http://edcelectrinet/> (Página Interna).
5. **Rivero, Jenny.** *Manual del Sistema de Gestión Integral.* La Electricidad de Caracas. Caracas : (Manual Interno), 2009.
6. **Aastra Telecom, S.L.** Fundamentos de la Telefonía sobre IP. [En línea] [Citado el: 09 de Marzo de 2011.] http://www.apliphone.net/pdf/telefonía_IP.pdf.
7. **NEC.** Mensajería Unificada. [En línea] [Citado el: 14 de Enero de 2011.] <http://www.nec.com/global/ad/itnw/spain/messaging.html>.
8. **Matesanz, Miguel Ángel.** Selección de un cable de fibra óptica. [En línea] [Citado el: 15 de Febrero de 2011.] <http://www.fibraoptica hoy.com/seleccion-de-un-cable-de-fibra-optica/>.
9. **VoipForo.** Codecs. [En línea] [Citado el: 09 de Marzo de 2011.] <http://www.voipforo.com/codec/codecs.php>.
10. **Delgado, Elizabeth.** ¿SWITCHING VS. ROUTING? [En línea] [Citado el: 22 de Febrero de 2011.] <http://neutron.ing.ucv.ve/revista-e/No4/articulo.htm>.
11. **CISCO.** Cisco Systems, Inc. [En línea] [Citado el: 01 de Noviembre de 2010.] <http://www.cisco.com/>.
12. **Tomasi, Wayne.** *Sistemas de Comunicaciones Electrónicas.* 4ta. Edición. Naucalpan de Juárez : Pearson Educación, 2003. pág. 976.

13. **Tarazona, Erika.** *Migración de telefonía TDM (Multiplexación por División de Tiempo) a telefonía IP sobre la plataforma tecnológica de C.A. La Electricidad de Caracas en el centro de servicio Santa Rosa.* Caracas : UNEFA, 2009.
14. **La Electricidad de Caracas.** La Empresa. [En línea] [Citado el: 17 de noviembre de 2010.] <http://www.laedc.com.ve/ArticlesDetail.asp?CategoryId=10871&modulo=1>.
15. **Gerencia Funcional de Telecomunicaciones e Informática.** *Tacoa 110610 ver 10.* Caracas : (Documento Interno), 2010.
16. **Agüero, Yagniri.** *Diagnóstico de la red Lan/Wan de Pdvs Maturín basado en el Estudio de la plataforma de enrutadores que conforman la red.* Barquisimeto : Universidad Yacambú, 2007.

GLOSARIO

Ancho de Banda (*Bandwidth*): capacidad de una conexión. Determina el volumen de información que puede circular por un medio físico de comunicación de datos. A mayor ancho de banda, mejor velocidad de acceso; más estaciones pueden utilizar el mismo medio simultáneamente. Se mide en hertz o bps (bits por segundo),

Asynchronous Transfer Mode (ATM): Modo de Transferencia Asíncrona. Técnica de conmutación por paquetes de alta velocidad adecuada para redes de área metropolitana (MAN), transmisión de banda ancha y redes digitales de servicios integrados (RDSI).

Backbone: Red principal de una red de comunicaciones.

Canal: Denominación general para una vía de transmisión lógica o física.

Broadcast: Difusión en español, es un modo de transmisión de información donde un nodo emisor envía información a una multitud de nodos receptores de manera simultánea, sin necesidad de reproducir la misma transmisión nodo por nodo.

Cisco Call Manager: es un software basado en un sistema de procesamiento de llamadas y telefonía sobre IP desarrollado por Cisco *Systems*, físicamente es un clúster de servidores que alberga información de todos los componentes de VoIP activos.

Conmutación: Conjunto de operaciones necesarias para unir entre sí los circuitos, con el fin de establecer una comunicación temporal entre dos o más estaciones o puestos. La conmutación está asociada principalmente a una central telefónica.

Dirección IP: Dirección de 32 bits (IPv4) o 48 (IPv6) asignado a los host mediante TCP/IP. Una dirección IP se escribe en forma de octetos separados por puntos (formato decimal con puntos). Llamada también dirección de Internet.

Dirección MAC: (Media Access Control) es un identificador de 48 bits que corresponde de forma única a una tarjeta o una interfaz de red, es única en cada dispositivo.

E1: Esquema de transmisión digital de área amplia utilizando especialmente en Europa, que lleva datos a una velocidad de 2,048 Mbps.

EIGRP: *Enhanced Interior Gateway Routing Protocol* (Protocolo de Enrutamiento de Gateway Interior Mejorado) es un protocolo de enrutamiento híbrido, propiedad de Cisco Systems, bastante usado porque EIGRP es más fácil de configurar que OSPF

Escalabilidad: Es la propiedad deseable de un sistema, una red o un proceso, que indica su habilidad para extender el margen de operaciones sin perder calidad

Ethernet: Red de área local ISO 8023 que transmite a 10 Mbits/s y pueden conectarse en total hasta 1024 nodos. Conjunto de especificaciones que definen el funcionamiento de redes locales.

Gateway: en castellano “puerta de enlace” es un dispositivo que permite interconectar redes con protocolos y arquitecturas. Su propósito es traducir la información del protocolo utilizado en la red origen, al protocolo usado en la red destino.

H.323: es una recomendación del ITU-T (*International Telecommunication Union*), que define los protocolos para proveer sesiones de comunicación audiovisual sobre

paquetes de red. Es utilizado comúnmente para Voz sobre IP (VoIP) y para videoconferencia basada en IP.

Host: Es un ordenador central que facilita a los usuarios finales servicios tales como capacidad de proceso y acceso a bases de datos, y que permite funciones de control de red.

IP: Es un protocolo no orientado a conexión (no verifica que todos los paquetes del mensaje lleguen a su destino sin perderse en el camino), utilizado tanto por el origen como por el destino para comunicación de datos a través de una red de datos.

IGRP: *Interior Gateway Routing Protocol* (Protocolo de Enrutamiento de Gateway Interior) es un protocolo propietario patentado y desarrollado por Cisco. Es un protocolo de enrutamiento basado en la tecnología vector-distancia y el estado del enlace. Utiliza una métrica compuesta para determinar la mejor ruta basándose en el ancho de banda, el retardo, la confiabilidad y la carga del enlace.

Jerarquía: Red ordenada de conceptos u objetos en la cual unos están subordinados a otros.

Jitter: Desviación o desplazamiento de los pulsos en una señal digital de alta frecuencia, ésta puede darse en términos de amplitud, desfase temporal o el ancho de la señal.

LAN: *Local Area Network* (Red de Área Local), es la interconexión de varios ordenadores y periféricos. Su extensión está limitada físicamente a un edificio o a un entorno de 200 metros o con repetidores se podría llegar hasta un kilómetro, permitiendo que dos o más máquinas se comuniquen.

Latencia: es la suma de retardos temporales dentro de una red.

MAN: *Metropolitan Area Network* (Red de Area Metropolitana). Red de comunicaciones que cubre un área geográfica como una ciudad.

MGCP: *Media Gateway Control Protocol*, es un protocolo interno de VoIP cuya arquitectura se diferencia del resto de los protocolos VoIP por ser del tipo cliente

MOS (*Mean Opinion Score*): sistema basado en la reproducción de unas muestras (ya sean de video o de voz) a una serie de personas, las cuales se puntúan en una escala del 1 al 5 (siendo el 5 la mejor puntuación) en términos de calidad de experiencia.

Plataforma: Término utilizado como referencia genérica de todas las opciones posibles para una parte específica del entorno de computación.

Protocolo de comunicaciones: Conjunto de reglas y convenios que posibilitan la transmisión de información a través de una red de telecomunicaciones. Especifica el formato, tiempo, secuencia y verificación de errores para las transmisiones de datos.

PSTN: *Public Switched Telephone Network* (Red Telefónica Pública Conmutada), es el conjunto de elementos constituidos por todos los medios de transmisión y conmutación que permiten entrelazar dos equipos terminales mediante un circuito físico que se establece específicamente para la comunicación.

PVST: *Per VLAN Spanning Tree Protocol* (Protocolo *Spanning Tree* por VLAN) es un protocolo estándar de Cisco, el cual es utilizado para configurar STP en VLANs distintas dentro de un *Switch*.

QoS: *Quality of Service*. (Calidad del Servicio). Medida de rendimiento de un sistema de transmisión que refleja su calidad de transmisión y disponibilidad del

servicio. El término QoS recoge una amplia gama de tecnologías y técnicas de telecomunicaciones. El objetivo de QoS es proveer garantías de calidad dentro de la red.

Router: (en castellano “enrutador”) es un dispositivo para interconexión de redes de ordenadores que opera en la capa tres del modelo OSI. Este dispositivo permite asegurar el enrutamiento de paquetes entre redes o determinar la ruta que debe tomar el paquete de datos.

SNMP: *Simple Network Management Protocol* es un protocolo de la capa de aplicación que facilita el intercambio de información de administración entre dispositivos de red.

Softphone: Software que permite la utilización de una computadora como teléfono IP o video conferencia.

STP: *Spanning Tree Protocol* es un protocolo de red de nivel 2 de la capa OSI, su función es la de gestionar la presencia de bucles en topologías de red debido a la existencia de enlaces redundantes.

SRST: *Survivable Remote Site Telephony* es una característica de los *Routers* Cisco. Si los teléfonos IP pierden contacto con el clúster de *Call Managers*, establecen una conexión con el *router* SRST local y pueden continuar con el procesamiento de llamadas.

Switch capa 2: Es un dispositivo de lógica de interconexión de computadoras que opera en la capa 2 del modelo de referencia OSI. Su función es interconectar dos o más segmentos de red, pasando datos de un segmento a otro, basándose en la dirección MAC de destino de las tramas.

Switch capa 3: son conmutadores que además de las funciones normales de los Switches capa 2 incorporan funciones de enrutamiento, por ejemplo la información del mejor camino basado en información capa 3 (dirección IP) y soporte a los protocolos de enrutamiento tradicionales.

Switch: dispositivo de red que selecciona el camino o el circuito (basándose en la dirección de destino de cada trama) para enviar una unidad de data a su próximo destino.

TCP/IP: *Transmission Control Protocol/Internet Protocol*. Protocolo de control de transmisión orientado a la conexión TCP, establecido sobre el protocolo internet (IP).

Topología: Forma de la red. Predominan tres tipos de tecnologías: Bus, Estrella y Anillo o una mezcla de ellas.

Tráfico de datos: Cantidad de información que circula por la red. Esta circulación se mide en unidades de información por unidad de tiempo: bits/segundo, Kb/segundo, o Mb/segundo.

Transceiver (Transductor): Dispositivo que recibe la potencia de un sistema mecánico, electromagnético o acústico y lo transmite a otro, generalmente en forma distinta.

VLAN: *Virtual LAN* (red de área local virtual) es un método de crear redes lógicamente independientes dentro de una misma red física.

VoIP: *Voice over IP* (Voz Sobre el Protocolo de Internet) es un grupo de recursos que hacen posible que la señal de voz viaje a través de internet en forma de paquetes empleando el Protocolo de Internet (IP).

VPN: *Virtual Private Network* (Red Privada Virtual), se trata de una o más WAN entrelazadas sobre una red pública compartida normalmente en Internet o en un núcleo estructural de red IP desde un servicio proveedor de redes que simula el comportamiento de las dedicadas WAN enlazadas sobre líneas.

WAN: *Wide Area Network* (Red de Área Amplia) es un tipo de red de computadoras capaz de cubrir distancias hasta unos 1000 km, proveyendo de servicio a un país o un continente.

ANEXOS

ANEXO N° 1

SWITCH MODULAR MODELO: CISCO WS-C4507R-E



Descripción General

Switch Modular L2/ L3

Siete (07) ranuras

Tarjetas de Supervisión redundantes:

- Bandwidth/ Throughput: 68 Gbps/ 51mpps
- Uplinks: 2 GE
- CPU/ DRAM: 400MHz/ 512 MB
- Numero de rutas: 128K routes

Soporte de "Hot Swappable"

Fuentes de Poder redundantes de 2800 ACV

Software base. Incluye todas las características de capa 2, mas enrutamiento (Estático, RIP, EIGRP)

Estándares de Protocolos de red:

- **Ethernet**
 - IEEE 802.3, 10BASE-T (Par Trenzado)
- **Fast Ethernet**
 - IEEE 802.3u, 100BASE-TX (Par Trenzado)
 - IEEE 802.3, 100BASE-FX (Fibra Óptica)
- **Gigabit Ethernet**
 - IEEE 802.3z (Fibra Óptica)
 - IEEE 802.3x (Full Duplex)
 - IEEE 802.3ab (Par Trenzado)
- **1000BASE-X (GBIC)**
 - 1000BASE-SX (Fibra Multimodo. Dist < 5500 metros)
 - 1000BASE-LX/LH (Fibra Monomodo. Dist <5000 metros)
 - 1000BASE-ZX (Fibra Monomodo. Dist < 100000)
- **VLAN trunking and tagging**

	<ul style="list-style-type: none"> - IEEE 802.1Q (Encapsulado de VLAN Troncal) - IEEE 802.3ad (Agregación de Enlaces Paralelos con VLAN) • Spanning Tree Protocol - IEEE 802.1D (STP) - IEEE 802.1w (RSTP) - IEEE 802.1s (PVST) • Security - IEEE 802.1x (Autenticación de Capa 2 del modelo OSI) • Power over Ethernet (PoE) - IEEE 802.3af (Alimentación sobre Ethernet)
	Temperatura de operación: 0 a 40°C
	Dos (02) tarjetas de seis puertos de Fibra 1000BASE-X
	Una (01) tarjeta de veinticuatro puertos RJ-45 10/100/1000

ANEXO N° 2

SWITCH DE 48 PUERTOS MODELO: CISCO *Catalyst 3750G-48PS*



Descripción General

Switch Apilable L2/ L3
Cuarenta y ocho (48) puertos Ethernet 10/100/1000 con IEEE 802.3af
Cuatro (04) puertos Gigabit Ethernet basados en SFP
Capacidad de conmutación: 32-Gbps
Velocidad del bus de apilamiento: 32-Gbps
Velocidad de transmisión: 38.7 mpps
Memoria: 128 MB DRAM y 32 MB Flash
Configurable hasta 12,000 MAC addresses
Estándares: <ul style="list-style-type: none"> • IEEE 802.1D Spanning Tree Protocol • IEEE 802.1s (PVST) • IEEE 802.1w (RSTP) • IEEE 802.1x (Autenticación de Capa 2 del modelo OSI) • IEEE 802.3ad (Agregación de Enlaces Paralelos con VLAN) • IEEE 802.3af (Alimentación sobre Ethernet) • IEEE 802.3x full dúplex en 10BASE-T, 100BASE-TX, and 1000BASE-T ports • IEEE 802.1p CoS classification • IEEE 802.1Q VLAN • IEEE 802.3 10BASE-T (10Mbps - Par Trenzado) • IEEE 802.3u 100BASE-T (100Mbps - Par Trenzado) • IEEE 802.3ab 1000BASE-T (1Gbps - Par Trenzado) • IEEE 802.3z 1000BASE-X (1Gbps – Fibra Óptica)
Sistema operativo con capacidad de: Control de listas de acceso (ACLs), calidad de servicio (QoS), enrutamiento estático, HSRP y RIP (v1, v2)
Soporte de sistemas para reducción del consumo de energía a fin de optimizar costos y conservación del ambiente, a través de la aplicación de medidas por medio de una plataforma de integración de IT.
Soporte de protocolos de gestión: SNMPv1, v2c y v3
Temperatura de operación: 0 a 45°C

ANEXO N° 3

SWITCH DE 24 PUERTOS MODELO: CISCO *Catalyst 3560G-24PS*



Descripción General

Switch de Acceso L2/ L3
Veinticuatro (24) puertos Ethernet 10/100/1000 Mbps
Cuatro (04) puertos Gigabit Ethernet basados en SFP
Soporte de suministro de energía IEEE 802.3af
Capacidad de conmutación: 32-Gbps
Velocidad de transmisión en paquetes de 64-byte: 6.5 Mpps
Memoria: 128 MB DRAM
Flash: 16-MB Flash
Configurable hasta 12,000 MAC addresses
Estándares:
<ul style="list-style-type: none"> • IEEE 802.1D Spanning Tree Protocol • IEEE 802.1s (PVST) • IEEE 802.1w (RSTP) • IEEE 802.1x (Autenticación de Capa 2 del modelo OSI) • IEEE 802.3ad (Agregación de Enlaces Paralelos con VLAN) • IEEE 802.3af (Alimentación sobre Ethernet) • IEEE 802.3x full dúplex en 10BASE-T, 100BASE-TX, and 1000BASE-T ports • IEEE 802.1p CoS Prioritization • IEEE 802.1Q VLAN • IEEE 802.3 10BASE-T (10Mbps - Par Trenzado) • IEEE 802.3u 100BASE-TX (100Mbps - Par Trenzado) • IEEE 802.3ab 1000BASE-T (1Gbps - Par Trenzado) • IEEE 802.3z 1000BASE-X (1Gbps – Fibra Óptica)
Sistema operativo con capacidad de: Control de listas de acceso (ACLs), calidad de servicio (QoS), entutamiento estático, HSRP y RIP (v1, v2)
Soporte de sistemas para reducción del consumo de energía a fin de optimizar costos y conservación del ambiente, a través de la aplicación de medidas por medio de una plataforma de integración de IT
Soporte de protocolos de gestión: SNMPv1, v2c y v3
Temperatura de operación: 0 a 45°C

ANEXO N° 4

SWITCH DE 08 PUERTOS MODELO: CISCO *Catalyst 3560-8PC*



Descripción General

Switch de Acceso L2/ L3
Ocho (08) puertos Ethernet 10/100 Mbps
Un (01) puerto Gigabit Ethernet basado en SFP
Soporte de suministro de energía IEEE 802.3af
Capacidad de conmutación: 32-Gbps
Velocidad de transmisión en paquetes de 64-byte: 2.7 Mpps
Memoria: 128 MB DRAM
Flash: 32-MB Flash
Configurable hasta 12,000 MAC addresses
Estándares
<ul style="list-style-type: none"> • IEEE 802.1D Spanning Tree Protocol • IEEE 802.1s (RSTP) • IEEE 802.1w (PVST) • IEEE 802.1x (Autenticación de Capa 2 del modelo OSI) • IEEE 802.3ad (Agregación de Enlaces Paralelos con VLAN) • IEEE 802.3af (Alimentación sobre Ethernet) • IEEE 802.3x full dúplex en 10BASE-T, 100BASE-TX, and 1000BASE-T ports • IEEE 802.1p CoS Prioritization • IEEE 802.1Q VLAN • IEEE 802.3 10BASE-T (10Mbps - Par Trenzado) • IEEE 802.3u 100BASE-TX (100Mbps - Par Trenzado) • IEEE 802.3ab 1000BASE-T (1Gbps - Par Trenzado) • IEEE 802.3z 1000BASE-X (1Gbps – Fibra Óptica)
Sistema operativo con capacidad de: Control de listas de acceso (ACLs), calidad de servicio (QoS), entutamiento estático, HSRP y RIP (v1, v2)
Soporte de sistemas para reducción del consumo de energía a fin de optimizar costos y conservación del ambiente, a través de la aplicación de medidas por medio de una plataforma de integración de IT.
Soporte de protocolos de gestión: SNMPv1, v2c y v3
Temperatura de operación: 0 a 45°C

ANEXO N° 5

SWITCH INDUSTRIAL DE 08 PUERTOS MODELO: CISCO IE-3000-8TC



Descripción General

Ocho (08) puertos Ethernet 10/100 Mbps
Dos (02) puertos Gigabit Ethernet de doble propósito: SFP ó 10/100/1000 RJ45
Diseñado para aplicaciones industriales: Temperatura extendida, vibración, shock y energía, inmunidad al ruido, propicio para ambientes de sub estaciones eléctricas
Capacidad de conmutación: 16 Gbps
Velocidad de transmisión en paquetes de 64-byte: 6.5 Mpps
Memoria: 128 MB DRAM
Flash: 64-MB Flash
<ul style="list-style-type: none"> • Configurable hasta 8000 direcciones MAC (Capa 2) • Configurable hasta 2000 direcciones MAC (Capa 3)
Alto desempeño de enrutamiento: <ul style="list-style-type: none"> • Enrutamiento IP Inter-VLAN IP para completo enrutamiento capa 3 entre dos o más VLAN. • Protocolos de enrutamiento Básico unicast IP (Estático, RIPv1, RIPv2 y RIPng). • Protocolos de enrutamiento Avanzado unicast IP (Open Shortest Path First [OSPF], Interior Gateway Routing Protocol [IGRP], Enhanced IGRP [EIGRP], Border Gateway Protocol Versión 4 [BGPv4]) soportados para balanceo de carga y Escalables LAN
Seguridad <ul style="list-style-type: none"> • IEEE 802.1x con asignación de VLAN, VLAN guest y VLAN de voz permiten seguridad basada en puertos de forma dinámica, para proveer autenticación de usuario. • Puerto basado en ACL para interfaces capa 2, permitiendo aplicar políticas de seguridad en un puerto de Switch de forma individual. • Filtrado de direcciones MAC address previniendo la transmisión de cualquier tipo de paquetes que haga similitud con una determinada dirección MAC

	Soporte de protocolos de gestión: SNMPv1, v2c y v3
	EMC (ElectroMagnetic Compatibility):
	<ul style="list-style-type: none"> • IEC61000-4-2 [Criteria A-Class 2] • IEC61000-4-3/ENV50204 [Criteria A] • IEC61000-4-4 [Criteria A / Criteria B] • IEC61000-4-5 [Criteria B] • IEC61000-4-6 [Criteria A]
	Especificaciones Industriales
	<ul style="list-style-type: none"> • IEC 61850-3 (Sub estaciones) • IEEE1613 (Sub estaciones) • EN50155 (Railway) • ODVA Common Industrial Protocol
18-60VDC	
Temperatura de operación: -40 a 75°C	

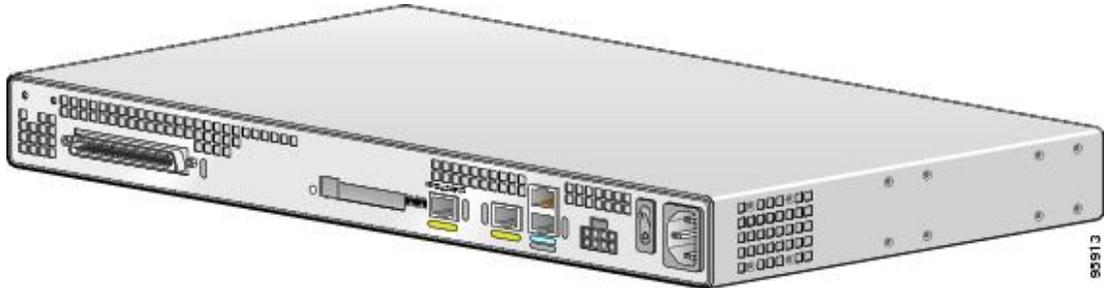
Adicionales	Cisco Expansión 100 FX IEM-3000-8FM=	Cisco Expansión 100 TX IEM-3000-8TM=
		
	Módulo de expansión de ocho puertos 100 FX	Módulo de expansión de ocho puertos 100 TX

ANEXO N° 6

GATEWAY PARA CONEXIÓN DE 04 PUERTOS ANALOGICOS MODELO: CISCO VG204	
	
Descripción General	Gateway para conectar teléfonos analógicos y máquinas de fax estándar a redes de telefonía sobre IP
	Cuatro (04) puertos analógicos para conectar fax o teléfonos analógicos
	Montaje en Rack
	Dos (02) puerto Ethernet RJ-45 a velocidad de 10/100 Mbps
	Protocolos soportados: H.323v4, SIP, Real-Time Transport Protocol (RTP), Secure Real-Time Transport Protocol (SRTP), Trivial File Transfer Protocol (TFTP), HTTP server, SNMP, Telnet, Dynamic Host Configuration Protocol (DHCP), Domain Name System (DNS)
	Códec de voz: G.729, G.729A, G.729AB2, G.723.1, G.711a-law, G.711μ-law
	Fax: T.38 fax relay y fax passthrough
	Soporte de protocolos de gestión: SNMPv1, v2c y v3
	Memoria incluida: 128 MB SDRAM
	Memoria Flash incluida: 128 MB
	Temperatura de operación: 0 a 40°C
	Largo del lazo: 3000 pies (914.4 metros), 26 AWG

ANEXO N° 7

GATEWAY PARA CONEXIÓN DE 24 PUERTOS ANALOGICOS MODELO: CISCO VG224



Descripción General

Gateway para conectar gran número de teléfonos analógicos y máquinas de fax estándar a redes de telefonía por IP.
Veinticuatro (24) puertos analógicos para conectar fax o teléfonos analógicos Conector RJ21
Montaje en Rack
Dos (02) puerto Ethernet RJ-45 a velocidad de 10/100 Mbps
Protocolos soportados: H.323v4, SIP, Real-Time Transport Protocol (RTP), Secure Real-Time Transport Protocol (SRTP), Trivial File Transfer Protocol (TFTP), HTTP server, SNMP, Telnet, Dynamic Host Configuration Protocol (DHCP), Domain Name System (DNS).
Códec de voz: G.729, G.729A, G.729AB2, G.723.1, G.711a-law, G.711μ-law.
Fax: T.38 fax relay y fax passthrough.
Soporte de protocolos de gestión: SNMPv1, v2c y v3
Memoria incluida: 128 MB SDRAM
Memoria Flash incluida: 64 MB, Un slot Tipo II
Temperatura de operación: 0 a 50°C
Largo del lazo: 3000 pies (914.4 metros), 26 AWG

ANEXO N° 8

TELÉFONO IP BÁSICO MODELO: CISCO CP-7942G



Descripción General

Soporte de dos (02) líneas. En caso de que se utilice una sola, los botones destinados a selección de línea se podrán programar para otras funciones, como por ejemplo discado rápido
Protocolo de señalización: SIP
Cuatro (04) teclas <i>soft-key</i> cuya función puede variar de acuerdo al contexto
El <i>Switch</i> interno provee puertos Ethernet (10/100 Mbps) tanto para la conexión a la red como al PC
Pantalla monocromática de cuatro (04) bits en escala de grises (alta resolución) de 320x200 pixel
Soporte de IEEE 802.3af Power over Ethernet (PoE)
Códec Soportados: G.711a, G.711u, G.729a, G.729ab
Ofrece tecla de acceso directo al correo de voz.
Control de volumen
Múltiples tonos de repique
Certificados digitales X.509v3 para autenticación del dispositivo instalado
Teclas de acceso directo a mensajes, directorio telefónico, servicios y configuración
Los teléfonos cuentan con parlante y un selector para headset/handset con acceso directo a la función de manos libres
Cuenta con un puerto de conexión para el headset.
Directorios de llamadas perdidas, recibidas y realizadas
Temperatura de operación: 0 a 40°C

ANEXO N° 9

TELÉFONO IP GERENCIAL MODELO: CISCO CP-7971G	
	
Descripción General	<p>Soporte de dos (02) líneas, en caso de que se utilice una sola los botones destinados a selección de línea deben poder programarse para otras funciones como por ejemplo discado rápido</p>
	<p>Protocolo de señalización: SIP</p>
	<p>Seis (06) teclas <i>soft-key</i> cuya función puede variar de acuerdo al contexto</p>
	<p>El <i>Switch</i> interno provee puertos Ethernet (10/100/1000 Mbps) tanto para la conexión a la red como al PC</p>
	<p>Pantalla a color</p>
	<p>Soporte de IEEE 802.3af Power over Ethernet (PoE)</p>
	<p>Códec Soportados: G.711a, G.711u, G.729a, G.729ab</p>
	<p>Tecla de acceso directo al correo de voz</p>
	<p>Control de volumen</p>
	<p>Múltiples tonos de repique</p>
	<p>Certificados digitales X.509v3 para autenticación del dispositivo instalado</p>
	<p>Teclas de acceso directo a mensajes, directorio telefónico, servicios y configuración</p>
	<p>Los teléfonos deben contar con parlante y un selector para headset/handset con acceso directo a la función de manos libres</p>
	<p>Cuenta con un puerto de conexión para el headset</p>
	<p>Ofrece directorios de llamadas perdidas, recibidas y realizadas</p>
<p>Temperatura de operación: 0 a 40°C</p>	

ANEXOS

ANEXO N° 1

SWITCH MODULAR MODELO: CISCO WS-C4507R-E



Descripción General

Switch Modular L2/ L3

Siete (07) ranuras

Tarjetas de Supervisión redundantes:

- Bandwidth/ Throughput: 68 Gbps/ 51mpps
- Uplinks: 2 GE
- CPU/ DRAM: 400MHz/ 512 MB
- Numero de rutas: 128K routes

Soporte de "Hot Swappable"

Fuentes de Poder redundantes de 2800 ACV

Software base. Incluye todas las características de capa 2, mas enrutamiento (Estático, RIP, EIGRP)

Estándares de Protocolos de red:

- **Ethernet**
 - IEEE 802.3, 10BASE-T (Par Trenzado)
- **Fast Ethernet**
 - IEEE 802.3u, 100BASE-TX (Par Trenzado)
 - IEEE 802.3, 100BASE-FX (Fibra Óptica)
- **Gigabit Ethernet**
 - IEEE 802.3z (Fibra Óptica)
 - IEEE 802.3x (Full Duplex)
 - IEEE 802.3ab (Par Trenzado)
- **1000BASE-X (GBIC)**
 - 1000BASE-SX (Fibra Multimodo. Dist < 5500 metros)
 - 1000BASE-LX/LH (Fibra Monomodo. Dist <5000 metros)
 - 1000BASE-ZX (Fibra Monomodo. Dist < 100000)

	<ul style="list-style-type: none"> • VLAN trunking and tagging <ul style="list-style-type: none"> – IEEE 802.1Q (Encapsulado de VLAN Troncal) – IEEE 802.3ad (Agregación de Enlaces Paralelos con VLAN) • Spanning Tree Protocol <ul style="list-style-type: none"> – IEEE 802.1D (STP) – IEEE 802.1w (RSTP) – IEEE 802.1s (PVST) • Security <ul style="list-style-type: none"> – IEEE 802.1x (Autenticación de Capa 2 del modelo OSI) • Power over Ethernet (PoE) <ul style="list-style-type: none"> – IEEE 802.3af (Alimentación sobre Ethernet)
	Temperatura de operación: 0 a 40°C
	Dos (02) tarjetas de seis puertos de Fibra 1000BASE-X
	Una (01) tarjeta de veinticuatro puertos RJ-45 10/100/1000

ANEXO N° 2

SWITCH DE 48 PUERTOS MODELO: CISCO Catalyst 3750G-48PS	
	
Descripción General	Switch Apilable L2/ L3
	Cuarenta y ocho (48) puertos Ethernet 10/100/1000 con IEEE 802.3af
	Cuatro (04) puertos Gigabit Ethernet basados en SFP
	Capacidad de conmutación: 32-Gbps
	Velocidad del bus de apilamiento: 32-Gbps
	Velocidad de transmisión: 38.7 mpps
	Memoria: 128 MB DRAM y 32 MB Flash
	Configurable hasta 12,000 MAC addresses
	Estándares: <ul style="list-style-type: none"> • IEEE 802.1D Spanning Tree Protocol • IEEE 802.1s (PVST) • IEEE 802.1w (RSTP) • IEEE 802.1x (Autenticación de Capa 2 del modelo OSI) • IEEE 802.3ad (Agregación de Enlaces Paralelos con VLAN) • IEEE 802.3af (Alimentación sobre Ethernet) • IEEE 802.3x full dúplex en 10BASE-T, 100BASE-TX, and 1000BASE-T ports • IEEE 802.1p CoS classification • IEEE 802.1Q VLAN • IEEE 802.3 10BASE-T (10Mbps - Par Trenzado) • IEEE 802.3u 100BASE-T (100Mbps - Par Trenzado) • IEEE 802.3ab 1000BASE-T (1Gbps - Par Trenzado) • IEEE 802.3z 1000BASE-X (1Gbps – Fibra Óptica)
	Sistema operativo con capacidad de: Control de listas de acceso (ACLs), calidad de servicio (QoS), enrutamiento estático, HSRP y RIP (v1, v2)
	Soporte de sistemas para reducción del consumo de energía a fin de optimizar costos y conservación del ambiente, a través de la aplicación de medidas por medio de una plataforma de integración de IT.
	Soporte de protocolos de gestión: SNMPv1, v2c y v3
	Temperatura de operación: 0 a 45°C

ANEXO N° 3

SWITCH DE 24 PUERTOS MODELO: CISCO *Catalyst 3560G-24PS*



Descripción General

Switch de Acceso L2/ L3
Veinticuatro (24) puertos Ethernet 10/100/1000 Mbps
Cuatro (04) puertos Gigabit Ethernet basados en SFP
Soporte de suministro de energía IEEE 802.3af
Capacidad de conmutación: 32-Gbps
Velocidad de transmisión en paquetes de 64-byte: 6.5 Mpps
Memoria: 128 MB DRAM
Flash: 16-MB Flash
Configurable hasta 12,000 MAC addresses
Estándares:
<ul style="list-style-type: none"> • IEEE 802.1D Spanning Tree Protocol • IEEE 802.1s (PVST) • IEEE 802.1w (RSTP) • IEEE 802.1x (Autenticación de Capa 2 del modelo OSI) • IEEE 802.3ad (Agregación de Enlaces Paralelos con VLAN) • IEEE 802.3af (Alimentación sobre Ethernet) • IEEE 802.3x full dúplex en 10BASE-T, 100BASE-TX, and 1000BASE-T ports • IEEE 802.1p CoS Prioritization • IEEE 802.1Q VLAN • IEEE 802.3 10BASE-T (10Mbps - Par Trenzado) • IEEE 802.3u 100BASE-TX (100Mbps - Par Trenzado) • IEEE 802.3ab 1000BASE-T (1Gbps - Par Trenzado) • IEEE 802.3z 1000BASE-X (1Gbps – Fibra Óptica)
Sistema operativo con capacidad de: Control de listas de acceso (ACLs), calidad de servicio (QoS), entutamiento estático, HSRP y RIP (v1, v2)
Soporte de sistemas para reducción del consumo de energía a fin de optimizar costos y conservación del ambiente, a través de la aplicación de medidas por medio de una plataforma de integración de IT
Soporte de protocolos de gestión: SNMPv1, v2c y v3
Temperatura de operación: 0 a 45°C

ANEXO N° 4

SWITCH DE 08 PUERTOS MODELO: CISCO *Catalyst 3560-8PC*



Descripción General

Switch de Acceso L2/ L3
Ocho (08) puertos Ethernet 10/100 Mbps
Un (01) puerto Gigabit Ethernet basado en SFP
Soporte de suministro de energía IEEE 802.3af
Capacidad de conmutación: 32-Gbps
Velocidad de transmisión en paquetes de 64-byte: 2.7 Mpps
Memoria: 128 MB DRAM
Flash: 32-MB Flash
Configurable hasta 12,000 MAC addresses
Estándares
<ul style="list-style-type: none"> • IEEE 802.1D Spanning Tree Protocol • IEEE 802.1s (RSTP) • IEEE 802.1w (PVST) • IEEE 802.1x (Autenticación de Capa 2 del modelo OSI) • IEEE 802.3ad (Agregación de Enlaces Paralelos con VLAN) • IEEE 802.3af (Alimentación sobre Ethernet) • IEEE 802.3x full dúplex en 10BASE-T, 100BASE-TX, and 1000BASE-T ports • IEEE 802.1p CoS Prioritization • IEEE 802.1Q VLAN • IEEE 802.3 10BASE-T (10Mbps - Par Trenzado) • IEEE 802.3u 100BASE-TX (100Mbps - Par Trenzado) • IEEE 802.3ab 1000BASE-T (1Gbps - Par Trenzado) • IEEE 802.3z 1000BASE-X (1Gbps – Fibra Óptica)
Sistema operativo con capacidad de: Control de listas de acceso (ACLs), calidad de servicio (QoS), entutamiento estático, HSRP y RIP (v1, v2)
Soporte de sistemas para reducción del consumo de energía a fin de optimizar costos y conservación del ambiente, a través de la aplicación de medidas por medio de una plataforma de integración de IT.
Soporte de protocolos de gestión: SNMPv1, v2c y v3
Temperatura de operación: 0 a 45°C

ANEXO N° 5

SWITCH INDUSTRIAL DE 08 PUERTOS MODELO: CISCO IE-3000-8TC



Descripción General

Ocho (08) puertos Ethernet 10/100 Mbps
Dos (02) puertos Gigabit Ethernet de doble propósito: SFP ó 10/100/1000 RJ45
Diseñado para aplicaciones industriales: Temperatura extendida, vibración, shock y energía, inmunidad al ruido, propicio para ambientes de sub estaciones eléctricas
Capacidad de conmutación: 16 Gbps
Velocidad de transmisión en paquetes de 64-byte: 6.5 Mpps
Memoria: 128 MB DRAM
Flash: 64-MB Flash
<ul style="list-style-type: none"> • Configurable hasta 8000 direcciones MAC (Capa 2) • Configurable hasta 2000 direcciones MAC (Capa 3)
Alto desempeño de enrutamiento: <ul style="list-style-type: none"> • Enrutamiento IP Inter-VLAN IP para completo enrutamiento capa 3 entre dos o más VLAN. • Protocolos de enrutamiento Básico unicast IP (Estático, RIPv1, RIPv2 y RIPng). • Protocolos de enrutamiento Avanzado unicast IP (Open Shortest Path First [OSPF], Interior Gateway Routing Protocol [IGRP], Enhanced IGRP [EIGRP], Border Gateway Protocol Versión 4 [BGPv4]) soportados para balanceo de carga y Escalables LAN
Seguridad <ul style="list-style-type: none"> • IEEE 802.1x con asignación de VLAN, VLAN guest y VLAN de voz permiten seguridad basada en puertos de forma dinámica, para proveer autenticación de usuario. • Puerto basado en ACL para interfaces capa 2, permitiendo aplicar políticas de seguridad en un puerto de Switch de forma individual. • Filtrado de direcciones MAC address previniendo la transmisión de cualquier tipo de paquetes que haga similitud con una determinada dirección MAC

	Soporte de protocolos de gestión: SNMPv1, v2c y v3
	EMC (ElectroMagnetic Compatibility):
	<ul style="list-style-type: none"> • IEC61000-4-2 [Criteria A-Class 2] • IEC61000-4-3/ENV50204 [Criteria A] • IEC61000-4-4 [Criteria A / Criteria B] • IEC61000-4-5 [Criteria B] • IEC61000-4-6 [Criteria A]
	Especificaciones Industriales
	<ul style="list-style-type: none"> • IEC 61850-3 (Sub estaciones) • IEEE1613 (Sub estaciones) • EN50155 (Railway) • ODVA Common Industrial Protocol
18-60VDC	
Temperatura de operación: -40 a 75°C	

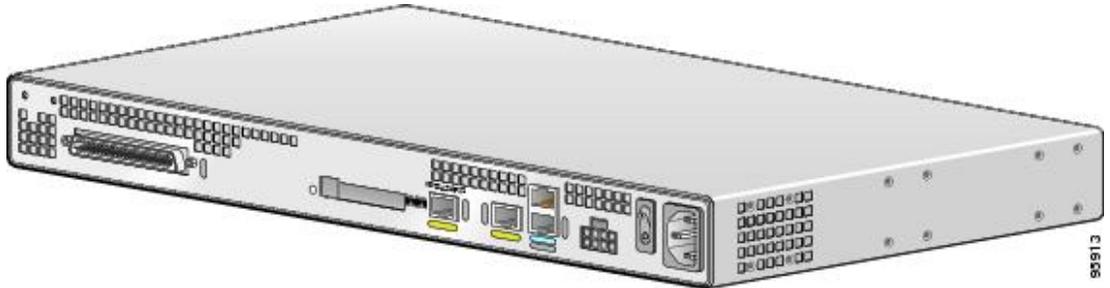
Adicionales	Cisco Expansión 100 FX IEM-3000-8FM=	Cisco Expansión 100 TX IEM-3000-8TM=
		
	Módulo de expansión de ocho puertos 100 FX	Módulo de expansión de ocho puertos 100 TX

ANEXO N° 6

GATEWAY PARA CONEXIÓN DE 04 PUERTOS ANALOGICOS MODELO: CISCO VG204	
	
Descripción General	Gateway para conectar teléfonos analógicos y máquinas de fax estándar a redes de telefonía sobre IP
	Cuatro (04) puertos analógicos para conectar fax o teléfonos analógicos
	Montaje en Rack
	Dos (02) puerto Ethernet RJ-45 a velocidad de 10/100 Mbps
	Protocolos soportados: H.323v4, SIP, Real-Time Transport Protocol (RTP), Secure Real-Time Transport Protocol (SRTP), Trivial File Transfer Protocol (TFTP), HTTP server, SNMP, Telnet, Dynamic Host Configuration Protocol (DHCP), Domain Name System (DNS)
	Códec de voz: G.729, G.729A, G.729AB2, G.723.1, G.711a-law, G.711μ-law
	Fax: T.38 fax relay y fax passthrough
	Soporte de protocolos de gestión: SNMPv1, v2c y v3
	Memoria incluida: 128 MB SDRAM
	Memoria Flash incluida: 128 MB
	Temperatura de operación: 0 a 40°C
	Largo del lazo: 3000 pies (914.4 metros), 26 AWG

ANEXO N° 7

GATEWAY PARA CONEXIÓN DE 24 PUERTOS ANALOGICOS MODELO: CISCO VG224



Descripción General

Gateway para conectar gran número de teléfonos analógicos y máquinas de fax estándar a redes de telefonía por IP.
Veinticuatro (24) puertos analógicos para conectar fax o teléfonos analógicos Conector RJ21
Montaje en Rack
Dos (02) puerto Ethernet RJ-45 a velocidad de 10/100 Mbps
Protocolos soportados: H.323v4, SIP, Real-Time Transport Protocol (RTP), Secure Real-Time Transport Protocol (SRTP), Trivial File Transfer Protocol (TFTP), HTTP server, SNMP, Telnet, Dynamic Host Configuration Protocol (DHCP), Domain Name System (DNS).
Códec de voz: G.729, G.729A, G.729AB2, G.723.1, G.711a-law, G.711μ-law.
Fax: T.38 fax relay y fax passthrough.
Soporte de protocolos de gestión: SNMPv1, v2c y v3
Memoria incluida: 128 MB SDRAM
Memoria Flash incluida: 64 MB, Un slot Tipo II
Temperatura de operación: 0 a 50°C
Largo del lazo: 3000 pies (914.4 metros), 26 AWG

ANEXO N° 8

TELÉFONO IP BÁSICO MODELO: CISCO CP-7942G



Descripción General

Soporte de dos (02) líneas. En caso de que se utilice una sola, los botones destinados a selección de línea se podrán programar para otras funciones, como por ejemplo discado rápido
Protocolo de señalización: SIP
Cuatro (04) teclas <i>soft-key</i> cuya función puede variar de acuerdo al contexto
El <i>Switch</i> interno provee puertos Ethernet (10/100 Mbps) tanto para la conexión a la red como al PC
Pantalla monocromática de cuatro (04) bits en escala de grises (alta resolución) de 320x200 pixel
Soporte de IEEE 802.3af Power over Ethernet (PoE)
Códec Soportados: G.711a, G.711u, G.729a, G.729ab
Ofrece tecla de acceso directo al correo de voz.
Control de volumen
Múltiples tonos de repique
Certificados digitales X.509v3 para autenticación del dispositivo instalado
Teclas de acceso directo a mensajes, directorio telefónico, servicios y configuración
Los teléfonos cuentan con parlante y un selector para headset/handset con acceso directo a la función de manos libres
Cuenta con un puerto de conexión para el headset.
Directorios de llamadas perdidas, recibidas y realizadas
Temperatura de operación: 0 a 40°C

ANEXO N° 9

TELÉFONO IP GERENCIAL MODELO: CISCO CP-7971G	
	
Descripción General	<p>Soporte de dos (02) líneas, en caso de que se utilice una sola los botones destinados a selección de línea deben poder programarse para otras funciones como por ejemplo discado rápido</p>
	<p>Protocolo de señalización: SIP</p>
	<p>Seis (06) teclas <i>soft-key</i> cuya función puede variar de acuerdo al contexto</p>
	<p>El <i>Switch</i> interno provee puertos Ethernet (10/100/1000 Mbps) tanto para la conexión a la red como al PC</p>
	<p>Pantalla a color</p>
	<p>Soporte de IEEE 802.3af Power over Ethernet (PoE)</p>
	<p>Códec Soportados: G.711a, G.711u, G.729a, G.729ab</p>
	<p>Tecla de acceso directo al correo de voz</p>
	<p>Control de volumen</p>
	<p>Múltiples tonos de repique</p>
	<p>Certificados digitales X.509v3 para autenticación del dispositivo instalado</p>
	<p>Teclas de acceso directo a mensajes, directorio telefónico, servicios y configuración</p>
	<p>Los teléfonos deben contar con parlante y un selector para headset/handset con acceso directo a la función de manos libres</p>
	<p>Cuenta con un puerto de conexión para el headset</p>
	<p>Ofrece directorios de llamadas perdidas, recibidas y realizadas</p>
<p>Temperatura de operación: 0 a 40°C</p>	