

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA



Memoria Laboral
Diseño del Proyecto Piloto “Centro Regulator de
Urgencias y Emergencias Médicas CRUEM” en el
Departamento de Potosí

Postulante: Sergio Adalid Durán Ochoa

Asesor: M. Sc. Ing. Juan Alberto Aguilera Ríos

La Paz, 2019.



**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE INGENIERIA**



LA FACULTAD DE INGENIERIA DE LA UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS AUTORIZA EL USO DE LA INFORMACIÓN CONTENIDA EN ESTE DOCUMENTO SI LOS PROPÓSITOS SON ESTRICTAMENTE ACADÉMICOS.

LICENCIA DE USO

El usuario está autorizado a:

- a) Visualizar el documento mediante el uso de un ordenador o dispositivo móvil.
- b) Copiar, almacenar o imprimir si ha de ser de uso exclusivamente personal y privado.
- c) Copiar textualmente parte(s) de su contenido mencionando la fuente y/o haciendo la cita o referencia correspondiente en apego a las normas de redacción e investigación.

El usuario no puede publicar, distribuir o realizar emisión o exhibición alguna de este material, sin la autorización correspondiente.

TODOS LOS DERECHOS RESERVADOS. EL USO NO AUTORIZADO DE LOS CONTENIDOS PUBLICADOS EN ESTE SITIO DERIVARA EN EL INICIO DE ACCIONES LEGALES CONTEMPLADAS EN LA LEY DE DERECHOS DE AUTOR.

DEDICATORIA:

*A mis padres por ser el pilar fundamental en todo lo que soy, en toda mi educación, tanto académica, como de la vida, por su incondicional apoyo perfectamente mantenido a través del tiempo.
Todo este trabajo ha sido posible gracias a ellos.*

Resumen de la Memoria

Se realizó el diseño y la implementación de la Red de un Centro Piloto en la ciudad de Potosí que presta servicios de datos y telefonía asociados a las actividades médicas diarias que se manejan en emergencias. Se estructuró la red para soportar servicios básicos de telemedicina para facilitar los diagnósticos y respuestas a emergencias.

Se calculó los puntos de red tanto de datos y telefonía de acuerdo al estimado de profesionales que trabajaran en el Centro Piloto, así como también se calcularon los anchos de banda para soportar los servicios de datos para telemedicina y para telefonía de acuerdo al mismo criterio

El proyecto se desarrolló en fases siendo este documento un resumen de la primera fase del mismo, el cual comprende el diseño de los cimientos de la red principal en el centro piloto y las redes secundarias en los distintos centros que se integrarán paulatinamente a esta red de emergencias.

Todos los cálculos realizados para la obtención de anchos de banda, capacidades y servicios se realizaron de acuerdo a las mejores prácticas de diseño.

Contenido

1	INTRODUCCIÓN	1
1.1	Operación de la Red Inalámbrica.....	1
1.1.1	Organización	1
1.1.2	Posición	1
1.1.3	Dependencia	1
1.1.4	Actividad	1
1.1.5	Resultados	1
1.2	Soporte Técnico a establecimientos comerciales y pequeñas empresas	1
1.2.1	Organización	1
1.2.2	Posición	2
1.2.3	Dependencia	2
1.2.4	Actividad	2
1.2.5	Resultados	2
1.3	Asistencia de consultoría para proyecto de salud auspiciado por el Banco Interamericano de Desarrollo	2
1.3.1	Organización	2
1.3.2	Posición	2
1.3.3	Dependencia	2
1.3.4	Actividad	2
1.3.5	Resultados	3
1.4	Soporte y Asesoramiento técnico	3
1.4.1	Organización	3
1.4.2	Posición	3
1.4.3	Dependencia	3
1.4.4	Actividad	3
1.4.5	Resultados	3
1.5	Ingeniería de preventa en el área de Redes de computadoras (Cisco)	3
1.5.1	Organización	3
1.5.2	Posición	3
1.5.3	Dependencia	3
1.5.4	Actividad	4
1.5.5	Resultados	4
2	CASO DE ESTUDIO	4

2.1	Antecedentes.....	5
2.1.1	Objetivo.....	5
2.1.2	Justificación.....	6
2.1.2.1	Técnica.....	6
2.1.2.2	Social.....	6
2.1.2.3	Académica.....	6
2.1.3	Alcances y límites.....	6
2.1.4	Marco Referencial.....	7
2.1.4.1	Redes de Computación.....	7
2.1.4.1.1	Diseño Jerárquico de la red.....	7
2.1.4.1.2	Capas del diseño jerárquico de la red.....	8
2.1.4.1.2.1	Capa de Núcleo.....	8
2.1.4.1.2.2	Capa de Distribución.....	9
2.1.4.1.2.3	Capa de Acceso.....	11
2.1.4.1.3	Modelos de diseño jerárquico de la red.....	12
2.1.4.2	Telemedicina.....	13
2.1.4.2.1	Definición.....	13
2.1.4.2.2	Clasificación.....	13
2.1.4.2.2.1	Clasificación por área de apoyo.....	13
2.1.4.2.2.2	Clasificación general por tipo de servicio.....	14
2.1.4.2.3	Clasificación en el tiempo.....	15
2.1.4.2.3.1	Clasificación por especialidad médica.....	16
2.1.4.2.4	Tipo de información intercambiada.....	16
2.1.4.2.5	Beneficios de la Telemedicina.....	17
2.1.4.2.5.1	Paciente.....	17
2.1.4.2.5.2	Médico Especialista.....	18
2.1.4.2.5.3	Médico Tratante o Remitente.....	19
2.1.4.2.5.4	Institución.....	20
2.1.4.2.5.5	Comunidad.....	21
2.1.4.2.6	Topologías posibles en la Telemedicina.....	21
2.2	Desarrollo.....	23
2.2.1	Recopilación de Información referencial y técnica.....	23
2.2.1.1	Sistema de Urgencias.....	23
2.2.1.2	Fines del centro regulador.....	24
2.2.1.3	Atención, despacho y coordinación.....	24

2.2.1.3.1	Recursos Humanos	25
2.2.1.3.2	Recursos Tecnológicos	25
2.2.2	Esquematización y diseño de la solución.....	25
2.2.2.1	Dimensionamiento del tráfico de la Red.....	25
2.2.2.1.1	Demanda de datos y voz.....	25
2.2.2.1.2	Demanda de ancho de banda de Internet	27
2.2.2.1.3	Demanda telefónica	30
2.2.2.1.3.1	Velocidad de transmisión para telefonía	31
2.2.2.1.4	Arquitectura de la red LAN	32
2.2.3	Descripción de equipamiento usado para la red.....	39
2.2.3.1	Conmutadores de Core/Distribución y Acceso	39
2.2.3.1.1	Conmutadores de Núcleo/Distribución	41
2.2.3.1.2	Conmutadores de Acceso.....	42
2.2.3.2	Enrutador de servicios integrados	43
2.2.3.2.1	Enrutador de servicios integrados Sitio Central	44
2.2.3.2.2	Enrutadores de Centros de Salud anexados.....	45
2.2.3.3	Puntos de acceso.....	46
2.2.3.4	Servidor de Aplicaciones	49
2.2.3.5	Solución de colaboración.....	50
2.2.3.5.1	Servidor de telefonía.....	50
2.2.3.5.2	Teléfonos	52
2.2.3.5.2.1	Teléfono Operadores Centro de llamadas 7942G.....	52
2.2.3.5.2.2	Teléfono para resto del personal (6921).....	52
2.2.3.5.2.3	Teléfonos para sala de Reuniones (cp-7937).....	53
2.2.3.5.2.4	Teléfonos centros de salud anexados (7821).....	53
2.2.3.5.3	Chasis para servidor de cuchillas, unidades de gestión y servidores	54
2.2.3.5.4	Servidores de cuchilla.....	55
2.2.3.5.4.1	Servidor de cuchilla Tipo 1	55
2.2.3.5.4.2	Servidor de cuchilla tipo 2	55
2.2.3.5.5	Conmutadores de Centro de datos.....	55
2.3	Conclusiones y recomendaciones.	57
2.3.1	Resultados principales.	57
2.3.2	Recomendaciones.	58
3	ANÁLISIS DE LA ACTIVIDAD.	59
3.1	Desempeño Laboral.....	59

3.2	Formación Recibida en la UMSA.....	60
4	BIBLIOGRAFIA.....	60
5	ANEXO A.....	61
6	ANEXO B.....	64

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1.	CAPAS DE UNA RED.....	8
FIGURA 2.	TOPOLOGÍAS BÁSICAS.....	22
FIGURA 3.	DIAGRAMA DE TRÁFICO.....	30
FIGURA 4.	ESQUEMA DE RED UTILIZADO.....	33
FIGURA 5.	ESQUEMA CON SALIDA A WAN.....	34
FIGURA 6.	ESQUEMA CON SERVIDORES AÑADIDOS.....	36
FIGURA 7.	ESQUEMA FINAL DE LA SOLUCIÓN.....	37
FIGURA 8.	ESQUEMA DE RED DE LOS SITIOS REMOTOS.....	38
FIGURA 9.	CONMUTADORES DE NÚCLEO/DISTRIBUCIÓN.....	41
FIGURA 10.	CONMUTADORES DE ACCESO.....	42
FIGURA 11.	ENRUTADORES DE SERVICIOS INTEGRADOS.....	44
FIGURA 12.	ENRUTADORES DE CENTROS DE SALUD ANEXOS.....	45
FIGURA 13.	PUNTOS DE ACCESO.....	48
FIGURA 14.	SERVIDOR DE APLICACIONES.....	49
FIGURA 15.	CHASIS DE SERVIDORES.....	54
FIGURA 16.	CONMUTADORES DE CENTRO DE DATOS.....	56

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1.	INFORMACIÓN INTERCAMBIADA.....	17
TABLA 2.	PERSONAL REQUERIDO.....	26
TABLA 3	DEMANDA DE PUNTOS DE DATOS Y VOZ DE LA PLANTA BAJA.....	26
TABLA 4.	DEMANDA DE PUNTOS DE DATOS Y VOZ PRIMER PISO.....	26
TABLA 5.	PUNTOS TOTALES DE DATOS Y VOZ.....	27
TABLA 6.	CLASIFICACIÓN DEL ANCHO DE BANDA RECOMENDADO PARA EL USO DE LOS PRINCIPALES SERVICIOS DE TELEMEDICINA.....	27
TABLA 7.	ANCHO DE BANDA TOTAL ESTIMADO.....	29
TABLA 8.	LISTADO Y UBICACIÓN GEO-REFERENCIAL DE LOS CENTROS DE SALUD PARTICIPANTES.....	39
TABLA 9.	TABLA COMPARATIVA DE CONMUTADORES.....	40
TABLA 10.	TABLA COMPARATIVA ISR FAMILIA ENTERPRISE.....	43
TABLA 11.	TABLA COMPARATIVA ISR FAMILIA SMALL BUSINESS.....	44
TABLA 12.	TABLA COMPARATIVA DE PUNTOS DE ACCESO.....	47
TABLA 13.	TABLA COMPARATIVA DE CONMUTADORES PARA CENTROS DE DATOS.....	56

GUÍA DE ELABORACIÓN DE LA MEMORIA LABORAL

1 INTRODUCCIÓN.

Resumen de la Actividad Laboral.

La actividad laboral inicia en el año 2012 orientado al área de telecomunicaciones, área en la cual se realizó la especialización en pregrado. A continuación, se describe cada etapa laboral hasta la fecha.

1.1 Operación de la Red Inalámbrica

1.1.1 Organización

El trabajo desempeñado se realizó en AXS BOLIVIA, empresa de telecomunicaciones reconocida a nivel nacional como proveedora de servicios y soluciones de internet, larga distancia, transmisión de datos, etc.

1.1.2 Posición

La posición desempeñada fue la de ingeniería de soporte y solución de problemas en el área de Banda Ancha Inalámbrica (BAI) Tecnología Wimax

1.1.3 Dependencia

El cargo era dependiente del área de subgerencia técnica bajo la dirección del ing. Iván Cáceres

1.1.4 Actividad

Soporte, mantenimiento, gestión y solución de problemas que podrían presentarse en la red inalámbrica de AXS

1.1.5 Resultados

Los resultados comprenden: Conocimiento adquirido sobre el funcionamiento de las redes inalámbricas bajo la tecnología Wimax, configuración, instalación mantenimiento de equipos orientados a la solución.

1.2 Soporte Técnico a establecimientos comerciales y pequeñas empresas

1.2.1 Organización

El trabajo desempeñado se realizó de forma independiente bajo acuerdo y convenio mutuo entre el establecimiento y mi persona

1.2.2 Posición

La posición desempeñada fue el soporte técnico en configuración y cableado de redes del tipo LAN

1.2.3 Dependencia

Dependencia propia únicamente

1.2.4 Actividad

Instalación, configuración, soporte, mantenimiento, gestión y solución de problemas que podrían presentarse en redes LAN pequeñas de uso privado.

1.2.5 Resultados

Los resultados comprenden: Conocimiento adquirido en cableado estructurado, configuración, instalación de equipamiento de redes de computadoras, ensamblado de computadoras

1.3 Asistencia de consultoría para proyecto de salud auspiciado por el Banco Interamericano de Desarrollo

1.3.1 Organización

El trabajo desempeñado se realizó bajo la modalidad de consultoría

1.3.2 Posición

La posición desempeñada fue la de consultoría técnica para colaboración, revisión y soporte en diseño para redes orientadas a la telemedicina y a los servicios médicos

1.3.3 Dependencia

Trabajo realizado bajo la dependencia del ingeniero consultor Daniel Gutiérrez

1.3.4 Actividad

Soporte de diseño, colaboración, revisión en validación de requerimientos para publicar la licitación del proyecto piloto de salud en coordinación de urgencias médicas en el departamento de Potosí

1.3.5 Resultados

Los resultados comprenden: Adquisición de conocimiento en el diseño e integración de soluciones del tipo empresarial en telefonía, redes de computadores y centros de datos

1.4 Soporte y Asesoramiento técnico

1.4.1 Organización

El trabajo desempeñado se realizó en M2 INGENIERIA, empresa constructora

1.4.2 Posición

La posición desempeñada fue la de soporte técnico en cableado estructurado para edificios

1.4.3 Dependencia

El cargo era dependiente del área de gerencia dirigida por el Ingeniero Mauricio Mancilla

1.4.4 Actividad

Supervisión/ instalación de cableado estructurado en desarrollo de obras civiles

1.4.5 Resultados

Los resultados comprenden: Diseño, planificación e instalación de infraestructura para cableado estructurado orientado a obras civiles.

1.5 Ingeniería de preventa en el área de Redes de computadoras (Cisco)

1.5.1 Organización

El trabajo desempeñado se realizó en NEXUS TECHNOLOGY, distribuidor mayorista de soluciones en tecnología, redes de computadoras, data center, infraestructura, seguridad y video vigilancia

1.5.2 Posición

La posición desempeñada es la de Ingeniería de preventa de Cisco

1.5.3 Dependencia

El cargo es dependiente de Gerencia comercial bajo la dirección del ingeniero Sandro Mendoza

1.5.4 Actividad

Diseño, soporte, capacitación en soluciones del tipo empresarial para redes de computadoras, colaboración y telepresencia, centros de datos, etc.

1.5.5 Resultados

Los resultados comprenden: Adquisición de conocimiento en soluciones Cisco orientadas a brindar soporte en diseño, configuración, capacidad de proponer soluciones y plantear reestructuraciones de acuerdo a los requerimientos del cliente.

2 CASO DE ESTUDIO.

En vías de desarrollar al país en diversos aspectos, se ha tomado la iniciativa de mejorar nuestro sistema de salud. Bajo esta premisa el ministerio de salud buscó implementar un centro capaz de gestionar y atender las emergencias médicas de manera organizada y coordinada.

La infraestructura hospitalaria con la que se cuenta en nuestro país lleva a concluir que existen más pacientes que lugares para ser atendidos, dato que se puede corroborar en diferentes notas que lanzan los medios de comunicaciones. Datos corroborados en publicaciones de prensa donde los directores expresaban que muchas veces no es porque no se quiera atender a la gente, sino que no se cuenta con el espacio suficiente para realizar la atención.

La falta de personal médico capacitado en todos los centros hospitalarios es un problema condicionante al momento de brindar un servicio de salud.

Únicamente los centros de salud de tercer nivel cuentan con ambos requerimientos (infraestructura y personal), lamentablemente en cada departamento estos centros están limitados en número.

Como solución ideal y en vías de desarrollo siempre se encuentra latente el crecimiento de nuestra red de salud a nivel nacional con la construcción de más hospital y centros de salud de los distintos niveles, la capacitación de profesionales y el desarrollo de la

infraestructura necesaria, sin embargo, es pertinente también el enfoque en el área de respuesta a emergencias.

Ante esta situación y como parte del fortalecimiento de las redes integrales de salud es que se decide invertir en el desarrollo de un centro regulador de urgencias y emergencias médicas bajo las siguientes premisas:

- Facilitar el acceso rápido del usuario al sistema de salud
- Dar una respuesta humana, ágil, responsable, eficaz, eficiente y experta al usuario ante su demanda de ayuda
- Adecuar la coordinación y gestión de los recursos utilizados.
- Coordinar los diferentes niveles asistenciales y unidades operativas.
- Coordinar e integrar los distintos centros médicos

Este conjunto de factores representa la problemática actual que se atendió en el desarrollo de este proyecto y parte de ella se reflejó en la necesidad de contar con un centro capaz de facilitar el acceso del usuario al sistema de salud a través de la comunicación telefónica para reportar las emergencias.

2.1 Antecedentes.

2.1.1 Objetivo.

El objetivo del proyecto ejecutado fue presentar una solución de redes de computadoras capaz de brindar un soporte adecuado a los requerimientos tecnológicos que conlleva implementar un Centro piloto de atención de emergencias médicas en el departamento de Potosí.

Para alcanzar el objetivo fue necesario:

- Aplicar los conocimientos adquiridos a lo largo de los estudios universitarios en el diseño de redes, cálculo de capacidades telefónicas y cálculo de capacidades de tráfico para aplicaciones comunes en telemedicina.

- Recolectar información que influyó directamente en el rendimiento de la red a diseñar.
- Plantear equipamiento acorde a los criterios de diseño de redes de computadoras.

2.1.2 Justificación.

2.1.2.1 Técnica

Las redes hoy en día juegan un papel muy importante en toda institución por lo que buscar un diseño de red que sea capaz de concentrar distintos servicios sin problemas es algo fundamental, y más aún si los servicios implicados tienen que ver con la telemedicina y la salud. Por tanto es necesario realizar diseños estables, escalables, gestionables y sobre todo que puedan ser útiles para distintos propósitos.

2.1.2.2 Social

En el área la inversión en el aspecto de las telecomunicaciones y la telemedicina representan una mejora de calidad en salud como tal.

2.1.2.3 Académica

La aplicación de conceptos de telemedicina es muy vaga en nuestro país, por lo que plantear un proyecto con estas características nos llevara a tocar temas poco explorados, aumentando así el área de investigación en las telecomunicaciones.

2.1.3 Alcances y límites.

El proyecto a presentar consideró los siguientes aspectos:

- Como se mencionó anteriormente el estudio y diseño de la red se limita al proyecto piloto en Potosí, con los requerimientos solicitados inicialmente para tal efecto, que se encuentran detallados en este documento.

- Los cálculos económicos de este proyecto alcanzan a la provisión de los equipos solicitados ya que la empresa constructora tercerizó los costos de implementación.
- Los cálculos expuestos en este documento implican el desarrollo de la red interna de la sucursal principal de la solución, dejándose para el futuro la adición de sucursales (otros centros de salud) a la red, habiendo la posibilidad de expansión a mas áreas rurales en el departamento de Potosí
- Como empresa distribuidora y ofertante de la solución

2.1.4 Marco Referencial

2.1.4.1 Redes de Computación

2.1.4.1.1 Diseño Jerárquico de la red

El diseño jerárquico de la red consiste en la división de la red en capas independientes. Cada capa del diseño jerárquico de la red cumple una función específica dentro de la red.

A medida que las redes crecen aumenta el tráfico que circula por ella. Para que el tráfico no se propague a otras partes de la red innecesariamente, que el tráfico local siga siendo local y optimizar el ancho de banda, la red debe estar organizada. Para organizar la red se utiliza el diseño jerárquico de la red.

El diseño jerárquico o diseño de red de tres capas permite a los diseñadores seleccionar las características de seguridad, movilidad y comunicación escogiendo el hardware y el software de red adecuados para que capa de red realice su función.

2.1.4.1.2 Capas del diseño jerárquico de la red

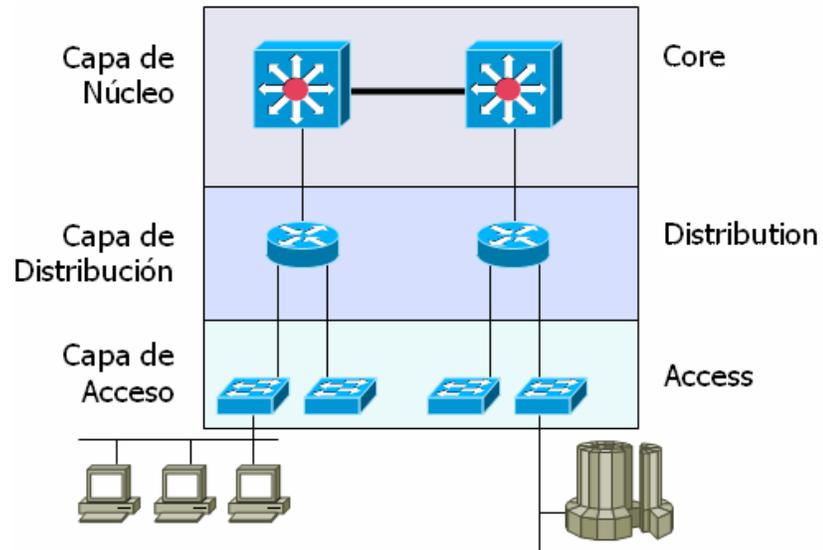


Figura 1. Capas de una red (Fuente. Guía de certificación CCNA Routing and Switching de Cisco)

Las tres capas fundamentales dentro del diseño jerárquico son:

- Capa de acceso
- Capa de distribución
- Capa de núcleo

A continuación la descripción de cada una de estas capas:

2.1.4.1.2.1 Capa de Núcleo

La capa de núcleo es el nodo principal de una red, normalmente con conexiones redundantes y representa una capa troncal entre las redes dispersas. Proporciona un transporte rápido entre los conmutadores de distribución.

La capa de núcleo es fundamental para la interconectividad entre los dispositivos de la capa de distribución. Agrega el tráfico de todos los dispositivos de la capa de distribución, por lo tanto debe poder enviar grandes cantidades de datos rápidamente. Debe tener una alta disponibilidad y debe ser redundante.

En algunos casos, no es necesario mantener las capas de distribución y de núcleo separada. En esta situación tendremos un diseño de dos niveles, también conocido como “diseño de red de núcleo colapsado”.

Funciones de la capa de núcleo

Las funciones que proporciona la capa de núcleo en un diseño de red de tres capas son:

- Proporcionar conmutación a altas velocidades, es decir transporte rápido de los paquetes de red.
- Proporcionar confiabilidad y tolerancia a fallas
- Lograr la escalabilidad mediante equipos más rápidos y no con más equipos.
- Evitar la manipulación de paquetes que implicaría una gran exigencia para la CPU a causa de la seguridad, la inspección, la clasificación de la calidad de servicio (QoS) u otros procesos.
- Combinarse con la capa de distribución para proporcionar un diseño contraído o colapsado.
- Proporcionar aislamiento de fallas y conectividad de alta velocidad

2.1.4.1.2.2 Capa de Distribución

La capa de distribución es la encargada de conectar redes locales independientes y controlar el tráfico que circula entre ellas. Está diseñada para interconectar redes, no host individuales.

La capa de distribución garantiza que el tráfico entre los host de una red local Ethernet siga siendo local y sólo se trasfiere el tráfico que está destinado a otras redes.

Proporciona una conectividad basada en políticas y controla el límite entre las capas de acceso y de núcleo. Agrega los datos recibidos de la capa de acceso antes de que se transmitan a la capa núcleo.

Funciones de la capa de distribución

Las funciones que proporciona la capa de distribución en un diseño de red de tres capas son:

- Agregar redes a gran escala
- Agregar dominios de difusión de capa 2 y límites de enrutamiento de capa 3
- Proporcionar funciones inteligentes de conmutación, de enrutamiento y de políticas de acceso a la red para acceder al resto de ella
- Proporcionar una alta disponibilidad al usuario final mediante los conmutadores de capa de distribución redundantes, y rutas de igual costo al núcleo.
- Proporcionar servicios diferenciados a distintas clases de aplicaciones de servicios en el perímetro de la red.
- Proporcionar un límite de control entre las otras capas.

La capa de distribución se crea cuando se conectan entre si los dispositivos de la capa de acceso (hubs y conmutadores).

2.1.4.1.2.3 Capa de Acceso

La capa de acceso representa el perímetro de la red. El tráfico de los usuarios se inicia en la capa de acceso. Es por donde entra o sale el tráfico de los usuarios.

La capa de acceso proporciona conectividad a los usuarios. Proporciona un punto de conexión a la red para los dispositivos de usuario final. Es la parte de la red que permite a los usuarios obtener acceso a otros equipos, archivos e impresoras compartidas.

La capa de acceso está formada por host y por la primera línea de dispositivos de red. Cada host está conectado a un dispositivo de red.

Funciones de la capa de acceso

Las funciones que proporciona la capa de acceso en un diseño de red de tres capas son:

- Conmutación a nivel capa 2 (capa de enlace de datos)
- Alta disponibilidad
- Seguridad en puerto
- Clasificación y marcación de QoS, límites de confianza
- Inspección del protocolo de resolución de direcciones
- Listas de control de acceso
- Alimentación por Ethernet y Vlan auxiliares para VoIP

La capa de acceso se crea, conectando directamente cada host a un dispositivo de red mediante un cable punto a punto. Cada

cable se conecta a una NIC del host y a un puerto del dispositivo de red.

2.1.4.1.3 Modelos de diseño jerárquico de la red

Los dos modelos del diseño jerárquico de tres capas son: el modelo de núcleo contraído y el modelo de tres niveles.

Modelo de núcleo contraído

Es el diseño de red alternativo de dos niveles, donde la capa de distribución y la capa de núcleo no están separadas. Las funciones de la capa de distribución y de la capa de núcleo se implementan mediante un único dispositivo. Utilizado en redes más pequeñas, donde hay menos usuarios que acceden a la red o que no crecerán mucho con el tiempo. Modelo de red donde se reducen los costos de la red sin perder los beneficios del modelo jerárquico de tres niveles.

Modelo de tres niveles

En el modelo de tres niveles, las capas de acceso, de distribución y de núcleo están separadas. Modelo de red escalable, rentable y eficaz, utilizado en redes de gran tamaño. Se recomienda armar una topología de red física en estrella extendida.

El modelo jerárquico de red brinda flexibilidad a los diseñadores de red y facilita la implementación, la administración y la resolución de problemas de la red.

El modelo jerárquico de red permite ampliar la red según sea necesario, porque permite agregar redes locales sin afectar el rendimiento de las redes existentes.

2.1.4.2 Telemedicina

2.1.4.2.1 Definición

La OMS (Organización Mundial de Salud) y la UIT (Unión Internacional de Telecomunicaciones) definen la telemedicina de la siguiente forma:

“La Telemedicina es el suministro de servicios de atención sanitaria, en cuanto la distancia constituye un factor crítico, por profesionales que apelan a las tecnologías de la información y de la comunicación con objeto de intercambiar datos para hacer diagnósticos, preconizar tratamientos y prevenir enfermedades y heridas, así como para la formación permanente de los profesionales de atención en salud y en actividades de investigación y de evaluación, con el fin de mejorar la salud de las personas y de las comunidades en que viven”.

La telemedicina sirve para la atención médica a distancia apoyándose en métodos en tecnología de telecomunicaciones. Ayuda a la salud, a la educación y a mejorar la calidad de las prestaciones de servicios médicos mediante el traspaso de información.

Los beneficios tangibles o visibles gracias a las tecnologías usadas están relacionados a temas de reducción de tiempos de atención, tratamientos médicos y diagnósticos. También se disminuye costos en traslados y abre la posibilidad de hacer interconsultas de forma más sencilla.

Las telecomunicaciones sumadas a la medicina son lo que se conoce como telemedicina donde un médico y su paciente pueden estar en diferentes lugares usando las tecnologías de las telecomunicaciones.

2.1.4.2.2 Clasificación

2.1.4.2.2.1 Clasificación por área de apoyo

La telemedicina se ha desarrollado a través del tiempo, resaltando ciertas áreas de apoyo a la medicina:

Consulta en tiempo real: Esto permite que un médico pueda ver y debatir los síntomas de un paciente que está siendo revisado por otro médico a distancia.

El Diagnóstico: Área de la telemedicina que se apoya en sistemas expertos a distancia, que contribuyen al uso de base de datos.

El control a distancia: Trata de la transmisión de información del paciente para ser revisados a fondo por personas especializadas que se encuentran encargadas del cuidado de dicho paciente.

2.1.4.2.2.2 Clasificación general por tipo de servicio

Las aplicaciones de telemedicina han cambiado a medida que la tecnología ha sido desarrollada. Actualmente se puede encontrar las siguientes:

- Teleconsulta: Implica la participación de médicos externos a la institución desde un sitio ubicado en un diferente sitio geográfico, dando una segunda opinión sobre algún caso de un paciente. Los especialistas de la salud de estos centros comparten el historial clínico del paciente y discuten las condiciones del paciente de forma interactiva.
- Telediagnóstico: Es similar a la teleconsulta, debido a que el médico realiza un diagnóstico de acuerdo a la información recibida. La gran diferencia entre ambos radica en que el telediagnóstico necesita de una calidad relativamente alta en datos e imágenes para obtener un diagnóstico ideal, mientras que la tele consulta está orientado a un entorno más interactivo.

- **Teleeducación:** En la teleeducación el especialista de la institución receptora desempeña un papel de estudiante, en relación al especialista que posee un conocimiento avanzado en la institución emisora. Estos conocimientos pueden ser transmitidos a través de la conferencia, usando sistemas de videoconferencia en tiempo real y adicionalmente materiales médicos vía web
- **Telecuidado:** Cuidado de pacientes en casa asistidos por enfermeras mediante videoconferencia o parlantes que son conectados por vía telefónica.
- **Telemetría:** Permite el monitoreo de los signos vitales electrocardiograma, temperatura, presión arterial, electroencefalogramas, oximetría, espirometría de modo que se tengan mediciones de enfermedades que requieran controles frecuentes.
- **Teleadministración:** Es aplicada a los sistemas de gestión de salud para realizar a distancia la administración de procesos tales como referencias, control de citas, remisiones, inventarios, planeación estratégica y orientación para brindar una mejor calidad de servicio.
- **Teleterapia y telefarmacia:** Usado en tratamientos y consultas de pacientes, prescripciones, dispensación

2.1.4.2.3 Clasificación en el tiempo

Esta clasificación toma énfasis en el momento en que se tiene una intervención médica a distancia y una comunicación entre el proveedor del servicio y el cliente. Podemos clasificarlos de la siguiente manera:

- Tiempo diferido: Se trata cuando el cliente de un servicio de telemedicina no se encuentra en comunicación directa con el proveedor del servicio, esto quiere decir que el cliente está fuera de línea. Este tiempo diferido se conoce como la modalidad de almacenamiento y envío.
- Tiempo Real: Se trata de lo contrario, en este caso el cliente de un servicio de telemedicina se encuentra en comunicación directa con el proveedor de servicio a través de un medio de comunicación.

2.1.4.2.3.1 Clasificación por especialidad médica

En menor medida también existe una clasificación basada en la especialidad médica: Telecardiología, Teledermatología, Telepatología, Teleradiología, Teleendoscopia, etc.

2.1.4.2.4 Tipo de información intercambiada

Los equipos utilizados en telemedicina son de cuatro diferentes tipos: equipos médicos de diagnóstico o laboratorio, equipos de captura de información médica, equipos de cómputo y equipos de comunicaciones. La información médica se clasifica de acuerdo a la siguiente tabla:

Información intercambiada		
Audio	Video	Datos/Señales
Este tipo de servicio suele ser utilizado en teleasistencias, donde el operador se puede encargar de comprobar con una llamada el estado de un paciente, este servicio brinda seguridad, ya que el paciente está siendo vigilado y atendido constantemente y así poder ofrecer una respuesta a tiempo.	La transmisión de video presenta problemas en la velocidad, este es uno de los factores principales en el servicio	La transmisión de datos es el servicio más usado en la telemedicina, este se usa para remitir los diagnósticos interhospitalarios, los historiales de los pacientes, estos pueden incluir correos, imágenes, videos de cirugías. Por otro lado se encuentran las señales del tipo fisiológico o funcional que representan información esencial para la atención de casos médicos

Tabla 1. Información Intercambiada (fuente. Elaboración propia)

2.1.4.2.5 **Beneficios de la Telemedicina**

La telemedicina contribuye con múltiples y diferenciados beneficios no solo a los pacientes y a los doctores, que por lo general son los principales actores en la telemedicina, sino también a los doctores remitentes, a las instituciones de la salud y a la comunidad en general. Los beneficios deben estar asociados a la oportunidad o eficiencia con la cual se puede contar con el diagnóstico, la reducción en costos de transporte, mejoramiento de la calidad de servicio, acceso a la información, tanto para comunidades rurales remotas o en áreas metropolitanas con población desprotegida.

2.1.4.2.5.1 **Paciente**

Los beneficios que puede obtener el paciente con un sistema de Telemedicina son los siguientes:

- Minimizar los tiempos de respuesta: lo cual permite obtener diagnósticos y tratamientos más eficientes que pueden llevar como ejemplo al descubrimiento de forma temprana de una enfermedad, sobre todo en aquellos lugares donde el doctor se presenta de forma eventual.
- La posibilidad de una segunda opinión. El paciente puede consultar con varios doctores en caso de no estar completamente seguro de un primer diagnóstico.
- Obtener una mejora en la calidad de servicio garantizando reportes y diagnósticos especializados. La atención brindada a los pacientes es de mejorar la calidad ya que se cuenta con el diagnóstico de un especialista con el que no siempre se cuenta en lugares apartados.
- Evitar traslados innecesarios. El contar con un diagnóstico apropiado logra decidir en qué ocasiones se justifica o no el desplazamiento de un paciente a un centro médico de mayor nivel.
- Entregar acceso a los especialistas. El paciente puede tener el diagnóstico de un médico especialista en lugar de tener que conformarse con la opinión de un generalista.

2.1.4.2.5.2 Médico Especialista

Los beneficios que puede obtener un médico especialista con un sistema de telemedicina son los siguientes:

- Multiplicidad de pacientes y casos. Los especialistas obtienen casos médicos provenientes de diversas regiones que hacen que el especialista tenga la

oportunidad de analizar patologías específicas y variadas.

- Reducción costos de transporte y de tiempo. El hecho de que los estudios lleguen a un especialista sin que él deba acudir a retirarlos a diferentes sitios economiza tiempo y costos de movilización, así mismo es importante cuando debe ir de noche a sitios peligrosos.
- Posibilidad de interconsulta. Lo cual permite a un especialista consultar con sus colegas casos especiales y complejos.
- Probabilidad de Educación Continua y acceso a nuevas técnicas médicas. Es posible acudir a bases de información médicas, acceso remoto de grupos de discusión y seminarios de actualización.
- Disponibilidad de métodos. Algunos médicos se ven desocupados en sus hospitales de ciertos trabajos que se pueden realizar mediante la telemedicina, lo que permite que ellos puedan realizar procedimientos donde se requiere la presencia física, por ejemplo un especialista en radiología podría delegar los trámites rutinarios a un técnico y él se dedicaría a procesos de intervención.

2.1.4.2.5.3 Médico Tratante o Remitente

Los beneficios que pueden obtener un médico tratante o remitente con un sistema de telemedicina son los siguientes:

- Cuenta con el apoyo del médico especialista. Al tener este criterio de un médico especialista, el médico tratante obtiene mayor seguridad.

- Reducción de riesgos profesionales. El médico remitente tiene más elementos de juicio al momento de tomar un tratamiento, lo cual reduce el riesgo de poder equivocarse, evitando así demandas por malas prácticas médicas.

2.1.4.2.5.4 Institución

Los beneficios que puede obtener la institución con un sistema de Telemedicina son los siguientes:

- Se obtiene una mayor cobertura. Las instituciones pueden ampliar la variedad de servicios que se presta a los clientes.
- Impide o verifica el traslado de pacientes. Un experto decide cuando es necesario o no un traslado y que prioridad se le puede dar, logrando así disminuir los costos interinstitucionales y previniendo la congestión de los mismos.
- Permite la integración de la información con fines administrativos, investigación y científicos. La tecnología informática habitualmente involucrada con la telemedicina con bases de datos, posibilita la unificación de la información, así como su explotación.
- Reducción de costos de transporte. La mayoría de proyectos de telemedicina se han justificado de manera económica gracias a los traslados que se han evitado debido a la disminución en los costos de transporte que muchas veces se deben realizar en helicóptero.

2.1.4.2.5.5 Comunidad

Los beneficios que puede obtener la comunidad ante un sistema de Telemedicina son los siguientes:

- Estímulo a la Medicina Preventiva por la transmisión de conocimiento a una población de alto riesgo.
- Mayor capacidad para realizar análisis científicos y estadísticos. Se puede guardar toda la información médica en bases de datos para que pueda ser utilizada para realizar estudios posteriormente gracias a los sistemas informáticos utilizados en la telemedicina.
- Repartición de la ayuda salubre y gestión concentrada de la información.
- Educación sanitaria a parte de la población o a toda ella.
- Crecimiento de redes de salud pública independientes de las redes de atención de salud.
- Atención sanitaria para todos. Esto da cobertura a muchas zonas rurales que se encuentran aisladas o también a zonas urbanas donde se encuentra personas de escasos recursos o desprotegidas.

2.1.4.2.6 Topologías posibles en la Telemedicina

De acuerdo a la manera en que se transmite la información de un punto a otro y la manera en que esta se almacena se pueden distinguir

cuatro topologías básicas en la telemedicina (figura 2).

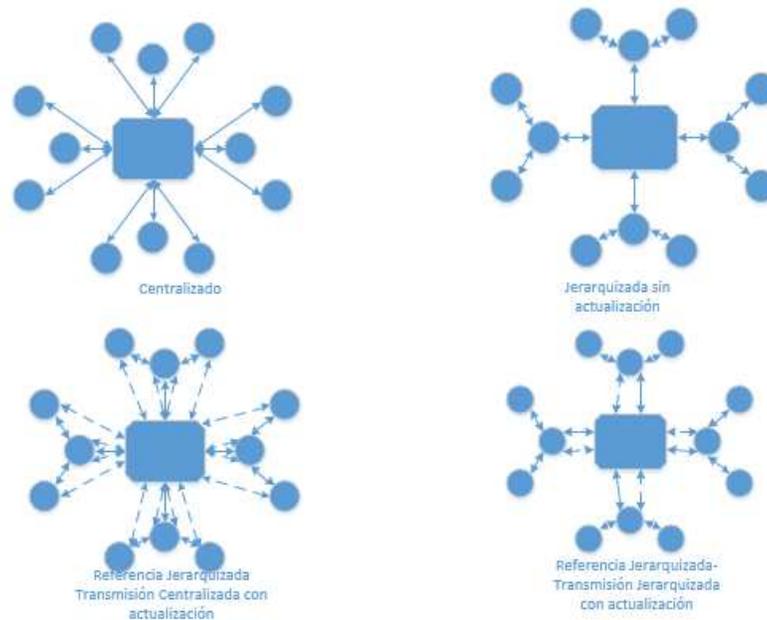


Figura 2. Topologías básicas (Fuente. Elaboración propia)

- Centralizada: En este caso todos los remitentes refieren sus casos al sistema central estableciendo una comunicación directa con el mismo.
- Jerarquizada sin actualización: En este caso todos los remitentes refieren sus casos únicamente al punto de la red de nivel inmediatamente superior. La comunicación con el punto de referencia se establece directamente. En el evento de que el punto de referencia no pueda tratar el caso debe crear un nuevo caso que remitirá a una instancia superior.
- Referencia jerarquizada-Transmisión Centralizada con actualización: En esta topología los puntos de referencia de cada punto remitente son los mismos que el caso anterior, pero para tener una información actualizada y consolidada se recurre al sistema central que se encarga de recibir y distribuir la información entre los puntos involucrados en un caso.

- Referencia jerarquizada-Transmisión jerarquizada con actualización: Este caso funciona como el de topología Jerarquizada sin Actualización, con la diferencia de que el centro de referencia al recibir un caso consulta a sus niveles superior si existe información sobre un paciente que deba actualizar. Igualmente deberá actualizar los resultados en el nivel superior antes de enviarlos al punto remitente, para así mantener el sistema actualizado.

2.2 Desarrollo.

A continuación, se presenta una descripción técnica del proyecto estructurada por fases:

2.2.1 Recopilación de Información referencial y técnica

2.2.1.1 Sistema de Urgencias

Los siguientes elementos estructurales fueron considerados como parte del esquema de un sistema de urgencias médicas:

- El Centro Regulador de Urgencias y Emergencias Médicas (recepción, identificación de la necesidad, clasificación de la demanda, asignación de la respuesta y movilización del recurso).
- Los Recursos Asistenciales desplazados al lugar del evento
- Los Hospitales integrados en el sistema.
- Recurso Humano Calificado

Bajo este esquema, es que se definieron los fines y funciones que de acuerdo a lo necesario, cada elemento cumplirá en el desenvolvimiento de respuesta a una emergencia médica.

Algunos de estos elementos tienen la necesidad de contar con tecnologías/soluciones tecnológicas de distintas áreas para que puedan

contribuir a la adecuada participación y respuesta a una denominada emergencia médica.

2.2.1.2 Fines del centro regulador

- Facilitar el acceso rápido del usuario al sistema sanitario.
- Adecuar la coordinación y gestión de los recursos utilizados, disponiendo de información sobre los mismos, localización y disponibilidad.
- Coordinar los diferentes niveles asistenciales y unidades operativas.
- Recibir llamadas de Urgencias
- Coordinar los recursos y las intervenciones

Es importante mencionar que cualquier establecimiento de salud (EESS) deberá coordinar el recurso móvil asistencial con el Centro regulador, por la función que tiene de organizar la movilización de recursos y el traslado del paciente a un EESS más adecuado.

El Centro regulador es el que tiene la información actualizada de los recursos en los EESS y del personal médico existente, con el fin de gestionar y tomar la decisión de trasladar al paciente al lugar adecuado y oportuno. Este se convierte en un elemento clave para el buen funcionamiento de los hospitales

2.2.1.3 Atención, despacho y coordinación

En los Centros Reguladores coexisten tres tipos de elementos:

- Recursos Humanos
- Recursos Tecnológicos
- Recursos Móviles (Ambulancias)

2.2.1.3.1 Recursos Humanos

Los Recursos Humanos son necesarios para garantizar el funcionamiento y operación del Centro Regulado de Urgencias y Emergencias Médicas.

Se contempló que el Centro tenga un funcionamiento de 24 horas, 7 días de la semana, además del personal administrativo y de servicio.

2.2.1.3.2 Recursos Tecnológicos

Los Recursos tecnológicos son las plataformas informáticas o aplicaciones y el equipamiento de red de comunicaciones, que permiten desarrollar de forma eficiente y oportuna el trabajo diario del personal del CRUEM y el enlace con los distintos EESS del departamento de Potosí,

El CRUEM deberá contar con equipamiento de Red de comunicación y el servicio para la transmisión de datos.

2.2.2 Esquematación y diseño de la solución

2.2.2.1 Dimensionamiento del tráfico de la Red

Para el dimensionamiento del ancho de banda necesario para la red se empieza por desarrollar un cálculo teórico

2.2.2.1.1 Demanda de datos y voz

A través de los datos proporcionados por el coordinador del proyecto en sus visitas al Centro se tomaron en cuenta los requerimientos con posibilidad de crecimiento a futuro.

Para la funcionalidad del Centro se contempló inicialmente el personal profesional y técnico que se describe en la siguiente tabla:

CANTIDAD	CARGO
1	Responsable del Centro Coordinador
2	Personal administrativo
1	Archivo
1	Jefe de operaciones médicas
6	Operadores médicos
2	Personal de TI
1	Personal de apoyo

Tabla 2. Personal requerido (Fuente. Elaboración propia)

Bajo la estructura organizacional detallada en la tabla 2 se determinó la demanda final de los puntos de datos y voz. Dentro de los puntos de datos se agruparon terminales como PCs, impresoras, etc. En las tablas 3 y 4 se resumen las cantidades necesarias en voz y datos para la planta y primer piso respectivamente:

CANTIDAD	CARGO	Datos	Voz
1	Jefe de operaciones médicas	2	1
6	Operadores médicos	6	6
2	Personal de TI	3	2
1	Personal de apoyo	1	1

Tabla 3 Demanda de puntos de datos y voz de la planta baja (Fuente. Elaboración propia)

CANTIDAD	CARGO	Datos	Voz
1	Responsable del Centro Coordinador	2	1
2	Personal administrativo	3	2
1	Archivo	1	1

Tabla 4. Demanda de puntos de datos y voz primer piso (Fuente. Elaboración propia)

Teniendo un total de 32 salidas de comunicaciones distribuidas en 18 para puntos de datos y 14 para puntos de voz, refiérase a la Tabla 5.

Áreas de trabajo	Puntos Datos	Puntos Voz
Planta Baja	12	10
Primer Piso	6	4
TOTAL	18	14

Tabla 5. Puntos totales de datos y voz (Fuente. Elaboración propia)

2.2.2.1.2 **Demanda de ancho de banda de Internet**

A la hora de analizar el rendimiento de la red el ancho de banda es un factor clave, al diseñar una nueva red es necesario tener en cuenta que, independientemente del medio de transmisión (fibra o cobre), existen límites en la capacidad de la red para transportar la información. Para el caso de las redes LAN es fácil adquirir equipos capaces de brindar un gran ancho de banda, pero no lo es en las conexiones WAN, donde se requiere comprar una cierta cantidad a un proveedor de servicios.

Por estas razones hay que comprender el significado de la importancia que tiene la demanda del ancho de banda a través del tiempo que a su vez puede ahorrar grandes cifras de dinero a la institución.

Servicio	Características Técnicas	Tipo de información	Tamaño (Bytes)	BW (Kbps)
Video conferencia	Para video digital se asume 320*280*24b/pix y tasas entre 5 - 30 fps.	Video H.263	140 KB	128
Información relativa al paciente	Digitalización electrónica del historial en papel del paciente con datos administrativo, clínicos, etc.	Texto-Datos Word, PDF	80-800KB	64
Señales biomédicas pre-adquiridas	Adquisición de señales vitales, sin la necesidad de envío instantáneo	Bio-Datos	40 MB	256
Transmisión de imágenes médicas	Adquisición y envío de imágenes digitales	Imagen fija B/N Color	1-9 MB	46-256

Tabla 6. Clasificación del ancho de banda recomendado para el uso de los principales servicios de telemedicina (Fuente. Ruiz, I. (2006). CONTRIBUCIONES A MODELOS DE TRÁFICO Y CONTROL DE QoS EN LOS NUEVOS SERVICIOS SANITARIOS BASADOS EN TELEMEDICINA)

En la Tabla 6, se puede observar el ancho de banda recomendado para algunas modalidades de la telemedicina según el tipo de información intercambiada se diferencia entre servicios basados en aplicaciones de datos (multimedia, médicos, de acceso web, administrativos, de gestión), de imágenes fijas, de video, y de señales biomédicas. Una vez obtenidos los valores del ancho de banda de cada aplicación, es necesario hacer un dimensionamiento par el backbone mediante un cálculo teórico estimado, según las aplicaciones de los usuarios para estimar un valor del ancho de banda.

Videoconferencia:

Para esta aplicación se tomó en cuenta el valor especificado para telemedicina en la tabla 6

$$V_{imagenbiomédicas} = 128Kbps$$

Texto-Datos:

El peso por enviar un estudio que involucra datos administrativos, clínicos e información del paciente en formatos PDF y WORD tomando en cuenta un caso extremo superior es de 800 KB con una cantidad de archivos enviados entre 5 y 10 en un tiempo de envío estimado de 15 minutos, se calcula de la siguiente forma:

$$V_{texto} = \frac{800 \text{ KBytes}}{1 \text{ envío}} * \frac{8bits}{1 \text{ Byte}} * \frac{10 \text{ envío}}{15 \text{ min} * 1 \text{ usuario}} * \frac{1 \text{ minuto}}{60 \text{ segundos}} * 1 \text{ usuario}$$

$$V_{texto} = 71.1Kbps$$

Señales biomédicas:

El peso por enviar un estudio de señales biomédicas tomando en cuenta la información proporcionada 40 MB (referirse a tabla 6) con un tiempo de envío estimado de 5 minutos se calcula de la siguiente forma:

$$V_{biomédicas} = \frac{40\text{MByte}}{1 \text{ envío}} * \frac{8\text{bits}}{1 \text{ Byte}} * \frac{1 \text{ envío}}{5 \text{ min} * 1 \text{ usuario}} * \frac{1 \text{ minuto}}{60 \text{ segundos}} * 1 \text{ usuario}$$

$$V_{Imagenbiomédicas} = 1066.7 \text{ Kbps}$$

Imágenes:

El peso por enviar un estudio de imágenes médicas tomando en cuenta un peso promedio es de 12 MB con un tiempo de envío estimado de 5 minutos se calcula de la siguiente forma:

$$V_{Imagen} = \frac{12\text{MByte}}{1 \text{ envío}} * \frac{8\text{bits}}{1 \text{ Byte}} * \frac{1 \text{ envío}}{5 \text{ min} * 1 \text{ usuario}} * \frac{1 \text{ minuto}}{60 \text{ segundos}} * 1 \text{ usuario}$$

$$V_{Imagen} = 320 \text{ Kbps}$$

A continuación, en la tabla 7 se especificó la acumulación del ancho de banda total necesario para las aplicaciones de telemedicina.

Aplicación Telemedicina	Ancho de Banda (Kbps)
Imagen	320
Texto	71.1
Señales biomédicas	1066.7
Video conferencia	128
Total	1585.8

Tabla 7. Ancho de banda total estimado (Fuente. Elaboración propia)

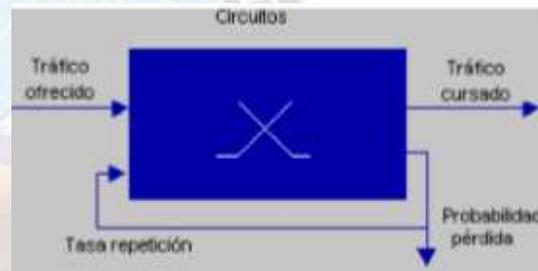
De esta la demanda final de internet para la red LAN del CRUEM, sería aproximadamente de 2 Mbps dedicado. Para la realización de programas de telemedicina el estándar ANSI/TIA-1179 requiere tener redundancia en ancho de banda, de tal manera que se disminuya la probabilidad de perder conexión con un punto remoto, o a su vez se corte la comunicación mediante internet, en la red interna del

CRUEM; razón por la cual se considera obligatorio tener dos proveedores diferentes para el servicio de internet.

2.2.2.1.3 **Demanda telefónica**

Considerando las necesidades del CRUEM, en el cual se gestionarán 14 puntos de voz, con un tráfico considerable de 4 minutos en la hora de mayor tráfico. De acuerdo al esquema de la figura, encontraremos el tráfico telefónico en la hora cargada con un índice de llamadas perdidas del 1% y basándonos en las tablas de Erlang B, se determina la cantidad de líneas telefónicas requeridas en el CRUEM.

Figura 3. Diagrama de tráfico (Fuente. Apuntes de Telecomunicaciones II)



De tal manera se tiene lo siguiente:

Tráfico ofrecido = 14 extensiones

Tiempo promedio de cada llamada $T_m = 4 \text{ min}$

Número de llamadas cursadas con 1% de pérdida = $14/1.01 = =$

$$Erl = \text{Número de llamadas} * T_m$$

$$Erl = \frac{14 \text{ llamadas}}{\text{hora}} * \frac{4 \text{ min}}{1 \text{ llamada}} * \frac{1 \text{ hora}}{60 \text{ min}}$$

$$Erl = 0.93$$

Ahora, utilizando la tabla de Erlang B, y considerando el valor de 0.93 Erlangs y una probabilidad del 1%, se tiene un total de 5 troncales telefónicas para satisfacer el tráfico del CRUEM.

2.2.2.1.3.1 Velocidad de transmisión para telefonía

Si consideramos que se necesitan 5 líneas telefónicas, la central debe estar dispuesta a manejar el mismo número de llamadas simultáneamente en el peor de los casos, esto nos fue útil para determinar la velocidad de transmisión que debe soportar la red.

Para calcular la velocidad de transmisión se consideró el bit-rate del códec utilizado como el códec de voz para telefonía, y las 5 llamadas simultaneas.

$$\text{Velocidad de transmisión} = (\text{Payload} + L3 + L2) * 8 \text{ pps}$$

Dónde:

Payload: Bytes generados por el códec G.711=160 Bytes

L3: Cabecera de capa 3 y de capas superiores = IP (20 Bytes)+UDP (8 Bytes)+RTP (12 Bytes)=40 Bytes

L2: Cabecera de capa de enlace de datos en bytes=14 bytes

Número de bit por byte=8 Bits

pps: Tasa de paquetes por segundo generado por el códec (pps= bit-rate códec/payload (bits)=50

$$\text{Velocidad de transmisión} = (160 + 40 + 14) * 8 * 50$$

$$\text{Velocidad de transmisión} = 85.6 \text{ Kbps}$$

Para tener la velocidad total, este valor debe ser multiplicado por el número de llamadas simultaneas en sentido full dúplex, lo cual nos da como resultado la velocidad de transmisión que deberá soportar la red LAN telefónica del CRUEM.

$$V_{totalTx} = \# \text{ llamadas simultaneas} * 2(\text{canal fullduplex}) * V_{Transmisión}$$

$$V_{totalTx} = 5 * 2(\text{canal fullduplex}) * 85.6 \text{ Kbps}$$

$$V_{totalTx} = 856 \text{ Kbps}$$

De esta manera el tráfico telefónico cursado calculado fue de 856 Kbps

2.2.2.1.4 Arquitectura de la red LAN

La arquitectura para la red LAN, está basada en la tecnología Ethernet, la cual es de uso más frecuente debido a la simplicidad de su implementación, cuando se compara con otras tecnologías. Además, Ethernet es un tipo de tecnología flexible que proporciona diferentes tipos de capacidades de acuerdo a los medios de transmisión utilizados (10, 100, 1000, 10000 Mbps). Ethernet se basa en el estándar IEEE 802.3 con acceso al medio CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection), el cual consiste en que una estación para transmitir, debe detectar la presencia de una señal portadora y si existe comienza a transmitir.

Ya con la arquitectura LAN escogida para el diseño, se describe los pasos seguidos para determinar el esquema final de la red:

Para la primera fase del proyecto

El sitio central ubicado en el hospital Daniel Bracamonte en Potosí contempló un diseño jerárquico que comprende una red de núcleo colapsado escalable a un diseño convencional de tres capas a futuro. Este cuenta con dispositivos de conmutación multicapa en el “núcleo colapsado”, es decir que estos dispositivos soportan tanto protocolos de capa dos como de capa tres y son aptos para ejercer las funciones encomendadas y características de esta capa. En el caso de los conmutadores de acceso se empleó equipos con características de capa dos capaces de soportar el tráfico que cursara por ellos. Se eligió

este modelo de red debido a que la red física local es pequeña y no fue necesario emplear un esquema más grande, aunque cabe resaltar que si se contempló un diseño redundado en la capa de Núcleo/Distribución.

El esquema utilizado para esta red de campus LAN es el siguiente:

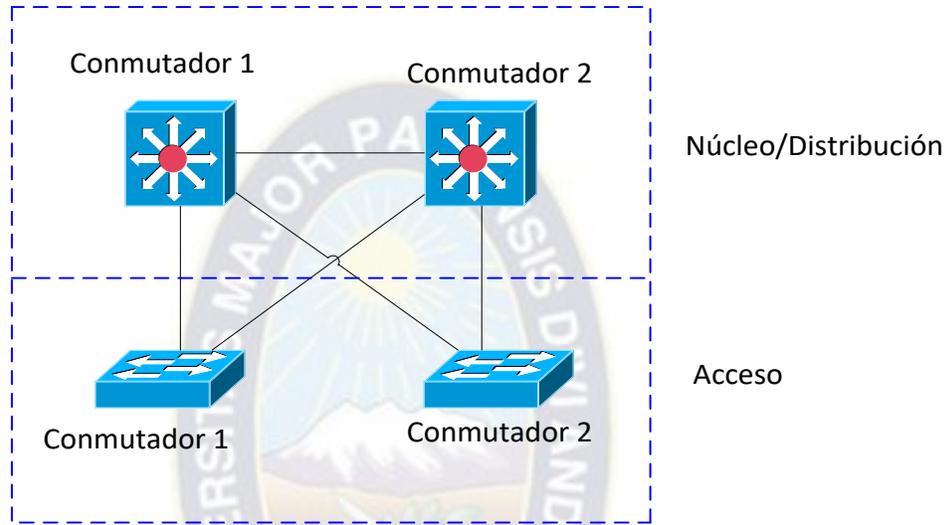


Figura 4. Esquema de red utilizado (Fuente. Elaboración propia)

Como se puede observar en la figura se tiene una redundancia de enlaces para que el esquema este totalmente protegido ante la falla de algún componente de la capa de Núcleo/Acceso.

Para la convergencia de la solución y para evitar bucles se recomendó equipos que soporten el protocolo “RPSVP”, protocolo encargado de la convergencia rápida del sistema a nivel capa dos para facilitar reacciones rápidas de la red ante cambios ocasionados por fallas.

A este esquema planteado se le agrego un enrutador de servicios integrados capaz de brindar distintos servicios para aplicaciones de telefonía, seguridad, etc. Este dispositivo en particular cuenta con la capacidad de brindar servicios de una puerta de enlace de telefonía

IP brindando puertos FXO para conectividad a la PSTN, puerto FXS para conectividad a dispositivos analógicos como ser faxes, servicios de VPN y firewall para seguridad perimetral en el límite de la LAN interna y la WAN.

Se resalta que la agregación de servicios es posible gracias a la incorporación de módulos de puertos y licenciamiento para servicios de voz y seguridad.

El esquema queda de la siguiente manera:

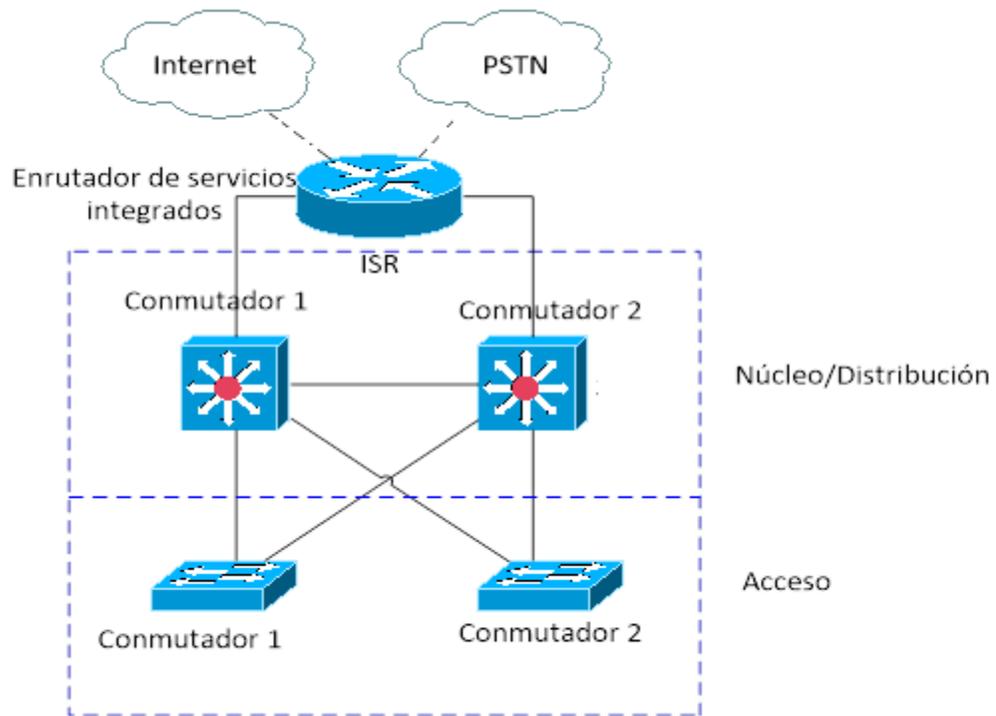


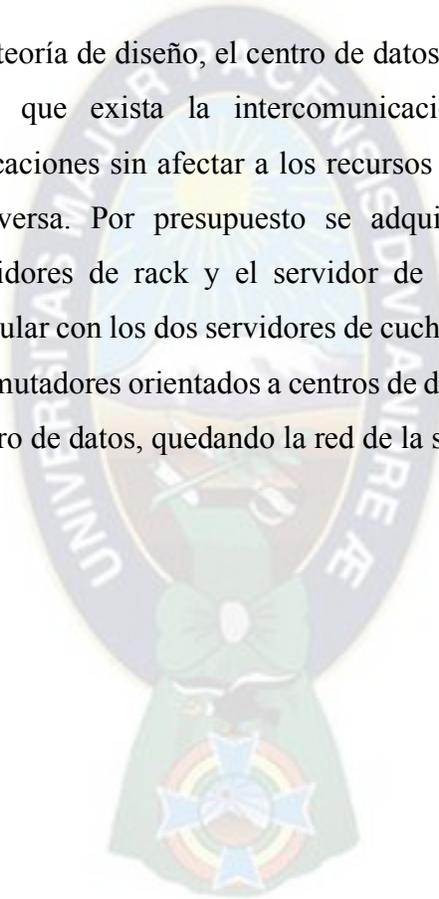
Figura 5. Esquema con salida a WAN (Fuente. Elaboración propia)

Ya con un esquema de red de área local definido (LAN), se agregaron los equipos correspondientes al centro de datos correspondiente a la granja de servidores. En esta fase inicial se consideraron dos áreas específicas, el área de aplicaciones desarrolladas como ser bases de datos, gestión de cámaras de seguridad, aplicaciones médicas y el área de servicios de comunicación con aplicaciones de colaboración

como ser control de llamadas, mensajería instantánea, mensajería de voz, centro de llamadas, etc.

Se consideraron dos servidores de rack y un chasis modular con dos servidores de cuchilla para aplicaciones desarrolladas para ofrecer suficiente capacidad de cómputo, almacenamiento para las aplicaciones a ser desarrolladas o adquiridas y uno para aplicaciones de comunicación brindadas por el fabricante.

Por teoría de diseño, el centro de datos debe contar una LAN propia para que exista la intercomunicación entre servidores y sus aplicaciones sin afectar a los recursos de la red de Campus LAN y viceversa. Por presupuesto se adquirió en la primera fase los servidores de rack y el servidor de comunicaciones y un chasis modular con los dos servidores de cuchilla adicionales más un par de conmutadores orientados a centros de datos que formaran la LAN del centro de datos, quedando la red de la siguiente forma:



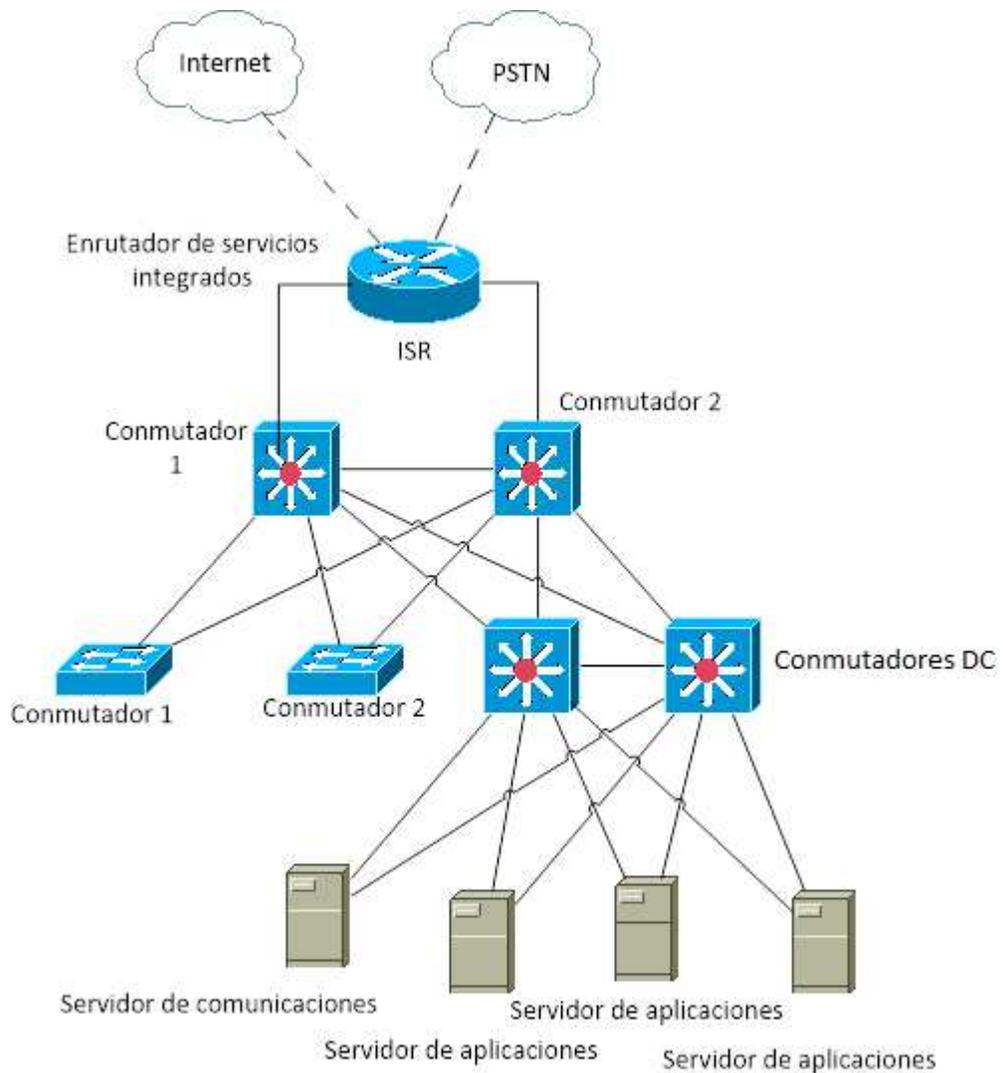


Figura 6. Esquema con servidores añadidos (Fuente. Elaboración propia)

Siendo la figura de arriba la estructura final que fue implementada, a esta adicionalmente se integró los puntos de acceso como dispositivos de borde en la red y los teléfonos que conformaran la solución final, se muestra también los centro de salud anexados como sucursales que dependerán del sitio central para comunicarse, quedando la solución de la siguiente forma:

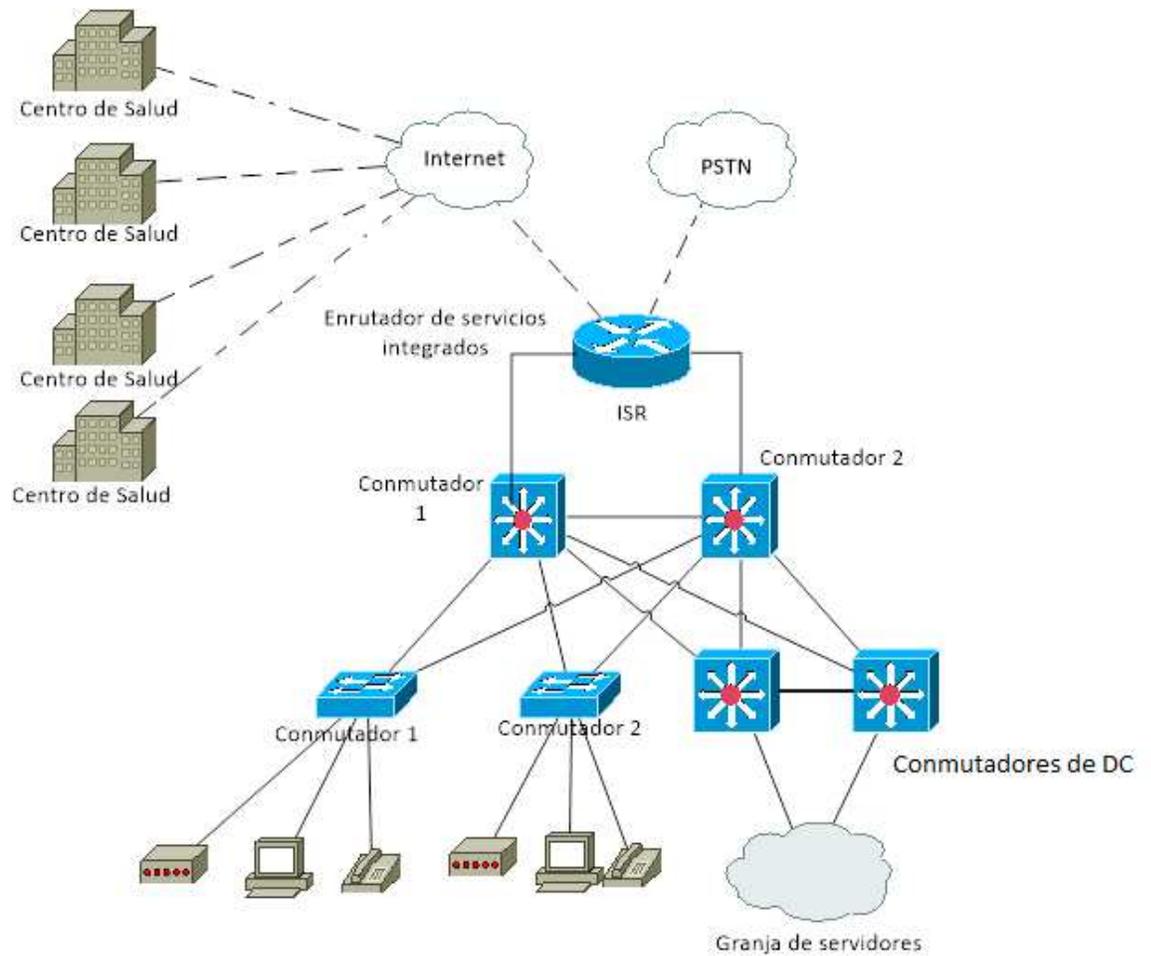


Figura 7. Esquema final de la solución (Fuente. Elaboración propia)

Ahora para cada sucursal o centro de salud se consideraron toman los siguientes puntos:

- Se usó un dispositivo de servicios integrados que maneja funcionalidades de enrutamiento para salir de la LAN, funcionalidades de conmutación para integrar la LAN y seguridad básica para proteger la LAN.
- Dispositivos de comunicación que se integren a la solución de colaboración centralizada

Bajo estas premisas la red en las sucursales fue diseñada de la siguiente forma:

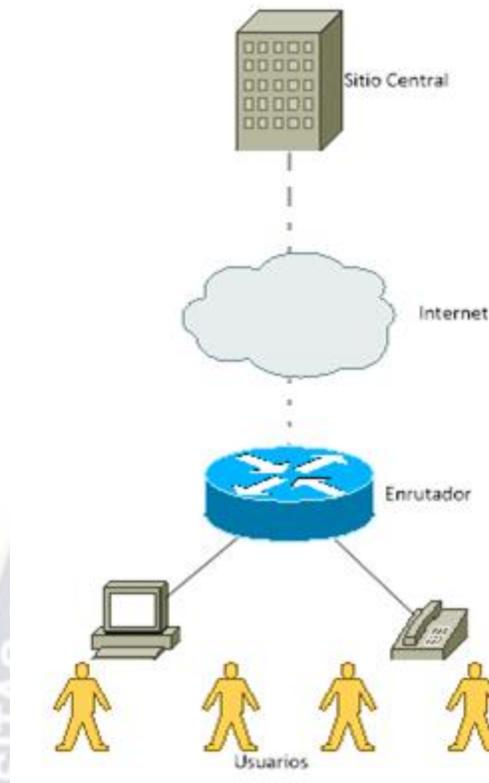


Figura 8. Esquema de red de los sitios remotos (Centros de salud) (Fuente. Elaboración propia)

También se muestra en la siguiente tabla las coordenadas de los 29 establecimientos de salud que fueron propuestos para ampliar la red inicial del proyecto en una segunda etapa:

Número	Establecimiento	Latitud	Longitud
1	Hospital Daniel Bracamonte	-19,5828	-65,7658
2	C.S. Yocalla	-19,4999	-65,8168
3	C.S. Tacobamba	-19,2499	-65,5001
4	C.S. Porco	-19,7954	-65,9852
5	C.S. Puna	-19,7973	-65,5055
6	C.S. Ckochas	-19,6335	-65,288
7	C.S. Betanzos	-19,553	-65,4538
8	Hospital San Juan de Dios (Cotagaita)	-20,8166	-65,6599
9	C.S. Vitichi	-20,2067	-65,4938

10	Hospital Ocuri	-18,8413	-65,795
11	C.S. Pocoata (Santa Bárbara)	-18,6995	-66,1635
12	C.S. Colquechaca	-18,7014	-66,0039
13	C.S. Ravelo	-18,8076	-65,5118
14	C.S. San Luis de Sacaca	-18,07	-66,3828
15	C.S. Corazón de María de Caripuyo	-18,2321	-66,5848
16	C.S. San Pedro de Buena Vista	-18,2668	-65,9845
17	C.S. Torotoro	-18,1354	-65,7608
18	C.S. Renato Castro Arampampa	-17,8772	-66,0832
19	C.S. El Buen Samaritano (Acacio)	-18,0267	-66,0581
20	C.S. Tupiza - Eduardo E guía	-21,4407	-65,7183
21	C.S. Hospital Civil Atocha	-20,9351	-66,2203
22	C.S. San Pablo de Lipez	-21,6875	-66,6224
23	Hospital General Madre Obrera Llalagua	-18,4256	-66,5765
24	Hospital San Juan de Dios (Chayanta)	-18,784	-65,953
25	Hospital General José Eduardo Pérez	-20,4604	-66,8266
26	C.S. Tahua	-19,8498	-68,2504
27	C.S. San Martin de Porres LLica	-19,8489	-68,2517
28	C.S. Colcha K	-20,7412	-67,6602
29	Hospital San Roque	-22,0832	-65,5929

Tabla 8. Listado y ubicación geo-referencial de los centros de salud participantes (Fuente. Elaboración propia)

2.2.3 Descripción de equipamiento usado para la red

Para la solución a ofertar se trabajó con la marca Cisco Systems debido a que ofrecía la integración de todas las soluciones ofertadas (Centro de datos, telefonía, routing, switching, seguridad y acceso inalámbrico) lo garantizaba una interoperabilidad y gestión unificada bajo soporte directo de fábrica a través de servicios de contrato tipo “smartnet” con tiempos de reemplazo de partes en menos de 24 horas después de reportada la falla, todo esto a costos acordes al presupuesto para el proyecto.

2.2.3.1 Conmutadores de Core/Distribución y Acceso

A continuación, se muestra una tabla extraída de guías oficiales de certificación de la marca Cisco en la que se muestra una comparativa entre las distintas gamas de conmutadores ofrecidos por la marca:

TABLA COMPARATIVA			
Nombre del dispositivo	No de puertos	Tipos de puertos	Funciones del dispositivo
 <p>Catalyst Express 500</p>	Hasta 24 puertos de 10/100 con PoE opcional o 12 puertos de 10/100/1000	Puertos PoE Puertos Fast Ethernet Puertos enlace con doble utilidad	<ul style="list-style-type: none"> Seguridad integrada como Firewall, protección contra Hackers, encriptación y VPN's para conexiones seguras. La posibilidad de escoger entre equipos Fast Ethernet o Gigabit Ethernet, o con PoE o sin PoE, de acuerdo a su presupuesto, y a sus necesidades de transmisión. Soporte para VLAN's, para dividir de forma lógica áreas sensibles de su empresa, o para poder darle de forma segura acceso a Internet a sus visitas, sin comprometer la protección a servidores, computadoras o impresoras que manejen información crítica de su empresa. Administración del Equipo via consola gráfica, para una fácil operación del equipo. Calidad de Servicio (QoS) para priorizar tráfico de Voz, Video y Datos críticos.
 <p>Catalyst 2960</p>	Total de Puertos 10/100 Ethernet 7, 8, 24 o 48. Número máximo de PoE (IEEE 802.3af) Puertos 24 a 48 puertos de hasta 30W.	Puertos Fast Ethernet Puertos PoE	<ul style="list-style-type: none"> Fácil de usar y actualizar, de configuración fija Fast estos switches de acceso Ethernet ofrecen capa superior de 2 capacidades de defensa de amenazas y capa de base 3 enrutamiento estático con 16 rutas. Una amplia gama de funciones de software para hacer las operaciones de negocio fácil, muy seguro y sostenible, y ayudar a ofrecer una experiencia en red sin fronteras Cisco Smart Install para simplificar la implementación Auto Smartports de Cisco para automatizar la configuración del dispositivo.
 <p>Catalyst 3560</p>	Ocho, Veinticuatro o cuarenta y ocho puertos de 10/100/1000 Mbps con PoE. De 2 Hasta 4 puertos basados en SFP Gigabit Ethernet.	Puertos Fast Ethernet Puertos PoE	<ul style="list-style-type: none"> El Cisco Catalyst 3560 Series V2 son de última generación, de bajo consumo, la capa 3 switches Fast Ethernet. Estos switches nuevo soporte Cisco EnergyWise tecnología, que ayuda a las empresas a gestionar el consumo de energía de la infraestructura de red y los dispositivos conectados a la red, reduciendo así sus costos de energía y su huella de carbono. Los nuevos switches consumen menos energía que sus predecesores y son ideales switches de capa de acceso para empresas, comercio minorista, y entornos de sucursales. Ellos le ayudan a maximizar la productividad y proporcionar protección de la inversión al permitir que una red unificada para datos, voz y video.
 <p>Catalyst 3750</p>	48 puertos Ethernet 10/100/1000 y 2 enlaces ascendentes 10 Gigabit Ethernet X2. Puertos de enlace ascendente SFP dobles.	Puertos Fast Ethernet Puertos de enlace ascendente SFP dobles.	<ul style="list-style-type: none"> Software IP Base incluye avanzada de la calidad de servicio (QoS), limitación de velocidad, las listas de control de acceso (ACL), Open Shortest funcionalidad Path First (OSPF) para el acceso enrutado, e IPv6. El software de servicios IP proporciona un conjunto más amplio de características de clase empresarial, incluyendo unidifusión IP avanzada basada en hardware y enrutamiento de multidifusión IP, así como enrutamiento basado en políticas (PBR).
 <p>Catalyst 4500</p>	Industria está ofreciendo sólo cambiar Cisco Universal Power Over Ethernet (UPOE) (134 puertos con 60 W por puerto), PoE + (269 puertos) y PoE (384 puertos). Se amplía hasta 384 puertos Gigabit de cobre, 300 puertos de fibra Gigabit o 100 puertos 10-Gigabit.	Puertos Fast Ethernet Puertos PoE Puertos Gigabit	<ul style="list-style-type: none"> Switches modulares permiten un alto rendimiento, móviles y experiencia de usuario segura. El Catalyst 4500 es el acceso principal de Cisco y la plataforma colapsada acceso / agregación para Borderless Redes. Ofreciendo hasta 848 Gbps en capacidad de conmutación y 250 Mpps en el rendimiento, Catalyst 4500 E-series los interruptores están optimizados para la comunicación unificada con alta densidad y PoE + POE, seguridad integrada de Cisco TrustSec y permiten la máxima disponibilidad para aplicaciones de voz, video y crítico con servicios como Stateful conmutación, sin dejar de reembar, y en el servicio actualizaciones de software.
 <p>Catalyst 4900</p>	Hasta 48 puertos de 10/100/1000 con cuatro puertos SFP o 48 puertos de 10/100/1000 con dos puertos de 10GbE.	Puertos Fast Ethernet Puertos de enlace SFP Puertos Gigabit	<ul style="list-style-type: none"> Los switches de la serie Catalyst 4900 están diseñados y optimizados para la conmutación del servidor al permitir velocidades de reenvío muy altas. Cisco Catalyst 4900 no es un switch típico de la capa de acceso. Es un switch especial de la capa de acceso diseñado para implementaciones del centro de datos en donde es posible que haya muchos servidores cercanos. La serie de switches admite suministros de energía redundante y dual además de ventiladores que se pueden intercambiar mientras el switch se está ejecutando. Esto permite que los switches logren una disponibilidad superior, lo que es esencial en las implementaciones de centros de datos.
 <p>Catalyst 6500</p>	Hasta 1152 puertos de 10/100, 577 puertos de 10/100/1000, 410 puertos SFP Gigabit Ethernet o 64 puertos de 10 Gigabit Ethernet	Puertos Fast Ethernet Puertos de enlace SFP Puertos Gigabit	<ul style="list-style-type: none"> El switch modular de la serie Catalyst 6500 se optimiza para redes seguras y convergentes de voz, video y datos. Catalyst 6500 puede administrar el tráfico en las capas de distribución y núcleo. La serie Catalyst 6500 es el switch de Cisco de más alto rendimiento que admite velocidades de reenvío de hasta 720 Gb/s. Catalyst 6500 es ideal para ámbitos de redes muy grandes hallados en empresas, compañías medianas y prestadores de servicios. proporciona una amplia gama de opciones de configuración y precio/rendimiento. Además, las diferentes versiones contienen diversos tipos de interfaces para redes LAN, WAN y MAN, y pueden disponer de un número variable de puertos.

Tabla 9. Tabla Comparativa de conmutadores (Fuente. www.cisco.com)

Con más detalle se muestran los equipos elegidos para cumplir las funciones de núcleo/distribución y acceso

2.2.3.1.1 Conmutadores de Núcleo/Distribución



Figura 9. Conmutadores de Núcleo/Distribución (Fuente. www.cisco.com)

Para la implementación de esta capa en la red diseñada se planteó usar el modelo de conmutador Cisco 3560X, a continuación un detalle de las características de este equipo:

- Conmutador del tipo empresarial (Enterprise).
- Capacidad de 24 puertos con velocidad 10/100/1000, es decir hasta Giga-Ethernet en cobre.
- Opción a crecimiento adicional con módulos de puertos extra con opción a 4 puertos giga Ethernet o 2 puertos 10 giga Ethernet para futuro crecimiento.
- Redundancia en energización, es decir soporte para una fuente de alimentación extra además de la que tiene instalada.
- Puerto de administración y gestión fuera de línea.
- Soporte de funcionalidades de capa 2.
- Soporte de funcionalidades de capa 3, protocolos de enrutamiento RIP, EIGRP, OSPF mediante la imagen IP Base.

- Capacidad de asignación de niveles de calidad de servicio y seguridad.
- Capacidad de conmutación total igual a 160 Gbps
- Tasa de envío equivalente a 65.5 millones de paquetes por segundo (mpps).

2.2.3.1.2 Conmutadores de Acceso



Figura 10. Conmutadores de Acceso (Fuente. www.cisco.com)

En el caso de la capa de acceso se planteó usar el modelo de conmutador Cisco 2960, a continuación un detalle de las características de este equipo:

- Conmutador del tipo empresarial.
- Capacidad de 24 puertos con velocidad 10/100, es decir hasta Fast-ethernet en cobre.
- Capacidad adicional de 2 puertos del tipo Ethernet de doble propósito (cobre y fibra) con velocidad Giga Ethernet.
- Soporte de energización sobre Ethernet (Power over Ethernet) para alimentar dispositivos a través del cable de red mediante el protocolo 802.3af en los 24 puertos inicialmente mencionados. Se tiene una capacidad disponible para esta

función de 370W, lo que implica un soporte de 15W por puerto.

- Soporte de funcionalidades de capa 2 mediante la imagen LAN Base.
- Capacidad de conmutación igual a 32 Gbps.
- Tasa de envío equivalente de 41.7 millones de paquetes por segundo (mpps).

2.2.3.2 Enrutador de servicios integrados

A continuación, se muestra una tabla extraída de guías oficiales de certificación de la marca Cisco en la que se muestra una comparativa entre las distintas gamas de enrutadores ofrecidos por la marca:

	Cisco ISR 1941 y 1941W	Cisco ISR 2901	Cisco ISR 2911	Cisco ISR 2921	Cisco ISR 2951	Cisco ISR 3925	Cisco ISR 3945
Especificaciones físicas (alto x ancho x profundidad)	2 unidades de bastidor (2 RU) x 13,5 x 11,5 pulg. (44,5 x 342,9 x 292,1 mm)	1 RU x 17,25 x 17,3 pulg. (44,5 x 438,2 x 439,4 mm)	2 RU x 17,25 x 12 pulg. (88,9 x 438,2 x 304,9 mm)	2 RU x 17,25 x 18,5 pulg. (88,9 x 438,2 x 469,9 mm)	2 RU x 17,25 x 18,5 pulg. (88,9 x 438,2 x 469,9 mm)	3 RU x 17,25 x 18,75 pulg. (133,35 x 438,15 x 476,25 mm)	3 RU x 17,25 x 18,75 pulg. (133,35 x 438,15 x 476,25 mm)
Módulos de servicio	0	0	1	1 ancho simple (SW) o 1 doble ancho (DW)	2 SW o 1 DW	2 SW o 1 SW + 1 DW	4 SW o 2 SW + 1 DW
EHWC	2 SW o 1 SW + 1 DW	4 SW o 2 DW	4 SW o 2 DW	4 SW o 2 DW	4 SW o 2 DW	4 SW o 2 DW	4 SW o 2 DW
ISM	1 (0 para Cisco 1941W)	1	1	1	1	1	1
Puertos Gigabit Ethernet integrados	2 RJ-45	2 RJ-45	3 RJ-45	2 RJ-45 + 1 RJ-45 o 1 factor de forma pequeño enchufable (SFP) ¹	2 RJ-45 + 1 RJ-45 o 1 SFP ¹	1 RJ-45 + 2 RJ-45 o 2 SFP ¹	1 RJ-45 + 2 RJ-45 o 2 SFP ¹
Ranuras para PVDM3	0	2	2	3	3	4	4
Memoria predeterminada/máxima	256 MB /2.256 GB ²	512 MB /2.5 GB ²	512 MB /2.5 GB ²	512 MB /2.5 GB ²	512 MB /4 GB ²	1 GB /4 GB ²	1 GB /4 GB ²
Memoria	256 MB /4 GB ³	256 MB /4 GB ³	256 MB /4 GB ³	256 MB /4 GB ³	256 MB /4 GB ³	256 MB /4 GB ³	256 MB /4 GB ³

Tabla 10. Tabla comparativa ISR familia Enterprise (Fuente. www.cisco.com)

Hardware	Cisco 881 ISR	Cisco 881G ISR	Cisco 891 ISR	Cisco 1905 ISR	Cisco 1921 ISR
Software	c880-advipservicesk9	c880-advipservicesk9	c880-advipservicesk9	c880-advipservicesk9	c880-advipservicesk9
					
Size	1.75 x 12.8 x 10.4 in.	1.75 x 12.8 x 10.4 in.	1.75 x 12.8 x 10.4 in.	1.73 x 13.5 x 10.8 in.	1.73 x 13.5 x 10.8 in.
Power	100 to 240 VAC	100 to 240 VAC	100 to 240 VAC		
Interfaces	10/100-Mbps Fast Ethernet 4-port 10/100 Mbps managed switch (3) 802.11 b/g antennas	10/100-Mbps Fast Ethernet 4-port 10/100 Mbps managed switch (3) 802.11 b/g antennas	(1) GigE (1) Fast Ethernet 8-port 10/100 Mbps managed switch (3) 802.11 b/g antennas	(1) slots for IT environment provided EHWICs (1) Serial WIC (1) USB Console Port (1) Serial Console Port (1) Auxiliary Port (2) 10/100/1000 Port	(2) slots for IT environment provided EHWICs (1) USB Console Port (1) Serial Console Port (1) Auxiliary Port (2) 10/100/1000 Port

Tabla 11. Tabla comparativa ISR familia Small Business (Fuente. www.cisco.com)

2.2.3.2.1 Enrutador de servicios integrados Sitio Central



Figura 11. Enrutadores de servicios integrados (Fuente. www.cisco.com)

El equipo elegido fue el enrutador de la familia 2900, específicamente el 2901. Este además de las funciones de enrutamiento propias del dispositivo, al ser un enrutador de servicios integrados tiene la capacidad de cumplir con otras funcionalidades orientadas a brindar servicios de distintas índoles. En este caso en especial cumple funciones de servicios orientas a voz y de seguridad.

Las siguientes características muestran lo especificado anteriormente:

- Soporte de protocolos de capa 3 como ser RIP, OSPF EIGRP, BGP.
- Encapsulación para conectividad a la WAN.

- Soporte de administración de tráfico como ser calidad de servicio, encolamiento basado en clases.
- Soporte como Gateway de voz para servicios de colaboración.
- Soporte de supervivencia remota en caso de falla de servicios de colaboración.
- Capacidad de 12 puertos FXO para entrada y salida de llamadas desde la PSTN.
- Capacidad de 2 puestos del tipo FXS para conectividad de equipos analógicos como ser faxes.
- Software integrado de seguridad IOS Firewall, IP Sec, VPN
- Memoria RAM de 512 MB y memoria flash de 256MB.
- Dos puertos de conectividad a la WAN del tipo 10/100/1000

2.2.3.2.2 Enrutadores de Centros de Salud anexados



Figura 12. Enrutadores de centros de salud anexos (Fuente. www.cisco.com)

El enrutador de servicios integrados designado a los centros de salud anexos elegido es el 881. Este debe cumplir varias funciones de seguridad como ser firewall de borde, capacidad de creación de VPNs, conmutación y enrutamiento. Será el equipo encargado de

conectar los centros de salud tipo sucursales con el sitio central. Este equipo tiene las siguientes características:

- Ocho puertos 10/100/1000, cuatro de estos con capacidad de PoE
- Soporte para vLAN de voz
- Funcionalidades de enrutamiento capa 3 con protocolos de compuerta interior y exterior
- Seguridad en puertos y filtrado de MAC
- Características de encolamiento y QoS para priorización de paquetes

2.2.3.3 Puntos de acceso

A continuación, se muestra una tabla en la que se muestra una comparativa entre las distintas gamas de enrutadores ofrecidos por la marca:

	Aironet 1600 Series	Aironet 2800 Series	Aironet 3800 Series	Aironet 4800	100 Series Access Points
Key Features					
Wi-Fi standards	802.11 ^a /g/n	802.11 ^a /b/g/n/ac W2	802.11 ^a /b/g/n/ac W2	802.11 ^a /b/g/n/ac W2	802.11n/ac
Target deployment	Small or midsize enterprise	Midsized to large enterprise requiring advanced features	Midsized to large enterprise requiring mission-critical traffic	Large enterprise organizations requiring mission-critical traffic	Small or home office
Radio Specifications					
Antenna type	Internal	Internal (2802i); external (2802e)	Internal (3802i); external (3802e, 3802p)	Internal	Internal
Modularity support	-	-	Yes	-	-
Number of radios	Dual (2.4 GHz and 5 GHz)	Dual (XOR and 5 GHz)	Dual (XOR and 5 GHz)	Four (2 x XOR, 5GHz, and BLE)	2 x WAP 150/131; 1 x WAP 121
Combined maximum data rate	300 Mbps	5 Gbps	5 Gbps	5 Gbps	300 Mbps
MIMO radio design: number of spatial streams	3x3:2 MU/SU-MIMO	4x4:3 MU/SU-MIMO	4x4:3 MU/SU-MIMO	4x4:3 MU/SU-MIMO	2x2:2 MIMO
Channel width	20 MHz (2.4 GHz); 20/40/80 MHz (5 GHz)	20 MHz (2.4 GHz); 20/40/80/160 MHz (5 GHz)	20 MHz (2.4 GHz); 20/40/80/160 MHz (5 GHz)	20 MHz (2.4 GHz); 20/40/80/16	2.4 GHz and 5 GHz

				0 MHz (5 GHz)	
Concurrent MU-MIMO	2	3	3	3	-
Maximum clients	100	400	400	400	32
Maximum clients with ClientLink enabled	-	256	256	256	-
Stand Alone Access Point Option	-	With Mobility Express	With Mobility Express	With Mobility Express	-
Ethernet support	Up to 3 x 1 GE	2 x GE	1 x multigigabit; 1 x GE	1 x multigigabit; 1 x GE	802.3af (WAP 121); 802.3af/at (WAP 150/131)
USB port	Yes for 1815t	Yes	Yes	Yes	-
Bluetooth Low Energy (BLE)	Yes for all models except 1815t	-	-	Yes	-
Software and Security					
Beam forming	Transmit Beam Forming (TxBF)	ClientLink 4.0 and Transmit Beam Forming (TxBF)	ClientLink 4.0 and Transmit Beam Forming (TxBF)	ClientLink 4.0 and Transmit Beam Forming (TxBF)	-
RF interference avoidance	-	Yes, CleanAir	Yes, CleanAir	Yes, CleanAir	-
VideoStream	Yes	Yes	Yes	Yes	-
Band Select	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Rogue access point detection	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Adaptive Wireless Intrusion Protection System (wIPS)	-	Yes	Yes	Yes	-
OfficeExtend	-	-	-	-	-
FlexConnect	Yes	Yes	Yes	Yes	-
Mobility Express	-	Yes	Yes	Yes	-
Power and Environment					
Power options	PoE or AC/DC	802.3at PoE+	AC/DC, 802.3at PoE+, Universal PoE	AC/DC, 802.3at PoE+, Universal PoE	12V power adapter Included; 802.3af PoE; SB-PWR-INJ2-xx injector p/n
Temperature range	0 to 40°C	0 to 40°C (2802i); -20 to 50°C (2802e)	0 to 40°C (3802i); -20 to 50°C (3802e)	0 to 40°C	0 to 40°C
Limited Lifetime Warranty	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes

Tabla 12. Tabla comparativa de Puntos de acceso (Fuente. www.cisco.com)



Figura 13. Puntos de Acceso (Fuente. www.cisco.com)

Los dos puntos de acceso utilizados brindaran conectividad de soporte a la red para la conectividad de otros dispositivos. En este caso en particular no se necesitó utilizar una controladora de puntos de acceso debido a la cantidad de equipos utilizados, acá es importante resaltar que los modelos elegidos tienen la capacidad de funcionar en modo individual como en modo agrupado.

Las características de este equipo son:

- Soporte para 802.11^a/g/n
- Soporte de banda dual, es decir que el dispositivo trabaja tanto en 2,4 y 5 GHz.
- Antenas internas integradas con una ganancia 4.0 dBi en ambas bandas de trabajo.
- Transferencia de datos de hasta 300Mbps
- 32 MB de memoria flash y 256 MB de memoria RAM
- Alimentación vía PoE o por fuente de alimentación

2.2.3.4 Servidor de Aplicaciones



Figura 14. Servidor de aplicaciones (Fuente. www.cisco.com)

El servidor de aplicaciones alojará de forma local las aplicaciones propias del centro de coordinación, para tal efecto se consideraron las siguientes características:

- Servidor de tipo rack
- Dos procesadores de 2.4 GHz con cuatro núcleos cada uno
- Capacidad en memoria RAM equivalente a 16 GB.
- Dos discos instalados de 1TB cada uno.
- Tarjeta de red con cuatro puertos 1Gb.
- Licencia VMWare Vsphere para ambos núcleos
- Soporte de conexión para KVM

Este servidor en especial tiene capacidad de crecimiento en almacenamiento y memoria RAM, contando con 22 compartimientos vacíos para discos duros y otros 22 libres para la instalación de pastillas de memoria.

Posee redundancia en alimentación de energía con dos fuentes activas y dos ventiladores para refrigeración

2.2.3.5 Solución de colaboración

2.2.3.5.1 Servidor de telefonía

Este equipo es el encargado de albergar las aplicaciones correspondientes a la central telefónica como ser: Control de llamadas, mensajería instantánea, presencia central telefónica y centro de llamadas

Las características físicas del servidor son:

- Dos procesadores de 2.4 GHz con cuatro núcleos
- Memoria RAM de 32 GB
- Capacidad de almacenamiento de 4TB
- Dos puertos Gigabit Ethernet
- Fuente de alimentación redundada
- Características del control de llamadas:
 - Procesamiento de la llamada
 - Control de señalización SIP
 - Administración del plan dial
 - Administración de los teléfonos
- Soporte de voz y video
- Gestión a través de HTTPS
- Gestión de calidad de servicio
- Soporte para 1000 internos y 1000 dispositivos

- Central Telefónica
- Soporte de las siguientes características:
- Restricción de llamada
- Movilidad a través de perfiles
- Atención automática de llamadas
- Derivación de llamada
- Llamada en espera

Mensajería con las siguientes características:

- Sincronismo con plataforma de correo electrónico interna
- Mensajería de voz con grabado, borrado y reenviado
- Mensajería Instantánea
- Capacidad de ofrecer servicios de presencia con información en tiempo real de estado y disponibilidad
- Centro de llamadas
- Soporte para atención al cliente mediante agentes de centro de llamadas:
- Respuesta interactiva de voz saliente
- Interacción con agente vía e-mail
- Interacción con agente vía web-chat
- Monitoreo, gestión y control de agentes

- Gestión de calidad

2.2.3.5.2 Teléfonos

Para este apartado la tabla comparativa se encuentra en el anexo B, debido a la gran cantidad de teléfonos disponibles

2.2.3.5.2.1 Teléfono Operadores Centro de llamadas 7942G

Los teléfonos bajo esta área tienen las siguientes características básicas:

- Soporte de dos líneas independientes
- Soporte de estándar de señalización SIP
- Pantalla monocromática 320x222 pixeles
- Soporte de los códecs G711a, G711u, G729a
- Botonera estándar
- Gestión de llamada estándar
- Soporte de alimentación con PoE

2.2.3.5.2.2 Teléfono para resto del personal (6921)

Los teléfonos para esta área tienen las siguientes características básicas:

- Soporte para dos líneas independientes
- Soporte de estándar de señalización SIP
- Pantalla monocromática de 396x81 pixeles
- Conectividad suficiente para conectarse a la LAN y a PC (dos puertos)
- Soporte de los codecs G711a, G711u, G729a

- Botonera estándar
- Gestión de llamada estándar
- Soporte de alimentación por PoE

2.2.3.5.2.3 Teléfonos para sala de Reuniones (cp-7937)

Los teléfonos para esta área tienen las siguientes características:

- Pantalla monocromática de 255x128 pixeles
- Soporte de los codecs G711a, G711u, G729a
- Micrófono externo
- Parlantes externos
- Botonera estándar
- Gestión de llamada estándar
- Soporte de alimentación por PoE

2.2.3.5.2.4 Teléfonos centros de salud anexados (7821)

Los teléfonos para esta área tienen las siguientes características básicas:

- Soporte para dos líneas independientes
- Soporte de estándar de señalización SIP
- Pantalla monocromática de 384x106 pixeles
- Conectividad suficiente para conectarse a la LAN y a PC (dos puertos)
- Soporte de los códec G711a, G711u, G729a

- Botonera estándar
- Gestión de llamada estándar
- Soporte de alimentación por PoE

2.2.3.5.3 Chasis para servidor de cuchillas, unidades de gestión y servidores



Figura 15. Chasis de servidores (Fuente. www.cisco.com)

Este dispositivo está diseñado para soportar la gestión y el manejo de ocho servidores del tipo cuchilla, básicamente ofrece una gran capacidad de cómputo y memoria bajo poco espacio ocupado.

El equipo tiene las siguientes características:

- Unidad de gestión redundada para todos los servidores soportados bajo los denominados “fabric extenders”, que funcionan como conmutadores de alta velocidad.
- Cuatro fuentes de alimentación AC para alta redundancia
- Ocho ventiladores para enfriamiento
- Capacidad de transmisión agregada de 1.2 Tbps
- Ocho ranuras para servidores de tipo cuchilla

2.2.3.5.4 Servidores de cuchilla

2.2.3.5.4.1 Servidor de cuchilla Tipo 1

Estos servidores servirán para incrementar la capacidad de cómputo para aplicaciones futuras, para tal efecto se consideraron las siguientes características:

- Dos procesadores de 2.4 GHz con catorce núcleos cada uno.
- Capacidad en memoria RAM equivalente a 256 GB
- Dos discos instalados de 1TB cada uno
- Tarjeta de red virtual para obtener MACs virtuales
- Licencia VMWare Vsphere para ambos núcleos

2.2.3.5.4.2 Servidor de cuchilla tipo 2

Estos servidores servirán para incrementar la capacidad de cómputo para aplicaciones futuras, para tal efecto se consideraron las siguientes características:

- Dos procesadores de 2.1 GHz con ocho núcleos cada uno
- Capacidad en memoria RAM equivalente a 128 GB
- Dos discos instalados de 1TB cada uno
- Tarjeta de red virtual para obtener MACs virtuales
- Licencia VMWare Vsphere para ambos núcleos

2.2.3.5.5 Conmutadores de Centro de datos

Para los conmutadores de centros de datos, se presenta la siguiente tabla comparativa de equipos dedicados a cumplir el rol deseado:

Nexus 9300 1/10GBaseT Switches

	Nexus 9372TX	Nexus 9396TX	Nexus 93120TX	Nexus 93128TX	Nexus 93108TC-EX	Nexus 9348GC-FXP	Nexus 93108TC-FX
Usage	ACI leaf, top of rack, end of row	ACI leaf, top of rack, end of row	ACI leaf, top of rack, end of row	ACI leaf, top of rack, end of row	ACI leaf, top of rack, end of row, powered by Cloud Scale	ACI leaf, top of rack, end of row, powered by Cloud Scale	ACI leaf, top of rack, end of row, powered by Cloud Scale
Form factor	1 RU	2 RU	2 RU	3 RU	1 RU	1RU	1RU
Throughput (Tbps)	1.44	1.92	2.4	2.56	2.16	0.896	2.16
100 M copper ports	48	48	96	96	48	48	48
1 GE copper ports	48	48	96	96	48	48	48
10 GE copper ports	48	48	96	96	48	-	48
10/25 GE ports						4	
40 GE ports	6	6 or 12	6	6 or 8	6	2	6
100 GE ports	No	4	No	4	6	2	6
Latency (microseconds)	~4	~4	~4	~4	~2.5	~2.5	~2.5
Buffer (MB)	37	52	52	52	40	40	40
Power supply (watts); 2 per switch	650	650	1200	1200	650	360	500
Typical power (watts)	375	427	542	582	290	178	276
Minimum software version	N9KDK9-61213.3A/ACI-N9KDK9-11.1	N9KDK9-61213.3A/ACI-N9KDK9-11.1	NXOS-70312.2A/ACI-N9KDK9-11.2	N9KDK9-61213.3A/ACI-N9KDK9-11.1	NXOS-70314.3/ACI-N9KDK9-12.0	NXOS-70317.1/ACI-N9KDK9-13.0	NXOS-70317.1/ACI-N9KDK9-12.2A
Orderable	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
SKU	N9K-C9372TX	N9K-C9396TX	N9K-C93120TX	N9K-C93128TX	N9K-C93108TC-EX	N9K-C9348GC-FXP	N9K-C93108TC-FX
Operating System	NX-OS, ACI	NX-OS, ACI	NX-OS, ACI				

Tabla 13. Tabla comparativa de conmutadores para centros de datos (Fuente. www.cisco.com)

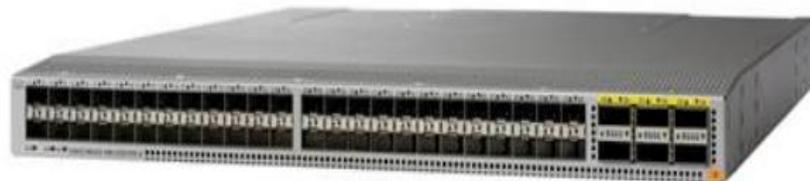


Figura 16. Conmutadores de centro de datos (Fuente. www.cisco.com)

Para un adecuado funcionamiento del centro de datos es necesario se tengan conmutadores capaces de transmitir información a altas velocidades (10 Gbps en centros de datos) ya que el tráfico de esta desde/hacia la LAN requieren rapidez y robustez.

Para la implementación de una pequeña capa de acceso en el centro de datos se planteó usar un par de conmutadores Cisco Nexus9372, a continuación, un detalle de las características de este equipo:

- Conmutador del tipo multicapa para centro de datos.

- Capacidad de 48 puertos con velocidad 10/100/1000/10000, es decir hasta 10 Giga-Ethernet en formato SFP cobre/fibra.
- Seis puertos en arreglo 40 Gbps para la subida a capas superiores
- Latencia de 1-2 microsegundos
- Redundancia en energización, es decir que cuenta con una fuente de alimentación extra.
- Puerto de administración y gestión fuera de línea.
- Soporte de funcionalidades de capa 2.
- Soporte de funcionalidades de capa 3, protocolos de enrutamiento RIP, EIGRP, OSPF mediante la imagen IP Base.
- Capacidad de asignación de niveles de calidad de servicio y seguridad
- Capacidad de conmutación total igual a 1.44 Tbps
- Tasa de envío equivalente a 1150 mpps.

2.3 Conclusiones y recomendaciones.

2.3.1 Resultados principales.

Después del desarrollo e implementación del presente proyecto se tienen las siguientes conclusiones:

- Se diseñó un punto de atención (Centro Regulador) a través del cual médicos especialistas y profesionales afines pueden viabilizar la atención de emergencias a centros de salud en diferentes lugares del departamento de Potosí, ofreciendo una respuesta más rápida y precisa.

- La red ofrece una capacidad de crecimiento y versatilidad en rendimiento que facilitará la optimización de los servicios brindados a medida que las comunicaciones vayan mejorando y/o ampliándose la red.
- Se consideró de manera especial la norma ANSI/TIA-1179 referida a telemedicina que recomienda flexibilidad y redundancia por tratarse de la salud humana.

2.3.2 Recomendaciones.

Las recomendaciones pertinentes las dividiremos en dos la parte profesional y la parte académica

Profesionalmente se tienen las siguientes recomendaciones:

- La estructuración y planificación es el paso principal que se debe seguir para obtener buenos resultados al momento de desarrollar un proyecto en tecnología. En este caso una jerarquización entre equipos activos y pasivos fue necesaria para optimizar el despliegue de la solución solicitada.
- El desarrollo de un proyecto implica un constante intercambio de ideas entre el usuario final y el equipo de ingeniería a cargo del proyecto, esto con el fin de lograr aterrizar la solución de la forma más eficiente posible y así evitar sobredimensionamientos o dimensionamientos disminuidos en capacidad y/o rendimiento
- Se busca ofrecer e implementar tecnología que sea escalable en el tiempo para que de esta forma la institución tenga la posibilidad de crecer sin tener que realizar inversiones grandes nuevamente.
- Se debe ofrecer una solución que cumpla con parámetros de diseño basados en la norma de telemedicina, para que de esta forma el cliente este informado de todos los pros y contras y sea capaz de tomar

decisiones con pleno conocimiento al momento de hacer modificaciones.

Académicamente se tienen las siguientes recomendaciones:

- La constante actualización en cuanto a tecnologías se refiere nos da la ventaja de estar en constante evolución tecnológica, por lo que nuestra carrera debería ofrecer constantemente cursos con contenido renovado
- La transmisión de datos por IP se ha convertido en un pilar fundamental en las comunicaciones de hoy, es importante darle el énfasis necesario para colocar a nuestros profesionales en un rango competitivo en esta área.

3 ANÁLISIS DE LA ACTIVIDAD.

3.1 Desempeño Laboral.

El desempeño laboral ejercido por mi persona conlleva el colaborar con posibles soluciones a requerimientos y problemas en el área de las redes de computadoras.

El cargo ejercido es el de Ingeniero Preventa, que básicamente requiere:

- El tener conocimiento detallado del funcionamiento de distintas soluciones para poder inicialmente ofertar un diseño que cumpla con los requerimientos solicitados.
- Ofrecer variaciones que se adecuen a lo requerido dependiendo del caso en particular.
- Someterse a constante evaluación y actualización para obtener certificaciones que validen el conocimiento adquirido y puedan reflejar un valor agregado en la empresa.
- Tener conocimientos a nivel financiero para efectuar cotizaciones acordes.

- Relacionamiento directo con usuarios finales potenciales y fabricantes

3.2 **Formación Recibida en la UMSA.**

La formación académica recibida potencia valores de responsabilidad y compromiso que son fuertemente aplicados en el aspecto laboral. Básicamente toda el área de materias de carrera fue útil para para lograr un desempeño adecuado en el ejercicio de la profesión. La calidad docente siempre fue un referente y marca un hito al momento comparar la facilidad de adquirir, comprender e inclusive generar conocimiento.

Con la evolución constante de las tecnológicas de comunicación se considera que es necesario el tener una constante renovación en el temario de especialidades, además de ofrecer cursos con especialidades detalladas en tecnologías de comunicación como por ejemplo Redes de datos, transmisiones por F.O., Radio enlaces como un refuerzo a todo el temario que comprende la especialidad de telecomunicaciones en la carrera.

4 **BIBLIOGRAFIA**

- Guía de certificación CCNA 200-101 Edición 2015 Guía de certificación CCNA 200-120 Edición 2015
- Guía de diseño de redes CCDA 640-864 Edición 2013 <https://es.scribd.com/document/348016275/Erlang-B-Table-1> (Tabla Erlang-B)
- <https://www.talkpointtech.com/wp-content/uploads/2017/09/CiscoIPPhoneMatrix.pdf> (Tabla comparativa teléfonos)
- <http://www.who.int/about/es/> (web de la Organización mundial de la salud)
- <https://www.cisco.com/c/en/us/solutions/design-zone.html#~stickynav=3> (guía de diseños de Cisco.com)
- http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/194008/EB99_30_spa.pdf;jsessionid=2B15A2E32D3779306F353D7B95F1123F?sequence=1 (Informática de la salud y telemedicina OMS)
- <http://www.medynet.com/usuarios/jraguilar/documento%20de%20concenso%20en%20Centros%20coordinadores3.pdf> (Centro coordinador de urgencias médicas: Estructura y funciones)
- https://www.eldiario.net/noticias/2017/2017_05/nt170513/opinion.php?n=8&-preocupantes-problemas-de-salud-en-bolivia (Problemas de salud en Bolivia, El Diario)
- <https://www.paginasiete.bo/opinion/2015/4/22/crisis-sistema-salud-54160.html> (Crisis de salud en Bolivia, Página 7)

5 ANEXO A

Lista de números de parte y precios correspondientes a las órdenes de compra para el proyecto:

Ítem	Código	Descripción	Cantidad	Prec. Neto (Bs)	Total (Bs)
1	WS-C2960-24PC-L	Switch Capa 2, Catalyst 2960 24 10/100 PoE + 2 T/SFP LAN Base Image	2	9.360,22	18.720,44
2	CON-SNTE-C29602PC	SMARTNET 8X5X4 Cat2960 24 10/100 PoE-2T/SFP LAN Bse Im	2	1.479,66	2.959,32
3	WS-C3560X-24T-S	Catalyst 3560X 24 Port Data IP Base	2	19.204,57	38.409,14
4	CON-SNTE-3560X2TS	SMARTNET 8X5X4 Cat 3560X 24 Port Data IP Base	2	2.538,49	5.076,98
5	C2901-VSEC/K9	Cisco 2901 Voice Sec. Bundle, PVD3-16, UC and SEC License P	1	11.551,77	11.551,77
6	CON-SNTE-2901VSEC	SMARTNET 8X5X4 Cisco 2901 Voice Sec.	1	3.000,04	3.000,04
7	FL-CME-SRST-25	Communication Manager Express or SRST - 25 seat license	1	2.032,11	2.032,11
8	VIC2-4FXO	Four-port Voice Interface Card - FXO (Universal)	3	2.751,17	8.253,51
9	VIC3-2FXS/DID	Two-Port Voice Interface Card- FXS and DID	1	1.375,58	1.375,58
10	PVD3-16U64	PVD3 16-channel to 64-channel factory upgrade	1	7.034,24	7.034,24
11	AIR-SAP1602I-A-K9	802.11a/g/n Standalone AP Int Ant A Reg Domain	2	2.545,27	5.090,54
12	CON-SNTE-S1602IA	SMARTNET 8X5X4 802.11a/g/n Standalo	2	278,31	556,62
					104.060,29

Ítem	Código	Descripción	Cantidad	Prec. Neto (Bs)	Total (Bs)
1	BE6K-START-UWL25	BE 6000 - User License Starter Bundle with 25 UWL Licenses	1	3.153,74	3.153,74
2	CON-ESW-UCM9XU	ESSENTIAL SW BE6K UCM 9.X CUWL BE	25	103,66	2.591,50
3	UCSS-U-6KUWLBE-3-1	BE6K UCSS for CUWL-BE User - 3 Years - 1 User	25	338,92	8.473,00
4	CCX-90-CMBLDLIC=	CCX 9.0 CCX CM Bundle Appliance Entitlement PAK pDelivery	1	9.445,49	9.445,49
5	UCSS-U-CCX-E-1-5	UCSS for CCX ENH - 5 users One Year Sub	1	1.576,87	1.576,87
6	UCSS-U-CCX-P-1-5	UCSS for CCX PRE for - 5 users One Year Sub	1	2.333,77	2.333,77
7	CON-ESW-CCX-90-C	ESSENTIAL SW CCX 9.0 CCX CM Bundl	1	4.008,27	4.008,27
8	CCX-90-EP-BDL-U=	CCX 9.0 Upgrade 5 Seat ENH Bundle-PRE pDelivery LICENSE ONLY	1	9.934,31	9.934,31
9	CON-ESW-CCX90EPB	ESSENTIAL SW CCX 9.0 Upg 5 Seat ENH Bund-PRE Delv LIC	1	5.059,70	5.059,70
10	CCX-90MEDIKIT-K9=	CCX 9.0 Qty 1 CCX Media Kit - NO LICENSES	1	315,38	315,38
11	L-CCX-90-A-P-LIC	CCX 9.0 ADDON PREMIUM Seat Qty 1 LICENSE	2	5.834,44	11.668,88

12	CON-ESW-LCCX90AP	ESSENTIAL SW CCX 9.0 ADDON PREMIUM Seat LIC	2	1.011,94	2.023,88
13	UCSS-U-CCX-P-1-1	UCSS for CCX PRE for - 1 users One Year Sub	2	466,76	933,52
14	BE6K-ST-BDL-K9=	Cisco Business Edition 6000 UCS Srv 9.0 Soft Hyp UPM VCS	1	29.645,25	29.645,25
15	CON-SNTE-BE6KSTBD	SMARTNET 8X5X4 Cisco Business Edition 6000 UCS Srv 9.0	1	2.355,26	2.355,26
16	A03-D1TBSATA=	1TB 6Gb SATA 7.2K RPM SFF HDD/hot plug/drive sled mounted	4	2.632,93	10.531,72
17	CP-7942G=	Teléfono IP, 2 líneas, Switch integrado 10/100, PoE	7	1.245,74	8.720,18
18	CON-SNTE-CP7942	SMARTNET 8X5X4 Cisco Unified IP Phone 7942	7	81,45	570,15
19	CP-6921-C-K9=	Cisco Unified IP Phone 6921, Charcoal, Standard Handset	11	741,14	8.152,54
20	CON-SNTE-21CK	SMARTNET 8X5X4 Cisco Unified IP Phone 6921, Char, STD	11	81,45	895,95
21	CP-7937G=	Cisco IP Conference Station 7937 Global	2	4.399,49	8.798,98
22	CON-SNTE-CP7937	SMARTNET 8X5X4 Cisco IP Conference Station 7937 Global	2	475,12	950,24
					132.138,58

Item	Código	Descripción	Cantidad	Prec. Neto (Bs)	Total (Bs)
1	UCSC-C240-M3S	UCS C240 M3 SFF w/o CPU mem HD PCIe w/ rail kit expdr	2	9.562,33	19.124,66
2	CON-SNTE-C240M3SF	SMARTNET 8X5X4 UCS C240 M3 SFF w/o	2	2.162,06	4.324,12
3	UCS-CPU-E5-2609	2.4 GHz E5-2609/80W 4C/10MB Cache/DDR3 1066MHz	4	2.363,67	9.454,68
4	UCS-MR-1X082RY-A	8GB DDR3-1600-MHz RDIMM/PC3-12800/dual rank/1.35v	8	900,45	7.203,60
5	A03-D1TBSATA	1TB 6Gb SATA 7.2K RPM SFF HDD/hot plug/drive sled mounted	4	2.587,14	10.348,56
6	UCSC-RAID-11-C240	LSI 2008 SAS RAID Mezzanine Card for UCS C240 server	2	2.203,31	4.406,62
7	N2XX-ABPCI03-M3	Broadcom 5709 Quad Port 1Gb w/TOE iSCSI for M3 Servers	2	2.658,85	5.317,70
8	UCSC-PSU-650W	650W power supply for C-series rack servers	4	1.673,41	6.693,64
9	VMW-VS5-STD-1ª	VMware vSphere 5 Standard (1 CPU) 1yr Support Required	4	6.443,40	25.773,60
10	CON-ISV1-VS5STD1A	ISV 24X7 VMware vSphere 5 Std for 1 P, 1 Yr, RQD	4	2.097,07	8.388,28
					101.035,46

Item	Código	Descripción	Cantidad	Prec. Neto (Bs)	Total (Bs)
1	UCS-MINI-SEED-5108	UCS 5108 Blade Server AC2 Chassis w/FI 6324 , No Blades	1	71.845,45	71.845,45
2	UCS-SP-B200M4-B-A2	(Not sold standalone)B200M4 Adv2 w/2xE52680v4,8x32GB,VIC1340	1	76.874,63	76.874,63
3	UCSB-MRAID12G	Cisco FlexStorage 12G SAS RAID controller with Drive bays	1	2.690,61	2.690,61
4	UCS-SP-B200M4-B-S2	(Not sold standalone)B200M4 Std2 w/2xE52620v4,8x16GB,VIC1340	1	37.359,63	37.359,63
5	UCSB-MRAID12G	Cisco FlexStorage 12G SAS RAID controller with Drive bays	1	2.690,61	2.690,61
6	UCS-HD12TB10K12G=	1.2 TB 12G SAS 10K RPM SFF HDD	4	3.765,44	15.061,76
7	N9K-C9372PX-E	Nexus 9300 with 48p 10G SFP+ and 6p 40G QSFP+	2	62.534,37	125.068,74

8	N93-LAN1K9	LAN Enterprise License for Nexus 9300 Platform	2	22.234,44	44.468,88
9	DCNM-LAN-N93-K9	DCNM for LAN Advanced Edt. for Nexus 9300 switches	2	2.779,31	5.558,62
10	SFP-10G-SR-S=	10GBASE-SR SFP Module Enterprise-Class	28	1.806,55	50.583,40
11	GLC-TE=	1000BASE-T SFP transceiver module for Category 5 copper wire	16	1.097,83	17.565,28
12	SFP-10G-SR-S=	10GBASE-SR SFP Module Enterprise-Class	4	1.806,55	7.226,20
13	C891F-K9	Cisco 890 Series Integrated Services Routers	30	3.877,13	116.313,90
14	800-IL-PM-4	4 Port 802.3af capable pwr module for 890 Series Router	30	555,86	16.675,80
15	ACS-890-RM-19	Rackmount kit for 890	30	277,93	8.337,90
16	C1F1PISR800SK9	Cisco ONE Foundation Perpetual ISR 800	30	555,86	16.675,80
17	CP-7821-K9=	Cisco UC Phone 7821	30	708,72	21.261,60
					636.258,81

6 ANEXO B

Tabla comparativa de teléfonos ofertados por el fabricante Cisco (Fuente: www.talkpointtech.com):

	SPA301	SPA303	SPA501G	SPA502G	SPA504G	SPA508G
IP Phone Comparison Matrix February 2012						
FCS Date	Jul-10	Jul-10	Aug-09	Aug-09	Aug-09	Aug-09
List Price	\$83	\$125	\$135	\$164	\$189	\$225
Integral Switch	–	10/100	10/100	10/100	10/100	10/100
Display	None	128 x 64 Monochrome Non-Backlit 3.0 inch	Paper Label	128 x 64 Monochrome Backlit 3.0 inch	128 x 64 Monochrome Backlit 3.0 inch	128 x 64 Monochrome Backlit 3.0 inch
Touchscreen	No	No	No	No	No	No
Number of DNS supported	1	3	8	1	4	8
Programmable (line) keys	1	3- Lighted	8- Lighted	0	4- Lighted	8- Lighted
Programmable (soft) keys	0	4	0	4	4	4
Speakerphone	No	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Headset Port	No	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
High-definition voice	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
iLBC support	No	No	No	No	No	No
4- or 5-way Navigation cluster	Yes	Yes	No	Yes	Yes	Yes
Headset Hookswitch Control (aka Electronic Hookswitch EHS)	No	No	No	No	No	No
XML/MIDlet applications	No	Yes (Basic)	No	Yes (Basic)	Yes (Basic)	Yes (Basic)
Extension Mobility	No	Yes (In SIP Mode Only)	No	Yes (In SIP Mode Only)	Yes (In SIP Mode Only)	Yes (In SIP Mode only)
Supports Expansion Module	No	No	Yes	Yes	Yes	Yes
Video Advantage Camera support	No	No	No	No	No	No
Unified Video Camera	No	No	No	No	No	No
Power Budget	5W	5W	5W	5W	5W	5W
IEEE PoE Classification	No PoE Support	No PoE Support	Class 2	Class 2	Class 2	Class 2
Power – other	PA100 Power Adaptor	PA100 Power Adaptor	PA100 Power Adaptor	PA100 Power Adaptor	PA100 Power Adaptor	PA100 Power Adaptor
Signaling Protocols	SPCP/SIP	SPCP/SIP	SPCP/SIP	SPCP/SIP	SPCP/SIP	SPCP/SIP
TR-69/104/111 Provisioning	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
UC Manager support	No	No	No	No	No	No

UC Manager Express support	Only with UC500					
BE3000 support	No	No	No	No	No	No
UC500 support	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
UC300 support	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Hosted Small Business support	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Device License Units required	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
User Connect License	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Phone User License (CME)	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Primary SKU	SPA301	SPA303	SPA501G	SPA502G	SPA504G	SPA508G

	SPA509G	SPA512G	SPA514G	SPA525G2	SPA500S	3905
IP Phone Comparison Matrix February 2012						
FCS Date	Aug-09	Mar-12	Mar-12	Dec-08	Oct-09	Jun-11
List Price	\$240	\$194	\$219	\$365	\$95	NTE \$100
Integral Switch	10/100	10/100/1000	10/100/1000	10/100	N/A	10/100
Display	128 x 64 Monochrome Backlit 3.0 inch	128 x 64 Monochrome Backlit 3.0 inch	128 x 64 Monochrome Backlit 3.0 inch	320x240 Color QVGA, TFT 3.2 inch	Paper Label	128 x 32 Monochrome Backlit
Touchscreen	No	No	No	No	No	No
Number of DNs supported	12	1	4	5	N/A	1
Programmable (line) keys	12- Lighted	0	4-Lighted	5- Lighted	32	0
Programmable (soft) keys	4	4	4	4	N/A	0
Speakerphone	Yes	Yes	Yes	Yes	N/A	Yes
Headset Port	Yes	Yes	Yes	Yes	N/A	No
High-definition voice	Yes	Yes	Yes	Yes	N/A	No
iLBC support	No	No	No	No	N/A	No
4- or 5-way Navigation cluster	Yes	Yes	Yes	Yes	N/A	No
Headset Hookswitch Control (aka Electronic Hookswitch EHS)	No	Yes (with selected Plantronics Headsets with adaptor)	Yes (with selected Plantronics Headsets with adaptor)	Yes (Bluetooth)	N/A	No
XML/MIDlet applications	Yes (Basic)	Yes (Basic)	Yes (Basic)	Yes	N/A	No
Extension Mobility	Yes (In SIP Mode Only)	Yes (in SIP Mode Only)	Yes (in SIP Mode Only)	Yes (With Broadsoft in SIP Mode Only)	N/A	No
Supports Expansion Module	Yes	Yes	Yes	Yes	N/A	No
Video Advantage Camera support	No	No	No	No	N/A	No
Unified Video Camera	No	No	No	No	N/A	No
Power budget	5W	5W	5W	5W	N/A	3.84W
IEEE PoE Classification	Class 2	Class 2	Class 2	Class 2	N/A	Class 1

Power - other	PA100 Power Adaptor	PA100 Power Adaptor	PA100 Power Adaptor	PA100 Power Adaptor	N/A	Dedicated Power Adapater
Signaling Protocols	SPCP/SIP	SPCP/SIP	SPCP/SIP	SPCP/SIP	N/A	SIP
TR-69/104/111 Provisioning	N/A	Yes	Yes	Yes	N/A	N/A
UC Manager support	No	No	No	N/A	N/A	7.1(5) or later
UC Manager Express support	Only with UC500	Only with UC500	Only with UC500	Only with UC500	N/A	8.8 or later
BE3000 support	No	No	No	No	No	Yes
UC500 support	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	No
UC300 support	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	No
Hosted Small Business support	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	No
Device License Units required	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	No
User Connect License	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Essential/Entry
Phone User License (CME)	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	
Primary SKU	SPA509G	SPA512G	SPA514G	SPA525G2	SPA500S	CP-3905

	6901	6911	6921	6941	6945	6961
IP Phone Comparison Matrix February 2012						
FCS Date	Apr-10	Mar-10	Aug-09	Aug-09	Nov-10	Aug-09
List Price	\$90	\$175	\$215	\$245	\$365	\$275
Integral Switch	No	10/100	10/100	10/100	10/100/1000	10/100
Display	None	Paper Label	396 x 81 pixel-based, anti-glare graphical monochrome display with white backlight	396 x 162 pixel-based, anti-glare graphical monochrome display with white backlight	396 x 162 pixel-based, anti-glare graphical monochrome display with white backlight	396 x 81 pixel-based, anti-glare graphical monochrome display with white backlight
Touchscreen	No	No	No	No	No	No
Number of DNs supported	1	1	2	4	4	12
Programmable (line) keys	0	0	2	4	4	12
Programmable (soft) keys	0	0	4	4	4	4
Speakerphone	No	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Headset Port	No	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
High-definition voice	No	No	No	No	Yes	No
iLBC support	No	No	No	No	No	No
4- or 5-way Navigation cluster	No	No	No	No	No	No
Headset Hookswitch Control (aka Electronic Hookswitch EHS)	No	No	No	No	No	No
XML/MIDlet applications	No	No	Yes/No	Yes/No	Yes/No	Yes/No
Extension Mobility	No	No	Yes	Yes	Yes	Yes
Supports Expansion Module	No	No	No	No	No	No
Video Advantage Camera support	No	No	Yes	Yes	Yes	Yes
Unified Video Camera	No	No	No	No	No	No

Power budget	3.84W	3.84W	6.49W	6.49W	3.84W	6.49W
IEEE PoE Classification	Class 1	Class 1	Class 2	Class 2	Class 1	Class 2
Power - other	Power Cube 3, Power Injector					
Signaling Protocols	SCCP	SCCP	SCCP/SIP	SCCP/SIP	SCCP/SIP	SCCP/SIP
TR-69/104/111 Provisioning	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
UC Manager support	7.1(3) or later	7.1(3) or later	7.1(2) or later	7.1(2) or later	7.1(2) or later	7.1(2) or later
UC Manager Express support	8.5 or later					
BE3000 support	Yes	Yes	Yes	Yes	No	Yes
UC500 support	Yes	Yes	Yes	Yes	No	Yes
UC300 support	No	No	No	No	No	No
Hosted Small Business support	No	No	No	No	No	No
Device License Units required	2	2	3	3	3	3
User Connect License	Basic	Basic	Enhanced	Enhanced	Enhanced	Enhanced
Phone User License (CME)	\$100	\$100	\$150	\$150	\$150	\$150
Primary SKU	CP-6901	CP-6911	CP-6921	CP-6941	CP-6945	CP-6961

	7911G	7915	7916	7921G	7925G	7925G-EX
IP Phone Comparison Matrix February 2012						
FCS Date	Feb-06	May-08	May-08	Jan-07	Nov-08	Apr-10
List Price	\$225	\$395	\$495	\$525	\$675	\$950
Integral Switch	10/100	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Display	192 x 64 monochrome	Grayscale	Color	Digital, 16-bit graphical backlit TFT Color, 2"	Digital, 16-bit graphical backlit TFT Color, 2"	Digital, 16-bit graphical backlit TFT Color, 2"
Touchscreen	No	No	No	No	No	No
Number of DN's supported	1	N/A	N/A	6	6	6
Programmable (line) keys	0	24	24	N/A	N/A	N/A
Programmable (soft) keys	4	N/A	N/A	2	2	2
Speakerphone	Yes (listen only)	N/A	N/A	Yes	Yes	Yes
Headset Port	No	N/A	N/A	Yes	Yes	Yes
High-definition voice	Limited	N/A	N/A	Yes	Yes	Yes
iLBC support	Yes	N/A	N/A	Yes	Yes	Yes
4- or 5-way Navigation cluster	No	N/A	N/A	Yes	Yes	Yes
Headset Hookswitch Control (aka Electronic Hookswitch EHS)	No	N/A	N/A	No	Bluetooth 2.0 Handsfree	Bluetooth 2.0 Handsfree
XML/MIDlet applications	Yes/No	N/A	N/A	Yes/No	Yes/No	Yes/No
Extension Mobility	Yes	N/A	N/A	Yes	Yes	Yes
Supports Expansion Module	No	N/A	N/A	No	No	No
Video Advantage Camera support	Yes	N/A	N/A	No	No	No

Unified Video Camera	No	N/A	N/A	No	No	No
Power budget	6.49W	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
IEEE PoE Classification	Class 2	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Power - other	Cisco inline power, power cube, power injector	N/A	N/A	Standard or Extended battery	Standard or Extended battery	Standard or Extended battery
Signaling Protocols	SCCP/SIP	N/A	N/A	SCCP	SCCP	SCCP
TR-69/104/111 Provisioning	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
UC Manager support	3.3(5)sr1 or later	N/A	N/A	4.1 or later	4.1 or later	4.1 or later
UC Manager Express support	4.0 or later	N/A	N/A	4.1 or later	4.1 or later	4.3 or later
BE3000 support	No	No	No	No	No	No
UC500 support	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	No
UC300 support	No	No	No	No	No	No
Hosted Small Business support	No	No	No	No	No	No
Device License Units required	3	N/A	N/A	4	4	4
User Connect License	Enhanced	N/A	N/A	Enhanced	Enhanced	Enhanced
Phone User License (CME)	\$150	N/A	N/A	\$200	\$200	\$200
Primary SKU	CP-7911G	CP-7915G	CP-7916G	CP-7921G	CP-7925G	CP-7925G-EX

	7931G	Conference Station 7937G	7942G	7945G	7962G	7965G
IP Phone Comparison Matrix February 2012						
FCS Date	Oct-06	Oct-07	Sep-07	Sep-07	Sep-07	Sep-07
List Price	\$325	\$1,295	\$370	\$465	\$470	\$595
Integral Switch	10/100	No	10/100	10/100/1000	10/100	10/100/1000
Display	192 x 64 Graphical monochrome, backlit	255 x 128 monochrome	4-bit grayscale, 5"	Digital, 16-bit graphical backlit TFT Color, 5"	4-bit grayscale, 5"	Digital, 16-bit graphical backlit TFT Color, 5"
Touchscreen	No	No	No	No	No	No
Number of DN's supported	24 (key system-like functionality)	1	2	2	6	6
Programmable (line) keys	24	0	2 - Lighted	2 - Lighted	6 - Lighted	6 - Lighted
Programmable (soft) keys	4	4	4	4	4	4
Speakerphone	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Headset Port	Yes	No	Yes, High-definition voice	Yes, High-definition voice	Yes, High-definition voice	Yes, High-definition voice
High-definition voice	Limited	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
iLBC support	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
4- or 5-way Navigation cluster	Yes	No	No	Yes	No	Yes
Headset Hookswitch Control (aka Electronic Hookswitch EHS)	No	No	Yes	Yes	Yes	Yes
XML/MIDlet applications	Yes/No	Yes/No	Yes/Yes	Yes/Yes	Yes/Yes	Yes/Yes
Extension Mobility	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes

Supports Expansion Module	No	No	No	No	Yes	Yes
Video Advantage Camera support	Yes	No	Yes	Yes	Yes	Yes
Unified Video Camera	No	No	No	No	No	No
Power budget	7W	8W/10.6W	6.3W	12W	6.3W	12W
IEEE PoE Classification	Class 3	Class 3	Class 2	Class 3	Class 2	Class 3
Power - other	Power cube, power injector	May alternatively use power cube	Cisco inline power, power cube, power injector	Power cube, power injector	Cisco inline power, power cube, power injector	Power cube, power injector
Signaling Protocols	SCCP/SIP	SCCP	SCCP/SIP	SCCP/SIP	SCCP/ SIP	SCCP/ SIP
TR-69/104/111 Provisioning	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
UC Manager support	6.0 or later	4.1 or later	4.1(3)sr5b or later	4.1(3)sr5b or later	4.1(3)sr5b or later	4.1(3)sr5b or later
UC Manager Express support	4.0(2) or later	4.2 or later	4.1 or later	4.1 or later	4.1 or later	4.1 or later
BE3000 support	No	Yes	No	No	No	No
UC500 support	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
UC300 support	No	No	No	No	No	No
Hosted Small Business support	No	No	No	No	No	No
Device License Units required	4	3	4	4	4	4
User Connect License	Enhanced	Enhanced	Enhanced	Enhanced	Enhanced	Enhanced
Phone User License (CME)	\$200	\$150	\$200	\$200	\$200	\$200
Primary SKU	CP-7931G	CP-7937G	CP-7942G	CP-7945G	CP-7962G	CP-7965G

	7975G	8941	8945	8961	9951	9971
IP Phone Comparison Matrix February 2012						
FCS Date	Sep-07	Mar-11	Mar-11	Dec-09	Dec-09	Nov-09
List Price	\$705	\$475	\$525	\$625	\$795	\$995
Integral Switch	10/100/1000	10/100	10/100/1000	10/100/1000	10/100/1000	10/100/1000
Display	Digital, 16-bit graphical backlit TFT Color, 5.6"	Digital, 16-bit graphical backlit TFT Color, 5"	Digital, 16-bit graphical backlit TFT Color, 5"	Digital, 24-bit graphical backlit TFT Color, 5"	Digital, 24-bit graphical backlit TFT Color, 5"	Digital, 24-bit graphical backlit TFT Color, 5.6"
Touchscreen	Yes	No	No	No	No	Yes
Number of DNs supported	8	4	4	5	5	6
Programmable (line) keys	8 - Lighted	4	4	5-lighted	5-lighted	6-lighted
Programmable (soft) keys	5	4	4	4	4	4 via touchscreen
Speakerphone	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Headset Port	Yes, High-definition support	Yes	Yes	Yes, High-definition voice support	Yes, High-definition voice support	Yes, High-definition voice support
High-definition voice	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
iLBC support	Yes	No	No	Yes	Yes	Yes
4- or 5-way Navigation cluster	Yes	No	No	Yes	Yes	Yes
Headset Hookswitch Control (aka Electronic Hookswitch EHS)	Yes	No	No	planned 9.0(2) firmware	planned 9.0(2) firmware	planned 9.0(2) firmware
XML/MIDlet applications	Yes/Yes	Yes/No	Yes/No	Yes/Yes	Yes/Yes	Yes/Yes

Extension Mobility	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Supports Expansion Module	Yes	No	No	No	No	Yes
Video Advantage Camera support	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Unified Video Camera	No	No	No	No	Yes	Yes
Power budget	12W	3.84W	6.49W	15.4W	15.4W	15.4W
IEEE PoE Classification	Class 3	Class 1	Class 2	Class 3	Class 4	Class 4
Power - other	Power cube, power injector	Power cube 3, power injector	Power cube 3, power injector	Power cube 4, power injector	Power cube 4, power injector	Power cube 4, power injector
Signaling Protocols	SCCP/SIP	SCCP/SIP(later)	SCCP/SIP(later)	SIP	SIP	SIP
TR-69/104/111 Provisioning	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
UC Manager support	4.1(3)sr5b or later	8.6(Native)	8.6(Native)	7.1(3) or later	7.1(3) or later	7.1(3) or later
UC Manager Express support	4.1 or later	CME 8.8	CME 8.8	CME 8.5*	CME 8.5*	CME 8.5 *
BE3000 support	No	No	No	No	No	No
UC500 support	Yes	No	No	No	No	No
UC300 support	No	No	No	No	No	No
Hosted Small Business support	No	No	No	No	No	No
Device License Units required	5			4	4	4
User Connect License	Enhanced	Enhanced	Enhanced	Enhanced	Enhanced	Enhanced
Phone User License (CME)	\$250	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Primary SKU	CP-7975G	CP-8941	CP-8945	CP-8961	CP-9951	CP-9971