



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería en Ciencias y Sistemas

**INFRAESTRUCTURA DE RED PARA LAS ÁREAS DE ODONTOPEDIATRÍA, OFICINAS
ADMINISTRATIVAS, DISPENSARIOS E INSTALACIÓN DEL DATA CENTER DEL EDIFICIO
M1, ENLACE ENTRE EDIFICIOS M1 Y M4, DE LA FACULTAD DE ODONTOLOGÍA,
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

Norberto César Amézquita de León
Asesorado por la Inga. Gladys Sucely Aceituno

Guatemala, julio de 2015

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

INFRAESTRUCTURA DE RED PARA LAS ÁREAS DE ODONTOPEDIATRÍA, OFICINAS ADMINISTRATIVAS, DISPENSARIOS E INSTALACIÓN DEL DATA CENTER DEL EDIFICIO M1, ENLACE ENTRE EDIFICIOS M1 Y M4, DE LA FACULTAD DE ODONTOLOGÍA, UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

NORBERTO CÉSAR AMÉZQUITA DE LEÓN
ASESORADO POR LA INGA. GLADYS SUCELY ACEITUNO

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO EN CIENCIAS Y SISTEMAS

GUATEMALA, JULIO DE 2015

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL I	Ing. Angel Roberto Sic García
VOCAL II	Ing. Pablo Christian de León Rodríguez
VOCAL III	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Narda Lucía Pacay Barrientos
VOCAL V	Br. Walter Rafael Véliz Muñoz
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Angel Roberto Sic García
EXAMINADOR	Ing. Marlon Antonio Pérez Türk
EXAMINADORA	Inga. Floriza Felipa Ávila Pesquera
EXAMINADORA	Inga. Susan Verónica Gudiel Herrera
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

INFRAESTRUCTURA DE RED PARA LAS ÁREAS DE ODONTOPEDIATRÍA, OFICINAS ADMINISTRATIVAS, DISPENSARIOS E INSTALACIÓN DEL DATA CENTER DEL EDIFICIO M1, ENLACE ENTRE EDIFICIOS M1 Y M4, DE LA FACULTAD DE ODONTOLOGÍA, UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería en Ciencias y Sistemas, con fecha 24 de septiembre de 2014.



Norberto César Amézquita de León

Guatemala 9 de mayo de 2015

Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
Director de la Unidad de EPS
Facultad de Ingeniería
Universidad de San Carlos de Guatemala

Estimado Ingeniero Silvio José Rodríguez Serrano:

Por medio de la presente, hago constar que he tenido a revisión el Informe Final de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.) del estudiante universitario **NORBERTO CÉSAR AMÉZQUITA DE LEÓN** quien se identifica con carné No. **200630534**, titulado **"INFRAESTRUCTURA DE RED PARA LAS ÁREAS DE ODONTOPEDIATRIA, OFICINAS ADMINISTRATIVAS, DISPENSARIOS E INSTALACIÓN DEL DATA CENTER DEL EDIFICIO M1, ENLACE ENTRE EDIFICIOS M1 Y M4, DE LA FACULTAD DE ODONTOLOGÍA, UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA"**, el cual fue finalizado con éxito dentro del periodo establecido y mismo que doy por aprobado para que pueda continuar con los tramites que correspondan.

Agradeciendo la atención a la presente y quedando a sus órdenes para cualquier información adicional.

Atentamente,



Gladys Suceley Aceituno
INGENIERA EN CIENCIAS Y SISTEMAS
COLEGIADA No. 10,283

Gladys Suceley Aceituno
Ingeniera en Ciencias y Sistemas



Guatemala, 25 de mayo de 2015.
REF.EPS.DOC.394.05.2015.

Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
Director Unidad de EPS
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ingeniero Rodríguez Serrano .

Por este medio atentamente le informo que como Supervisora de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) del estudiante universitario de la Carrera de Ingeniería en Ciencias y Sistemas, **Norberto César Amézquita de León** carné No. **200630534** procedí a revisar el informe final, cuyo título es **INFRAESTRUCTURA DE RED PARA LAS ÁREAS DE ODONTOPEDIATRÍA, OFICINAS ADMINISTRATIVAS, DISPENSARIOS E INSTALACIÓN DEL DATA CENTER DEL EDIFICIO M1, ENLACE ENTRE EDIFICIOS M1 Y M4, DE LA FACULTAD DE ODONTOLOGÍA, UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA.**

En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

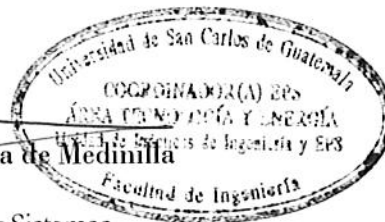
Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"

Inga. Floriza Felipa Avila Pesquera de Medinilla

Supervisora de EPS

Área de Ingeniería en Ciencias y Sistemas



FFAPdM/RA



Guatemala, 25 de mayo de 2015.
REF.EPS.D.262.05.2015.

Ing. Marlon Antonio Pérez Turk
Director Escuela de Ingeniería Ciencias y Sistemas
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ingeniero Perez Turk.

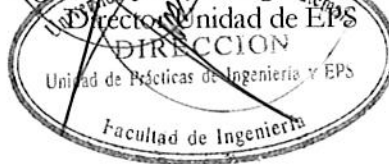
Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **INFRAESTRUCTURA DE RED PARA LAS ÁREAS DE ODONTOPEDIATRÍA, OFICINAS ADMINISTRATIVAS, DISPENSARIOS E INSTALACIÓN DEL DATA CENTER DEL EDIFICIO M1, ENLACE ENTRE EDIFICIOS M1 Y M4, DE LA FACULTAD DE ODONTOLOGÍA, UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**, que fue desarrollado por el estudiante universitario **Norberto César Amézquita de León** carné No. **200630534**, quien fue debidamente asesorado por la Inga. Gladys Sucely Aceituno y supervisado por la Inga. Floriza Felipa Ávila Pesquera de Medinilla.

Por lo que habiendo cumplido con los objetivos y requisitos de ley del referido trabajo y existiendo la aprobación del mismo por parte de la Asesora y la Supervisora de EPS, en mi calidad de Director apruebo su contenido solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,
"Id y Enseñad a Todos"

Ing. Silvio José Rodríguez Serrano



SJRS/ra



Universidad San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería en Ciencias y Sistemas

Guatemala, 10 de Junio de 2015


Ingeniero
Marlon Antonio Pérez Türk
Director de la Escuela de Ingeniería
En Ciencias y Sistemas

Respetable Ingeniero Pérez:

Por este medio hago de su conocimiento que he revisado el trabajo de graduación-EPS del estudiante **NORBERTO CÉSAR AMÉZQUITA DE LEÓN**, carné 200630534, titulado: "INFRAESTRUCTURA DE RED PARA LAS ÁREAS DE ODONTOPEDIATRIA, OFICINAS ADMINISTRATIVAS, DISPENSARIOS E INSTALACIÓN DEL DATA CENTER DEL EDIFICIO M1, ENLACE ENTRE EDIFICIOS M1 Y M4, DE LA FACULTAD DE ODONTOLOGÍA, UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA", y a mi criterio el mismo cumple con los objetivos propuestos para su desarrollo, según el protocolo.

Al agradecer su atención a la presente, aprovecho la oportunidad para suscribirme,

Atentamente,


Ing. Carlos Alfredo Azurdia
Coordinador de Privados
y Revisión de Trabajos de Graduación



E
S
C
U
E
L
A

D
E

C
I
E
N
C
I
A
S

Y

S
I
S
T
E
M
A
S

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE CIENCIAS Y SISTEMAS
TEL: 24767644

*El Director de la Escuela de Ingeniería en Ciencias y Sistemas de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del asesor con el visto bueno del revisor y del Licenciado en Letras, del trabajo de graduación **"INFRAESTRUCTURA DE RED PARA LAS ÁREAS DE ODONTOPEDIATRÍA, OFICINAS ADMINISTRATIVAS, DISPENSARIOS E INSTALACIÓN DEL DATA CENTER DEL EDIFICIO M1, ENLACE ENTRE EDIFICIOS M1 Y M4, DE LA FACULTAD DE ODONTOLOGÍA, UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA"**, realizado por el estudiante NORBERTO CÉSAR AMÉZQUITA DE LEÓN, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.*

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"

Ing. *Marlon Antonio Pérez Türk*
Director, Escuela de Ingeniería en Ciencias y Sistemas



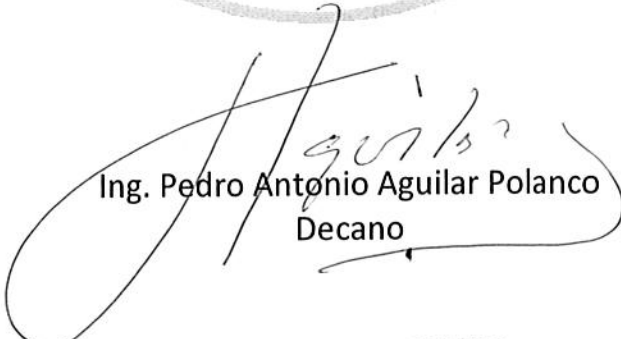
Guatemala, 17 de julio de 2015



DTG.364.2015

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería en Ciencias y Sistemas, al Trabajo de Graduación titulado: **INFRAESTRUCTURA DE RED PARA LAS ÁREAS DE ODONTOPEDIATRÍA, OFICINAS ADMINISTRATIVAS, DISPENSARIOS E INSTALACIÓN DEL DATA CENTER DEL EDIFICIO M1, ENLACE ENTRE EDIFICIOS M1 Y M4, DE LA FACULTAD DE ODONTOLOGÍA, UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA,** presentado por el estudiante universitario: **Norberto César Amézquita de León,** y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:


Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
Decano

Guatemala, 28 de julio de 2015

/gdech



ACTO QUE DEDICO A:

Jehová

Dios soberano y fiel.

Mis padres

Irma Leticia de León de León y Négil Rafael Amézquita Hernández, por su confianza, amor y apoyo.

Mis hermanos

Marcela Rosybell, Négil Juan Marcos Amézquita de León, por su apoyo y ejemplo.

AGRADECIMIENTOS A:

Universidad de San Carlos de Guatemala	Mi alma máter, por ser fuente de alimento intelectual y ser una importante influencia en mí, por su historia y todo lo que representa.
Facultad de Ingeniería	Por ser uno de los lugares más importantes de mi formación como profesional.
Facultad de Odontología	Por haber depositado su confianza en mí para llevar a cabo este proyecto.
Señor Otto González	Por toda su colaboración, siendo una pieza clave para la consumación del proyecto.
BUAP y Facultad de Ciencias de la Computación	Por haberme recibido durante un año académico y demostrar mis aptitudes fuera de las fronteras de Guatemala.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	V
LISTA DE SÍMBOLOS	VII
GLOSARIO	IX
RESUMEN.....	XI
OBJETIVOS.....	XIII
INTRODUCCIÓN	XV
1. MARCO TEÓRICO.....	1
1.1. Red de datos	1
1.1.1. LAN.....	2
1.1.1.1. VLAN	2
1.1.2. Subnetting.....	2
1.1.3. VLSM.....	3
1.2. Medios de conexión.....	3
1.2.1. Cobre.....	3
1.2.2. Fibra	4
1.2.3. Inalámbrico	5
1.3. Modelo de interconexión de sistemas abiertos.....	5
1.3.1. Capa física.....	6
1.3.2. Capa de enlace de datos.....	6
1.3.3. Capa de red	7
1.4. Equipo activo	8
1.4.1. <i>Switch</i> /conmutador	8
1.4.2. <i>Router</i> /enrutador.....	8
1.4.3. <i>Access point</i> /punto de acceso	8

2.	FASE DE INVESTIGACIÓN.....	9
2.1.	Reseña histórica	9
2.1.1.	Misión	9
2.1.2.	Visión.....	10
2.1.3.	Servicios que realiza	11
2.1.3.1.	Atención al público en general	11
2.1.3.2.	Servicios que se prestan	11
2.2.	Descripción de las necesidades.....	12
2.3.	Priorización de las necesidades.....	13
3.	FASE TÉCNICO PROFESIONAL	15
3.1.	Descripción del proyecto	15
3.1.1.	Descripción de la solución.....	15
3.2.	Investigación preliminar para la solución del proyecto	16
3.2.1.	Objetivos	17
3.2.2.	Resultados esperados.....	17
3.3.	Presentación de la solución de proyecto.....	17
3.3.1.	Diseño	17
3.3.2.	Topología física	19
3.3.3.	Implementación	25
3.3.3.1.	Descripción de equipos activos	26
3.3.3.2.	Funcionamiento.....	28
4.	FASE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE	31
4.1.	Capacitación	31
4.2.	Costos y recursos.....	31
4.2.1.	Costos	32
4.3.	Recursos	33
4.4.	Beneficios del proyecto	34

CONCLUSIONES	35
RECOMENDACIONES	37
BIBLIOGRAFÍA.....	39
APÉNDICES	41
ANEXOS	43

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Capas del modelo OSI	6
2.	Disposición física del primer piso M1	12
3.	Disposición física del segundo piso M1	13
4.	Disposición física de sillas dentales, primer nivel	20
5.	Disposición física de sillas dentales, segundo nivel	21
6.	Plano, ubicación de tubería y puntos de red, primer nivel	23
7.	Plano, ubicación de tubería y puntos de red, segundo nivel	24
8.	Representación de etiquetas para puntos de red	26
9.	<i>Access point</i>	28

TABLAS

I.	Últimas categorías de cable par trenzado	4
II.	Direcciones de subred/VLANs	25
III.	Descripción de puertos <i>switch A</i> , primer nivel	29
IV.	Descripción de puertos <i>switch A</i> , segundo nivel	30
V.	Descripción configuración APs	30
VI.	Tabla de costos	32

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
AP	Access Point
CLI	Command-Line Interface
DHCP	Dynamic Host Configuration Protocol
EPS	Ejercicio Profesional Supervisado
FTP	Foil Twited Pair
M1	Edificio de clínicas Facultad de Odontología
M4	Edificio central Facultad de Odontología
Mbps	Mega bits por segundo
Mhz	Mega hertz
m	Metros
NIC	Network Interface Card
PoE	Power Over Ethernet
PPR	Prótesis parcial removible
PT	Prótesis total
ScTP	Screened twisted pair
SSID	Service set identifier
STP	Shield twisted pair
SVI	<i>Switch</i> virtual interface
UTP	Unshield twisted pair
VLSM	Variable-Length subnet masking

GLOSARIO

BYOD	Tendencia que presentan las organizaciones, tanto para comodidad propia en ahorrarse compra y mantenimiento de los dispositivos, como el beneficio y comodidad del usuario al utilizar su propio equipo.
Data Center	Cuarto o sitio de telecomunicaciones donde convergen todos los puntos de la red y desde el cual es administrada la misma.
Full dúplex	Transmisión de datos por un mismo medio en ambos sentidos a la vez. (Recepción, transmisión)
LAN	Red de área local, por sus siglas en inglés, se refiere a una red de datos de pequeño o mediano tamaño.
Malware	Software con código maligno, también conocido como software malintencionado.
OSI	Modelo de interconexión de sistemas abiertos.
Patch panel	Estructura o panel que contiene campos RJ45 para la concentración de la entrada/salida de todos los cables de red en una LAN.

Ruido	Interferencia provocada en el medio físico de la transmisión eléctrica introduciendo señales, ya sea eléctricas o magnéticas, provocando la diferenciación en la señal original.
SSID	Nombre que identifica una red inalámbrica, por ende todos los paquetes que son parte de esta.
Switch	Conmutador que interconecta redes LAN con los mismos protocolos de nivel físico y de enlace del modelo OSI. Se utiliza para segmentar redes y aumentar sus prestaciones.
VLAN	Red virtual que tiene como función segmentar la red de área local en varias subredes de forma lógica con distintos fines.

RESUMEN

Descripción general: el objetivo del presente trabajo fue la realización del estudio, diseño e implementación de una infraestructura de red en ambos niveles y las áreas principales del edificio M1, asimismo, la creación y adaptación del Data Center y enlace entre edificios M1 y M4.

Descripción de la solución: elaboración de un cableado estructurado y creación de una red de computadoras, adaptación e implementación del Data Center para el edificio M1 en un lugar idóneo, donde tenga buena ventilación y pueda contar con seguridad para restringir el acceso no autorizado.

Además del estudio, este proyecto contempla realizar una parte del cableado físico y configuración de la red de computadoras, específicamente para las áreas de dispensarios, clínicas de odontopediatría, endodoncia, periodoncia, oficinas de trabajo social, contratos y recepción, así como su conexión al Data Center.

El objetivo principal de la red es brindar la infraestructura para los sistemas de software que existen o están siendo diseñados para las áreas antes mencionadas, los cuales buscan optimizar y llevar un control del trabajo, dichos sistemas correrán desde los servidores centrales de la Facultad de Odontología instalados en el edificio M1, como también el enlace y configuración de la conexión entre el Data Center existente y el que se implementará en el edificio M4.

OBJETIVOS

General

Realizar el estudio y diseño de la topología de red de computadoras para el edificio M1, para contar con la adecuada infraestructura tecnológica por medio de la cual podrán funcionar herramientas informáticas (software), diseñadas para automatizar y optimizar el funcionamiento de las áreas administrativas, dispensarios y clínicas del servicio odontológico que brinda la Facultad de Odontología.

Específicos

1. Elaborar el conteo de puntos de red y realizar las mediciones para establecer la cantidad y especificaciones del material y equipo necesario.
2. Realizar la instalación de ductos e implementación del cableado estructurado, para las áreas que abarca el proyecto.
3. Adaptar el Data Center y realizar la configuración de los equipos activos.
4. Llevar a cabo la interconexión de las redes de los edificios M1 y M4.
5. Establecer el funcionamiento de la red mediante pruebas de conectividad entre los nodos.
6. Brindar la infraestructura necesaria para el funcionamiento del software elaborado para las distintas áreas del M1.

INTRODUCCIÓN

Actualmente, las tecnologías de la información son herramientas fundamentales, tanto en la vida cotidiana como en las instituciones que proveen bienes o servicios. La Facultad de Odontología tiene en proceso el desarrollo de sistemas de software que buscan optimizar el trabajo administrativo, pero no cuentan con una infraestructura adecuada para explotar estas herramientas, por lo cual se requiere una red de datos.

La Facultad de Odontología posee un conjunto de clínicas especializadas, que brindan servicios profesionales de alta calidad a bajos costos con un propósito de impacto social. Por lo tanto, este proyecto está orientado a brindar la infraestructura de red de datos para interconectar las estaciones de trabajo, como las oficinas administrativas, clínicas y dispensarios del edificio M1 al servidor central de la Facultad, donde estarán las aplicaciones.

Se busca que la red de datos cumpla con los criterios que satisfagan las necesidades que planteó la Facultad de Odontología, y a su vez sirva de beneficio tanto a estudiantes, colaboradores administrativos y personal docente; favoreciendo a realizar un trabajo eficaz y eficiente haciendo uso de las tecnologías de la información.

1. MARCO TEÓRICO

A continuación se presenta el fundamento teórico para el desarrollo, tanto del proyecto como del presente trabajo, donde se expone el tipo de equipo a utilizar, así como los procesos manejados.

1.1. Red de datos

Para comprender el concepto de red de datos, se tomará el origen etimológico de las dos palabras al respecto:

- Red: expresión latina, puntualmente: “*rete*” sinónimo de malla. *El diccionario de la RAE* indica que una red puede ser “Conjunto de ordenadores o de equipos informáticos conectados entre sí que pueden intercambiar información”.
- Dato: procede de una evolución de la palabra en latín “*datum*” o en plural como “*data*” que se puede entender como: “lo que se da”, “lo que acontece”. *El diccionario de la Real Academia de la Lengua Española* dice que los datos son: “Antecedentes necesarios para llegar al conocimiento exacto de una cosa o para deducir las consecuencias legítimas de un hecho”.

En función al origen de ambas palabras se puede entender entonces, que desde el punto de vista para este trabajo, una red de datos va a consistir en una estructura que cuenta con un patrón representativo, el cual posee la capacidad

de compartir recursos para la transmisión de información con base a una serie de símbolos, valores cualitativos, magnitudes numéricas, entre otros.

1.1.1. LAN

Las redes se determinan, por su tamaño, la cantidad de estaciones de trabajo y el área que abarcan. Una LAN o red de área local, por sus singlas en inglés, comprende desde unas pocas estaciones, pudiendo llegar a miles de computadoras en la misma área de trabajo, como un edificio, por ejemplo.

1.1.1.1. VLAN

Virtual LAN, o red de área local virtual, es la forma que se utiliza para segmentar una misma red en varios dominios de colisión, o varias subredes según el administrador lo considere necesario.

Por ejemplo, las VLAN se pueden utilizar para dividir departamentos de una organización o planear la red según la disposición física de las estaciones de trabajo, un caso podría ser una VLAN por cada nivel de un edificio. Esto permite tener una mejor administración de la red en cuanto a resolución de problemas y seguridad de la misma.

1.1.2. Subnetting

Se refiere a la técnica que se utiliza para realizar subredes, tomando como base una red con clase A, B o C. Permite dividir un segmento de red en función a la cantidad de estaciones de trabajo que se requieran o bien a una cantidad de subredes que sean necesarias, todo esto limitado por el sistema binario. Existe un inconveniente, cada subred que se obtenga tendrá la misma cantidad

de direcciones disponibles, lo que provoca muchas veces desperdicio de direcciones, por tanto surgió una forma más óptima, el VLSM.

1.1.3. VLSM

Máscara de subred variable, por sus siglas en inglés, permite realizar subredes que se ajusten más al tamaño individual de cada que se requiera, esto gracias a la variación de la máscara de subred, permitiendo optimizar las direcciones disponibles de un segmento de direcciones.

1.2. Medios de conexión

El conducto por el cual se transmiten los datos en una red, existen tres tipos.

1.2.1. Cobre

Su primordial característica es ser uno de los mejores elementos conductores de la electricidad.

En las redes de primeras generaciones el tipo de cable que se utilizaba era el coaxial, siendo reemplazado por el cable par trenzado por su mejor rendimiento, transmitiendo a mayor velocidad y con mejor supresión de ruido, sacrificando la distancia alcanzada con el coaxial de 500 metros, con limitación de distancia de transmisión óptima de 100 metros máximo con el par trenzado.

Existen varias categorías del cable par trenzado, las cuales se han ido desarrollando optimizando su rendimiento, también los hay con o sin blindaje,

estos ayudan a elevar la resistencia al ruido dependiendo del ambiente donde se vayan a colocar.

- UTP
- STP
- FTP
- ScTP

Tabla I. **Últimas categorías de cable par trenzado**

Categoría	Ancho de banda	Aplicación
6	250 Mhz	Datos
6 ^a	500 Mhz	Datos
7	600 Mhz	Voz y datos (blindado)
7 ^a	1 000 Mhz	Voz y datos (usa todos los cables)
8 y 8 ^a	1 600 – 2 000 Mhz	En proceso de desarrollo

Fuente: elaboración propia.

1.2.2. Fibra

Con la utilización de fibra se dio un salto a la transmisión de datos por medio de haz de luz, brindando mayores distancias y mejores tiempos.

Existen dos tipos de formas de transmisión para la fibra óptica:

- Mono modo: una sola señal *full* dúplex, recorre mayores distancias
- Multimodal: varias señales *full* dúplex, distancia menor respecto al mono modo.

El precio es muy superior a un cable de cobre par trenzado.

1.2.3. Inalámbrico

No existe un medio físico como conducto para el envío de datos, utiliza el ambiente para la propagación de señal el mismo que puede provocar inestabilidad en la conexión provocada por los cambios climáticos. A continuación se presentan ejemplos de protocolos inalámbricos.

- 802.11 Wi-Fi
- 802.15 Bluetooth
- 802.16 WiMax

1.3. Modelo de interconexión de sistemas abiertos

Conocido comúnmente como modelo OSI, fue creado por la ISO, como marco de referencia para la comunicación de redes.

El modelo OSI está formado por 7 capas que representan la forma en que funciona una red de datos. Este se muestra en la figura 1.

Figura 1. Capas del modelo OSI



Fuente: Wikimedia. <http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Pila-osi-es.svg>

Consulta: 10 de marzo de 2015.

1.3.1. Capa física

Trata específicamente con la parte de señalización, transmisión binaria, el medio, NICs, entre otros.

1.3.2. Capa de enlace de datos

Es la transición de la parte física y la lógica, esta capa se subdivide en 2.

- *Logical link control*

Es un protocolo de comunicación de datos que provee mecanismos de multiplexación que hacen posible que coexistan múltiples protocolos de red con una red multipunto, y a su vez puedan ser transportados sobre el mismo medio de red. Se encuentra entre la subcapa MAC y la capa de red.

- Media Access control

Es un protocolo de comunicación de datos, provee un direccionamiento y un canal de control de acceso. Funciona entre la capa física y la subcapa Logical link control.

1.3.3. Capa de red

La función primordial de la capa de red es brindar el control de los datos/ paquetes de datos, el envío y enrutamiento. Su propósito es crear una interfaz entre las estaciones de trabajo y la red.

La capa de red proveerá que sus servicios, independientemente de la tecnología, no exista el problema de interconectar dos o más redes que estén formadas por distintas tecnologías.

Esta capa construye el mapa de direccionamiento, no le es necesario conocer la manera en la que se forma la comunicación, solo le es funcional el camino.

1.4. Equipo activo

Es todo aquel equipo encargado de la distribución de forma eficaz los datos/información a través de la red, estos pueden ser los enrutadores o conmutadores.

1.4.1. *Switch*/conmutador

Equipo activo de red que trabaja en la capa 2 del modelo OSI, segmenta dominios de colisión, reduciendo considerablemente las colisiones debido a que cada puerto es un dominio de colisión.

1.4.2. *Router*/enrutador

Equipo de red que trabaja básicamente en la capa 3 del modelo OSI, segmenta dominios de *broadcast*, lo que significa que divide las redes.

1.4.3. *Access point*/punto de acceso

Fundamentalmente, este equipo es una extensión de la red, aumentando sus alcances. En este proyecto se utilizaron WAP, puntos de acceso inalámbricos.

2. FASE DE INVESTIGACIÓN

2.1. Reseña histórica

Los estudios de odontología se iniciaron en Guatemala en forma organizada con la fundación del Instituto Dental, como una dependencia de la Facultad de Medicina, Cirugía y Farmacia, el 1 de mayo de 1895, por Decreto Legislativo núm. 297. La Universidad de San Carlos de Guatemala funcionaba, en ese entonces, bajo la dirección del Ministerio de Instrucción Pública. En 1926, al producirse la reorganización de la Universidad, con la separación de la Facultad de Medicina y Cirugía de la de Farmacia, fue establecida la Escuela de Odontología como una unidad de la Facultad de Ciencias Médicas. Posteriormente, el 1 de abril de 1940 se creó la Facultad de Odontología por Decreto Gubernativo núm. 2336. Su Junta Directiva se instaló el 09 de abril y tuvo como sede el edificio que ocupaba anteriormente la Escuela Dental.

Institución de educación superior encargada de la preparación de profesionales en el área de estomatología, que a través de su proyección social retorna a la población guatemalteca el aporte que la misma brinda a través de los impuestos.

2.1.1. Misión

“La Facultad de Odontología es una unidad académica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, responsable de brindar una formación académica integral, de alta calidad y actualizada al recurso humano en el área del conocimiento estomatológico, con valores éticos, especialmente de

responsabilidad y compromiso con el desarrollo sostenible nacional y regional, teniendo en cuenta la diversidad cultural, social y lingüística del país. Asimismo, se propone plantear propuestas de solución a la problemática nacional en materia de salud estomatológica y contribuir al desarrollo nacional a través del aporte de profesionales dedicados al servicio, la investigación y la aplicación de la innovación tecnológica, respaldados por una organización administrativa que da continuidad y fluidez a los procesos”¹.

2.1.2. Visión

“La Facultad de Odontología de la Universidad de San Carlos de Guatemala, es la unidad académica en educación superior de mayor trayectoria como formadora de profesionales certificados y acreditados en el campo de la Estomatología. Es una Facultad altamente competitiva, involucrada y comprometida de forma institucional con el contexto nacional en la solución de los problemas estomatológicos que afronta la sociedad guatemalteca. Cuenta con personal docente y administrativo calificado e identificado con los fines y principios de la Universidad de San Carlos de Guatemala, que atiende con amabilidad, respeto y profesionalismo a las personas que demandan nuestros servicios de salud. Además genera e impulsa políticas e iniciativas de ley, promoviendo y desarrollando proyectos de impacto social en materia de salud bucal. Como institución se inserta en el contexto educativo nacional e internacional con programas de formación académica de pregrado y posgrado, fomentando el intercambio y actualización constantes con centros de formación e investigación a nivel nacional, regional e internacional”².

¹ Facultad de Odontología.

² *Ibíd.*

2.1.3. Servicios que realiza

Entre los servicios que presta a la población guatemalteca están los siguientes:

2.1.3.1. Atención al público en general

- Se requiere que el paciente disponga de tiempo para asistir, al menos dos veces a la semana por las mañanas.
- El paciente debe contar con los recursos económicos y aceptar pagar por sus tratamientos.
- El paciente debe estar dispuesto a realizarse el tratamiento dental integral.

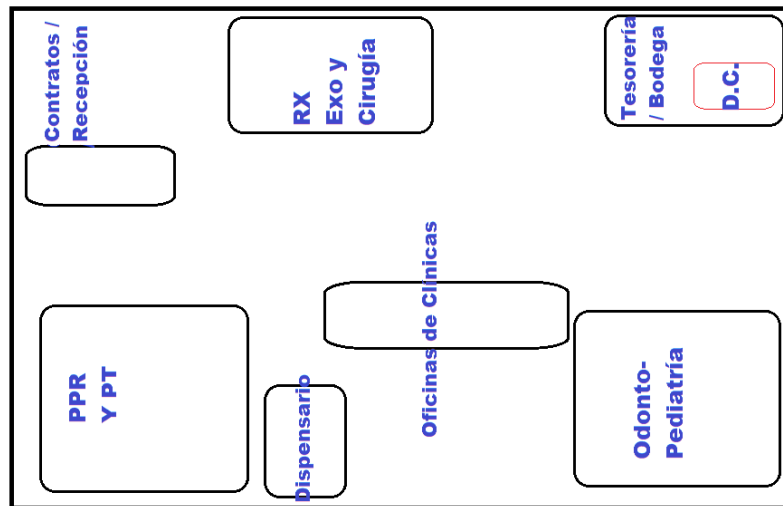
2.1.3.2. Servicios que se prestan

- Odontología general (limpieza, rellenos).
- Odontología del niño y adolescente: todos los tratamientos de limpieza, rellenos, aplicación de flúor y ortodoncia preventiva.
- Pacientes de la tercera edad: prótesis total, prótesis removible.
- Pacientes adultos: limpieza, rellenos, puentes de porcelana.
- Endodoncia (tratamientos de canales).
- Servicios de radiología RX: radiografías periapicales, radiografías panorámicas.
- Cirugía de cordales (terceras molares).
- Exodoncias (extracciones dentales).
- Área de patología: diagnóstico de lesiones estomatológicas.
- Laboratorio clínico: exámenes de laboratorio, muestras de sangre.

2.2. Descripción de las necesidades

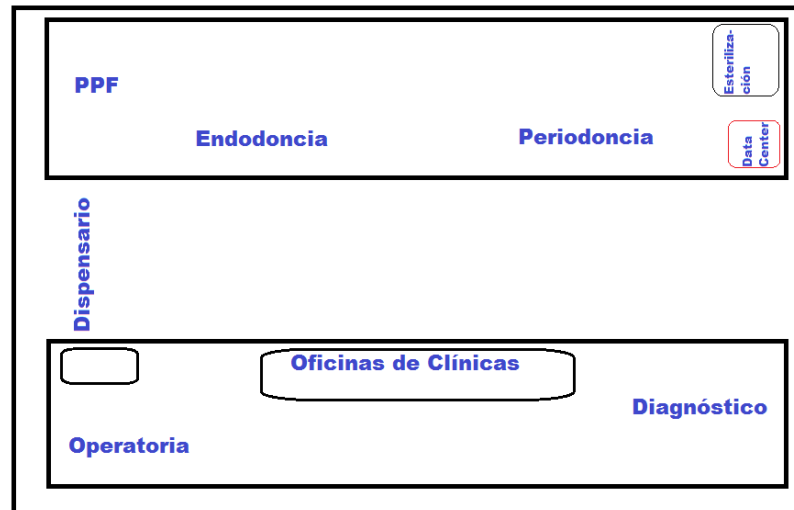
Debido a la realización de aplicaciones de administración, control de inventarios, entre otros; mediante software, la utilización de imágenes digitales provenientes de un equipo especial de rayos X en la Facultad de Odontología, provocan la necesidad de crear una infraestructura adecuada para explotar al máximo los beneficios de estos sistemas, por lo antes expuesto se requiere la implementación de una red de datos para el edificio M1 donde se utilizarán dichas aplicaciones para su óptima comunicación y conectividad con los servidores existentes.

Figura 2. Disposición física del primer piso M1



Fuente: elaboración propia, con MS Office 2013.

Figura 3. Disposición física del segundo piso M1



Fuente: elaboración propia, con MS Office 2013.

2.3. Priorización de las necesidades

La Facultad de Odontología brinda servicios profesionales de periodoncia, odontopediatria, entre que son de alta calidad a muy bajos costos para la población en general. La Facultad requiere optimizar el control de sus pacientes, así como de los medicamentos, a su vez ayudar en su labor a los médicos/estudiantes aportando radiografías digitales que en un futuro serán publicadas en dispositivos móviles para cada médico.

Con el objetivo de automatizar y mejorar la experiencia tanto de pacientes como de médicos, es necesaria la realización de una infraestructura de red para soportar la utilización de los sistemas de software y el producto de su nuevo sistema de radiología con imágenes digitales.

Entre las necesidades primordiales que se requieren cubrir con esta primera fase de la implementación de la infraestructura de red son las siguientes áreas.

- Clínica de odontopediatría
- Clínicas PPR y PT
- Dispensarios
- Oficina de contratos
- Oficina de servicio social
- Recepción
- Oficinas administrativas
- Enlace entre edificio M1 y M4
- La mayoría de puntos serán en el primer piso

3. FASE TÉCNICO PROFESIONAL

3.1. Descripción del proyecto

Realizar el estudio, diseño, compra del material y equipo para la creación e implementación de una infraestructura de red en ambos niveles y las áreas principales (odontopediatría, oficinas administrativas, dispensarios) del edificio M1, creación y adaptación del Data Center y enlace entre los edificios M1 y M4.

3.1.1. Descripción de la solución

Realización de un estudio total del edificio M1 para la realización de un cableado estructurado y creación de una red de computadoras, adaptación e implementación del Data Center para dicho edificio en un lugar idóneo, donde tenga buena ventilación, pueda tener seguridad en el acceso a personas no autorizadas.

Además del estudio, este proyecto contempla realizar una parte del cableado físico y configuración de la red de computadoras, específicamente para las áreas de dispensarios, clínica de odontopediatría, oficinas de trabajo social, contratos, recepción, así como su conexión al Data Center.

El objetivo principal de la red es utilizar los sistemas de software que existen o están siendo diseñados para los dispensario y oficinas administrativas los cuales buscan optimizar y llevar un control de su trabajo, dichos sistemas correrán desde los servidores centrales de la Facultad de Odontología instalados en el edificio M1, por lo cual a este proyecto también le corresponde

realizar el enlace y configuración de la conexión entre el Data Center existente en el edificio M1 y el que se implementará en el edificio M4.

3.2. Investigación preliminar para la solución del proyecto

Se realizará un estudio físico de la infraestructura del edificio M1, tanto en la parte interior como en la externa, dado que se debe hacer la interconexión con el edificio M4, todo esto para conocer todos los puntos de red necesarios y la ruta óptima que se debe realizar para la integración del cableado estructurado para la red de datos.

Es importante definir un lugar para la implementación del Data Center, debe ser un espacio dedicado para la colocación del equipo de transmisión, siendo de acceso restringido a las personas particulares.

Durante esta fase, un punto primordial será la investigación y documentación de los estándares internacionales para la ejecución de la red, cableado vertical, horizontal, puntos de red, entre otros.

Asimismo, realizar una cotización de todo el material y equipo que será necesario, buscando un balance entre calidad y costos.

Hacer el estudio sobre el equipo con el que cuenta la Facultad de Odontología, para verificar las prestaciones que ofrece e implementarlo como parte de la solución.

3.2.1. Objetivos

Reducir el desperdicio de material, específicamente la tubería y cable a utilizar, habiendo realizado el estudio y mediciones concretas.

Buscar la optimización de recursos económicos, sin perder en ningún momento la calidad y rendimiento final de la red de datos.

Mantener la seguridad, accesibilidad eficiencia del equipo de transmisión, brindando un lugar especial con acceso restringido.

3.2.2. Resultados esperados

Para la consumación de esta fase, se espera conocer concretamente las normas que dictan los estándares, así como haber definido el lugar físico que cumpla con las condiciones para el Data Center.

3.3. Presentación de la solución de proyecto

En esta parte se describe el diseño, implementación, equipo y funcionamiento de la red.

3.3.1. Diseño

Según la descripción de necesidades, se necesita llegar a ciertos puntos clave en el edificio M1 en ambos niveles, por tanto se buscó un área que fuera óptima para el cableado horizontal/*backbone* (conexión entre niveles). Se seleccionó un espacio que conecta las dos plantas del edificio en la parte noreste del mismo.

Se requiere no tener puntos a una distancia de más de 90 metros del (*patch* panel, debido a que se utilizará un cable UTP categoría 6 por su velocidad de transmisión. Debido a costos se decide, conjuntamente con la persona encargada de la Facultad de Odontología, adquirir los *patch cord* certificados para el *patch* panel y como parte del proyecto elaborar los *patch cord* para las estaciones de trabajo, por tanto será necesario adquirir conectores RJ45 y botas modulares para dichos conectores.

Para la instalación del cableado vertical, por recomendación del Departamento de Procesamiento Electrónico de Datos de la Universidad de San Carlos, se utilizará tubería para canalización de red telefónica, eléctrica, PVC de 2" color gris; además se instalarán cajas de registro de 4X4".

Para cada punto de red se colocará una caja plástica de sobreponer blanca y un dado RJ45 categoría 6.

Debido a que se cuenta con dos *switch* y la red debe ser para ambos niveles del M1, se planifica colocar un *switch* por nivel interconectados, por tanto se solicitó el siguiente material:

- 2 gabinetes de pared
- 2 *patch* panel 24 puertos categoría 6
- 2 organizadores horizontales de cable
- 1 UPS de al menos 1,5 Kva

Con base en un estudio del personal del Departamento de Procesamiento Electrónico de Datos de la Universidad, se tenía previsto que la interconexión de edificios fuera de manera aérea. Por tanto, se requerirá cableado STP para exteriores, el cual saldrá del gabinete del segundo nivel del edificio M1,

cruzando por la terraza del mismo, pasando de forma aérea (tensado) hasta el gabinete del segundo nivel del M4.

En el área de clínicas se busca contar con acceso inalámbrico a la red, por tanto se realizará la instalación de tres APs, uno ubicado en la clínica de odontopediatría, otro en la clínica de removible, y un tercero cubriendo las áreas de periodoncia y endodoncia.

La cantidad de puntos de red necesarios se contabilizaron, realizando una proyección de todos los puntos posibles del edificio, incluyendo lo que no será implementado en esta primera fase del cableado para el edificio M1.

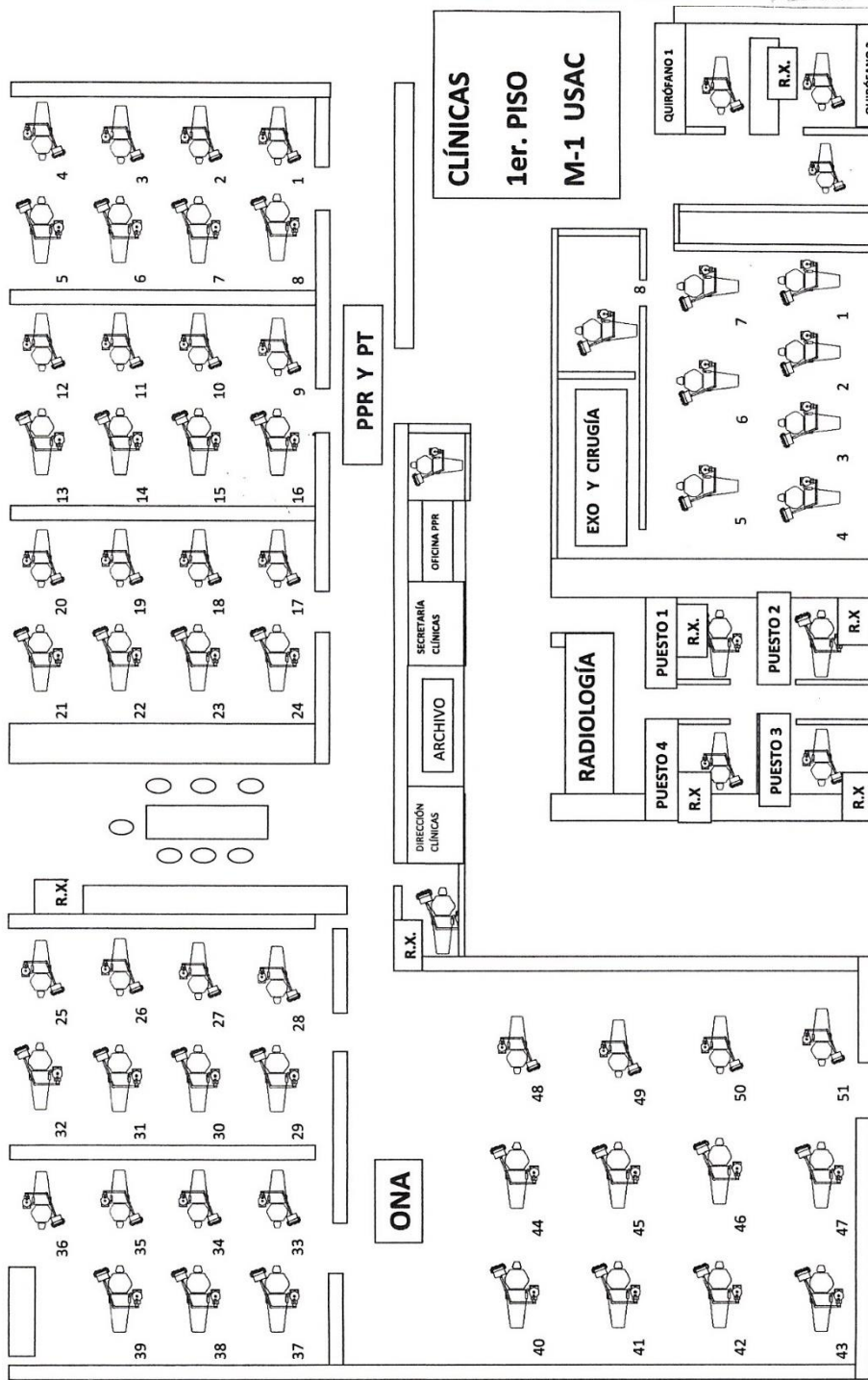
Para el área de clínicas se tienen 118 sillas de dentista, más 12 en las áreas de radiología y cirugía, una estación de trabajo en la clínica de odontopediatría y 10 oficinas orientadas a las clínicas, haciendo un total de 137 direcciones de red necesarias y un total de 14 puntos de red.

3.3.2. Topología física

A continuación, en las figuras 4 y 5 se presentan las posiciones de las sillas dentales ubicadas en las distintas clínicas del M1, las cuales se utilizaron para definir las ubicaciones de los AP. Además se incluyen los planos de ambas plantas del M1, donde se representa la topología física del cableado, gabinetes, APs y puntos de red.

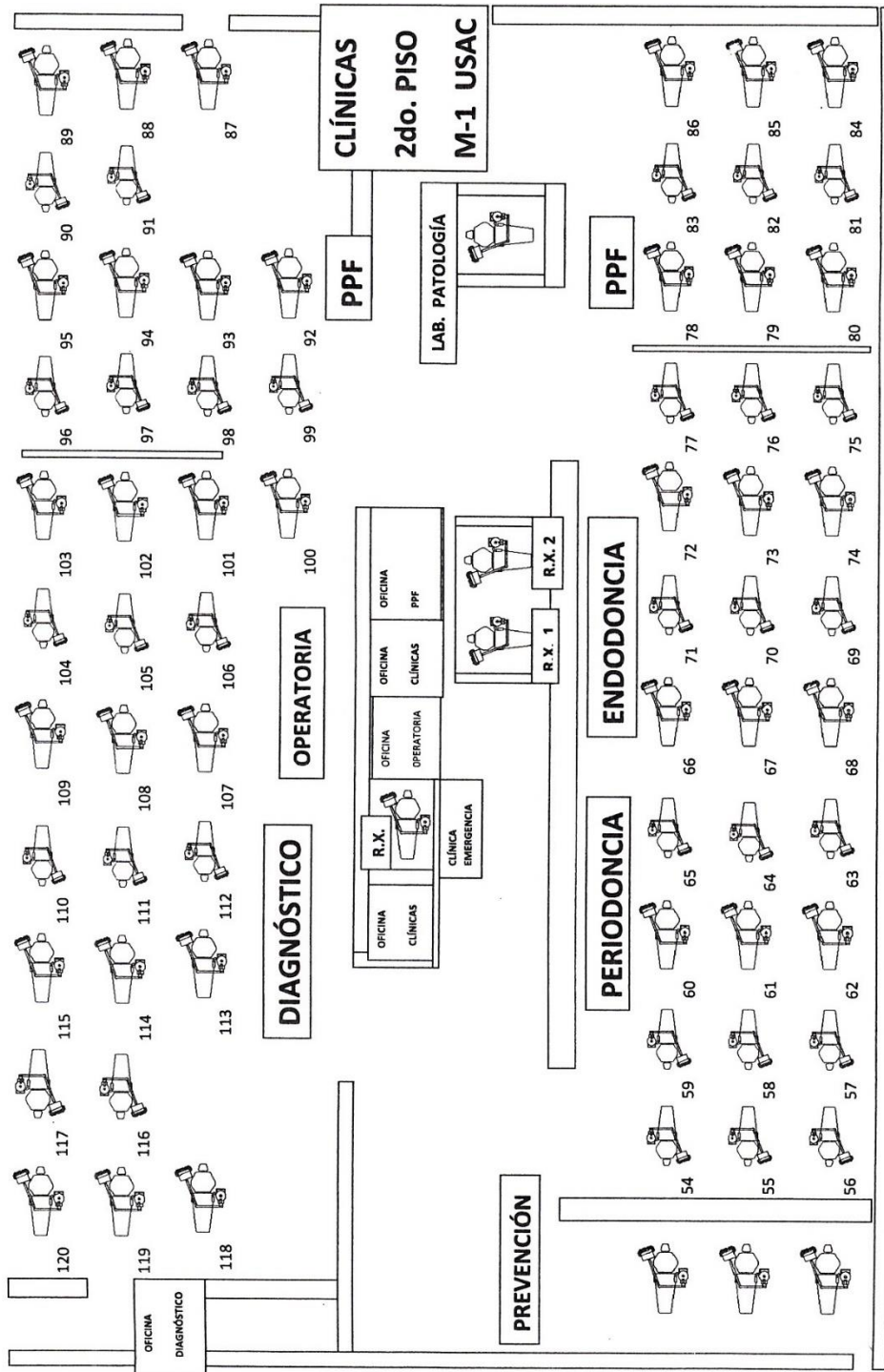
El proyecto abarca solo el primer y segundo nivel del edificio M1, por tal motivo no se presentan los planos del tercer nivel del edificio.

Figura 4. Disposición física de sillas dentales, primer nivel



Fuente: procesamiento de datos, FOUSAC.

Figura 5. Disposición física de sillas dentales, segundo nivel



Fuente: procesamiento de datos, FOUSAC.

Las oficinas administrativas son 7:

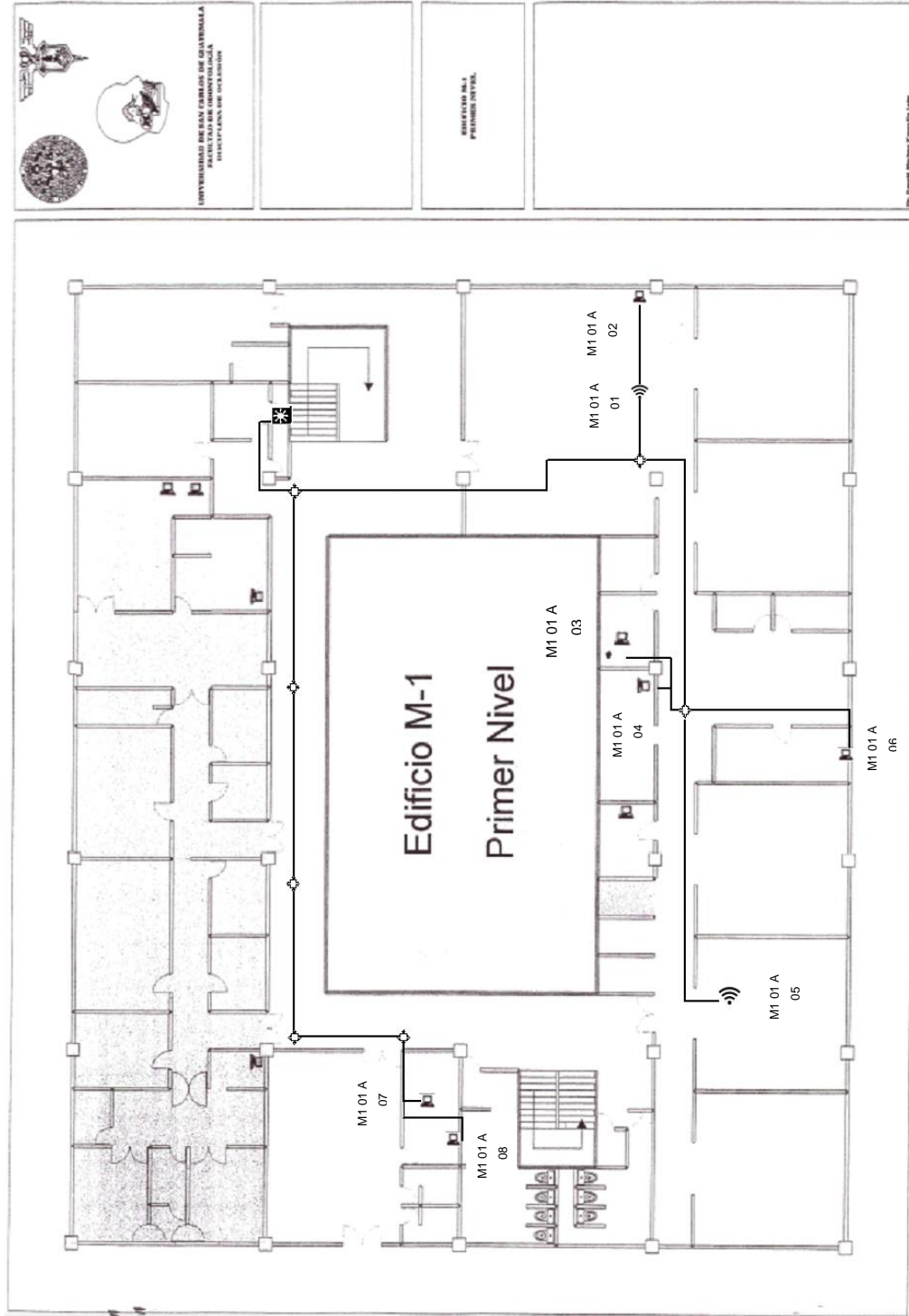
- Contratos
- Información
- Archivo
- Caja
- Esterilización
- Trabajo social
- Mantenimiento

A las siete oficinas se les deberá brindar una dirección e instalación de un punto de red, por cada una en este proyecto se contemplan 4 oficinas.

Los dispensarios que existen en el edificio M1 son 3, los cuales se le deberá brindar una dirección y un punto de red a cada uno. Estos están ubicados de la siguiente forma:

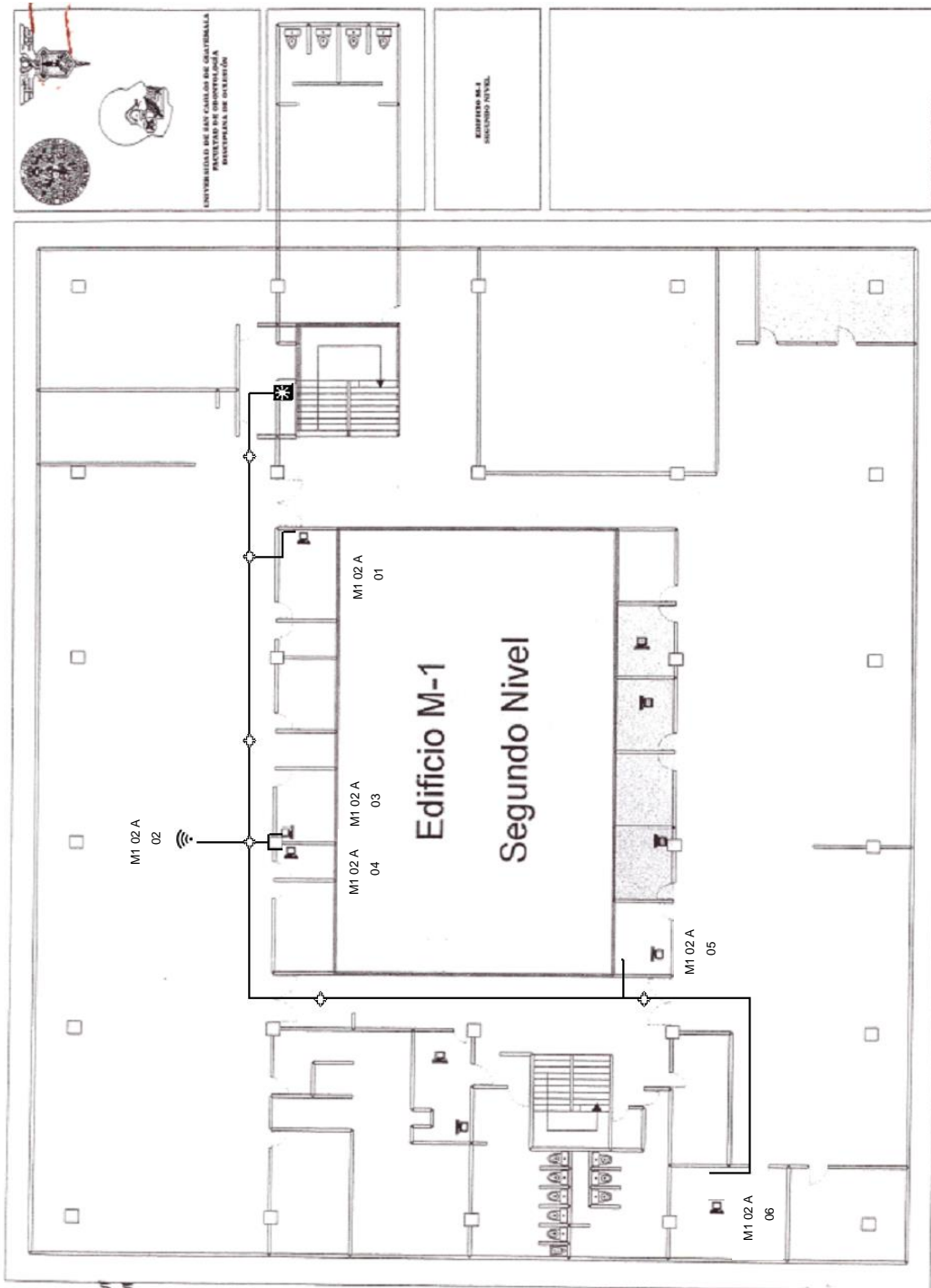
- El uno, en la planta baja, primer nivel
- Número dos, en la planta alta, segundo nivel
- El tres, en la planta alta, segundo nivel

Figura 6. Plano, ubicación de tubería y puntos de red, primer nivel



Fuente: Ronald Mariano Ponce De León, FOUSAC, con adaptación propia.

Figura 7. Plano, ubicación de tubería y puntos de red, segundo nivel



Fuente: Ronald Mariano Ponce De León, FOUSAC, con adaptación propia.

Con una proyección de crecimiento para la red, se calcularon las siguientes VLANs, con holgura en las direcciones para su escalabilidad, con base en la dirección clase B 191.255.0.0 / 16

Tabla II. **Direcciones de subred/VLANs**

VLAN	Descripción	Necesarias/ disponibilidad	Dirección de red	Gateway (SVI)
10	Clínicas	150/254 hosts	191.255.0.0/24	191.255.0.253/24
20	Oficinas Administrativas	80/125 hosts	191.255.1.0/25	191.255.1.125/25
30	Dispensarios	10/13 hosts	191.255.1.128/28	191.255.1.141/28
N/A				

Fuente: elaboración propia.

3.3.3. Implementación

Se realizó la instalación de la tubería PVC, saliendo desde el punto donde serán instalados los gabinetes (Data Center), con base en los planos del edificio provistos por la Facultad de Odontología. Se instalaron las cajas de registro para mejorar la administración y dirección del cableado, cuando procediera a colocarse y para su fácil revisión cuando fuese necesario.

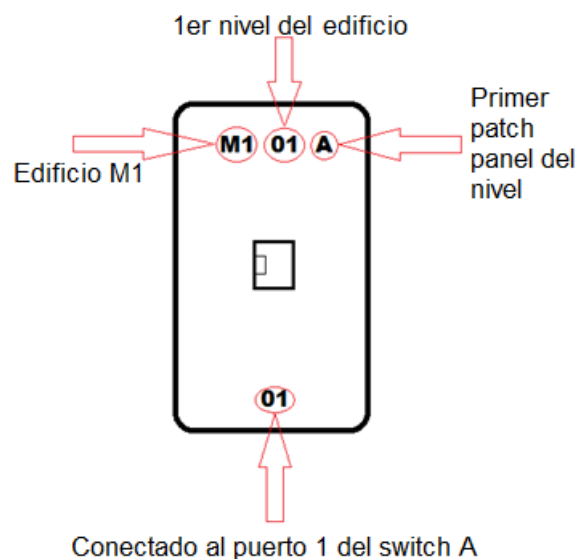
Al ingresar a las oficinas para la instalación de las cajas de sobreponer, se colocó canaleta blanca para cubrir el cable y mantener la estética.

Cada caja de sobreponer donde se colocó un punto de red fue debidamente etiquetada, con la identificación del edificio, el nivel (primer nivel o segundo nivel) y la literal del *switch* al que se conecta, además del número de

puerto en el *switch*; ambos fueron identificados con la literal A, lo que significa que cada uno es del primer *switch* de cada nivel.

A continuación, en la figura 8 se presenta la forma en que se etiquetaron los puntos de red en cada placa de las cajas de sobreponer.

Figura 8. **Representación de etiquetas para puntos de red**



Fuente: elaboración propia, con MS Office 2013.

3.3.3.1. Descripción de equipos activos

La Facultad cuenta con *switch* multicapa Cisco SF300-24P Small Business, por lo tanto se debe diseñar en función a estos equipos que se brindaron para este proyecto.

A continuación se presenta un listado de características principales de este modelo de *switch*:

- 24 puertos *fast ethernet* 10/100 Mbps.
- 04 puertos gigabit *ethernet* 10/100/1000 Mbps (2 puertos activos por defecto).
- 02 puertos miniGBIC.
- Configuración gráfica y por CLI (puerto serial COM).
- Configuración como equipo de capa 3.

Para el área específica de clínicas se busca implementar la tendencia BYOD, cada estudiante en proceso de prácticas, deberá llevar un teléfono inteligente o tableta, para llevar el control de los pacientes, gracias a una aplicación diseñada para este efecto.

Razón por la cual se instalaron 3 equipos para que proporcionen conectividad a la red vía wifi, estándar 802.11.

Para esto se adquirieron los equipos AP N, TL-WA801ND de TP-LINK, con las siguientes características principales:

- Su velocidad inalámbrica de hasta 300 Mbps
- Compatible con dispositivos 802,11b/g/n
- Un puerto *ethernet* 10/100 Mbps (RJ45)
- Frecuencia 2.4-2.4835GHz
- Tipo de antena 2 de 5 dBi, desmontable omnidireccional

Figura 9. **Access point**



Fuente: TP-LINK Technologies Co. [http://www.tp-link.es/resources/images/products/thumb/TL-WA801ND\(UN\)2.0-02.jpg](http://www.tp-link.es/resources/images/products/thumb/TL-WA801ND(UN)2.0-02.jpg)

Consulta: 10 de marzo de 2015.

Las estaciones de trabajo tienen distintas características, en tanto a hardware y software, todas cuentan con sistema operativo Microsoft Windows de distintas versiones.

3.3.3.2. Funcionamiento

La configuración de los cables de red, dados en punto de red, para las estaciones de trabajo y los AP, fueron configurados bajo el estándar de código de colores EIT/TIA 568B, el cual está definido para cableado de telecomunicaciones dentro o entre edificios comerciales en un ambiente tipo campus.

Se instaló 1 gabinete de pared abatible de 9U por cada nivel, dentro de cada uno se colocó un *switch*, el organizador de cable, un *patch* panel y un inyector PoE para los APs.

En el *switch* A del primer piso se configuraron 3 VLANs con el nombre de Clínicas, Oficinas-administrativas y Dispensarios, y los identificadores de VLAN 10, 20, 30 respectivamente. Se configuraron los puertos como se muestra en la tabla III.

Tabla III. Descripción de puertos *switch* A, primer nivel

Puerto	VLAN etiquetada	Modo de puerto	Descripción/ubicación
FastEthernet 1	10	Acceso	AP-odontopediatría
FastEthernet 2	10	Acceso	Supervisión-odontopediatría
FastEthernet 3	10	Acceso	Dirección-clínica
FastEthernet 4	20	Acceso	Archivo
FastEthernet 5	30	Acceso	Dispensario 1
FastEthernet 6	10	Acceso	AP-removible
FastEthernet 7	20	Acceso	Información
FastEthernet 8	20	Acceso	Contratos
GigabitEthernet 2	10, 20, 30	Troncal	Conexión-SwM102A

Fuente: elaboración propia.

En el *switch* A del segundo piso se habilitó la característica del equipo para la utilización de funciones de capa 3 (*routing*), se configuraron las mismas tres VLANs que se crearon en el *switch* A del primer piso, se crearon tres SVI (una por VLAN) configurando una dirección IP de cada subred antes descritas en este documento para cada SVI, las cuales tendrán la función de *gateway* para las VLANs, quedando como se muestra en la tabla IV.

Tabla IV. Descripción de puertos *switch* A, segundo nivel

Puerto	VLAN etiquetada	Modo de Puerto	Descripción/Ubicación
FastEthernet 1	30	Acceso	Dispensario 3
FastEthernet 2	10	Acceso	AP-Endodoncia-periodoncia
FastEthernet 3	10	Acceso	R.X. 1
FastEthernet 4	10	Acceso	R.X. 2
FastEthernet 5	20	Acceso	Trabajo-social
FastEthernet 6	30	Acceso	Dispensario 2
SVI 10	10	-	Gateway VLAN 10
SVI 20	20	-	Gateway VLAN 20
SVI 30	30	-	Gateway VLAN 30
GigabitEthernet 1	-	Routing	Conexión-M4
GigabitEthernet 2	10, 20, 30	Troncal	Conexión-SwM101A

Fuente: elaboración propia.

Los APs brindarán DHCP del rango de la VLAN 10 (clínicas), quedando como se muestra en la tabla V.

Tabla V. Descripción configuración APs

SSID	Primera IP	Última IP	IP de equipo
AP-odontopediatria	191.255.0.3	191.255.0.40	191.255.0.41
AP-removible	191.255.0.43	191.255.0.83	191.255.0.42
AP-endodoncia-periodoncia	191.255.0.85	191.255.0.125	191.255.0.84

Fuente: elaboración propia.

4. FASE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE

En este capítulo se define el desarrollo de la capacitación, beneficios del proyecto, material y recursos utilizados, los cuales son presentados a continuación.

4.1. Capacitación

Este proceso consiste en brindar al administrador de la red, la información concreta del diseño de la red, acomodo físico de los equipos activos, puntos de red, gabinetes y cableado estructurado, configuración de los equipos y funcionamiento en general de la red.

Esto se realizó con reuniones presenciales, entrega de documento de configuración, topología de la red, presentación y entrega de simulación en CISCO Packet Tracer, así como una visita guiada dentro y fuera del edificio M1, además de la presentación de las recomendaciones necesarias.

A los estudiantes de EPS encargados de implementar las aplicaciones utilizando esta infraestructura de red, también se les brindó la información del funcionamiento de la red.

4.2. Costos y recursos

El proyecto de EPS implicó compra de material y equipo para ser ejecutado. Las compras y costos fueron cubiertos por la Facultad de Odontología.

4.2.1. Costos

A continuación se presenta la tabla VI, la cual contiene los costos del material consumido, y equipo adquirido.

Tabla VI. **Tabla de costos**

Cantidad	Descripción	Precio unitario Q	Subtotal Q
3	SUPRANET/ <i>UTP</i> / categoría 6/Interior/CM/23AWG/Bobina 305 mts	1,980,00	5,940,00
25	DEXSON/caja de sobreponer rectangular 40 mm	40,00	1,000,00
25	SUPRANET/dado plano categoría 6 TIPO 110/azul	21,00	525,00
25	SUPRANET/placa plana vertical/1 puerto/blanco	8,00	200,00
100	SUPRANET/conectores RJ45/ categoría 6/ <i>UTP</i>	7,00	700,00
10	DEXSON canaleta 40x25 sin división 2 m	92,60	926,00
25	SUPRANET/ <i>patch cord</i> / categoría 6/ <i>UTP</i> /3 pies /azul	19,00	475,00
25	SUPRANET/cobertor para RJ45/azul	11,00	275,00
2	SUPRANET/ <i>patch panel</i> /Cat. 6/24 puertos /1RMS	950,00	1,900,00
2	QUEST/organizador horizontal 80*80 plástico	743,00	1,486,00
45	Canaleta plástica 25*25*25 mm	150,00	6,750,00
2	QUEST/Gabinetes de pared abatibles 9U. 600*550 mm 50 Lbs.	3,262,50	6,525,00
3	ACCES POINT TP LINK NA 300 MBPS	850,00	2,250,00
150	Mts de cable <i>STP</i> categoría 6 negro para exteriores	30,00	4,500,00
3	Módulos <i>PoE</i> KIT INYECTOR/SPLIT TP-LINK	610,00	1,830,00
12	Conectores RJ45 categoría 6/cable blindado QUEST	26,00	312,00
1	UPS, <i>Tripp lite smart online</i>	5,000,00	5,000,00
2	SWICHT SF300-24P, CISCO <i>small business</i>	10,000,00	20,000,00
50	Tubo de PVC 2" ducto Gris	63,00	3,150,00
50	Abrazadera hangler 2"	4,00	200,00
25	Cajas de registro	13,00	325,00
22	Tubo PVC 1" ducto gris	11,45	251,90
66	Copla PVC ducto gris	1,10	72,60
6	Vuelta PVC ducto gris	1,65	9,90
44	Abrazadera para tubo 1" metal	0,70	30,80
6	Broca concreto ¼ x 4	6,50	39,00

Continuación de la tabla VI.

6	Broca Concreto 3/8 x 5	14,00	84,00
200	Tornillo 8 x 3/4	0,25	50,00
100	Tornillo 12 x 1 1/2	0,40	40,00
100	Tornillo 6 x 1/2	0,15	15,00
100	Tarugo plástico 1/4	0,10	10,00
200	Tarugo plástico 3/8	0,45	45,00
	TOTAL	--	65,262,20

Fuente: elaboración propia.

4.3. Recursos

Durante el proceso de realización del EPS, se tuvo a disposición el recurso humano, equipo y herramientas que se listan a continuación:

- Un diseñador e implementador de red.
- Un asistente de instalación cableado estructurado.
- Un ordenador portátil para el diseño, simulación de red y configuración de equipo activo.
- Kit de herramientas para conectar cable:
 - Una herramienta ponchadora para conector RJ45
 - Una herramienta ponchadora *block*
 - Probador de cableado multimodal con remoto
 - Cortador de cable
- Cuchilla de múltiple propósito.
- 2 roto martillo.

4.4. Beneficios del proyecto

Al contar con una infraestructura de red para el edificio de clínicas M1, se busca potenciar los servicios que prestan, tanto al público general como a los estudiantes en proceso de prácticas, todo esto con el apoyo de las tecnologías de la información, a continuación se presentan los principales beneficios:

- Se brinda la conectividad con los servidores centrales de la Facultad de Odontología ubicados en el edificio M4.
- Permite la escalabilidad de la red para la siguiente fase de instalación del edificio M1.
- Realizar la interconexión de las oficinas y dispensarios cuando sea necesaria una comunicación interna.
- Será el soporte para la transmisión de datos e información de cualquier aplicación de software que sea adquirida o desarrollada e implementada, por parte de la Facultad de Odontología en el M1 y cualquier otro provecho para los intereses de esta.

CONCLUSIONES

1. Con base en los requerimientos y el estudio que se realizó, se diseñó la red y se definió todo el material, equipo y puntos de red requeridos.
2. Realización de la instalación de tubería para la canalización del cable, cumplimiento los requerimientos mínimos para el cableado estructurado.
3. Se realizó el acomodo del sitio donde se situó cada uno de los gabinetes para dar vida al Data Center del edificio M1.
4. El enlace vía aérea para interconectar los edificios M1 y M4 de la Facultad de Odontología.
5. Se llevó a cabo la conectividad de todas las estaciones de trabajo y funcionamiento de APs, definidos para este proyecto.
6. Hubo entrega a la Facultad de Odontología la infraestructura de red para el edificio M1, la que podrá servir para las aplicaciones que sean necesarias.

RECOMENDACIONES

1. Para la interconexión de los edificios M1 y M4, en un mediano plazo debería ser migrada a fibra óptica, debido a la cantidad de tráfico y transacciones que se realizarán al servidor ubicado en el edificio M4 al momento que estén funcionando todas las aplicaciones que se tienen proyectadas por parte de la Facultad de Odontología, para el área de clínicas.
2. Limitar el acceso al Data Center del edificio M1, mejorando la seguridad, permitiendo la interacción y entrada solo del personal autorizado.
3. Es necesario en Data Center sellar cualquier brecha que pueda provocar filtraciones pluviales durante la época de invierno.
4. Es conveniente implementar un sistema de ventilación o extracción de aire para los gabinetes, con la finalidad de mantener el correcto funcionamiento de los equipos.
5. Es importante que los equipos conectados a la red, cuenten con un sistema de antivirus actualizado con la finalidad de evitar propagaciones de sistemas malware en la red.

6.

BIBLIOGRAFÍA

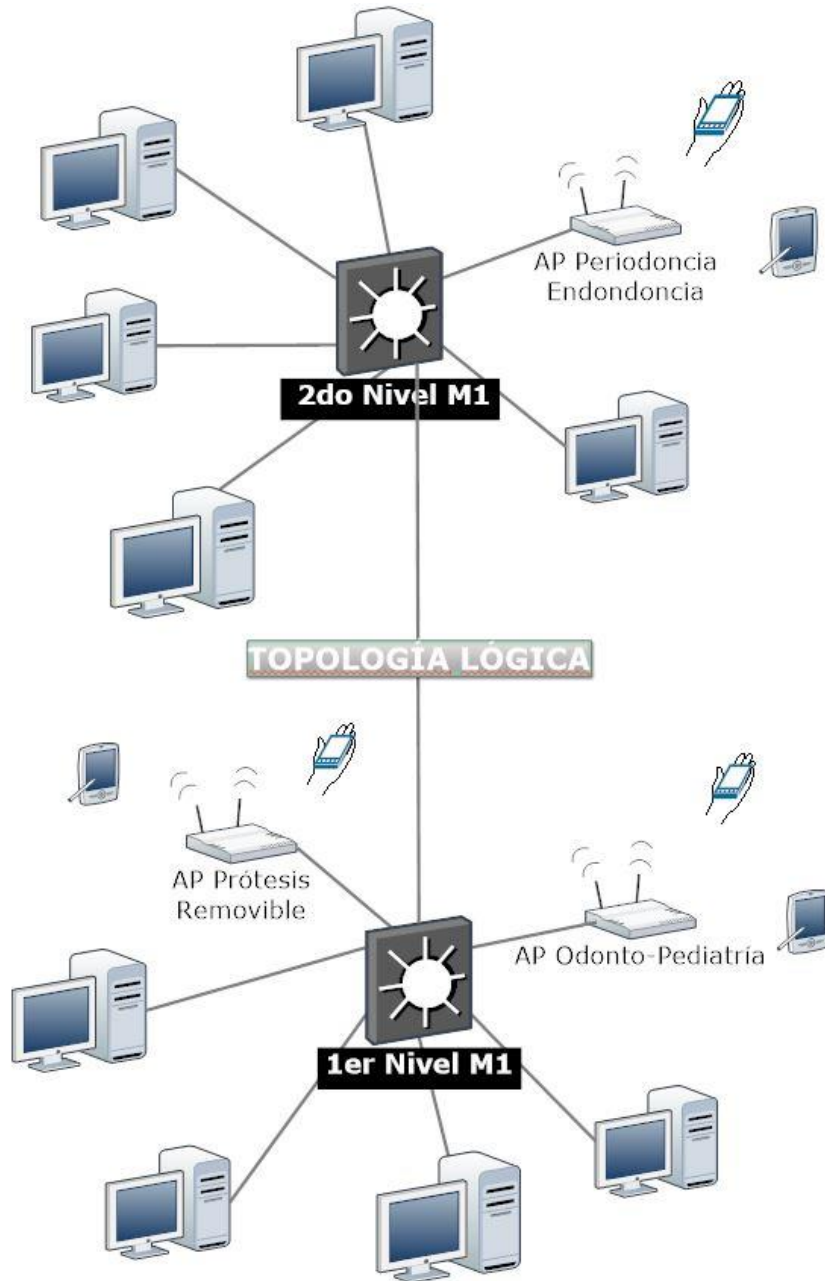
1. ALVARADO SEDILES, Harlam. *Redes*. [en línea]. Puigdemunt, Eduard [Barcelona, España]: 1999 <[http://www. gobiernodecanarias.org / educacion / conocernos_mejor/](http://www.gobiernodecanarias.org/educacion/conocernos_mejor/)>. [Consulta: 20 de septiembre de 2014].
2. *Definición de dato*. [en línea] <[http://univirtual. unicauca. edu. co / moodle / pluginfile.php / 39878 / mod_forum / attachment / 8769 / 1%20Definici%C3%B3n%20de%20dato.pdf](http://univirtual.unicauca.edu.co/moodle/pluginfile.php/39878/mod_forum/attachment/8769/1%20Definici%C3%B3n%20de%20dato.pdf)>. [Consulta: 10 de marzo de 2015].
3. DESONGLES, Corrales Juan. *Ayudante técnico de informática de la junta de Andalucía*. Sevilla, España S.L., junio 2005. 632 p. ISBN: 84-665-2013-9.
4. *Equipo de red activo*. [en línea] <[http://ci. ucr. ac.cr / equipodered](http://ci.ucr.ac.cr/equipodered)>. [Consulta: 12 de marzo de 2015].
5. GÓMEZ, Joaquín. *Redes locales. Ciclos formativos*. Madrid, España: Editex, 2011. 312 p. ISBN 8497719727, 9788497719728.
6. *La capa de red*. [en línea] < [http://www. uazuay. edu.ec / estudios / sistemas / teleproceso / apuntes_1 / capa_red.htm](http://www.uazuay.edu.ec/estudios/sistemas/teleproceso/apuntes_1/capa_red.htm)>. [Consulta: 12 de marzo de 2015].

7. RODRÍGUEZ MARTÍN, Juan. *Montaje y configuración de una LAN*. [en línea] Ureña Poirier, Héctor. [Canarias]. < [http://www.gobiernodecanarias.org / educacion / conocernos_mejor/](http://www.gobiernodecanarias.org/educacion/conocernos_mejor/)>. [Consulta: 20 de septiembre de 2014].

8. SANCHO CHAVARRÍA, Liliana. *La computadora: recurso para aprender y enseñar*. San José, Costa Rica, EUNED, 1997. 226 p. ISBN 9977-64879-4.

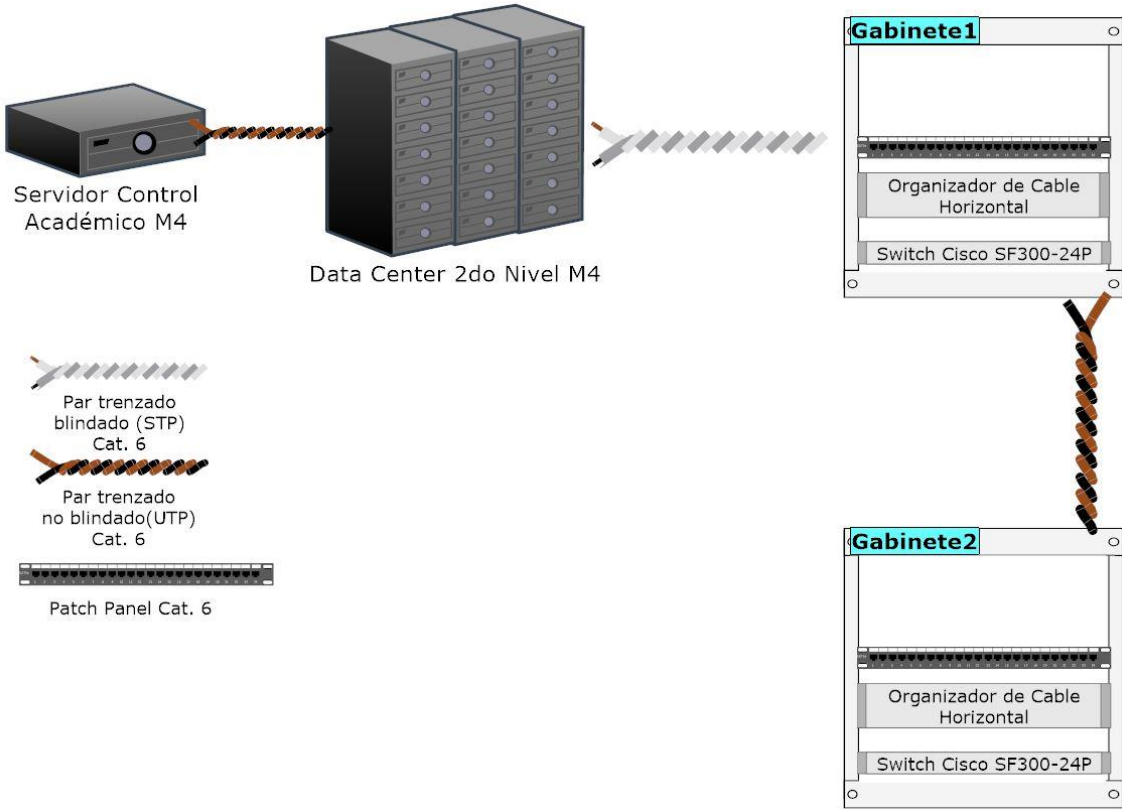
APÉNDICES

Apéndice 1. Topología de red para el edificio M1



Fuente: elaboración propia, con Smart Draw

Apéndice 2. Descripción física de posiciones en gabinetes en el edificio M1



Fuente: elaboración propia, con Smart Draw

ANEXOS

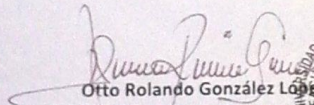
Guatemala, 11 de mayo de 2015

Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
Director de la Unidad de EPS
Facultad de Ingeniería

Ingeniero Rodríguez Serrano:

Respetuosamente me dirijo a usted a solicitud del estudiante **Norberto César Amézquita de León**, carné **200630534**, quien realizo su proyecto de EPS , "INFRAESTRUCTURA DE RED PARA LAS ÁREAS DE ODONTOPEDIATRIA, OFICINAS ADMINISTRATIVAS, DISPENSARIOS E INSTALACIÓN DEL DATA CENTER DEL EDIFICIO M1, ENLACE ENTRE EDIFICIOS M1 Y M4, DE LA FACULTAD DE ODONTOLOGÍA, UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA", mismo que se ha concluido a entera satisfacción incluyendo el enlace físico entre edificios como lo especifica el título de su proyecto y que por razones ajenas a él, no se pudo realizar la interconexión como tal debido a que en la misma se hace necesario la configuración de la dirección IP, por parte del Departamento de Procesamiento de Datos de la Universidad, quienes según seguimiento lo realizarán hasta la segunda semana del presente mes por razones de programación.

Sin otro particular, solicitando tomar en cuenta la presente nota, me suscribo, atentamente.


Otto Rolando González López
Procesamiento de Datos
Facultad de Odontología USAC

