

Universidad Politécnica de Madrid  
Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Telecomunicación



**PROPUESTA DE IMPLEMENTACION DE  
RED DE SERVICIOS PARA EL SISTEMA  
REGIONAL DE SALUD DEL ESTADO  
ZULIA EN VENEZUELA**

**TRABAJO FIN DE MÁSTER**

**Alonso Humberto Adrianza Velásquez**

2014



Universidad Politécnica de Madrid  
Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Telecomunicación

**Máster Universitario en  
Ingeniería de Redes y Servicios Telemáticos**

**TRABAJO FIN DE MÁSTER**

**PROPUESTA DE IMPLEMENTACION DE  
RED DE SERVICIOS PARA EL SISTEMA  
REGIONAL DE SALUD DEL ESTADO  
ZULIA EN VENEZUELA**

Autor

**Alonso Humberto Adrianza Velásquez**

Tutor

**Luis Bellido Triana**

Departamento de Ingeniería de Sistemas Telemáticos

2014

## Resumen

La Red hospitalaria venezolana en la actualidad no cuenta con un sistema en red capaz de mejorar los tiempos de espera para ser atendidos y para poder atender con mejor eficiencia a los pacientes que se dirigen al centro en busca de atención médica. Comparando el desarrollo de las TIC en el sector público español he decidido construir un proyecto factible y fiable para poder proponerle al estado Zuliano una solución a este gran fallo que presenta el Sistema de Salud Regional. Cabe destacar que lamentablemente en Venezuela para el sector hospitalario hay otras necesidades con más grados de importancia que la puede ser la implementación de esta Red como lo puede ser el abastecimiento de insumos médicos, mejoras en la infraestructura de los Centros y Hospitales públicos, mejoras en el pago de los empleados y médicos, entre otras.

La Red propuesta estará contara con servicios como servidores de base de datos para las historias de los pacientes, llamadas de Voz/IP, acceso a internet para personal seleccionado, y previa citas por teléfono. Esta Red trabajaría con el despliegue de Red ya implementado de la empresa de Compañía Anónima Nacional Teléfonos de Venezuela (CANTV), conjuntamente con el Centro Regional de Salud, donde se podrá contar con el espacio físico para la locación y seguridad de los servidores WEB.

Este proyecto nace de la idea de poder emplear los conocimientos adquiridos durante mi estadía en Madrid gracias a la realización del Máster “Ingeniería de Redes y Sistemas Telemáticos”. En aras de mejorar las condiciones del Sistema de Salud en mi País, debido a lo importante que este representa para todos los ciudadanos venezolanos y que presentas tantas fallas impidiendo muchas veces atender a todo aquel que necesita del mencionado servicio.



## Abstract

The Venezuelan hospital network currently does not have a network system capable of improving waiting times for treatment and for serving with better efficiency to patients that go to the center for medical care. Comparing the development of ICT in the Spanish public sector have decided to build a project feasible and reliable in order to propose a solution to the state Zulia this great failure presenting Regional Health System. Note that unfortunately in Venezuela for the hospital sector there are other needs more degrees of importance that may be the implementation of this network as it can be providing medical supplies, infrastructure improvements Centers and Public Hospitals, improved payment of employees and physicians, among others.

The proposed network will count on services like database servers to the stories of patients, called Voice / IP, internet access for selected staff, and after dating. This network would work with the deployment of network and implemented company Compañía Anónima Nacional Teléfonos de Venezuela (CANTV), in conjunction with Regional Health Center, where you can have the physical space for the location and security of web servers.

This project stems from the idea of being able to use the knowledge acquired during my stay in Madrid thanks to the completion of the Master "Network Engineering and Telematic Systems". In order to improve the conditions of the health system in my country, because of how important this is for all citizens to show many Venezuelans and preventing failures often cater to anyone who needs the services mentioned.

## Índice general

Resumen .....	i
Abstract.....	iii
Índice General.....	iv
Índice de Figuras .....	v
Índice de Tablas .....	vi
Siglas .....	vii
1. Introducción.....	1
1.1 Entorno del trabajo de investigación.....	3
1.2 Motivos .....	6
1.3 Objetivos.....	6
1.4 Estructura general .....	9
2. Revisión de la red de empresa CANTV .....	11
2.1 Historia .....	11
2.2 Plataforma de la red.....	13
2.2.1 Principales componentes de la red.....	14
2.2.2 Capas de la red.....	16
2.2.3 Protocolos de la red .....	18
2.3 Soluciones.....	21
3. Revisión del departamento de salud del Estado Zulia .....	23
3.1 Hospitales integrantes de la red Hospitalaria del Municipio Maracaibo .....	23
3.2 Descripción y análisis de principal Hospital del Estado Zulia .....	25
4. Propuesta de implementación de red con base de datos, llamadas VoIP, servicio de Internet y servicio de previa cita por teléfono.....	29
4.1 Arquitectura de red para la LAN del Hospital modelo.....	30
4.2 Equipos .....	32
4.2.1 Equipos de Acceso .....	32
4.2.2 Equipos de Distribución/CORE.....	34
4.2.3 Demás equipos .....	36
4.3 Despliegue .....	40
4.3.1 Despliegue Bloque "C" .....	40
4.3.2 Despliegue Bloque "B" .....	41
4.3.3 Despliegue Bloque "A" .....	43
4.3.4 Despliegue Bloque "D y H".....	44
4.4 Arquitectura de red conjuntamente con red de CANTV y servidores alojados en el Sistema Regional de Salud .....	46
4.4.1 Equipos .....	47
4.4.1 Despliegue .....	49
4.5 Descripción de servicios a brindar y Presupuesto aproximado.....	49
4.5.1 Base de datos con historias médicas .....	49
4.5.2 Llamadas de VoIP.....	51
4.5.3 Internet .....	51
4.5.4 Previa cita por teléfono .....	52
4.5.5 Presupuesto aproximado.....	53
5 Conclusiones .....	54
5.1 Trabajos futuros.....	55
Bibliografía .....	57

## Índice de figuras

Figura 1. Aproximación de número de camas por cada 10.000 habitantes. Fuente: Sistema de Salud Venezuela .....	2
Figura 2. Arquitectura de una red NGN .....	15
Figura 3. Capas de una red NGN .....	18
Figura 4. Protocolos que intervienen en red NGN de CANTV .....	23
Figura 5. Ilustración de solución para red NGN de CANTV .....	24
Figura 6. Organigrama Asistencial .....	29
Figura 7. Plano General del HUM .....	30
Figura 8. Arquitectura General de la red LAN del HUM .....	33
Figura 9. Cisco Catalyst WS-C3750G-48PS-S .....	35
Figura 10. Cisco Catalyst WS-C3750G-24PS-S .....	35
Figura 11. Cisco Catalyst WS-C3750G-16TD-S .....	36
Figura 12. Cisco Catalyst 6506-E Switch .....	38
Figura 13. Cisco IP Phone 7821 .....	39
Figura 14. Cisco AS5400XM Universal Gateway .....	40
Figura 15. Equipos CPE CANTV .....	40
Figura 16. Despligue de equipos del Bloque "C" .....	43
Figura 17. Despligue de equipos del Bloque "B" .....	44
Figura 18. Despligue de equipos del Bloque "A" .....	46
Figura 19. Despligue de equipos de los Bloques "H y D" .....	47
Figura 20. Arquitectura global .....	48
Figura 21. Cisco UCS C260 M2 Rack Server .....	50
Figura 22. Interfaz de OpenMRS .....	52

## Índice de Tablas

Tabla 1. Módulos de Switch serie 6500 .....	43
Tabla 2. Módulos de Switch serie 6500 con supervisor .....	49
Tabla 3. Presupuesto aproximado .....	55

## Siglas

MPPS	<i>Ministerio del Poder Popular para la Salud</i>
TIC	<i>Tecnologías de Información y Comunicaciones</i>
CANTV	<i>Compañía Anónima Teléfonos de Venezuela</i>
FTP	<i>File Transfer Protocol</i>
HTML	<i>HyperText Markup Language</i>
HTTP	<i>HyperText Transfer Protocol</i>
IETF	<i>Internet Engineering Task</i>
IP	<i>Internet Protocol</i>
OSI	<i>Open Systems Interconnection</i>
LAN	<i>Local area network</i>
SAN	<i>Storage area network</i>
WAN	<i>Wide area network</i>
VoIP	<i>Voice over IP</i>
NGN	<i>Next Generation Networking</i>
PSTN	<i>Public switched telephone network</i>
ADSL	<i>Asymmetric Digital Subscriber Line</i>
RDSI	<i>Red Digital de Servicios Integrados</i>
SIGTRAN	<i>Signaling Transport</i>
DSLAM	<i>Digital Subscriber Line Access Multiplexer</i>
MG	<i>Media Gateway</i>
TDM	<i>Time-division multiplexing</i>
POTS	<i>Plain old telephone service</i>
SS7	<i>Signalling System No. 7</i>
FE	<i>Fast Ethernet</i>
GE	<i>Giga Ethernet</i>
DSL	<i>Digital Subscriber Line</i>
MGCP	<i>Media Gateway Control Protocol</i>
VAD	<i>Voice activity detection</i>
CNG	<i>Comfort Noise Generator</i>
SNMP	<i>Simple Network Management Protocol</i>
MML	<i>Man-Machine language</i>
TFTP	<i>Trivial file transfer Protocol</i>
TL1	<i>Transaction Language 1</i>

OSS	<i>Operations Support Systems</i>
ATA	<i>Analog telephone adapter</i>
NMS	<i>Network management system</i>
ATM	<i>Asynchronous Transfer Mode</i>
SIP	<i>Session Initiation Protocol</i>
TCP	<i>Transmission Control Protocol</i>
UDP	<i>User Datagram Protocol</i>
SCTP	<i>Stream Control Transmission Protocol</i>
ITU_T	<i>ITU Telecommunication Standardization Sector</i>
BICC	<i>Business Intelligence Competency Center</i>
SAI	<i>Sistema de Alimentacion Ininterrumpida</i>
XML	<i>eXtensible Markup Language</i>
UMG	<i>Universal Media Gateway</i>
CPD	<i>Centro de procesamiento de datos</i>
PoE	<i>Power over Ethernet</i>
FCoE	<i>Fibre Channel over Ethernet</i>
VPN	<i>Virtual Private Network</i>
VLAN	<i>Virtual Local Area Networks</i>
SSL	<i>Secure Sockets Layer</i>
IDS	<i>Intrusion Detection System</i>
PBX	<i>Private Branch Exchange</i>
UTP	<i>Unshielded twisted pair</i>
STP	<i>Spanning Tree Protocol</i>
HTRP	<i>Hot Standby Router Protocol</i>
GLBP	<i>Gateway Load Balancing Protocol</i>
OSPF	<i>Open Shortest Path First</i>
EIGRP	<i>Enhanced Interior Gateway Routing Protocol</i>
PVST	<i>Per VLAN Spanning Tree</i>
BPDU	<i>Bridge Protocol Data Units</i>
UCS	<i>Cisco Unified Computing System</i>
NAT	<i>Network Address Translation</i>

## 1 Introducción

Hoy en día Venezuela se encuentra inmersa en una caótica crisis de liderazgo que se ha visto reflejada en el panorama económico, político y fundamentalmente social. Dicha crisis ha desencadenado como principal consecuencia un país completamente dividido, en permanente estado de batalla, generando un ambiente contrapuesto al diálogo y a la resolución de las problemáticas y conflictos con las que convive el ciudadano común.

Uno de los principales sectores afectados es el sanitario. La falta generalizada de alimentos a lo largo y ancho del país, conjuntamente con el precario sistema de limpieza urbano, hace que la población presente enfermedades recurrentes de países del tercer mundo.

Puedo agregar que otro tópico importante es la inseguridad que se vive no solamente en los barrios más pobres del país, sino en todas las localidades del territorio venezolano. Es increíble ver las estadísticas de mortalidad gracias a asesinatos por ajuste de cuentas, hurtos de prendas personales, entre otros. Estas estadísticas son comparables y mayores que la que presenta países en guerra, y lo más lamentable es la tendencia a seguir incrementándose. Este tema puede extenderse mucho, pero por razones de no ser el expuesto en el trabajo de fin de master solo acotare el del sistema de salud pública.

El venezolano de estrato social medio/alto no suele acudir a dichos centros de sanidad públicos, principalmente debido al alto nivel de inseguridad que se manifiesta a altas horas de la noche, sumado al desabastecimiento de insumos básicos necesarios para tratar cualquier requerimiento de los pacientes y al precario estado de las instalaciones. A su vez, la atención médica resulta insuficiente, debido a la altísima demanda de ciudadanos que soportan largas horas de espera para poder ser atendidos.

En este sentido, solo la población de estratos más bajos -aquella que no puede optar por cotizar en un seguro privado- se ve obligada a acudir a estos centros hospitalarios para poder atender cualquier necesidad requerida. Sin embargo, y muy a pesar de las adversidades, el paciente que asiste a dichos centros médicos no necesariamente será atendido por un personal incapacitado, puesto que muchos especialistas de amplia trayectoria, experiencia y preparación, se han dedicado toda su carrera a ejercer tanto en

centros públicos por razones éticas y vocacionales -más allá de la remuneración monetaria que puedan percibir- como en centros privados, donde los salarios que recibe el cuerpo médico son lo suficientemente lucrativos como para poder llevar una vida estable en materia económica.

A medida que transcurre el tiempo, lastimosamente se pierde cada vez más personal médico calificado en dichos hospitales, debido alto riesgo que corren los empleados en su labor diaria a manos del hampa común, aunado siempre a la necesidad de insumos y de aparatos médicos especializados que limitan el ejercicio de cada especialista.

Vista esta situación, y aunque el actual gobierno venezolano intente esconder esta dura e insostenible realidad, lo que está ante la vista no necesita anteojos: una crisis sanitaria que viven todos los sectores del país e imposible de ocultar como es costumbre con problemáticas del ámbito económico o político. Existen estadísticas y números que respaldan cómo el sector hospitalario va decreciendo en varios aspectos primordiales que afecta el óptimo funcionamiento del sistema. Por ejemplo en la Figura 1 se muestra la relación de número de camas por cada 10.000 habitantes desde el año 1964 hasta el 2010.



Figura 1. Aproximación de número de camas por cada 10.000 habitantes. Fuente: Sistema de Salud Venezuela

De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud, 30 camas por cada 10.000 habitantes es la tasa normal para América Latina. Para los países desarrollados se considera superior a 40 camas por cada 10.000 habitantes.

Haciendo un análisis de la Figura 1, se puede concluir que en Venezuela a partir de finales de la década de los años 60, esta tasa ha venido descendiendo de forma dramática. Específicamente en el período comprendido entre los años 1964 - 1996, de tener 33 camas por 10.000 habitantes en 1964 cuando se superó la meta Continental, a sólo 15 camas por 10.000 habitantes en 1996, más de la mitad en reducidas palabras. Desde entonces, en los últimos 13 años, el número de camas disponibles descendió aún más. Las cifras más recientes tomadas de la Memoria de IMPPS del año 2010 y de 2011, son de 10,85 camas x 10.000 habitantes.

Cabe destacar que no existe una norma escrita para el número de camas según una determinada cantidad de habitantes. Sin embargo, sí existen datos que muestran cómo, por ejemplo en Europa, hay 63 camas por cada 10.000 habitantes, comparadas con las 10 camas por cada 10.000 habitantes en el continente africano. Por ende, lo que se reprocha en Venezuela, es el hecho de ser un país con ingresos medianos a altos y aun así se ubica por debajo del mencionado promedio, estimando que países que entran en la misma categoría de Venezuela, poseen 36 camas por cada 10.000 habitantes [1].

No obstante a esta insuficiencia de camas, al sistema público sanitario se le pueden adherir otras realidades ajenas a los centros hospitalarios, como es el caso de la situación de violencia en aumento; la insuperable cifra de accidentes de tránsito a causa del deterioro de las vías y otros factores; el envejecimiento natural de la población; la proliferación de enfermedades crónicas degenerativas, así como el aumento de la tasa de natalidad que se ha elevado de manera exponencial en los últimos 30 años. Todas estas realidades sumadas hacen que el Sistema de Salud Pública se encuentre sumergido en una constante crisis de la mano de un horizonte incierto en el que no se aproxima una cercana mejora de estos aspectos.

Para solventar esta dificultad resulta necesaria la total implicación de muchos sectores de la población, y de manera imprescindible del gobierno venezolano. Una propuesta que el régimen trató de implementar en aras de resolver el congestionamiento de los grandes centros de salud públicos, fue la construcción de pequeños centros asistenciales localizados geográficamente en puntos estratégicos para atender a personas de bajos recursos, convirtiéndose en centros de asistencia gratuitos pero muy limitados con respecto a tratamientos, de hecho hoy en día son focos ambulatorios donde los pacientes no pueden ser hospitalizados.

Esta idea fue implementada con la ayuda de un amplio cuerpo médico de origen cubano, gracias a alianzas con el gobierno de Cuba que efectivamente han ayudado en circunstancias específicas, como es el caso de los tratamientos para el malestar general,

tratamientos de emergencias dentales, rayos X, entre otros. Sin embargo, aún persiste el problema raíz cuando se trata de enfermedades más graves, hospitalización, cirugías, etc., cuando se necesita de un centro más grande para ser atendidas.

## **1.1 Entorno del Trabajo de Investigación**

Para la red hospitalaria en Venezuela el concepto de tecnología se puede considerar como un tema de total desinterés. Las personas encargadas de dirigir estos grandes centros, son personas muchas veces puestas a dedo por los ministerios, o simplemente son profesionales de gran trayectoria en el mundo de la salud pública, que sin embargo no tienen idea de cómo la tecnología les puede facilitar el trabajo al cuerpo médico, a los pacientes, enfermeras, y a hasta a los propios responsables.

Tras evaluar la página web del Ministerio de Poder Popular para la Salud en Venezuela ([www.mpps.gob.ve](http://www.mpps.gob.ve)), se aprecia la casi nula información sobre las tecnologías con las que pudiese contar cualquier centro hospitalario del país. La minúscula inversión en avances tecnológicos médicos, va orientada a renovar las máquinas obsoletas que se pueden encontrar en pabellones, como es el caso de las máquinas de resonancias magnéticas, de rayos X, entre otros ejemplos a citar. Adicional a esta, no se percibe el mínimo esfuerzo con miras a mejorar uno de los problemas primordiales que presentan estos centros, el sistema sanitario y por ende el país.

A través del presente proyecto, se pretende generar una propuesta eficaz que ataque, mejore y/o solucione parte de esta problemática en una pequeña región del país, lo que permitirá valorar su funcionamiento y efectividad, y analizar las ventajas y desventajas del mismo para una futura expansión hacia el resto del territorio nacional.

Dicha iniciativa necesitaría de la ayuda de centros ajenos al hospital en si, como es el caso de la Compañía Anónima Nacional de Teléfonos de Venezuela (CANTV), quien cuenta con el personal calificado para la instalación del equipamiento requerido. Conjuntamente, el apoyo y disposición del personal que labora en los centros hospitalarios en los que será implementado el sistema será fundamental, ya que serán quienes trabajarán de la mano día a día las con una herramienta tecnológica novedosa y desconocida a la cual adaptarse.

Tomando en cuenta dichos factores, el proyecto se clasificará en diversos aspectos dependiendo de la entidad en la cual se esté enfocando, y dependiendo de qué proceso

se esté realizando, de forma que los grupos de trabajo serían los siguientes:

Grupo de trabajo interno hospitalario: este grupo estaría compuesto por el personal del hospital, involucrado en la investigación, conjuntamente con el personal externo que tiene como objetivo trabajar para la implementación de la red interna del mismo. Esto implica que se trate quizá del grupo de trabajo que requiera mayor tiempo, esfuerzos y personal, debido a que básicamente no poseen experiencia alguna en el campo de trabajo como la podría tenerla los integrantes de los siguientes grupos a describir. Sin embargo, es resulta importante destacar que gracias a que el centro no presenta ningún sistema en red aparte del telefónico, donde anteriormente se utilizaba una central telefónica para comunicar las llamadas entrantes a los diferentes departamentos que el hospital presenta, se podrá implementar la nueva red de área local en horas laborables, gracias a que no interfiere con el sistema que actualmente emplean para guardar los datos de cada paciente que es atendido en el centro médico.

Grupo de trabajo CANTV: este grupo estaría formado por el cuerpo de profesionales en telecomunicaciones de la empresa, el cual le asignará al hospital el o los punto(s) de conexión externos necesarios para la salida de los datos al ancho de banda requeridos por el sistema implementado. Este personal autónomo no interfiere con el funcionamiento regular del centro hospitalario, ya que se rigen por sus propias normativas y horarios de trabajo. Asimismo, también estarían encargados de brindarle a la Secretaria de Salud del estado Zulia el punto de conexión externo, debido a que en este centro estaría la base de datos de los pacientes de los diferentes centros de atención públicos del estado.

Grupo de trabajo interno Secretaria de Salud: este grupo estaría formado por pocos integrantes, ya que solo cumplirá la función de respaldar la información de los diferentes centros de atención de la región. Para la implementación de los equipos que generarán la base de datos, se necesita poco personal bien capacitado, lo que no interferirá con el normal funcionamiento de la entidad, gracias a que estos equipos estarían resguardado en un espacio con las condiciones básicas que garanticen la seguridad de un equipamiento de tal envergadura. Por ejemplo, una temperatura adecuada que permita su funcionamiento regular.

Grupo de trabajo técnico: es aquel encargado de todo lo referente a configuración de equipos ajenos al sistema de red proveniente de CANTV, pero interno tanto en el centro hospitalario a trabajar como en la Secretaria de Salud. Simultáneamente, también estará

encargado de adiestrar al personal calificado para el uso posterior de los equipos una vez implementados correctamente.

Como compañía licitante dispondrán del tiempo necesario y requerido para adaptarse a los horarios de trabajo que dispongan los centros públicos, tanto de los hospitales, como del centro suministrador de la red externa.

Como en toda implementación de red se necesita dividir el proyecto en base a los objetivos que se propuestos, conjuntamente con los procesos básicos, para poder desarrollar las ideas con mayor rapidez y avanzar lo más eficiente posible hasta al final del camino. Con ello hago referencia a que dependiendo del proceso que se esté llevando a cabo, los grupos irán avanzando a su ritmo.

Por ejemplo, el primero paso sería implementar la red de área local en el centro hospitalario, mientras paralelamente se realizan las pruebas pertinentes hasta comprobar un óptimo funcionamiento que permita conectar con la red de área extendida suministrada por la empresa de telecomunicaciones. Por consiguiente, se llevará a cabo un plan de acción en el cual se detallarán las metas por semana de trabajo, de manera que esto permita alcanzar los objetivos propuestos de forma cronológicamente ordenada.

## **1.2 Motivos**

Habiendo cursado los conceptos básicos de la medicina durante varios meses previos a que decidiera involucrarme en el área de las matemáticas y la ingeniería, y contando con una considerable proporción de familiares relacionados con dicha labor, siempre he sentido una gran afinidad hacia la atención médica y los centros hospitalarios.

Al presentarse la oportunidad de aplicar los conocimientos y la experiencia que he adquirido a lo largo de mi carrera como profesional de las telecomunicaciones, así como a lo largo de la maestría cursada, no tuve la menor duda de que relacionarlo directamente con mi primer instinto vocacional y con el centro hospitalario de mi ciudad natal, sería la mejor elección y motivación.

A su vez, al contar con amigos cercanos que trabajan en el área sanitaria de Madrid, tuve la oportunidad de visitar dos centros importantes de la ciudad para evaluar y comparar el funcionamiento de los sistemas internos que aportasen ideas con potencial de implementación en mi ciudad. A la par de la información que me fue suministrada directamente por familiares y amigos en cuanto a la situación más reciente vivía en el centro hospitalario.

Comparando ambos datos, me fue posible enfocar la investigación hacia una propuesta basada en un sistema de red que ofrecería una amplia gama de eficaces servicios que optimizarían de manera exponencial un sistema de atención sanitaria un tanto prehistórico. Quizá resulte un proyecto de servicios muy básicos para implementar en centros hospitalarios de países subdesarrollados en todos los sectores. Sin embargo, al tratarse de circunstancias tan precarias como las que vive la sanidad zuliana y venezolana en general, dicha propuesta podría cubrir perfectamente las expectativas y objetivos iniciales con miras a un futuro tecnológico.

Asimismo, motivado también en casos de estudio de Cisco Systems, pude encontrar un sinnúmero de aplicaciones, equipos de red y de salud, tecnologías de red, etc., que pudiesen inspirar al sector de salud venezolano a llevar a cabo futuros proyectos e inversiones para levantar un sector derrumbado. [15][22][23]

### 1.3 Objetivos

Gracias al actual avance de las Tecnologías de Información y Comunicaciones (TIC) de España y la creciente popularidad de servicios basados en Redes, se ha visto la oportunidad de tratar de implementar un servicio un poco básico comparado con el sistema de red hospitalaria de España pero innovador para el Sistema de salud Regional del estado Zulia.

**El objetivo principal de este Trabajo de Fin de Master es proponer la implementación de una arquitectura de Red para contar con nuevas tecnologías que agilicen la asistencia de los enfermos en cualquier centro hospitalario de la región zuliana.**

Gracias a que no existe una arquitectura de red en la cual se pueda basar la implementación se trabajara desde lo más elemental de una red como puede ser siguiendo el modelo de capas OSI la capa física, hasta llegar a la última capa del mismo

modelo. Esto hará que el proyecto sea un poco resumido en caracteres generales debido a que el desglose de cada uno de las capas o de todo lo que involucra crear y describir todo lo que ocurre en una red de esta envergadura es muy extenso y vale la pena desarrollarlo a fondo una vez aprobado el mismo proyecto para adecuarlo de forma más específica al objetivo o centro deseado, en este proyecto se realizara un estudio para lograr implementar un plan de red que pueda servir para todos los centros. Se tienen datos de un centro específico y sobre él se trabajan ciertos ítems del mismo, pero cabe destacar que eso no significa que no se pueda adaptar a otros centros, solo que se tendrán que recalcular ciertas estadísticas para que esto sea factible.

Para la consecución de los objetivos de este trabajo se han identificado los siguientes objetivos específicos:

- Crear e implementar una arquitectura de red de área local dentro del Hospital universitario del estado Zulia para poder comunicar los diferentes departamentos del mismo. Esta red se implementara con personal calificado para la instalación de todo el cableado necesario dentro del centro hospitalario, se tendrá que tomar en cuenta que no hay una red previa implementada y por ende la nueva tendrá que implementarse pensando en futuras ampliaciones, dado que la misma solo podrá servir para el único beneficio de los pacientes, no estará para el uso público debido a que solo va a ser operada por el personal previamente capacitado de cada departamento del centro en el cual se instalara la red. Esta red estará diseñada inicialmente para operar con un bajo ancho de banda debido que solo llevara información de los pacientes a examinar, por razones de ser un centro muy concurrido el cual el personal está en constante trabajo no se implementara una red con conexión libre a internet inalámbrica, quizás en un futuro se analice la implementación del mismo dependiendo del comportamiento que la misma genere.
- Trabajar conjuntamente con CANTV para poder brindar una conexión fiable y dedicada entre los 2 centros a trabajar, el centro hospitalario y la Secretaria de Salud del estado Zulia. Las pautas a seguir estarán dictadas por CANTV debido a que es un a centro autónomo, con información de la arquitectura de la red NGN que se tiene de este centro en relación a los equipos operativos, se puede crear un proyecto desde el punto inicial de la red hasta el punto final del mismo.

- Instalar y configurar los equipos necesarios en la Secretaria de Salud del estado Zulia para poder contar con todas las metas del proyecto. Este centro contara con la base de datos gracias a que el mismo puede albergar los equipos necesarios por estar dotado de espacio y por tener una función de gerencia y administración de todos los centros que brinden atención al habitante de la región zuliana ante el ente gubernamental nacional.
- Construir una red LAN segura con la configuración de equipos conveniente para poder gestionar información confidencial de los pacientes y no poder ser vulnerable a cualquier ataque que se genere para robar o modificar información del mismo, también se requiere que sea accesible a toda hora por todo el personal calificado que trabaje dentro del centro hospitalario. Se configurara con una serie de protocolos y la señalización correspondiente que haga que la red funcione de una forma óptima para cumplir con los requerimientos del proyecto.
- Identificar equipos de CANTV para poder gestionar las conexiones y señalizaciones requeridas en el proyecto para poder lograr la conexión ideal para el ancho de banda requerido para cubrir las necesidades de la red.
- Configurar los equipos bajo los correctos protocolos y señalización a lo largo de toda la arquitectura global de la red para poder brindar deseados. Estos servicios son el de VoIP, base de datos, internet solo para personal autorizado y servicio de previa cita.

La arquitectura global de toda la red como se puede entender abarca varias entidades públicas de la región, donde el entorno puede ser un poco difícil de trabajar por ser las mismas entidades que se rigen bajo un número de reglas y protocolos que no poseen las clínicas privadas. El beneficio del uso de la misma se verá a futuro una vez adiestrado el personal que se encargara de poder manejar toda la avalancha tecnológica que significa para ellos.

Este tipo de red no es aplicable a entes privados de igual manera debido a que el paciente es libre de elegir su médico de elección y su centro de preferencia gracias al poder monetario que pueda presentar el paciente, de esta forma solo el médico tratante especialista estará en la facultad de poder tener la información del paciente exclusivamente, en caso de ser compartida con otro especialista tendrá que ser requerida por el paciente o por el otro especialista.

El objetivo es implementar la red en centros de salud pública donde el paciente no tiene la potestad de elegir el médico tratante, solo pueden elegir la entidad pero por lo general por ser personas de bajo recurso y que el sistema de transporte público no funciona de manera óptima, les toca acudir al más cercano a su dirección de residencia. La costumbre por años ha sido archivar toda la información del paciente en papel, lo que hace que sea factible la pérdida de la misma o el tras papeleo que lleve consigo la pérdida de tiempo al momento de la ubicación de la historia. Otra desventaja del sistema es que es centralizado, y el paciente debe pasar primero por una oficina donde se genera y/o se localiza la historia para luego dirigirse al especialista de turno con la misma, una vez terminada la consulta el médico tratante envía la historia con nuevos datos para volver a ser archivada. Si el paciente deseara cambiarse de centro de asistencia tendría que volver a crearse una nueva historia y proporcionar los datos de las enfermedades que ha sido tratado en el pasado.

Todos los problemas del pasado y presente pueden ser resueltos con esta implementación. La tecnología hospitalaria está muy avanzada en países desarrollados y no se pueden implementar de golpe en una región de tercer mundo por diferentes razones como la monetaria, la cultural, la estructural, entre otras. Este sería el primer paso hacia una posible modernización de los centros hospitalarios a nivel tecnológico, el principal problema es que poseen tantos problemas que requieren mayor atención que el tema tecnológico pasa de largo a nivel de inversión.

## **1.4 Estructura General**

En este trabajo de Fin de Master, en primer lugar se presenta en el Capítulo 2 una revisión de todo lo referente con la empresa de telecomunicaciones CANTV, se describirá la plataforma, capas, componentes, soluciones, señalización, protocolos y equipos que van a utilizarse dentro de la estructura de la nueva arquitectura de red que se quiere implementar en el sector de salud pública.

En el Capítulo 3 se analizan datos concernientes a la red de hospitales del estado Zulia. En este capítulo se analizarán estadísticas del hospital Universitario que servirá de ejemplo para la implementación de la red de área local que podrá ser implementada también a los demás centros mientras se ajusten los requerimientos de la misma.

En el Capítulo 4 se define la arquitectura de comunicaciones a desarrollar y los servicios que se desean obtener de la misma. Se muestra primero la red de área local a implementar en el centro Hospital Universitario donde se desglosa todo

lo referente al despliegue de la misma, como os equipos necesarios, protocolos, señalización, entre otros. Seguidamente esta LAN se tratara de conectar con el exterior mediante el servicio suministrado por CANTV, también se desglosara los pasos seguidos dentro del centro de telecomunicaciones para poder lograr este suministro de ancho de banda requerido. Paralelamente se explicara cómo funcionan los servidores instalados en el Sistema de Salud del estado. Por último se desarrollara la teoría correspondiente al funcionamiento de los servicios que se quieren prestar como son los de VoIP, base de datos, internet solo para personal autorizado y servicio de previa cita.

Finalmente se presentan las conclusiones y las futuras líneas de investigación por las cuales pudieran extenderse los análisis y conceptos expuestos en este trabajo.



## 2 Revisión de la red de empresa CANTV

El objetivo fundamental de la Compañía Anónima Nacional de Teléfonos de Venezuela (CANTV) como Empresa del Estado venezolano, es proveer del acceso a las telecomunicaciones a todas y todos los ciudadanos, para contribuir así a impulsar su buen vivir y consolidarse como una sociedad tecnológicamente incluida; la instalación de nuevas líneas telefónicas, inclusión, incorporación a las telecomunicaciones de poblaciones desasistidas, impulso a los servicios de Internet, conexión de poblaciones remotas a través del Satélite Simón Bolívar, entre otros. CANTV tiene como filiales a otras empresas de telecomunicaciones como Movilnet y Caveguías, cuenta con 12 mil 435 servidoras y servidores públicos responsables y comprometidos con la labor de llevar las tecnologías de la información y la comunicación a todos los rincones del territorio nacional.

### 2.1 Historia

CANTV Fue fundada el día 20 de junio de 1930 y es la principal empresa de telecomunicaciones de Venezuela. Los servicios que ofrecen van desde telefonía (siendo Movilnet su principal filial que expande el área de telefonía celular) que es su principal fuerte, hasta servicios como venta de computadores, servicios de conexión a Internet dial-up y conexión a Internet por banda ancha. En 1953, por recomendación de una comisión designada al efecto de las acciones de CANTV e inicia el proceso de nacionalización que concluye en 1973 con la adquisición de la última de las empresas de telefonía fija privada.

Para el año 1990 la CANTV presentaba una planta telefónica con muchas deficiencias y atrasos tecnológicos. Había mucha corrupción interna y una burocracia elevada. Según algunos estudios realizados para la época, el gobierno de turno, tenía claros objetivos de quebrar a la empresa para luego subastarla al mercado privado. En ese momento, tenía una demanda satisfecha de 45,5% y había 7,2 líneas telefónicas por cada cien habitantes. Financieramente, la Compañía enfrentaba un déficit de 4.340 millones de bolívares (unos 81 millones de euros para la época).

Para el año 1991 y debido a lo expresado en el párrafo anterior se empieza con el proceso de privatización de la empresa. En el mismo año la empresa tenía alrededor de 20 años de atraso tecnológico, había que esperar un promedio de 8 años para obtener una línea telefónica y casi 6 días para su reparación, existía más de un millón de solicitudes pendientes, grandes pérdidas de tiempo para obtener tono de discar, enorme

dificultad para una llamada internacional, y un promedio de 101 horas de suscriptor fuera de servicio. Como empresa privada empieza un proceso de modernización y de inversión, en los 6 años consecutivos se emprende la expansión y modernización de las redes de voz y datos, fijas y móviles. Se registra la mayor inversión de capital que una empresa privada haya realizado en el país (más de 3.000 millones de dólares). Esta novedosa plataforma tecnológica para la época, que cubría todo el territorio nacional, permitía atender la creciente demanda de telecomunicaciones de los venezolanos, gracias a su actualización permanente, como ocurrió posteriormente con la red de Movilnet.

Para el 2007, el gobierno nacional bajo al mando del presidente Hugo Rafael Chávez Frías, aprueba el proceso de renacionalización de la empresa bajo una excusa vaga de devolverle al pueblo lo que una vez fue de ellos. Para ese entonces el principal accionista era la empresa americana Verizon y el gobierno venezolano acordó el pago del porcentaje de acciones de la empresa americana (ese porcentaje equivalía a 572.247.040,20 millones de dólares). La empresa empleo un plan de expansión y de inversión al ver el poder que tenían ante las telecomunicaciones venezolanas. En enero del 2009 se lanza la red GSM por parte la filial de telefonía móvil celular (Movilnet). A finales de 2009 la compañía había aumentado en un 30% el número de suscriptores desde su nacionalización, pasando del 55% de los hogares en 2006 al 85% en 2009 e incrementado la inversión anual de 350 millones de dólares a 800 millones de dólares.

Desde el año 2010 presta servicios de televisión por cable a través del Satélite Simón Bolívar, y por el mismo cable por el que se presta servicio telefónico y de Internet, permitiendo así llevar el servicio de televisión a zonas que no gozan de señal. También se espera llegar a 6,2 millones de usuarios de telefonía fija, 14,6 millones de usuarios de telefonía móvil en la filial Movilnet y 1,6 millones de usuarios de Internet. En el 2012 se llegó a un número de usuarios de Internet en Venezuela de aproximadamente 1.8 millones se elevó el promedio de velocidad de Internet en el país de 256 kilobytes a 512 kilobytes, y para ello se ha invertido cerca de 115 millones de bolívares, equivalentes a 26 millones de dólares.

CANTV en la actualidad es parte del patrimonio de miles de familias venezolanas y referencia obligada en los mercados internacionales. Su actual estructura de propiedad está conformada por más de 43.000 accionistas, en su mayoría el Estado venezolano y más de 15.000 personas, entre empleados activos, jubilados y ex-trabajadores de CANTV son también accionistas [2].

## 2.2 Plataforma de la Red

Se puede definir por una red NGN a un modelo de arquitectura de redes de referencia que permite desarrollar toda la gama de servicios IP multimedia de nueva generación. Su función es de Generar una evolución para pasar de unos sistemas de telecomunicación a otros.

Para el 2005 se empezó el proceso para la integración de equipos hacia una Red NGN y así poder aprovechar con gran eficacia todas las ventajas a presente y futuro que trae consigo tener una red de este tipo. La red NGN se implementó para poder manejar servicios de voz y de datos en forma paquetada sobre una única red de transporte IP. En la figura 2 se muestra una arquitectura de una red NGN como la que posee la empresa CANTV.

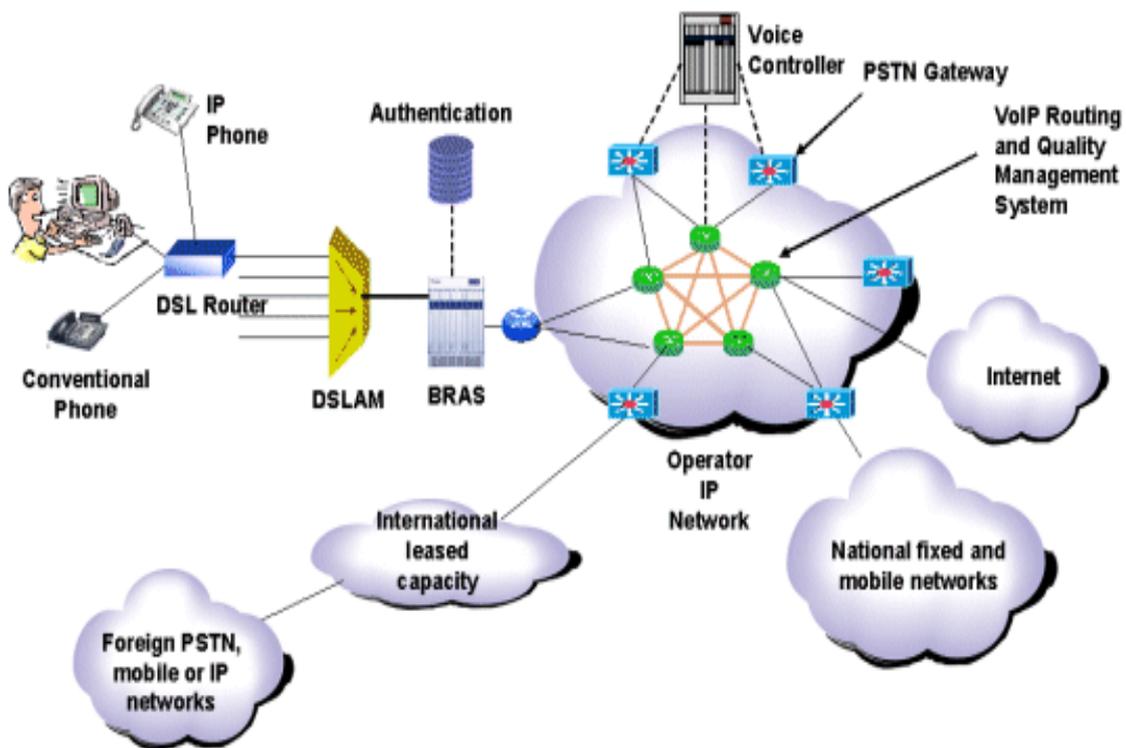


Figura 2. Arquitectura de una red NGN

En la figura se ve como convergen todas las redes que en un momento llegaron a ser independientes como el caso de PSTN, en un centro manejado por equipos de CORE network y gracias a otros equipos periféricos como son los gateways para poder tener un sistema centralizado en el cual se pueda administrar mejor un conjunto de redes externas. Si se analiza la figura y vemos las necesidades del proyecto se nota como el servicio de ADSL, donde los DSLAM'S resaltan en el grafico como el punto de conexión

más importante entre el abonado y la empresa de telecomunicaciones, es el lado de la NGN que se analizara más en profundidad en este proyecto fin de master.

### 2.2.1 Principales componentes de la Red

Entre los principales componente de la Red destacan los siguientes:

- **El Media Gateway (MG):** este componente puede ser el más prolífico de una red NGN, es el encargado de convertir los paquetes de voz TDM en paquetes de voz. Redes de circuitos conmutados y paquetes conmutados deben ser interconectadas, para ellos se crearon los MG que son los componentes capaces de realizar esta función y así poder tener una red multifuncional y convergente. CANTV instalo varios de estos MG marca Huawei UMG8900 en las cabeceras de región (Chacao, CNT, Valencia, Maracay, Barquisimeto, Maracaibo y Puerto la Cruz) y poco a poco desde el año 2005 hasta lo que va del 2007 se han ido instalando en las centrales locales garantizando que todas las centrales puedan tener acceso a la nueva red NGN.
- **El Softswitch:** es el principal dispositivo en la capa de control dentro de una arquitectura NGN (Next Generation Network), encargado de proporcionar el control de llamada (señalización y gestión de servicios), procesamiento de llamadas, y otros servicios, sobre una red de conmutación de paquetes (IP). El softswitch actúa como gestor en el momento de interconectar las redes de telefonía tradicional, e incluso las redes inalámbricas 3G con las redes de conmutación de paquetes (IP), buscando como objetivo final lograr la confiabilidad y calidad de servicio similar a la que brinda una red de conmutación de circuitos con un menor precio. Como todas las recientes tecnologías desarrolladas en telecomunicaciones, el softswitch busca la utilización de estándares abiertos para lograr la integración de las redes de próxima generación con la capacidad de transportar voz (Voz sobre IP), datos y multimedia, sobre redes IP. Pudiendo así, considerar al softswitch como una eficiente plataforma de integración para el intercambio de servicios y aplicaciones. [5]. CANTV ha instalado el softswitch SoftX3000 de Huawei.
- **Signalling Gateway:** Sirve como puente entre la red de señalización SS7 y los nodos manejados por el Softswitch en la red IP. CANTV ha instalado el SG7000 de Huawei.

- **Nodos de Acceso:** CANTV utiliza el equipo Huawei UA5000 y existen sitios que todavía se manejan con nodos outdoor (F01D500 y F01D1000), actualmente se han instalado solamente los UA5000, pero este proyecto de implementación sigue en proceso. Este es un equipo ubicado en la capa de acceso que se encarga de brindar puertos de servicios de voz y de datos. Permite la conexión de líneas de abonados a la red de paquetes, es decir convierten los flujos de tráfico de acceso analógico (POTS) o los mecanismos de acceso de 2 Mbps en paquetes y proveen el acceso de los abonados a redes y servicios NGN. Provee servicios de acceso integrado de banda ancha y banda angosta, servicios VoIP (como componente AG de NGN), interfaces: FE/GE, POTS, RDSI, xDSL, etc, y Protocolo: H.248/MGCP, buses configurable, VAD, CNG, CE y codec's (G 711, G 723, T 38, etc.) y provee funciones de conversión de media stream de TDM e IP, pertenece a la capa de acceso de contenido, la cual convierte los formatos de mensajes a los que pueden ser transmitidos a través de la red IP. Está orientado a portadoras de telecomunicaciones y a los usuarios de Intranet. Soporta las pruebas de línea interna y de línea externa de abonado mediante la tarjeta TSS. Soporta el entorno de monitoreo (temperatura, humedad, etc).
  
- **Sistema de Gestión:** CANTV utiliza el equipo iManager N2000 UMS y el iManager N2000 BMS. Este último se utiliza específicamente para los equipos outdoor ya que por medio de él se puede monitorear las alarmas externas que afectan a este tipo de nodos. El equipo está ubicado en la capa de aplicación, el cual se encarga del monitoreo de toda la red NGN, gestión de alarmas y configuración de servicios son algunas de sus funciones. NGN delega en el N2000 tanto la gestión de dispositivos como el aprovisionamiento de servicios. Sus principales características son la dirección de red unificada para todos los componentes de U-SYS, posee interfaces: SNMP, MML, Telnet, FTP/TFTP, TL1, interfaz para el sistema OSS por TL1, se pueden almacenar como máximo 1000000 de registro de alarmas, las direcciones de red pueden ser asignadas fácilmente basándose en el usuario, grupos de usuarios, tipo de operación, y tipo de dispositivo.
  
- **Plataforma de Sistemas:** El servidor HTTPs, maneja las configuraciones en forma centralizada. Tiene interfaz directa con BOSS para almacenar parámetros de los ATA (username, password, MAC address). Rating, manejo de Business rules, aprobación/rechazo de llamadas, tasación del servicio en tiempo real. BOSS, se encarga de la facturación a través de insumos generados por rating y aprovisionamiento e interfaz con el portal web de CANTV para configuración

de atributos. HP OpenCall, maneja el flujo de llamadas y la implementación de funciones de bloqueo, desvío y correo de voz.

### 2.2.2 Capas de la Red

Las redes NGN presentan muchas características positivas en el entorno de su arquitectura, su arquitectura está dividida en capas que permite separar las distintas funciones de la red haciéndola más eficiente, útil y convergente. El modelo de capas que presenta la arquitectura de las redes NGN no es el mismo del modelo OSI, este modelo no está formado por las 7 capas que presenta el modelo OSI, sino por un número menor de capas. La arquitectura de la red NGN está formada por cuatro capas principales. La capa de gestión de servicios, capa de control de red, capa de conmutación y capa de acceso. En la figura 3 se observa las diferentes capas de la red NGN. [4]

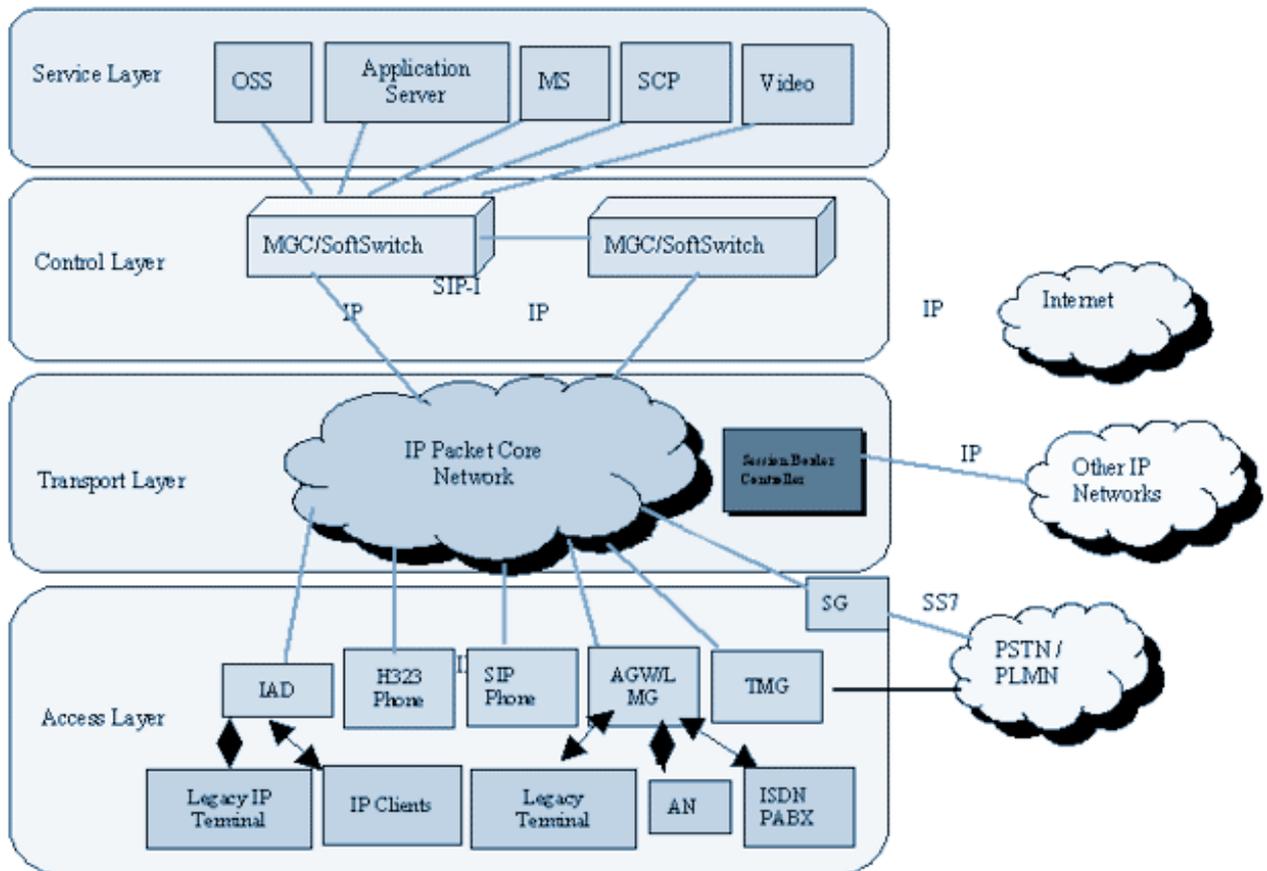


Figura 3. Capas de una red NGN

Desglosando las funciones de cada una de las capas se puede denotar las siguientes características:

- **Capa de gestión de servicios:** La capa de gestión de servicios realiza la separación entre el hardware y los servicios de la red, a su vez procesa la lógica de los servicios y. El Servidor de Aplicaciones (Applications Server) a través de interfaces abiertas API se conecta a la red para brindar servicios avanzados de redes de nueva generación. El elemento esencial para la prestación de servicios multimedia como distribución de llamadas, fax bajo demanda, entre otros es el Servidor de recursos de medios (Media Resource Server). Facilitan el mantenimiento y la administración y aportan mayor flexibilidad a la hora de desarrollar nuevas aplicaciones. El sistema de gestión de red (Network Management System, NMS) incluye los gestores que requeridos para monitorear los equipos que intervienen en una red NGN.
- **La capa de control de red:** La capa de control de red es la encargada de gestionar la lógica de procesamiento de llamadas junto con el control directo de los dispositivos media gateway (MG) siendo el softswitch el componente más importante de la capa de control, el softswitch maneja interfaces estándares y procesa tanto servicios tradicionales como control de llamadas, control de conexión, interconexión, en el caso de conectar a la PSTN, enrutamiento, tarificación y procesamiento de otros servicios prestados en la red de conmutación de paquetes IP. Se puede decir que el softswitch es el núcleo de la red NGN de voz como servicios avanzados de redes de nueva generación.
- **La capa de conmutación:** esta capa consta de una red de transporte de alta capacidad que puede estar basada en IP o en ATM. En esta capa se lleva a cabo el enrutamiento y la conmutación del tráfico de la red de un extremo a otro.
- **La capa de acceso:** la capa de acceso consta de varios equipos de concentración que permiten brindar un número de servicios a los abonados finales, los Media Gateway (MG) son estos equipos. Trunk Media Gateway (TMG), que permite acceso a nivel de troncales, Access Media Gateway (AMG) sirven para el acceso a través de interfaces de usuario final, Video Interworking Gateway (VIGW) sirven para conexión con redes inalámbricas, estos son los principales componentes que conforman la capa de acceso.

Se puede describir una 5ta capa de la arquitectura como es la del suscriptor, en ella se encuentran los equipos utilizados por el abonado o usuario final para poder gozar de los beneficios que brindan todas las anteriores capas.

### 2.2.3 Protocolos de la Red

- **Protocolo H.248:** se conoce igualmente como MeGaCo gracias a que su presenta la función de control de los dispositivos Media Gateway (MG). En otras palabras suministra la interfaz entre el controlador de media gateway (MGC) que se encuentra en el softswitch y el MGW. Desarrolla las funcionalidades de su predecesor por ser el heredero del protocolo MGCP. Cumple con la recomendación IETF, RFC3015, protocolo Megaco versión 1.0 (H.248).
- **Protocolo de Iniciación de Sesión SIP (Session Initiation Protocol):** SIP es un protocolo de capa de aplicación que puede establecer, modificar y finalizar sesiones multimedia (conferencias) por Internet. Una sesión multimedia es un conjunto de emisores y receptores y los flujos de datos que fluyen de los remitentes a los receptores. Por ejemplo, una sesión puede ser una llamada de telefonía entre dos partes o una conferencia llamar entre más de dos partes. SIP también se puede utilizar para invitar a un participante a una sesión en curso, tales como una conferencia. Mensajes SIP podrían contener sesión descripciones de tal manera que los participantes puedan negociar con los tipos de medios de comunicación y otros parámetros de la sesión. SIP proporciona sus propios mecanismos para la transmisión fiable y puede desarrollarse en varias diferentes protocolos de transporte como TCP, UDP, y SCTP (Stream Control transmission Protocol) [6]. SIP también es compatible con IPv4 e IPv6.
- **Protocolo de Iniciación de Sesión para telefonía SIP-T (Session Initiation Protocol for Telephones):** El protocolo de extensión SIP, usado para la transferencia transparente de señalización ISUP. Cumple con la recomendación IETF, RFC3372, (SIP-T).
- **Protocolo H.323:** H.323 es un estándar ITU-T para la videoconferencia multimedia sobre redes de paquetes conmutados. Su título oficial es "Sistemas de Visual telefónicas y equipos para redes de área local que proporcionan una calidad no garantizada de servicio". Las especificaciones H.323 se completaron en 1996 y un nuevo trabajo para la introducción de mejoras comenzaron en enero de 1998 para H.323 versión 2. El H.323 no especifica los diferentes tipos de calidad de servicio, sino que describen los componentes, terminales y servicios de multimedia en los entornos LAN [7].

- **Protocolo BICC:** BICC es un protocolo de señalización basado en ISUP. Es compatible con todo el conjunto de servicios de banda estrecha RDSI a la red de banda ancha sin afectar las interfaces y servicios de extremo a extremo de la red existente. BICC resuelve el problema de la separación de control de llamada y control de portador, que permite el control de señalización de llamada para llevar a cabo portador en varias redes.
  
- **Protocolo SIGTRAN:** este protocolos posee capacidades SIGTRAN se utilizan para superar las limitaciones de ancho de banda, reducir los costos de transporte de señalización, y para posicionar la red para la migración a la red de próxima generación (NGN). Es necesaria una comprensión completa de la utilización y la aplicación de SIGTRAN para diseñar de manera eficiente una red adecuada para el transporte de señalización SS7 sobre IP. El mayor obstáculo a la plena comprensión SIGTRAN es que todas las explicaciones se dispone se refieren a la arquitectura de próxima generación, incluyendo los controladores de pasarelas de medios (MGC), Media Gateways (MG), y Señalización Gateways (SG), con muy poca información acerca de los elementos tradicionales de la red o topología de red [8].
  
- **Protocolo SNMP (Simple Network Management Protocol):** El protocolo simple de administración de redes (SNMP) es un protocolo estándar de Internet para la gestión de dispositivos en las redes IP. Hay muchos tipos de dispositivos son compatibles con SNMP, incluyendo routers, switches, servidores, estaciones de trabajo, impresoras, bastidores de módem y de alimentación ininterrumpida (SAI). Las formas que puede utilizar gama SNMP de lo mundano a lo exótico: es bastante sencillo de utilizar SNMP para supervisar la salud de sus routers, servidores y otros dispositivos de hardware de red, pero también se puede utilizar para controlar los dispositivos de red, página alguien, o tomar otras acciones automáticas en caso de problemas. La información que usted puede controlar los rangos de elementos relativamente simples y estandarizadas, como la cantidad de tráfico que entra y sale de una interfaz, elementos de hardware y específicos del fabricante para más esotéricas, como la temperatura del aire dentro de un router [9]. Es usado para soportar la interconexión entre SoftX3000 y dispositivos NMS (IManager N2000) de forma que el SoftX3000 pueda proveer interfaces de gestión de redes. Cumple con la recomendación IETF, RFC1157.

- **XML:** usado para soportar la interconexión entre SoftX3000 y dispositivos NMS (IManager N2000) de forma que el SoftX3000 puede proveer interfaces de gestión de red.
- **V5UA (V5.2-User Adaptation Layer):** usado para la interconexión entre SoftX3000 y UMG con funciones de gateway de señalización V5 integradas. Cumple con la recomendación IETF.
- **R2:** Es tipo de señalización usado para la interoperabilidad entre SoftX3000 y centrales antiguas, de manera que el SoftX3000 pueda proveer troncales R2 a través de los UMGs. Cumple con las recomendaciones ITU-T, Q.400 ~ Q.499.

Siendo la red NGN una arquitectura abierta multiprotocolo, que es interoperable con todo tipo de dispositivos gracias a protocolos estándar para que se puedan comunicar las diferentes redes. MGCP, MEGACO/H.248, H.323, SIP, SIP-T, SNMP, SIGTRAN, ISUP, SCTP, señalización R2 entre otros son protocolos que soporta U-SYS.

SIP/SIP-T o protocolos BICC son protocolos utilizados por los softswitches para operar entre ellos siendo el SIP-T es el más simple y flexible, además de ser el más soportado por la mayor cantidad de proveedores. Debido a esta popularidad ya muy amplia del protocolo SIP, la empresa HUAWEI lo ha adoptado y además sugiere que SIP-T sea el protocolo usado para señalización inter-softswitch en vez de BICC.

La interoperabilidad entre softswitches con redes tradicionales SS7 a través de gateways de señalización (SG) se realiza usando la gama de protocolos SIGTRAN propuesta por el IETF. Mediante estos se ha resuelto satisfactoriamente los problemas de Interoperabilidad entre redes SS7 tradicionales y redes IP al soportar SS7 sobre redes IP. La interoperabilidad entre softswitches con trunk media gateways se realiza usando H.248 o MCGP. El protocolo de señalización H.248 que fue creado por la IETF e ITU siendo así un simple, poderoso, altamente escalable, que permite muchas particiones de gateways para ser unidas a la capa de control de llamadas. MGCP fue creado antes de H.248 y es de menor calidad en términos de flexibilidad, escalabilidad y soporte para operadores múltiples.

H.248 ó MCGP son los protocolos encargados de la interoperabilidad entre softswitches y AMG. SIP ó H.323I son los protocolos encargados de la interoperabilidad entre softswitches y terminales multimedia. La interoperabilidad entre softswitches y servidores de aplicaciones (App Server) es provista a través de la interfaz SIP.

En la figura 4 se denotan todos los protocolos de señalización que intervienen en la solución U-SYS de HUAWEI y en NGN en general. Softx3000 controla los UMG8900 por medio de H.248. La señalización SS7 desde la PSTN es transportada a través de SIGTRAN en la SG integrada al UMG8900, estos mensajes SIGTRAN son transportados sobre IP al SoftX3000. Dos SoftX3000 pueden ser conectados usando los protocolos de señalización SIP, SIP-T o H.323.

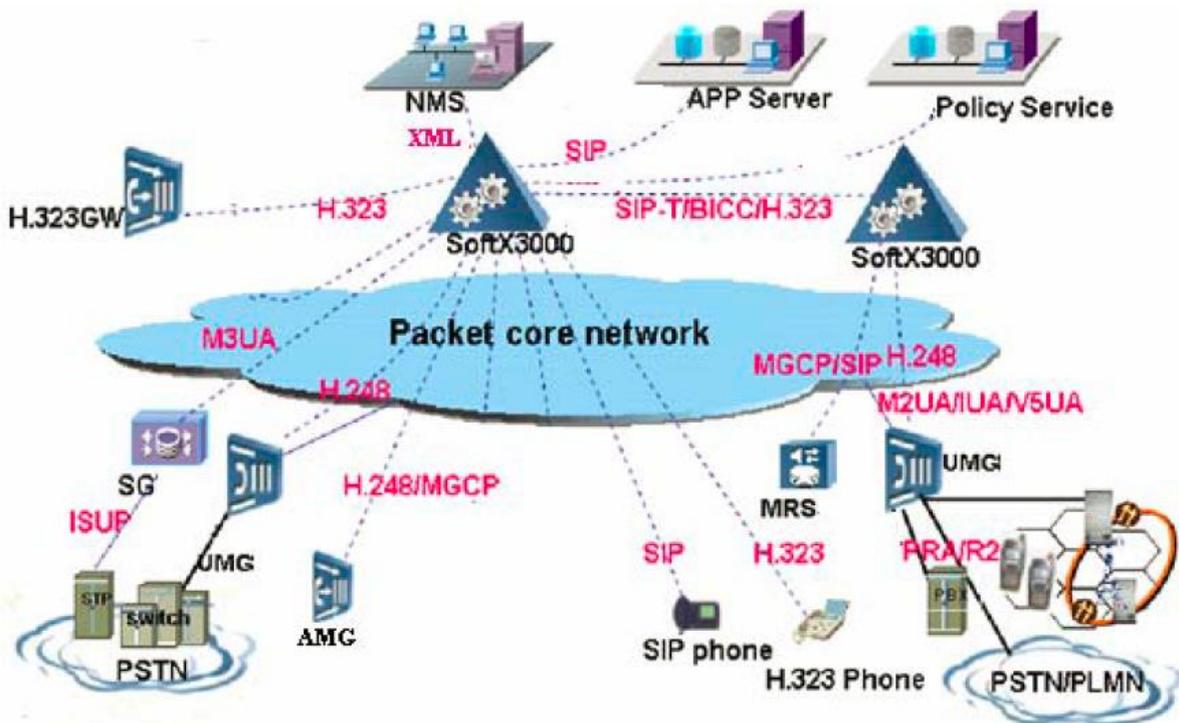


Figura 4. Protocolos que intervienen en red NGN de CANTV

#### 2.2.4 Soluciones

La solución NGN para CANTV propuesta por la empresa China HUAWEI está basada en la plataforma U-SYS de la misma, y así de esta forma poder implementar soluciones de próxima generación NGN. El esquema de la configuración propuesta se basa en cinco elementos principales de la plataforma U-SYS: el softswitch SoftX3000, el Gateway Universal de Medios UMG8900, Nodos de acceso UA5000 (Indoor, Outdoor), el Gateway de Señalización SG7000 y el sistema de gestión de red integrada IManager N2000.

Esta propuesta se enfocaba en la convergencia de tres proyectos de CANTV que para ese entonces eran el proyecto NEURONA (en el cual se instalaron todos los elementos básicos requeridos por una red NGN, tales como softswitch, UMG, AMG, y SG) también se instalaron alrededor de 80.000 nuevas líneas POTS. El Proyecto de Modernización de Centrales Analógicas que se propuso en el año 2004 y comprendía la modernización de

30.000 líneas. Como último estaba el proyecto de sustitución de centrales Lucent de 25.000 líneas, siendo entonces un total de 135.000 líneas las que se incluyen en la presente propuesta, este proyecto actualmente sigue en función. Con base en la configuración propuesta, CANTV podrá fácilmente añadir posteriormente más dispositivos UMG8900 y UA5000 para ampliar la cobertura de la red NGN.

Con la infraestructura de red backbone IP se puede implementar esta configuración. De esta forma, tanto el SoftX3000, UMG8900 y UA5000 se interconectaran a la red de paquetes mediante cualquiera de las interfaces FE, GE. El SoftX3000 ejercería el control de los UMG8900 y UA5000 a través del protocolo H.248. En la figura 5 se muestra una representación gráfica de la solución para CANTV.

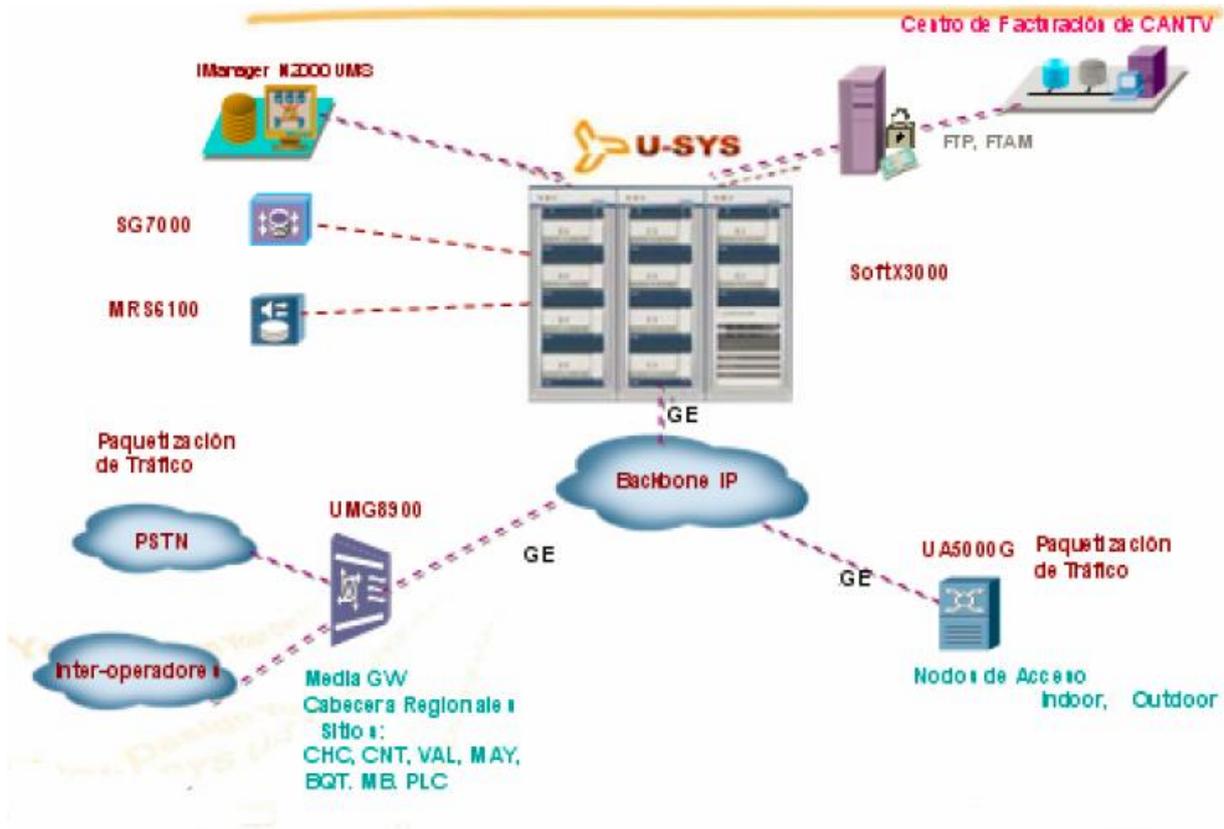


Figura 5. Ilustración de solución para red NGN de CANTV

### 3 Revisión del departamento de Salud del estado Zulia

El sistema integral de salud pública en Venezuela presenta en los actuales momentos serias deficiencias, que se traducen en un bajo desempeño en términos de cobertura y calidad de los servicios que presta, con limitada capacidad para brindar respuestas oportunas a los requerimientos y demandas de una gran parte de la población, sobretodo, la de menores recursos económicos. Aunque el Ejecutivo nacional ha hecho grandes inversiones, hasta ahora no se ha logrado mejorar los déficits crónicos de atención y elevar su calidad de manera consistente.

#### 3.1 Hospitales integrantes de la red Hospitalaria del Municipio Maracaibo

Actualmente en el municipio Maracaibo se encuentran 12 hospitales inscritos en el sistema regional de salud distribuido en diferentes zonas geográficas de la ciudad, cuyas funciones son de atender a todo aquel venezolano que presente algún tipo de urgencia o enfermedad. A continuación se hace una reseña muy breve de estos centros de salud [10].

- **Hospital Universitario:** El 18 de noviembre de 1960, luego de ocho años de construcción, el Dr. Rómulo Betancourt, Presidente de la República en funciones, inaugura el Hospital Universitario de Maracaibo. Posee actualmente 844 camas.
- **Hospital Dr. Pedro Iturbe (General del Sur):** Fundado el 18 de noviembre de 1942 como un Sanatorio Antituberculoso. En la actualidad, el también llamado por sus pacientes y trabajadores como El Sanatorio debido a sus orígenes, cuenta con más de 20 especialidades médicas. “Es un hospital tipo IV donde no sólo atendemos a zulianos, sino también a gente Falcón, Trujillo y del estado Lara”. Posee actualmente 432 camas.
- **Hospital Psiquiátrico:** Fue inaugurado bajo el nombre de “Manicomio”, el día 11 de abril del año 1904. Posteriormente se le cambio al nombre por su nombre actual y se encarga de tratar con todos los pacientes con problemas mentales del estado Zulia. Posee actualmente 236 camas.
- **Hospital Central:** El Hospital Central de Maracaibo (oficialmente Hospital Dr. Urquinaona) es uno de los centros de salud más antiguos de la ciudad de Maracaibo, capital del Estado Zulia al oeste del país sudamericano de Venezuela.

Fue la sede del primer hospital de la ciudad creado como la "Casa de Beneficiencia" pero también recibió el nombre de Hospital de Santa Ana, siendo inaugurado el 26 de julio de 1608.2 Destaca por su arquitectura colonial, que se mantiene a pesar de numerosas modificaciones y ampliaciones que se realizaron en su interior. Recibe su nombre oficial del doctor Antonio José Urquinaona Bracho un abogado, filántropo y profesor venezolano. Posee actualmente 179 camas [11].

- **Hospital Nuestra Sra. de Chiquinquirá:** Se inauguró el día 20 de Diciembre del 1935, y el nombre fue decidido bajo la influencia de la iglesia regional para darle un aporte a la devoción hacia la virgen de la Chiquinquirá. Posee actualmente 219 camas.
- **Hospital Materno Infantil Cuatricentenario:** localizado en el municipio San Francisco fue inaugurado a principios de los años 90's, el sector en donde se localiza se conoce como Cuatricentenario, de ahí reside su nombre. Posee actualmente 120 camas.
- **Hospital de Niños:** Luego de la refacción y acondicionamiento de las edificaciones donde funcionaba el instituto Pro-Infancia, el día 6 de marzo de 1950 abre sus puertas a la comunidad el Hospital de Niños de Maracaibo, ubicado en el sector Las Veritas, según información del Diccionario del Zulia, ubicado en el Acervo Histórico del estado. Su capacidad arquitectónica al momento de la construcción fue de 124 camas, pero se inició con 90 presupuestadas, distribuidas en 50 camas para niños lactantes y pre-escolares de 0 a 7 años de edad, 20 camas para pacientes con enfermedades infectocontagiosas en niños de 0 a 12 años de edad y 20 camas para Escolares de 7 a 12 años. Actualmente, el Hospital de Niños se encuentra un operativo en un 50%, con una cantidad reducida de 28 camas para hospitalización y deficiencias en cuanto a insumos, estructura y aseo, según informó la doctora Villalobos. Esto debido a los trabajos de remodelación que se están haciendo. Posee actualmente 106 camas.
- **Hospital Materno Infantil Raúl Leoni:** Posee actualmente 120 camas.
- **Hospital Dr. Adolfo Pons (I.V.S.S):** Fundado en la década de los 80, el 2 de noviembre del año 1982, "el Pons" celebra tres décadas de asistencia sanitaria. Esta reconocido dentro de los cuatro mejores hospitales del Instituto Venezolano de los Seguros Sociales. Posee actualmente 208 camas.

- **Hospital Geriátrico Joaquín Esteva Parra (Inager):** en este centro son atendidos las personas con una edad avanzada de la ciudad, fundada hace varias décadas en referencia a Joaquín Esteva Parra quien fue el primer profesor de anatomía e higiene del estado zuliano. Posee actualmente 150 camas.
- **Hospital Dr. Régulo Pachano Añez (Policía):** el 18 de noviembre del año 1993, fue inaugurado el centro médico policial Dr. Régulo Pachano Añez, para prestar los servicios de hospitalización, cirugía, y maternidad a los oficiales de seguridad y a sus familias, tal y como está previsto en la ley de previsión social de la policía regional del estado Zulia. Posee actualmente 20 camas.
- **Hospital Francisco Valbuena (Min. Defensa):** el reconocido hospital militar del estado Zulia, donde son atendidos los miembros de la Fuerza Armada Nacional del estado, es un centro de gran tamaño que presta atención en casi todas las áreas de la medicina actual. Posee actualmente 270 camas.

### 3.2 Descripción y análisis de principal Hospital del Estado Zulia

La inauguración del “Hospital Universitario de Maracaibo” fue realizada por el gobierno de Rómulo Betancourt en el año 1960, para la época la ciudad marabina presentaba problemas muy agudos con respecto al área sanitaria y por ende se decidió la creación del hospital, se le dio el carácter de prioridad a la creación del centro de asistencia. Pérez Jiménez empezó a construir el centro de asistencia pero no lo llegó a terminar, y se necesitó un aporte de inversión adicional en el gobierno de Rómulo Betancourt. Fue construido con toda la magnificencia que caracterizaron las obras de este periodo, con la aplicación de una alta tecnología para la cual el país todavía no estaba preparado y con un presupuesto fastuoso que las finanzas del Estado no podían afrontar y las empresas locales no estaban en capacidad de alcanzar. La duración de la construcción del Hospital fue casi 10 años, en él se cumplieron las políticas de obras públicas del gobierno de Pérez Jiménez [12].

La capacidad para la época era de 605 camas: 170 para Pediatría, 254 para Cirugía y sus especialidades y 181 para Medicina y sus especialidades, para 1960, este instituto asistencial fue catalogado como el más moderno y mejor equipado del país y probablemente de los mejores de América Latina. El costo total de la obra fue de 110 millones de bolívares, incluyendo equipos y demás instrumentos. Para la época se veía como una edificación majestuosa, imponente, que parecía ser mucho hospital para la región. Con el pasar de los años se fue haciendo más pequeño en el ámbito de cubrir las necesidades de salud de la región de Maracaibo.

En la actualidad después de varias ampliaciones posee 844 camas distribuidas en varias plantas del hospital. Con respecto al organigrama general vemos como es dirigido por el comité directivo del mismo, los mismos delegan funciones a los empleados situados a un nivel inferior. La dirección está a cargo de un Médico Director, especialista en Salud pública y amplia experiencia en Administración de hospitales, departamentos clínicos básicos. Departamentos de emergencia y medicina crítica, los mismos servicios de especialidades que correspondan al Hospital tipo III, servicios de cirugía compuestos por: Neuro-cirugía, Ortopedia y Proctología, servicios de medicina compuestos por Inmunología, Endocrinología, Geriátrica, Medicina del Trabajo, Medicina Nuclear, Genética Médica. El Ministerio de Sanidad y Asistencia Social podrá agregar otras especialidades de acuerdo a la demanda y en función del estudio de movilidad del área respectiva.

Con respecto al organigrama en el área administrativa del hospital se divide en 3 partes, división administrativa, división de recursos humanos y división de presupuestos y recursos informáticos. La dirección está encargado de un médico director, médicos adjuntos de atención médica y epidemiológica, con los correspondientes cursos de post-grado, jefes de departamento y sus adjuntos, con el post-grado correspondiente, al igual que los jefes de servicios y sub-especialidades, seis (6) nutricionistas como mínimo, tres (3) licenciados en Enfermería en la jefatura del departamento, administración a cargo de un Licenciado en Administración Comercial, economía o disciplina afín, jefe de la oficina de personal con amplios conocimientos en Administración de Personal, servicio de Ingeniería y Mantenimiento bien estructurado, que sirva de apoyo a los demás establecimientos de la región. Este tipo de hospital cumplirá, además, actividades de docencia de pre y post-grado a todo nivel y podrá ser sede de una Facultad de Medicina y desarrollar también actividades de investigación a todos los niveles.

Siguiendo con el esquema en la figura 6 se expone de forma muy explícita el organigrama asistencial al paciente. Este organigrama explica de forma estructural como está compuesto y distribuidos el staff de médicos y especialistas que laboran diariamente en el hospital. También hay renglones donde participan los futuros médicos y futuros especialistas del área de la medicina debido a que en el hospital se imparten clases tanto de pregrado como de posgrado.

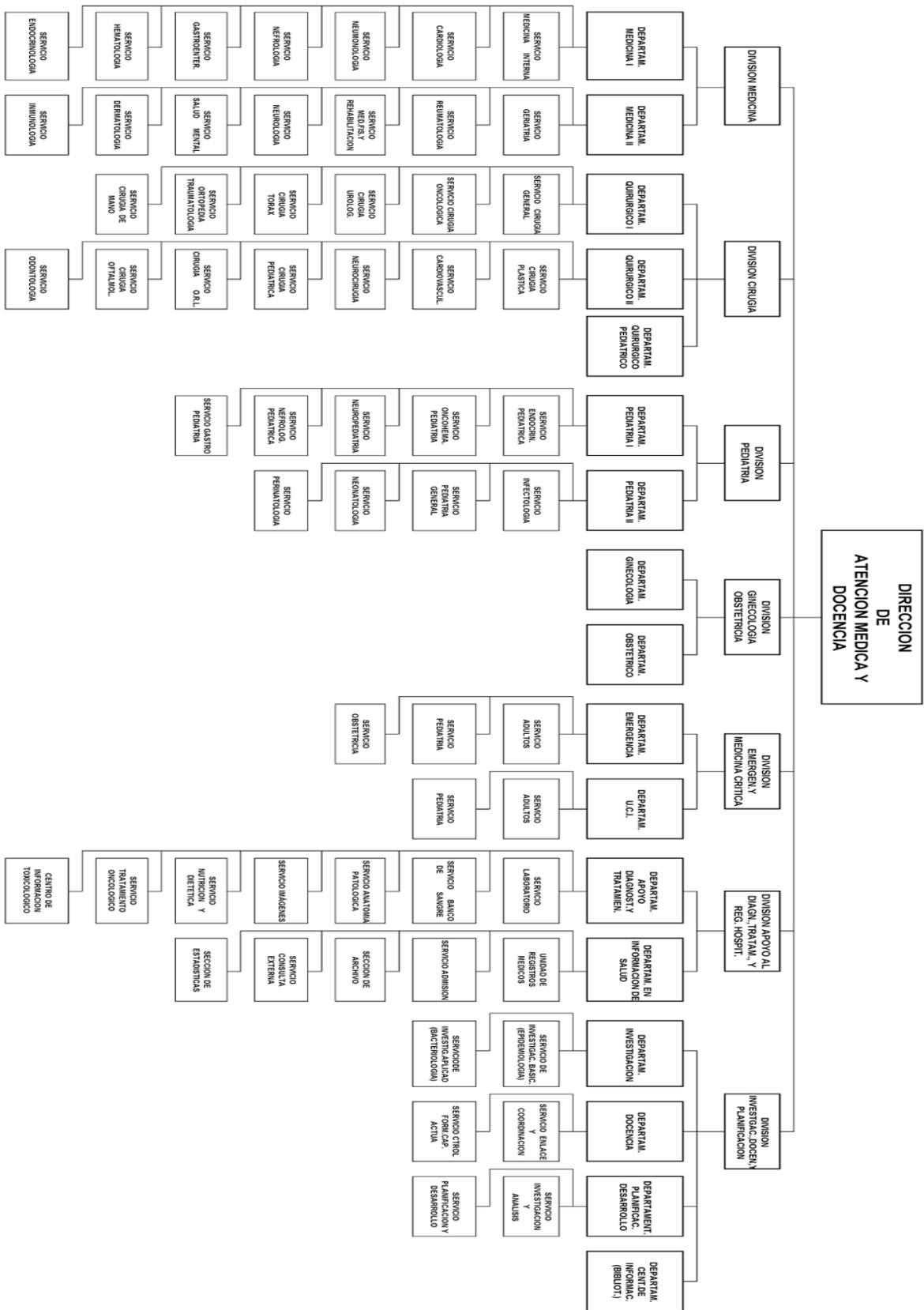
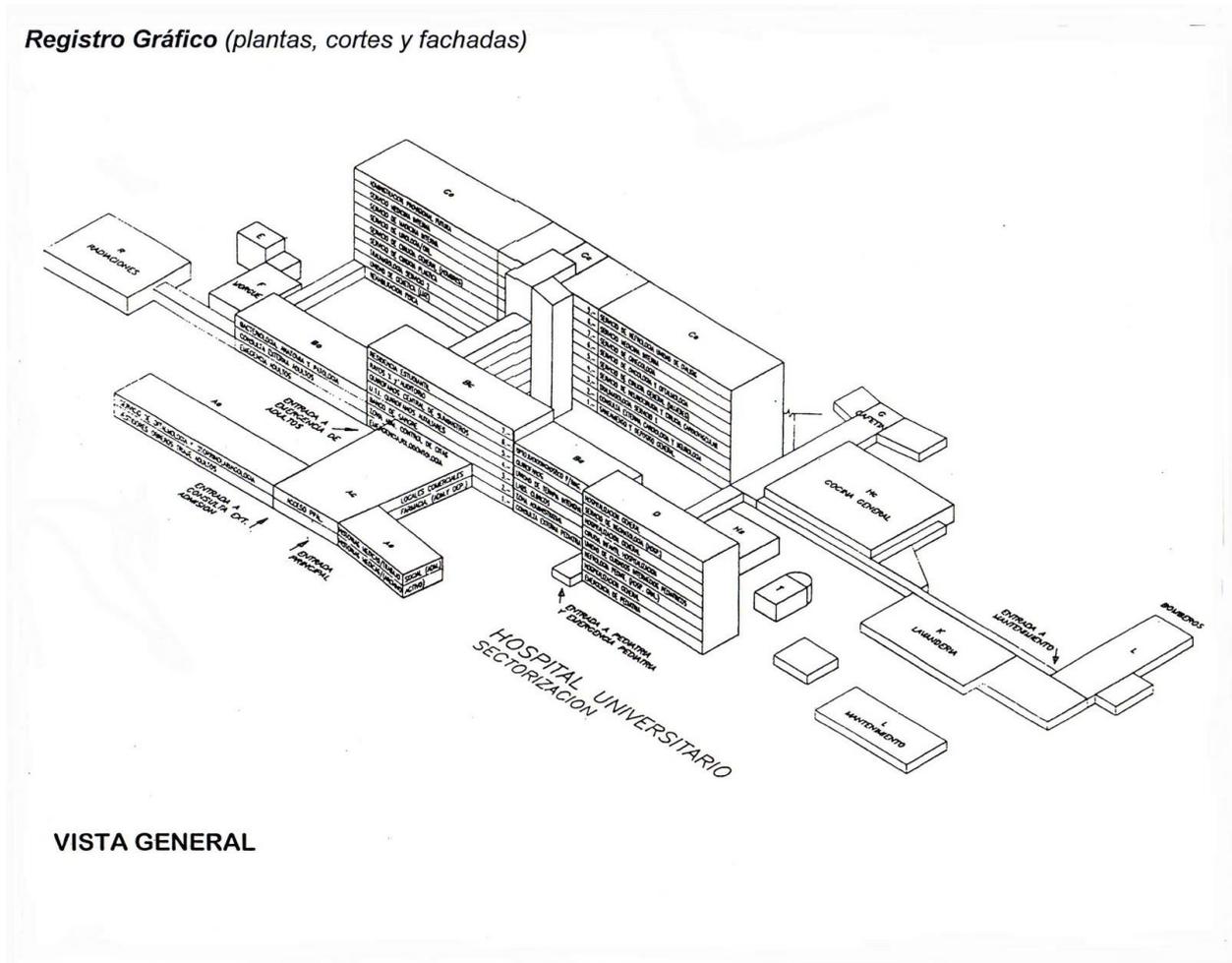


Figura 6. Organigrama asistencial

Con respecto a la estructura de la edificación originalmente era de 46.372 m<sup>2</sup> para los años 60's, en los años 90's que se procedió al proceso de ampliación presenta unos 75.000 m<sup>2</sup> de construcción repartidos en varias edificaciones donde en cada una se atienden diferentes casos dependiendo de la especialidad que se requiera. En la figura 7 se destaca una vista general de las edificaciones del hospital. En base a este plano se tratara de crear la LAN para poder comunicar entre si las edificaciones aisladas del hospital. En el siguiente capítulo se trabajara con las respectivas implementaciones para poder brindar los servicios que se requieren para la propuesta de este proyecto.

Registro Gráfico (plantas, cortes y fachadas)



VISTA GENERAL

Figura 7. Plano General del HUM

#### **4 Propuesta de implementación de red con base de datos, llamadas VOZ/IP, servicio de Internet y servicio de previa cita por llamada al centro hospitalario**

Como ya se ha comentado anteriormente, las condiciones precarias del país y más aun de un servicio hospitalario que necesita con urgencia inversión de tiempo, esfuerzo y dinero para poder mejorarlo y así prestar una mejor atención al ciudadano marabino. Analizando todo lo anterior conjuntamente con la arquitectura y equipos de telecomunicaciones que presenta la empresa pública de telecomunicaciones venezolana, pude llegar a un crear un proyecto para una futura implementación a corto plazo de equipos que cubran necesidades básicas para poder gestionar un sistema hospitalario simple para los ojos de países desarrollados o en vías de desarrollo, pero novedoso para un país donde no existen este tipo de redes que brinden una gestión hospitalaria decente.

Se han estudiado casos de hospitales americanos con tecnología de punta, donde todos los equipos están conectados a una red, cabe destacar que estos equipos no se encuentran en Venezuela, y si se encuentran podrían estar en centros privados donde el capital de inversión es más alto por su rentabilidad en el ámbito económico. Estos casos estudiados cuentan unos servicios para el paciente muy novedosos y también para el personal médico gracias a que todo lo tienen a mano gracias a que la red permite crear, almacenar y ejecutar aplicaciones de voz y video, como por ejemplo resultados digitales de estudios de carácter radiológico (imágenes) y de carácter de cirugía (video) para que se pueda tener un mejor registro de la hoja de vida del paciente. [13]

Esta propuesta se ha basado en implementar equipos Cisco Systems debido a que la misma es la que presenta una presencia más destacada en el país y presenta un soporte de equipos mejor que el que puede ofrecer la competencia, sumado a esto se imparten curso de redes basados en material académico de Cisco Press, y con experiencias de configuración sobre los mismos. Los precios serán reflejados en moneda americana (\$) debido a que es un borrador basado en páginas de internet vendedoras de equipos cisco al menor) de lo que sería el proyecto final en caso de ser presentado a las oficinas gubernamentales encargadas del área de Salud (para el presupuesto final se trabajaría con una empresa local o nacional de equipos Cisco).

## 4.1 Arquitectura de red para la LAN del Hospital modelo

Para esta sección se ha estudiado el modelo estructural que explica la empresa Cisco en sus libros y base de datos online que presta públicamente en su página oficial para todo aquel interesado en el mundo de las redes y de sus equipos para poder crear una red basado en las necesidades de una empresa, comercio, campus, ISP, entre otros, también trabaja mediante las metas tecnológicas que se requieran implementar gracias que también venden software y aplicaciones para los servicios deseados.

En este proyecto se trabajó primordialmente con la guía para diseñar redes para campus grandes con alta fiabilidad de Cisco Press. Esta guía publica la teoría esencial para poder diseñar una gran red de área local para un campus, también se ha verificado otro tipo de material de apoyo ajeno a las ediciones publicadas por la empresa Cisco Press para poder verificar y complementar la información brindada por una empresa privada cuyo comercio y meta principal es la venta de sus equipos propietarios, [14] [15]. Dando un breve resumen de la teoría básica para poder implementar una red LAN de gran envergadura se pueden destacar ciertas metas que se van desglosando dependiendo del momento o del alcance que se tiene para un proyecto o una teoría de diseño de red. Se tienen que tomar en cuenta reglas y recomendaciones básicas para el diseño de una LAN de esta envergadura. Cada capa (acceso, distribución y Core) sigue sus recomendaciones para poder lograr un esquema funcional donde haya redundancia y se tenga un red convergente libre de Loops.

Para llegar el esquema de diseño “ideal” se fueron descartando varios esquemas y equipos que al final no se adaptaban a las necesidades primordiales de la red. Por ejemplo al principio se trató de diseñar una red donde cada bloque tuviese su switch capa 3 de distribución, pero se descartó por su alto coste y por no tener la necesidad de deparar el direccionamiento de red en cada bloque, no se tenían que crear esa cantidad de redes independiente gracias a que las distancias entre los bloques no lo ameritan, como sería el caso de tener un campus universitario donde se tengan que tener bien demarcados las capas de distribución para llegar a un CPD donde se encontraría el Core. Otra opción que al principio se trató de diseñar y posteriormente se descartó por el uso de routers para la conexión Metro Ethernet y para la conexión de respaldo ADSL hacia internet. Pudiendo analizar mejor la estructura y basado en los casos de estudios de cisco [16] [17] y en la teoría estudiada para el diseño de redes LAN, se descartó el uso de los mismos debido a su alto coste y a que se tiene como capa de distribución un switch capa 2 y 3 capas se cumplir con las funciones que en un inicio se les había otorgado a los mencionados routers.

La arquitectura de la red LAN quedó de esta forma distribuida por equipos de acceso Cisco ubicados en cada bloque, la cantidad de estos equipos varía según el número de usuarios que se requiera en cada bloque debido a que cada bloque tiene una función dentro del sistema hospitalario para poder separar a las pacientes según su enfermedad o requerimiento. Para la capa de Distribución/Core se usó un equipo doble Cisco Catalyst para así tener conectados a ambos todos los switches de acceso y poder brindar el back up deseado para el hacer cumplir el STP y así tener un sistema libre de bucles. Estos equipos van conectados a los CPE suministrados por CANTV (posteriormente se detallaran las especificaciones y marca).

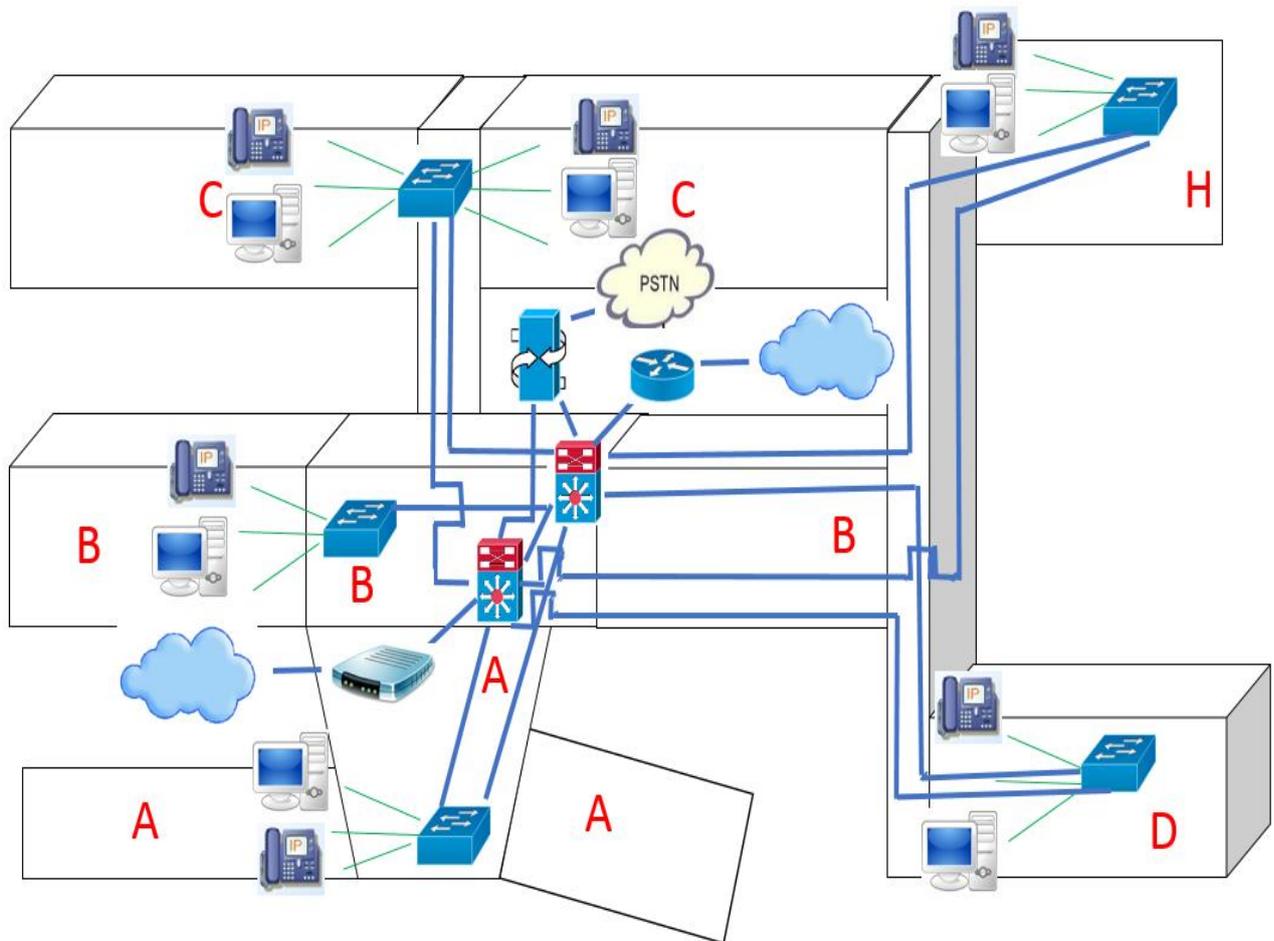


Figura 8. Arquitectura General de la red LAN del HUM

En la figura 8 se puede apreciar la distribución de los equipos en los bloques donde se van a implementar a futuro, se puede detallar que no todos los bloques gozaran de estar proporcionados de equipos de red debido que muchos de estos cumplen funciones ajenas al esquema de funciones que se requieren para la gestión de pacientes del centro, por ejemplo lavandería, biblioteca, cafetería, instalación eléctrica central, calderas, capilla, área de lectura y sala de autopsias). Se implementaran equipos de telefonía IP

Cisco y para la salida hacia a red pública de telefonía conmutada (PSTN) se propondrá un Gateway conectado a los switches de Distribución/CORE, para que así pueda salir la llamada hacia a la PSTN. No se implementara un equipo único con funciones de Firewall gracias a que los switches de Distribución/CORE poseen un módulo adaptable para que cumplan con esta función, ahorrando espacio y complejidad a la distribución de equipos de la red LAN. Los parámetros de configuración de los equipos serán explicados de forma general debido a que si no se extiende mucho el TFM, solo se explicaran los protocolos de configuración elegidos, la señalización y el porqué, los tipos de conexión, los módulos a instalar a los equipos y se justificara el número de equipos instalados y también la razón de su ubicación.

## 4.2 Equipos

Como se ha descrito anteriormente los equipos de redes son marca Cisco Systems, y se han dividido según la función que cumplen dentro del esquema de la red. Para el nivel de acceso se han escogido varios modelos de la misma serie Cisco Catalyst 3750, debido a que hay bloques que se necesitan menos puertos para una menor cantidad de usuarios y por ende el coste de la red bajaría. Para la capa de nivel 3 se ha escogido un equipo de la serie 6500 Catalyst que será implementado en el hospital y en Centro Regional de Salud. A este equipo se conectara un Gateway Cisco y se le instalara un módulo que cumpla las funciones de Firewall. Del lado del Centro Regional de Salud se instalara un servidor Cisco con memoria de hasta 1Tb que para los fines del proyecto se estima que sería suficiente, posteriormente se instalaran discos de memorias para poder albergar más información cuando se amplíe la red o se incorpore tecnología de imagen y video.

### 4.2.1 Equipos de capa de acceso

A continuación se describe las características generales de los equipos de nivel del acceso:

- **WS-C3750-48PS-S. Se nombrará en proyecto como 1(a)**

Posee 48 Ethernet 10/100/1000 con puertos IEEE 802.3af y Cisco norma previa PoE. 4 Puertos Gigabit Ethernet basados en SFP. 32-Gbps, bus de apilamiento de alta

velocidad .La tecnología de apilamiento es innovadora. 1 RU apilable, interruptor de múltiples capas. Los servicios inteligentes de clase empresarial entregada al extremo de la red. Software base IP con conjunto de características de IP basado en imagen (IPB). En la Figura 9 se observa un ejemplar de este modelo.



Figura 9. Cisco Catalyst WS-C3750G-48PS-S

- **WS-C3750-24PS-S. Se nombrará en proyecto como 1(b)**

Posee 24 Ethernet 10/100/1000 con puertos IEEE 802.3af y Cisco norma previa PoE. 4 Puertos Gigabit Ethernet basados en SFP. 32-Gbps, bus de apilamiento de alta velocidad .La tecnología de apilamiento es innovadora. 1 RU apilable, interruptor de múltiples capas. Los servicios inteligentes de clase empresarial entregada al extremo de la red. Software base IP con conjunto de características de IP basado en imagen (IPB). En la Figura 10 se observa un ejemplar de este modelo.



Figura 10. Cisco Catalyst WS-C3750G-24PS-S

- **WS-C3750G-16TD-S. Se nombrará en proyecto como 1(c)**

Posee 16 Ethernet 10/100/1000. 1 puerto Gigabit Ethernet XENPAK IEEE 802.3af (el puerto es 1,25:1 exceso de solicitudes). 32-Gbps, bus de apilamiento de alta velocidad .La tecnología de apilamiento es innovadora. 1 RU apilable, interruptor de múltiples capas. Los servicios inteligentes de clase empresarial entregada al extremo de la red. Software base IP con conjunto de características de IP basado en imagen (IPB). En la Figura 11 se observa un ejemplar de este modelo.



Figura 11. Cisco Catalyst WS-C3750G-16TD-S

#### 4.2.2 Equipos de capa de Distribución/CORE

Para la capa de Distribución/CORE se escogió un modelo Cisco Catalyst de la serie 6500 de Cisco Systems, se recomienda la instalación 2 equipos iguales para que se cumpla las propiedades del STP y se tenga un sistema redundante libre de bucles con el back up deseado en caso de la falla del principal de ello. La serie 6500 ofrece muchas funciones y características, en resumen sus funciones principales son las siguientes:

- **Tiempo rápido de convergencia:** con Cisco IOS Software modularidad y la plataforma, el poder suministro, el motor supervisor, switch fabric y servicios de red integrados ofrece redundancia de 1 a 3 segundos de reconexión dinámica y la entrega de aplicaciones y servicios para continuidad en una red convergente, lo que minimiza la interrupción de datos y servicios de misión crítica.
- **Seguridad de la Red Integral:** Se integra de forma probada, multi-gigabit de seguridad de Cisco soluciones, incluyendo la detección de intrusiones, firewall, VPN, y capa de conexión segura (SSL) en las redes existentes.
- **Rendimiento escalable:** proporciona un rendimiento hasta 400 Mpps con arquitectura de reenvío distribuida.
- **Arquitectura con visión de futuro con la Protección de la inversión:** Soporta tres generaciones de módulos intercambiables, intercambiables en caliente en el mismo chasis, optimizando el uso de la infraestructura de IT, maximizando la tasa de inversión, y la reducción del costo total de la propiedad.

- **Coherencia Operacional:** los 3, 6, 9 o 13 ranuras del chasis comparten un conjunto común de módulos, Cisco IOS ® Software, Cisco Catalyst Software Sistema operativo y herramientas de gestión de red que se pueden desplegar en cualquier lugar de la red.
- **Servicios sin precedentes de Integración y Flexibilidad:** Se integra servicios avanzados tales como la seguridad, los servicios de LAN inalámbricas, y el contenido de las redes convergentes; ofrece la más amplia gama de interfaces y densidades, de 10 /100 y 10/100/1000 Ethernet a 10 Gigabit, y de DS- 0 a OC- 48; y lleva a cabo en cualquier despliegue de extremo a extremo.

Además de las mencionadas características generales del producto posee un sinnúmero de características añadidas que lo hacen ideal para lo que se requiere dentro del esquema de red que se desea desplegar. Para mejor información se puede informar de las mismas en la página web oficial del producto [18]. Mencionando la más importantes para el proyecto se destaca: se puede desplegar en cualquier parte de la red, desde el closet de cables hasta la red del CORE, hasta el CPD o el extremo de la WAN. También se destaca que comparte los puertos WAN que tienen routers de la gama Cisco, esto hace el esquema más económico por no implementar más equipos a la red y ahorra espacio. Proporciona protección de pérdida de paquetes y la recuperación más rápida de la interrupción de la red. Otro elemento que se ahorra el esquema de red es el Firewall, la gama de la serie 6500 ofrece Gigabit Firewall, alta capacidad para la detección de intrusos (IDS). Soporta conexiones de bajo coste a internet y a campus. Es muy rico en servicios de capa 3, como por ejemplo que provee soporte Multiprotocol Label Switching (MPLS), para permitir servicios de VPN dentro de una empresa y facilita la integración de nuevos proveedores de servicios de alta velocidad, infraestructuras de CORE y despliegues de Metro Ethernet.

Proporciona interfaces densas T1/E1, intercambio de estación extranjera (FXS) de Gateway sobre voz sobre IP (VoIP) e interfaces para red telefónica pública conmutada (PSTN) de acceso y de telefonía tradicional, fax y conexiones centralita privada (PBX). El modelo de esta serie es uno mediano que contiene 6 slots; **Cisco Catalyst 6506-E Switch y será nombrado como equipo 2 en el proyecto.** En la figura 12 se puede ver el equipo.



Figura 12. Cisco Catalyst 6506-E Switch

### 4.2.3 Demás equipos

Para los empleados, médicos, y administradores del hospital de van a usar 2 equipos de diferentes tecnologías. Se van a usar teléfonos IP y computadoras de escritorio básicas con sistema operativo Windows, estas computadoras necesitan accesorios de uso primordial como teclado, ratón y monitor. No he de especificar las características de las computadoras gracias a que hay muchas compañías que ofrecen buenas ofertas por ser ensambladas regionalmente, para ellos se necesita estar en la ciudad y activar el proceso para que los distribuidores liciten y así obtener un precio justo por ellas. El teléfono IP será el Cisco 7821 y es el punto final de dos líneas, está diseñado para profesionales de la información y los administradores. Este teléfono es ideal para los clientes que actualmente utilizan analógico tradicional o teléfonos digitales, pero quieren pasar a la telefonía IP. También para las organizaciones que quieran ampliar sus inversiones

comunicaciones de voz mediante el uso de las Comunicaciones Unificadas de Cisco. En la figura 13 se puede observar un teléfono de esta gama.



Figura 13. Cisco IP Phone 7821

Como equipo Gateway entre la PSTN y la red LAN se tiene en proyecto implementar un “**Cisco AS5400XM Universal Gateway**”. El Cisco AS5400XM Universal Gateway es un gateway de voz con sólo en dos unidades de rack, de datos escalable y fiable. Es compatible con la señalización telefónica pública conmutada red, la señalización de puerta de enlace, códecs de voz, fax, VoiceXML, RADIUS, Tool Command Language, y la respuesta de voz interactiva. Los datos del proveedor de servicios y aplicaciones de voz también son soportados, incluyendo: voz sobre terminación de banda ancha, larga distancia, tarjetas telefónicas prepagadas, acceso local, alberga la telefonía IP, soluciones de call center y terminación, comunicaciones unificadas, acceso VPN, dial de acceso, conmutación TDM. Este equipo es ideal para el proyecto y en la figura 14 se ve un ejemplar del mismo.



Figura 14. Cisco AS5400XM Universal Gateway

Los equipos que brinda el proveedor para al servicio Metro Ethernet depende de la topología de red de acceso, el prototipo contará con las dos opciones: pares de cobre y fibra óptica. Las conexiones de acceso sobre pares de cobre utilizan el CPE THOMSON TG605 y el equipo de acceso ALCATEL ISAM 7302. Las conexiones sobre fibra óptica utilizarán los CPE ALCATEL SAS 7250 y ALCATEL 7450 ESS-1 y el equipo de acceso ALCATEL 7450 ESS-7. [19] En la figura 15 se ven todos ellos.



THOMSON TG605



ALCATEL SAS 7250



ALCATEL 7450 ESS-1

Figura 15. Equipos CPE CANTV

Para ADSL, CANTV en la actualidad brinda el modem WIFI, TP LINK TD-W8960NB, que brinda 4 conexiones Ethernet para poder conectar ambos switches serie 6500.

Para la señalización se ha escogido la dividir los protocolos de L2 y L3 y no así implementar un protocolo L3 hasta los equipos de acceso que es una manera de hacerlo, aunque por estudios y experimentos de Cisco se hace más complicada por razones de configuración manual y señalamiento para evitar fallos del sistema de red. Basándose en la teoría y en experimentos realizados por personal de Cisco sobre estructuras de Redes “ideales”, donde se demarcan bien las capas de núcleo/core, distribución y acceso. En los experimentos utilizaron un bloque construido con equipos de distribución y básicamente consiste en un par de switches de distribución y múltiple switches de acceso conectados todos a los 2 switches de distribución (como es nuestro caso de TFM). Cada switch de acceso estaba configurado con VLAN de voz y datos únicos. El enlace ascendente entre el acceso y el interruptor de distribución es un baúl de Capa 2 configurado para llevar un nativo, los datos, y la VLAN de voz. El uso de la tercera VLAN nativa es única para proporcionar protección contra ataques de salto de VLAN. Las VLAN de voz y datos son únicas para cada switch de acceso, y son troncales entre el interruptor de acceso y los switches de distribución, pero no entre los switches de distribución. El vínculo entre los switches de distribución se configuró como la capa 3 de punto a punto. Cisco recomienda para mejores prácticas recomienda que el diseño de la red no abarque 1 VLAN múltiples switches de acceso (no es el caso de este TFM pero Cisco recomienda parámetros a configurar dentro de los switches para mejorar este inconveniente de VLAN's que se expandan a varios switches de acceso). La raíz del Spanning Tree y HSRP gateway principal se asigna al interruptor de distribución “1” para todas las VLAN. Un protocolo de gateway predeterminada, ya sea HSRP o GLBP, se configuró para cada uno de los datos de acceso único y voz de las VLAN. En la red de prueba, todas gateways activas HSRP y el puente raíz asociado para cada VLAN se han configurado en el switch de distribución 1. [20]

En base a los parámetros anteriores se configuro la red con 5 variantes de protocolos de capa 2 y 3, cada uno con resultados favorables y desfavorables para cada escenario y requerimiento. Como base para este proyecto se tomó en cuenta la configuración siguiente: **HSRP** para ser el protocolo Gateway por defecto, **PVST+** (por VLAN 802.1d) es la versión del Spanning Tree y como IGP se escoge el protocolo **EIGRP**. Esta configuración tuvo tiempos de respuestas muy positivos a fallos creados en los experimentos. EIGRP es un protocolo interno de capa 3 que es mejor para campus que OSPF por diferentes factores como el tiempo de convergencia, OSPF puede ser usado en diseños más grandes que abarquen un mayor número de equipos. Se escoge esta versión de SPT debido a que la versión Rapid PVST+ tuvo problemas con la voz en las VLANs debido a las diferencias en la forma en que los puertos de transición cambian a un estado de reenvío activo entre los dos protocolos. Cuando el interruptor principal (configurado con root bridge se prefiere) se reinicia o se vuelve a conectar al switch de acceso, un cambio en la topología SPT tiene que ocurrir. El root bridge recién activado-comienza a

transmitir marcos de Bridge Protocol Data Unit (BPDU) con una prioridad más baja que la de root secundarias, y desencadena un movimiento del root bridge y un nuevo cálculo asociado de la topología de capa 2.

### 4.3 Despliegue

Para el despliegue y la cantidad de equipos a instalar se tomara en cuenta como referencia de plano la figura 15. Dado al grado de dificultad de poder poner la cantidad de equipos reales en el plano se describe en esta sección la mejor distribución de los mismos. Se toma en cuenta la cantidad de pacientes, de personal médico y enfermero, el número de pisos del bloque y las especialidades médicas que en ellos se trata para poder justificar mejor el número de equipos implementados.

#### 4.3.1 Despliegue Bloque “C”

Para el **Bloque “C”**, siendo este el que más alberga pacientes y personal médico debido a que en él se encuentra el área de hospitalización, se divide en 3 sub-bloques (conectados entre sí), todos ellos con 10 pisos. En el interior de ellos serán instalados en el área de enfermeros y médicos un promedio de 12 computadores distribuidos entre los 3 sub-bloques por piso, lo que da un total de unos 120 computadores en todo el bloque entero, también se instalarán 5 teléfonos IP distribuidos entre los 3 sub-bloques para un total de unos 50 aproximados en todo el bloque entero. Haciendo una sumatoria de 170 puertos Ethernet como mínimo distribuidos en todos el bloque C. Se necesitan 4 equipos **Cisco Catalyst WS-C3750G-48PS-S** que van a estar apilados mediante 4 cables **Cisco StackWise 1M Stacking Cable: CAB-STACK-1M**, también se necesitan 4 cables alimentación **Power Cord Europe: CAB-ACE**. Al estar apilados ya forman a ser 1 mismo equipos los 4 juntos y para ello se necesitaran 2 conexiones de fibra hacia los switches de Distribución/CORE (**2u GLC-SX-MM=GE SFP, LC connector SX transceiver**). En caso de ser una distancia más corta se pueden configurar 2 puertos Ethernet para que sean salida hacia los switches de Distribución/CORE y se puede instalar a mitad de camino un repetidor de 2 entradas con 2 salidas para que de señal que permita que el cable UTP CAT5 pueda recorrer una mayor distancia de los 100 metros que por recomendaciones de estándar puede recorrer. El cable UTP CAT5 a utilizar es una variable que por los momentos no puedo calcular, este depende de muchos factores por lo cual no se pondrán los metros exactos a comprar, cabe destacar que este cable se utilizara para conectar los

terminales finales (computadores y teléfonos IP) a los equipos de acceso a la red LAN. En la figura 16 se puede observar el despliegue de equipos en el bloque.

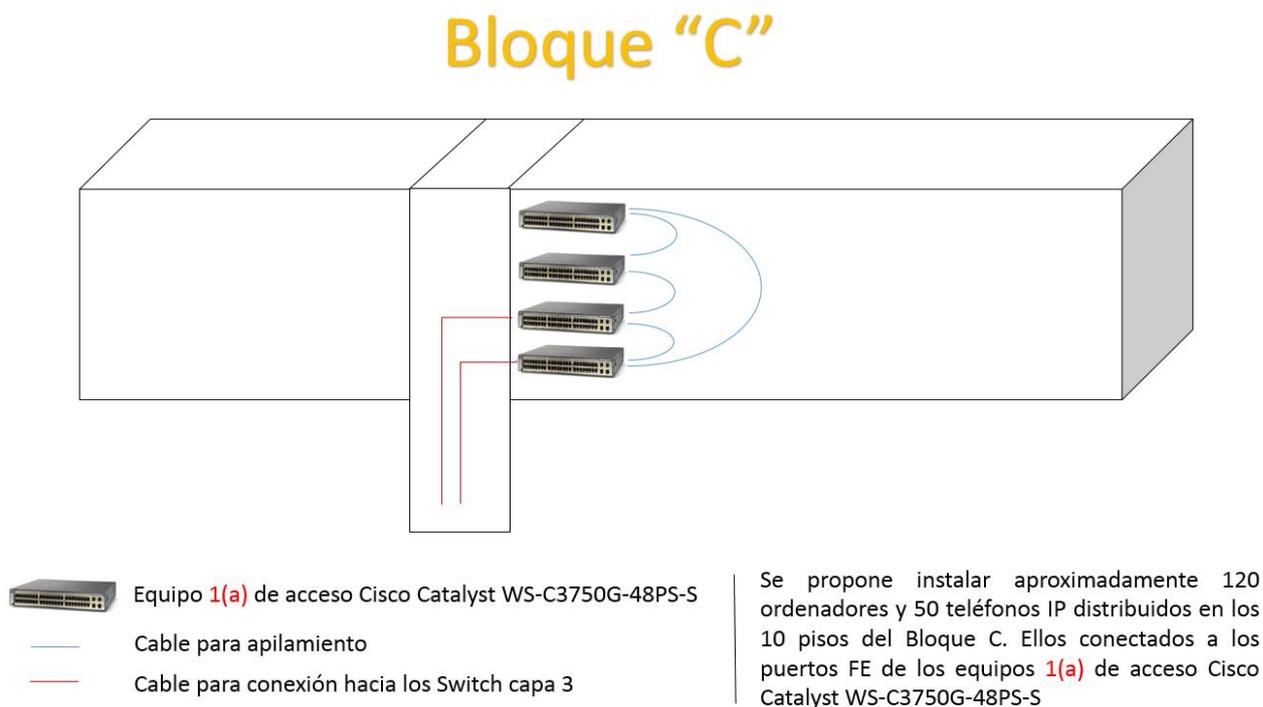


Figura 16. Despliegue de equipos del Bloque "C"

### 4.3.2 Despliegue Bloque "B"

Para el **Bloque "B"**, siendo este el 2do de mayor tamaño, se divide en 3 sub-bloques (conectados entre sí), con diferencia de pisos (3, 8 y 7). Este bloque alberga las responsabilidades de la consulta externa para adultos y pediatría, oficinas de administración, laboratorio, obstetricia, cirugía, central de esterilización radiología y residencia de posgrados. En el interior de ellos serán instalados alrededor de 75 teléfonos IP para cada uno de los diferentes servicios y oficinas administrativas con el mismo número de computadores. Haciendo una sumatoria de 150 puertos Ethernet como mínimo distribuidos en todos el bloque C. Se necesitan 3 equipos **Cisco Catalyst WS-C3750G-48PS-S** y 1 equipo **Cisco Catalyst WS-C3750G-24PS-S** que van a estar apilados mediante 4 cables **Cisco StackWise 1M Stacking Cable: CAB-STACK-1M**, también se necesitan 4 cables alimentación **Power Cord Europe: CAB-ACE**. Al estar apilados ya forman a ser 1 mismo equipos los 4 juntos y para ello se necesitaran. 2 puertos Ethernet van a ser configurados como salida hacia los switches de Distribución/CORE. El cable UTP CAT5 a utilizar es una variable que por los momentos no puedo calcular, este depende de muchos factores por lo cual no se pondrán los metros exactos a comprar,

cabe destacar que este cable se utilizara para conectar los terminales finales (computadores y teléfonos IP) a los equipos de acceso a la red LAN. Dentro del mismo cuarto donde se alojan los equipos de acceso se van a instalar los switches de Distribucion/CORE, el Gateway, el CPE y el modem ADSL. En la siguiente tabla se representan los módulos que usan los switches de la serie 6500 para poder soportar los requerimientos de la red. Los módulos para WAN no se marcan porque dependen del equipo de CANTV. En la figura 17 se puede observar el despliegue de los quipos.

Producto	Descripción	Qty
WS-C6506-E	Catalyst 6500 Enhanced 6-slot chassis,12RU,no PS,no Fan Tray	1
S733IS-12218SXF	Cisco CAT6000-SUP720 IOS IP SERVICES	1
WS-SUP720-3B	Catalyst 6500 / Cisco 7600 Supervisor 720 Fabric MSFC3 PFC3B	1
CF-ADAPTER-SP	SP adapter with compact flash for SUP720	1
CVDM-C6500-1.1-K9	CiscoView Device Mgr 1.1 for Catalyst 6500 Series 3DES	1
WS-X6724-SFP	Catalyst 6500 24-port GigE Mod: fabric-enabled (Req. SFPs)	1
MEM-XCEF720-256M	Catalyst 6500 256MB DDR, xCEF720 (67xx interface, DFC3A)	1
WS-F6700-CFC	Catalyst 6500 Central Fwd Card for WS-X67xx modules	1
WS-C6506-E-FAN	Catalyst 6506-E Chassis Fan Tray	1
WS-CAC-3000W	Catalyst 6500 3000W AC power supply	1
CAB-AC-2500W-EU	Power Cord, 250Vac 16A, Europe	1
MEM-C6K-CPTFL512M	Catalyst 6500 Sup720/Sup32 Compact Flash Mem 512MB	1
BF-S720-64MB-RP	Bootflash for SUP720-64MB-RP	1
MEM-S2-512MB	Catalyst 6500 512MB DRAM on the Supervisor (SUP2 or SUP720)	1
MEM-MSFC2-512MB	Catalyst 6500 512MB DRAM on the MSFC2 or SUP720 MSFC3	1
WS-SVC-FWM-1-K9	Firewall Services Module	1

Tabla 1 – Módulos de Switch serie 6500

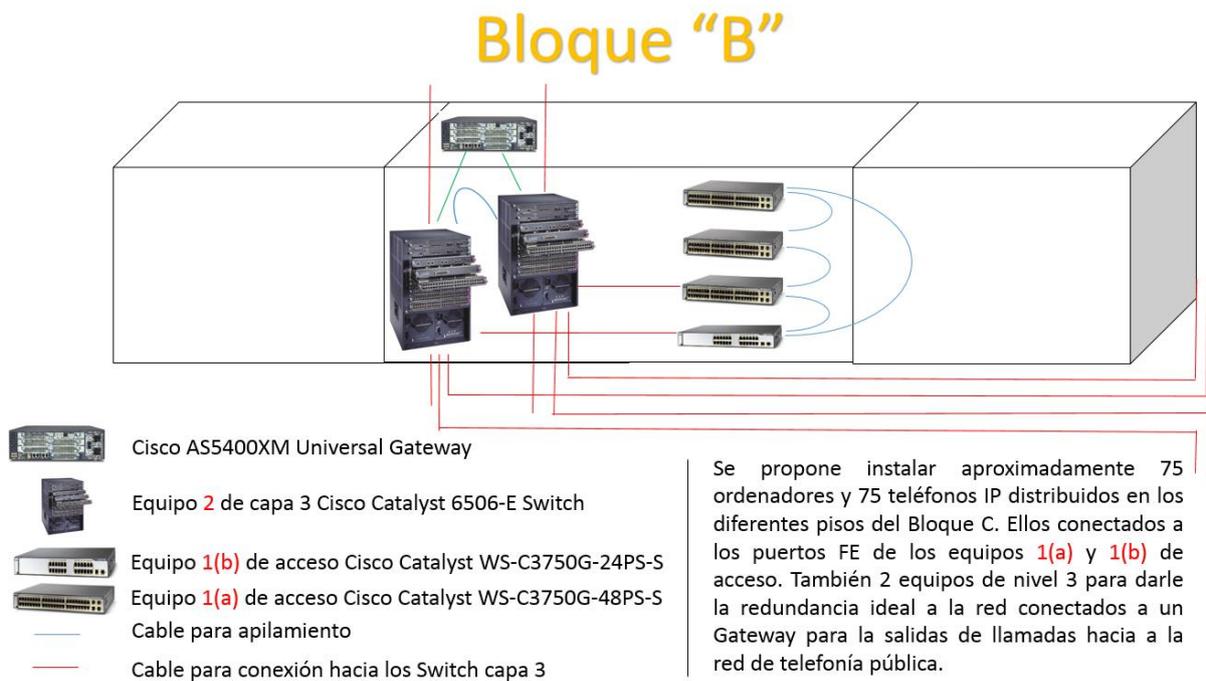


Figura 17. Despliegue de equipos del Bloque "B"

### 4.3.3 Despliegue Bloque "A"

Para el **Bloque "A"**, siendo este el que se encuentra a la entrada principal del centro hospitalario, se divide en 3 sub-bloques (conectados entre sí), todos de 2 pisos. Solo una parte de un bloque necesitara equipamiento de red, dado a que el resto brinda servicios como salón de lectura para estudiantes, entrada principal para información, y cafetería para poder comer y merendar. Una parte del bloque alberga las responsabilidades complementarias de la consulta externa para adultos del bloque B. En el interior de ellos serán instalados alrededor de 5 teléfonos IP para cada uno de los diferentes servicios y 10 computadores. Haciendo una sumatoria de 15 puertos Ethernet como mínimo y se necesita 1 equipo **Cisco Catalyst WS-C3750G-24PS-S** con 1 cables alimentación **Power Cord Europe: CAB-ACE**. 2 puertos Ethernet van a ser configurados como salida hacia los switches de Distribución/CORE. El cable UTP CAT5 a utilizar es una variable que por los momentos no puedo calcular, este depende de muchos factores por lo cual no se pondrán los metros exactos a comprar, cabe destacar que este cable se utilizara para conectar los terminales finales (computadores y teléfonos IP) a los equipos de acceso a la red LAN. En la figura 18 se puede observar el despliegue de los equipos.

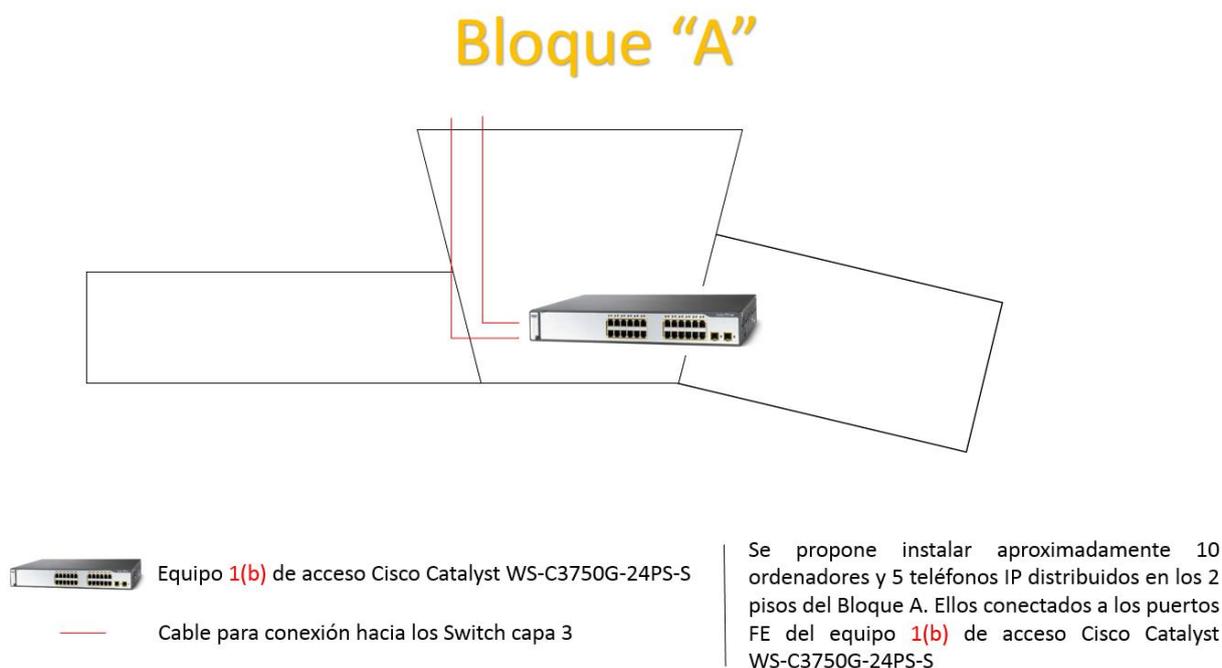


Figura 18. Despliegue de equipos del Bloque "A"

#### 4.3.4 Despliegue Bloque "D y H"

Para el **Bloque "D"**, siendo este un único bloque tiene de 8 pisos que trabajan para el área de pediatría únicamente. Usando la misma lógica del bloque C por ser un bloque mayormente de hospitalización de niños se propone instalar. Se propone 6 computadores por piso y 2 teléfonos IP por piso lo que da un total de 64 puertos Ethernet (8 pisos) y para ellos se requiere 1 equipo **Cisco Catalyst WS-C3750G-48PS-S** y 1 equipo **Cisco Catalyst WS-C3750G-24PS-S** que van a estar apilados mediante 1 cable **Cisco StackWise 1M Stacking Cable: CAB-STACK-1M**, también se necesitan 2 cables alimentación **Power Cord Europe: CAB-ACE**. Al estar apilados ya forman a ser 1 mismo equipos los 2 juntos y para ello se necesitaran 2 conexiones de fibra hacia los switches de Distribución/CORE (**2u GLC-SX-MM=GE SFP, LC connector SX transceiver**). En caso de ser una distancia más corta se pueden configurar 2 puertos Ethernet para que sean salida hacia los switches de Distribución/CORE y se puede instalar a mitad de camino un repetidor de 2 entradas con 2 salidas para que de señal que permita que el cable UTP CAT5 pueda recorrer una mayor distancia de los 100 metros que por recomendaciones de estándar puede recorrer. El cable UTP CAT5 a utilizar es una variable que por los momentos no puedo calcular, este depende de muchos factores por lo cual no se pondrán los metros exactos a comprar, cabe destacar que este cable se utilizara para conectar los terminales finales (computadores y teléfonos IP) a los equipos de acceso a la red LAN.

Para el **Bloque “H”**, siendo este un único bloque tiene de 1 piso que sirve de cocinería y servicio de nutrición. Siendo un bloque que solo necesita un máx. De 6 conexiones para tener 3 telefonos IP y 3 computadores para las nutricionistas encargadas de las dietas de todos los hospitalizados en el centro. Se propone instalar 1 equipo **Cisco WS-C3750G-16TD-S**, también se necesitan 1 cable alimentación **Power Cord Europe: CAB-ACE**. Se necesitaran 2 conexiones de fibra hacia los switches de Distribución/CORE (**2u GLC-SX-MM=GE SFP, LC connector SX transceiver**). En caso de ser una distancia más corta se pueden configurar 2 puertos Ethernet para que sean salida hacia los switches de Distribución/CORE y se puede instalar a mitad de camino un repetidor de 2 entradas con 2 salidas para que de señal que permita que el cable UTP CAT5 pueda recorrer una mayor distancia de los 100 metros que por recomendaciones de estándar puede recorrer. El cable UTP CAT5 a utilizar es una variable que por los momentos no puedo calcular, este depende de muchos factores por lo cual no se pondrán los metros exactos a comprar, cabe destacar que este cable se utilizara para conectar los terminales finales (computadores y teléfonos IP) a los equipos de acceso a la red LAN. En caso de que la distancia entre el bloque C y este sea menor de lo esperado se puede usar los puertos Ethernet sobrantes de los equipos alojados en el bloque C para así ahorrarse la implementación de equipos de nivel de acceso en el bloque H. En la figura 19 se puede observar el despliegue de los quipos.

## Bloque “H y D”

Se propone instalar aproximadamente 6 ordenadores y 3 teléfonos IP distribuidos en el Bloque H. Ellos conectados a los puertos FE del equipo **1(c)** de acceso Cisco Catalyst WS-C3750G-16TD-S.

Se propone instalar aproximadamente 48 ordenadores y 16 teléfonos IP distribuidos en el Bloque D. Ellos conectados a los puertos FE de los equipos **1(a)** de acceso Cisco Catalyst WS-C3750G-48PS-S y **1(b)** de acceso Cisco Catalyst WS-C3750G-24PS-S.

-  Equipo **1(a)** de acceso Cisco Catalyst WS-C3750G-48PS-S
-  Equipo **1(b)** de acceso Cisco Catalyst WS-C3750G-24PS-S
-  Equipo **1(c)** de acceso Cisco Catalyst WS-C3750G-16TD-S
- Cable para conexión hacia los Switch capa 3
- Cable para apilamiento

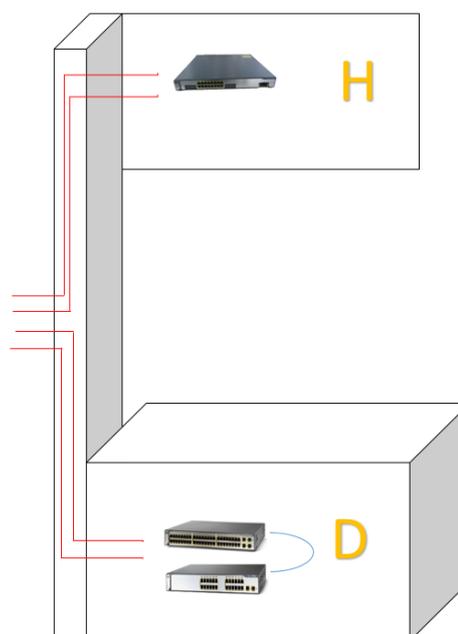


Figura 19. Despliegue de equipos de los Bloques “H y D”

#### 4.4 Arquitectura de red conjuntamente con red de CANTV y servidores alojados en el Sistema Regional de Salud

Para esta sección se ha estudiado el modelo general de la WAN que explica la conexión entre la red LAN previamente descrita, la red del ISP y la pequeña LAN ubicada en el Centro Regional de Salud donde se van a alojar los servidores. Como se ha descrito en capítulos anteriores se ha escogido alojarlos en el Centro Regional de Salud por centralizar la información y así se puedan incluir en el proyecto todos los hospitales de la región zuliana. Se van a usar equipos descritos en el índice anterior y por ende no se volverán a explicar, lo nuevo en este índice recae en los servidores donde se aloja la información de los pacientes. En la figura 23 se tiene una vista amplia y concreta de la red a implementar

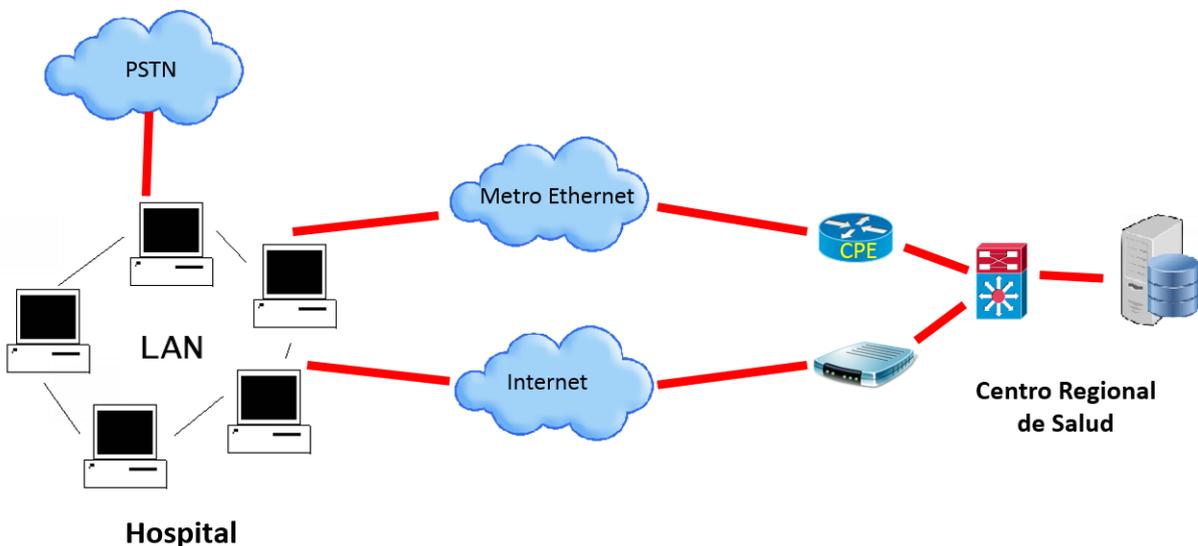


Figura 20. Arquitectura global

Como se puede ver en la figura 20, para el Centro Regional de Salud no se van a instalar teléfonos IP y por ende tampoco el Gateway Cisco debido a que este centro no presta atención al paciente, solo sirve de medio administrativo para proyectos de salud y dirección general de los centros de salud del Estado. Se instalarán 2 computadores para casos que se necesite saber datos de pacientes. El switch conectado a la red metro Ethernet y ADSL será el mismo modelo ubicado en el hospital con la diferencia que será 1 solo, pero con módulos que sirvan de respaldo gracias a que este permite la instalación de fuentes de energía aislados y procesadores aislados que sirven de respaldo en caso de fallas del principal.

#### 4.4.1 Equipos

Como se ha descrito anteriormente los equipos de redes son marca Cisco Systems. **Cisco Catalyst 6506-E Switch** será el switch conectado a los equipos CPE y modem WIFI dados por CANTV y nombrados en el índice anterior. Este switch tendrá la característica de tener unos módulos extras para darle la función de suplencia en caso de fallas al módulo principal. La siguiente tabla describe el número de módulos a implementar para que pueda cumplir con esta función.

Producto	Descripción	Qty
WS-C6506-E	Catalyst 6500 Enhanced 6-slot chassis,12RU,no PS,no Fan Tray	1
S733IS-12218SXF	Cisco CAT6000-SUP720 IOS IP SERVICES	1
WS-SUP720-3B	Catalyst 6500 / Cisco 7600 Supervisor 720 Fabric MSFC3 PFC3B	2
CF-ADAPTER-SP	SP adapter with compact flash for SUP720	2
CVDM-C6500-1.1-K9	CiscoView Device Mgr 1.1 for Catalyst 6500 Series 3DES	2
WS-X6724-SFP	Catalyst 6500 24-port GigE Mod: fabric-enabled (Req. SFPs)	1
MEM-XCEF720-256M	Catalyst 6500 256MB DDR, xCEF720 (67xx interface, DFC3A)	1
WS-F6700-CFC	Catalyst 6500 Central Fwd Card for WS-X67xx modules	1
WS-C6506-E-FAN	Catalyst 6506-E Chassis Fan Tray	2
WS-CAC-3000W	Catalyst 6500 3000W AC power supply	2
CAB-AC-2500W-EU	Power Cord, 250Vac 16A, Europe	2
MEM-C6K-CPTFL512M	Catalyst 6500 Sup720/Sup32 Compact Flash Mem 512MB	2
BF-S720-64MB-RP	Bootflash for SUP720-64MB-RP	2
MEM-S2-512MB	Catalyst 6500 512MB DRAM on the Supervisor (SUP2 or SUP720)	2
MEM-MSFC2-512MB	Catalyst 6500 512MB DRAM on the MSFC2 or SUP720 MSFC3	2
WS-SVC-FWM-1-K9	Firewall Services Module	1

Tabla 2 – Módulos de Switch serie 6500 con supervisor

Para el servidor se continúa con la implementación de equipos Cisco Systems y se pretende instalar servidores de rack que contemplan el proyecto de Cisco UCS (Unified Computing Systems). UCS y los servidores unifican los recursos de informática, redes, gestión, virtualización y acceso a almacenamiento en una misma arquitectura integrada. Esta arquitectura exclusiva permite tener una visibilidad integral de servidores, gestión y control tanto en los entornos físicos como virtual, y facilita la migración al Cloud Computing y TI como servicio con una infraestructura basada en fabric. Este programa que actualmente se implementa en muchos sectores del ámbito profesional, público, privado, etc, cuanta con ventajas tanto de tiempo de implementación, horas de mano de obra, horas de configuración de equipos, tamaño, ahorro de espacio, entre otras ventajas. Para el momento no se va a aprovechar al máximo su potencial debido a que la base de datos no maneja aplicaciones de gran consumo ni complejidad y tampoco se va a usar video. Pensando en un futuro se puede ampliar y crear una SAN para aprovechar al máximo estos equipos. Posteriormente se nombraran casos de hospitales donde esta tecnología se usa a diario. El modelo del servidor a implementar es el siguiente: **Cisco UCS C260 M2 Rack Server**, para una mayor información del producto en la página oficial de cisco se pueden descargar los pdf [21]. Como general características es un servidor que sirve de almacenamiento de hasta 9,6Tb que para nuestro proyecto es suficiente gracias a que no se maneja imagen ni video, a futuro se pueden implementar más servidores y equipos de almacenamiento de datos conectados a switch de fibra de la serie Nexus 5000 y así poder tener una SAN conectada a WAN que permita estas aplicaciones. En la figura 21 se observa el modelo del mismo.



Figura 21. Cisco UCS C260 M2 Rack Server

#### 4.4.2 Despliegue

Para el despliegue de la red se propone conectar el switch serie 6500 a los equipos CPE y modem WIFI de CANTV (al igual que en la LAN), posteriormente el servidor mediante el 6148E module del switch al servidor UCS esto mediante FCoE. Como se mencionó anteriormente también se instalaran 2 computadores conectados al switch mediante cable UTP. Como protocolo se sigue con EIGRP.

### 4.5 Descripción de los servicios a brindar

Anteriormente se ha descrito la situación actual del sector hospitalario venezolano y por ende se pensó en brindar estos servicios básicos que al ser implementados podrá mejorar el sistema de gestión hospitalaria que en estos momentos es tan prehistórica en Venezuela.

#### 4.5.1 Base de datos con historias medicas

Gracias a la implementación de los equipos de red y el servidor se puede brindar el servicio. Para este servicio se va a instalar un programa gratuito que lleva tiempo en el mercado y cuya meta es crecer para ser implementado en más países. **“OpenMRS”**, programado en JAVA sobre PostgreSQL o MySQL, con una licencia muy particular **“OpenMRS Public License”**. Es modular y escalable, además de trabajar con estándares abiertos e interoperables (HL7, Dicom,..), impresiona por la cantidad de implantaciones existentes a nivel mundial (más de 50 países y 130 lugares).

OpenMRS es un proyecto colaborativo de código abierto. Hibernate se utiliza como una capa de interfaz a la base de datos. Tomcat se utiliza como el servidor de aplicaciones Web. La base de datos back-end está en MySQL. El sistema crea esquemas XML para el diseño de formularios. La entrada de datos de diseño de formularios y la forma se hace actualmente en Microsoft Infopath, HTML o XForms. Cuando se presentaron los datos del formulario introducidos, se convierte en un mensaje HL7 antes de entrar en la base de datos. El sistema está diseñado para ser utilizado en entornos de recursos muy pobres y puede ser modificado con la adición de nuevos elementos de datos, formularios e informes sin necesidad de programación. Está concebido como una plataforma que muchas organizaciones pueden adoptar y modificar evitando la necesidad de desarrollar un sistema desde cero. OpenMRS se basa en un "diccionario de conceptos"

en el que se describen todos los elementos de datos que se pueden almacenar en el sistema, tales como los hallazgos clínicos, pruebas de laboratorio o datos socio-económicos. Este método evita la necesidad de modificar la estructura de base de datos para añadir nuevas enfermedades, por ejemplo, y facilita el intercambio de diccionarios de datos entre los proyectos y los sitios. Una de las características importantes OpenMRS es su construcción modular que permite la programación de nuevas funciones sin tener que modificar el código del núcleo. OpenMRS está basado en web, pero se puede implementar en una sola computadora portátil o en un servidor grande y se ejecuta en Linux, Windows o Mac OS X. [24]. En la figura 22 se puede observar un ejemplo de la interfaz

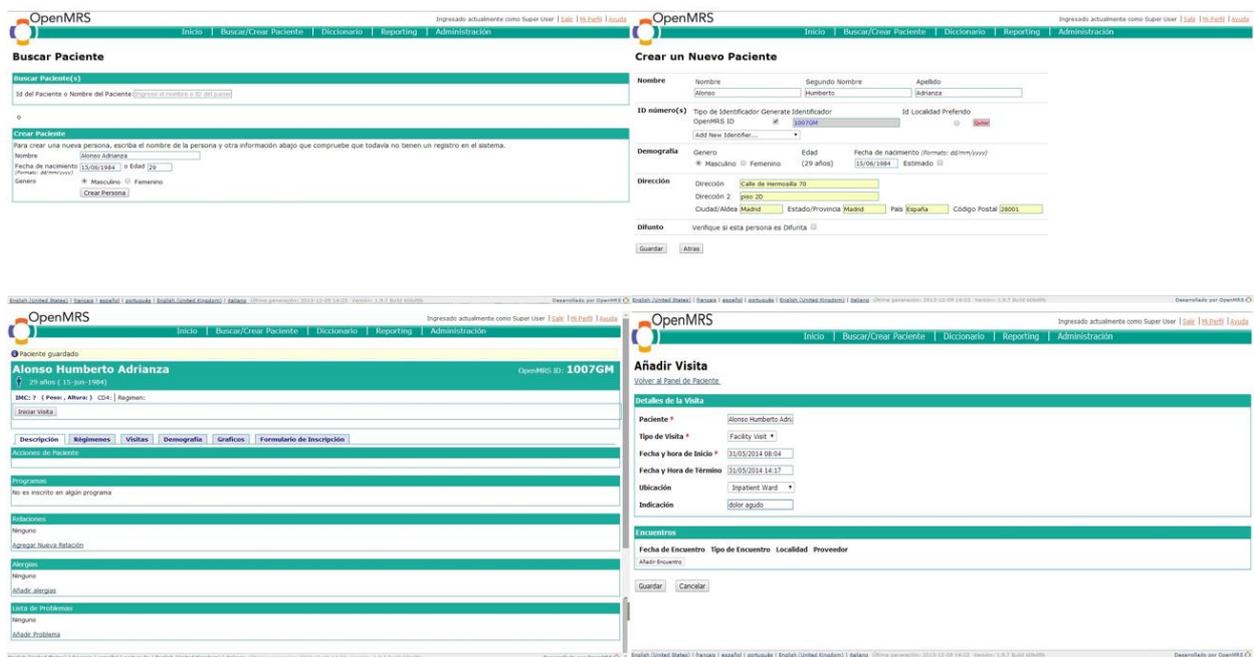


Figura 22. Interfaz de OpenMRS

De forma paga seria mediante Oracle, donde ellos tienen un catálogo de soluciones para poder emplear de acuerdo a las necesidades del hospital. Pero el precio es muy alto en caso de querer contratar los servicios de Oracle, la Licencia Oracle 11g Enterprise Edition, licencia por procesador pueden llegar a costar más hasta \$78.000. Cisco presenta un software que se llama **Telehealth Collaboration Software** y se hace muy atractivo para futuros usos de una red donde se integre los equipos médicos que brinden audio, video e imagen para que así el paciente pueda tener una experiencia de forma casi surrealista a que actualmente se tiene, en la página oficial de Cisco hay demostraciones y casos de estudios muy interesantes.

#### 4.5.2 Llamadas de VoIP

Voz sobre IP (VoIP) define una forma de llevar las llamadas de voz sobre una red IP, incluyendo la digitalización y paquetización de los streams de voz. La telefonía IP utiliza los estándares de VoIP para crear un sistema de telefonía donde sus características son de nivel superior, tales como enrutamiento avanzado de llamadas, correo de voz, centros de contacto. El Protocolo de Iniciación de Sesión (SIP) es un protocolo de señalización multimedia peer-to-peer desarrollado en el IETF. SIP está basado en ASCII, parecido HTTP, y reutiliza los protocolos IP existentes (DNS, SDP, etc) para proporcionar la configuración del material y el desmontaje. Desde su primera publicación en 1999, SIP ha generado un gran interés en la industria de VoIP, y muchas personas creen que SIP se convertirá en el protocolo estándar de facto para las redes de voz futuras.

Se va a contratar el software **Cisco Unified Communications Manager Express**, que es ideal para el número de terminales que se requiere implementar. Debido a que la solución es Cisco IOS basado en software, Cisco Unified Communications Manager Express es fácil de configurar y se puede adaptar a las necesidades individuales del sitio. Se puede combinar con Cisco Unity Express y con otros servicios en el Cisco ISR para proporcionar una solución de sucursal “todo-en- uno” que ahorra valioso espacio de disco. Cisco Unified Communications Manager Express es asequible, personalizable, escalable, fácil de implementar. Las ventajas para el cliente incluyen aumento de la productividad, bajo costo total de propiedad y protección de la inversión. El servidor se encarga de también brindar funciones de servidor para llamadas de VoIP gracias a ser parte de conjunto de Cisco Unified Communications. Para la salida a la PSTN, el Gateway Cisco trae de fábrica instalado el software que permite comunicar con la PSTN.

#### 4.5.3 Internet

Para la red en general se van a configurar 2 VLAN, una donde se encuentren el personal de enfermería y otra donde este el personal médico y administrativo. Se trabajara con listas de acceso (ACL) para solo proveer de salida a internet la VLAN donde se encuentre el personal médico y administrativo. Al igual se configurara el modulo del firewall para que no permita salida a páginas de contenido que no sean medico (sexual, Facebook, youtube, live streaming, etc). Por correr la base de datos mediante una aplicación Web, se permitirá únicamente a la VLAN de personal enfermero. Para esto se necesita configurar la red de forma de asignarle unos puertos dedicados hacia el servidor web, configurando la lista de acceso respectiva en el módulo

del firewall. Se trabajara con el mecanismo **Network Address Translation** (NAT). NAT podría ser una solución para redes que tienen rangos de direcciones IP privadas o direcciones ilegales y desean comunicarse con hosts de Internet. De hecho, la mayoría de las veces, esto se puede lograr también mediante la implementación de un servidor de seguridad. Por lo tanto, los clientes que se comunican con Internet mediante el uso de un servidor proxy o SOCKS no exponer a sus direcciones de Internet, por lo que sus direcciones no tienen que ser traducidos. Sin embargo, por alguna razón, cuando proxy y SOCKS no están disponibles o no cumplen con los requisitos específicos, NAT puede utilizarse para gestionar el tráfico entre la red interna y externa sin la publicidad de las direcciones de host internos. [23]

#### 4.5.4 Previa cita por teléfono

Este servicio simplemente trata de organizar un poco el control de pacientes que se pueden examinar en un día dependiendo de su enfermedad y el especialista que requiera contactar. Para ello se necesita una persona que dedique tiempo completo conectada a la red (puede ser un personal que se encuentre en el área administrativo que se le asigne un teléfono IP y un computador) y así pueda recibir las llamadas telefónicas realizadas por los pacientes. El software OpenMRS permite crear un sistema de citas. Esto ahorra tiempo de espera de los pacientes y de los médicos debido a que brinda un nivel de organización decente. Muchos pacientes se dirigen al centro sin tener noción del horario de atención y del día que el medico pueda atenderlo. Por ellos se pensó en este sistema. Como la población que frecuenta estos centros es pobre y la mayoría es de edad avanzada, sin conocimientos informáticos y muchas veces analfabeta se les facilita el comunicarse por teléfono. Quizás en centros privados o mediante unas fuertes jornadas de educación a la población se pueda crear una interfaz web publica donde se puedan registrar citas por internet y así quitarle trabajo a la persona encargada de recibir las llamada telefónicas del centro hospitalario.

#### 4.5.5 Presupuesto aproximado

Cantidad	Producto	Precio Total (\$)
8	Cisco Catalyst WS-C3750G-48PS-S	25.960,00
3	Cisco Catalyst WS-C3750G-24PS-S	8.100,00
1	Cisco Catalyst WS-C3750G-16TD-S	1.815,00
2	Cisco Catalyst 6506-E Switch + Módulos (Hospital)	24.284,00
1	Cisco Catalyst 6506-E Switch + Módulos (CRS)	18.554,00
10	Stack Cable	200,00
1	Cisco UCS C260 M2 Rack Server + Memoria	3.000,00
149	Cisco IP Phone 7821	33.227,00
1	Cisco AS5400XM Universal Gateway	14.000,00
	<b>Total</b>	<b>129.140,00</b>

Tabla 3 – Presupuesto aproximado

A este presupuesto aproximado hay que sumarle varias variables que en el momento de ser aprobado el proyecto se tendrán que buscar presupuestos regionales como por ejemplo los ordenadores, el cableado UTP y fibra con sus conectores. La mano de obra de implementación y de mantenimiento de la red debido a que es crucial que la red trabaje de forma permanente las 24 horas del día. Para el mantenimiento de la red se tendrán que contratar un personal fijo que trabaje en las instalaciones administrativas del hospital y del Centro Regional de Salud. Se estima que con 2 personas contratadas de forma fija se puede lograr este cometido.

## 5 Conclusiones

Para este trabajo Fin de Master, se fueron analizadas varias necesidades tecnológicas de Venezuela. Se tomó la decisión de trabajar en el entorno hospitalario debido a tener muchos familiares que prestan servicio en este área y añadido a tener conocimientos del sistema por haber empezado estudios de medicina mas no haberlos finalizados antes de la decisión de cambiar de ambiente para el de los números y análisis como es el de la ingeniería.

Comparando el sistema de gestión de pacientes, la estructura hospitalaria, los modernos equipos que brindan conexiones a la red de imagen, sonido y video con relación al que se presenta en Venezuela con el resto de países que presentan un nivel de desarrollo mucho mayor como por ejemplo muchos países europeos incluyendo a España, Estados Unidos de América, entre otros. Hecha las comparaciones y siendo realista con las condiciones de Venezuela se trató de pensar en un sistema de red inexistente en la actualidad para que se puedan brindar los servicios básicos de registro del paciente y así tener un archivo en digital del mismo el cual se pueda modificar para llevar registro en tiempo de mejoras del paciente y de previos chequeos médicos realizados y conjuntamente aprovechar los equipos de red implementados para brindar servicios extras para que así se vayan familiarizando con un mejor futuro tecnológico en caso de poder seguir invirtiendo en el sector.

Se han analizados casos de estudio donde se han implementado redes WAN con servidores bien sea para el sector bancario, campus universitarios o sector de salud y habiendo estudiado y repasado varias arquitecturas y varios equipos Cisco que se pueden implementar se llegó a la conclusión de implementar una red LAN bien segmentada en 2 capas, una de acceso donde los equipos trabajen en capa 2 y otra de Distribución/Core encargada de las funciones capa 3. Se han descrito los equipos a implementar conjuntamente con los protocolos que se manejan en la red. Otra serie de equipos como teléfonos IP se han propuesto para manejar llamadas de VoIP gracias a ser una red IP se puede trabajar con esta tecnología. Para esto se pensó en el software de gestión propietario de Cisco.

Con respecto a la base de datos y por el alto costo de Oracle se va a implementar el software OpenMRS, que es abierto y gratis, trabaja con servidor web y es modular. También sobresalta que está programado en java y trabaja con MySQL como gestión de programación. Gracias a esto se facilita mucho el trabajo a nivel de presupuesto. Este programa es muy amigable a nivel de interacción con el usuario ya que se ha probado con el DEMO que brindan en su pagina web. Esto lo hace simple para que se pueda trabajar en el sin muchas horas de entrenamiento al personal.

La red que se desea implementar tiene que ser redundante para evitar fallos de gestión, perdidos de paquetes y caídas de equipos. Por ellos el diseño a implementar comparado con casos de diseño de libros y de Cisco permite un nivel de confianza a estos casos, para ello se necesita más inversión porque esto requiere la implementación de más cableado y equipos pero a la larga es ventajoso para el hospital dado que una falla en el sistema implica muchas pérdidas de horas hombre y de trabajo del personal médico y enfermero.

Este TFM se puede considerar como un comienzo de un futuro tecnológico en el sector de Salud del estado Zulia. Para ello considero que de ser aceptado e implementado se puede seguir mejorando gracias a que la arquitectura IP en la que se despliega los equipos propuestos permite la adición de nuevas redes y tecnologías que puedan brindarle un mejor servicio al ciudadano. Por consiguiente se espera que al proyecto se puedan unir más hospitales de la región y así compartir una sola base de datos. Gracias a este TFM se puede afirmar que no se va a seguir usando papel fotocopiado en el cual se rellenan actualmente las historias de los pacientes para ser archivados en gavetas que ocupan demasiado espacio y tiempo de búsqueda, sin contar el tras papeleo que muchas veces hace que se pierdan historias de pacientes y esto lleva consigo la pérdida más valiosa que es la información que en esos papeles se archiva.

## 5.1 Trabajos futuros

Para este subíndice se tiene mucho terreno que recorrer. Lo maravilloso de la tecnología es que siempre tiene innovaciones constantes que la hacen fascinante y esto hace que el estar actualizado con la misma sea un trabajo muy difícil por razones monetarias la mayoría de veces. En el día a día se vive esta realidad cuando por ejemplo vemos que cada trimestre sale un móvil de última generación con mayor número de ventajas sobre su antecesor, al igual que con los demás aparatos tecnológicos. Este imperio de tecnología y dependencia que se ha venido creando todos estos años cada vez se va adueñando y abarcando más sectores de la vida cotidiana. Las redes inteligentes cada vez van desarrollándose y teniendo más fuerza., no cabe duda que en unos años muchas ciudades serán tildadas de ciudades inteligentes por la tecnología que en ellas se podrán encontrar.

Hablando más en específico del sector salud, y basando en casos de estudios de la empresa Cisco Systems, se puede ver como las redes y sus aplicaciones pueden hacer maravillas para el sector, no cabe duda que tecnología es sinónimo de inversión y que no todos los centros hospitalarios tienen contemplado un presupuesto de tal envergadura para el sector, pero más allá de eso queda la esperanza de que algún día

existirá el presupuesto para los proyectos tecnológicos en el área tecnológica. Algunos futuros trabajos que se pueden realizar son los siguientes:

- Primero se debería implementar una red LAN en todos los centros hospitalarios de la región para así ir las conectando al CPD y poder interconectarlas todas para crear una red WAN. Una vez creadas todas las redes LAN se deberá crear una SAN que pueda albergar un mayor número de servidores. En el caso de un hospital Alemán se puede ver como ellos mejoran la red mediante la implementación de equipos Cisco compatibles con la tecnología UCS, básicamente mejorando la SAN e implementando tecnologías de programas como SAP pueden llevar un mejor registro no solo de los pacientes sino también de todo lo referente a lo administrativo, almacén de medicamentos, etc. También mediante la virtualización se reduce el costo administrativo y de hardware. [24]

- Otro caso muy interesante es crear una red LAN wireless con numerosos puntos de acceso para brindarle una experiencia de movilidad no solo al personal médico y enfermero sino también al paciente. Caso que sería muy complicado por el ancho de banda que se llegaría a consumir. Pero crear una Red wireless sería muy interesante para el paciente y medico gracias a que esta estaría conectada también a los equipos de última generación que se implementarían conjuntamente a los equipos de red. En el caso de un hospital en la ciudad de Houston, EEUU, se puede experimentar hoy en día lo que para el hospital venezolano sería algo completamente innovador. El personal encargado de IT del hospital norteamericano mediante la implementación de la tecnología de Cisco UCS implementaron módulos wireless en los switch seria 6500, un número considerable de AP, teléfonos IP wireless, entre otros, que conjuntamente con las aplicaciones correctas de Cisco le brindan una experiencia de atención al enfermo inigualable. Los pacientes son capaces de ver los estudios de video, imágenes, desde la comodidad de su cama. [25]

- Quizás lo más pronto a implementar sea el sistema de citas por internet una vez probado la red, para posteriormente irle agregando servicios que soporte la red y el sistema de base de datos. Pero no cabe duda que los ejemplos de hospitales mostrados anteriormente son algo idóneo dentro de cualquier centro que preste atención médica. Existen muchos otros estudios y tecnologías que se pueden implementar en cualquier centro hospitalario, en la página oficial de Cisco Systems se pueden encontrar muchos en casos para poder describiendo posibles trabajos futuros.

## Bibliografía

- [1] José Félix Oletta López. Red de Sociedades Científicas Médicas Venezolanas. Comisión de Epidemiología Nota Técnica N 47. "Los Hospitales Públicos en Venezuela, Visión general". Mayo 2012
- [2] Página Oficial de CANTV. Sección de Situación actual. Disponible en: <http://www.cantv.com.ve/seccion.asp?pid=1&sid=158>
- [3] CANTV. Disponible en: <http://es.wikipedia.org/wiki/CANTV>
- [4] Carlos Javier Veroes Mijares. Mejora e implementación del sistema para gestionar alarmas para el monitoreo y control de la red NGN Huawei de CANTV. Universidad Central de Venezuela. 2008
- [5] Softswitch. Disponible en: <http://es.wikipedia.org/wiki/Softswitch>
- [6] J.-C. Chen, A. McAuley, V. Sarangan, S. Baba, and Y. Ohba. Dynamic service negotiation protocol (DSNP) and wireless Diffserv. In Proc. of IEEE International Conference on Communications (ICC), New York, NY, April 2002
- [7] Martin W. Murhammer, Kok-Keong Lee, Payam Motallebi, Paolo Borghi, Karl Wozabal. IP Network Design Guide. Second Edition, June 1999
- [8] Tom Jenkins. Understanding SIGTRAN Yields, more efficient network architectures. 2013
- [9] Douglas R. Mauro and Kevin J. Schmidt. Essential SNMP, Second Edition. 2005
- [10] Instituto Nacional de Estadística de la República Bolivariana de Venezuela. XIV Censo Nacional de Población y Vivienda. Resultados por Entidad Federal y Municipio Del Estado Zulia. 2013
- [11] Hospital Central de Maracaibo. Disponible en: [http://es.wikipedia.org/wiki/Hospital\\_Central\\_de\\_Maracaibo](http://es.wikipedia.org/wiki/Hospital_Central_de_Maracaibo)
- [12] Carmen Faría Larrazába, Javier Suárez Acosta, Laura Rodríguez de L, Víctor H. González L. "Hospital Universitario de Maracaibo. Ícono de la modernidad maracaibera". Revista de la Universidad del Zulia 3ª época Ciencias del Agro, Ingeniería y Tecnología. 2011
- [13] Cisco Customer Case Study. Healthcare Provider Uses UCS Platform to Deliver High-Touch Care. EDCS-1249595. 2012
- [14] Kevin Dooley. "Designing Large Scale Lans". O'Reilly Media. 2001

- [15] Cisco Validated Design. "Campus Network for High Availability Design Guide". 2008
- [16] Cisco Validated Design. "Enterprise Campus 3.0 Architecture: Overview and Framework". 2008
- [17] Cisco Validated Design. "Medium Enterprise Design Profile (MEDP) – LAN Design". 2012
- [18] Cisco Catalyst 6500 Series Switches. Disponible en:  
<http://www.cisco.com/c/en/us/products/switches/catalyst-6500-series-switches/index.html>
- [19] Rosmir S Terán A. "Implementacion de una Red Metro Ethernet en la herramienta METASOLV de ORACLE". Universidad Central de Venezuela. 2012
- [20] Cisco Validated Design. "High Availability Campus Recovery Analysis Design Guide". 2008
- [21] Cisco UCS White Papers and Technical Documents. Disponible en:  
[http://www.cisco.com/c/en/us/products/servers-unified-computing/ucs\\_white\\_paper.html](http://www.cisco.com/c/en/us/products/servers-unified-computing/ucs_white_paper.html)
- [22] Grupo OPENMRS. "Guía de OPENMRS". 2011
- [23] Martin W. Murhammer, Kok-Keong Lee, Payam Motallebi, Paolo Borghi, Karl Wozabal. "IP Network Design Guide". 1999
- [24] Cisco Customer Case Study. "German Hospital Improves Network Availability". EDCS-1253658. 2013
- [25] Cisco Customer Case Study. "Healthcare Giant Accelerates into Future of Wireless". EDCS-1301428. 2013