



# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

---

---

## FACULTAD DE INGENIERÍA

“PROPUESTA DE DISEÑO DE RED DE DATOS PARA UN  
EDIFICIO HISTÓRICO BASADO EN LAS MEJORES  
PRÁCTICAS”

### T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
INGENIERO EN COMPUTACIÓN

P R E S E N T A:

Joel Fernando Ariza Villegas



DIRECTOR DE TESIS:  
DR. JUAN MANUEL MARTÍNEZ VILLALOBOS

MÉXICO, D.F. Octubre 2015



# Agradecimientos

A mis Padres Fernando Ariza R. y Roxana Villegas R.

Muchas gracias a ambos por darme tantas cosas, entre ellas la vida, su apoyo, su tiempo y la educación para poder vivir y salir adelante. No tengo palabras suficientes para exprésales mi gratitud por todo ese esfuerzo que tuvieron que realizar para que yo pudiera llegar hasta este punto. Solo puedo decir que los amo mucho, y doy gracias por formar parte de esta familia.

A mi hermana Iliana Ariza Villegas

Por estar siempre conmigo, en las buenas y en las malas y darme tú apoyo incondicional en todo momento. Gracias por ser parte de mi vida. Te quiero mucha hermana.

A mi gran amigo Juan Manuel Martínez Villalobos

Por recibirme con los brazos abiertos y darme la oportunidad de aprender nuevas cosas y crecer. Por ser un verdadero amigo que me brinda una verdadera amistad y apoyo incondicional en todo momento. Muchas gracias por todo amigo mío.

A mi súper amiga Verónica Badillo Torres

Amiga te doy mis más sinceras gracias por brindarme la oportunidad de contar con tu invaluable amistad y por brindarme la oportunidad de desarrollarme personal y profesionalmente. Por guiarme y brindarme tus consejos en los momentos difíciles. No tengo palabras para expresar lo mucho que aprecio tu amistad la cual muy preciada para mí. Muchas gracias por haber entrado en mi vida.

A los amigos

Doy gracias a todas aquellas personas que estuvieron apoyándome en cada etapa de mi vida y me han brindado invaluable consejos, recuerdos y su amistad. Muchas gracias a todos!!!!.



## Índice

<b>Introducción</b>	<b>VIII</b>
<b>Antecedentes</b>	<b>1</b>
<b>1.1 Edificios históricos</b>	<b>2</b>
1.1.1 Introducción	2
1.1.2 Castillo de Chapultepec	3
1.1.3 Palacio de correos	6
1.1.4 Instituciones que toman parte en la planeación e implementación de Redes de Datos dentro de la UNAM	9
1.1.5 San Jacinto - antigua Escuela de Veterinaria	14
<b>1.2 Redes de datos</b>	<b>20</b>
1.2.1 Antecedentes de las redes de datos	20
1.2.2 Red de computadoras	24
1.2.3 Cableado estructurado	34
<b>1.3 ITIL -- Buenas Prácticas</b>	<b>40</b>
1.3.1 Introducción	40
1.3.2 Conceptos generales	41
1.3.3 Clasificación de servicios	42
1.3.4 Creación de valor a través de servicios	43
1.3.5 Activos	44
1.3.6 Gestión de servicios	44
1.3.7 Partes interesadas en la gestión de servicios	45
1.3.8 Proceso	45
1.3.9 Funciones y roles	46
1.3.10 Ciclo de vida del servicio	47
1.3.11 Tipos de métricas	48
1.3.12 Objetivo, factor crítico de éxito e indicador clave de desempeño	49
<b>Análisis del problema</b>	<b>50</b>
<b>2.1 Situación actual</b>	<b>51</b>
2.1.1 Introducción	51
2.1.2 Contemplaciones	52
<b>2.2 Requerimientos</b>	<b>55</b>
<b>2.3 Alcance</b>	<b>56</b>
<b>2.4 Equipos y materiales para la red de datos</b>	<b>57</b>
2.4.1 Canalización requerida y otros aditamentos	58
2.4.2 Equipos activos requeridos	59
<b>Diseño de la Red para la Antigua Escuela de Veterinaria San Jacinto</b>	<b>64</b>



<b>3.1 Introducción</b>	<b>65</b>
<b>3.2 Diseño de capa física</b>	<b>66</b>
3.2.1 Introducción	66
3.2.2 Seguridad informática	67
3.2.3 MDF (Main Distribution Frame)	69
3.2.4 IDF (Intermediate Distribution Frame)	79
3.2.5 Topología	85
3.2.6 Adecuaciones del MDF e IDF	86
3.2.8 Beneficios	87
<b>3.3 Diseño de capa de enlace de datos</b>	<b>89</b>
3.3.1 Introducción	89
3.3.2 Switches de capa 2	89
3.3.3 Seguridad	89
3.3.4 Implementación de VLANs por área	91
<b>3.4 Diseño de capa de red</b>	<b>92</b>
3.4.1 Introducción	92
3.4.2 Direccionamiento y DHCP	92
3.4.3 Enrutamiento	94
3.4.4 Listas de Control de Acceso (ACL)	94
3.4.5 Traducción de Direcciones de Red (NAT)	95
<b>Cotización</b>	<b>97</b>
Introducción	97
Etapa 1	97
Etapa 2	99
<b>Conclusiones</b>	<b>101</b>
<b>Bibliografía</b>	<b>103</b>
<b>Anexo A</b>	<b>105</b>



## Índice de Figuras

### Capítulo 1

<b>Figura 1. 1</b>	<b>Secretaría de Educación Pública</b>	<b>2</b>
<b>Figura 1. 2</b>	<b>Instituto Nacional de Antropología e Historia</b>	<b>2</b>
<b>Figura 1. 3</b>	<b>Instituto Nacional de Bellas Artes</b>	<b>3</b>
<b>Figura 1. 4</b>	<b>Castillo de Chapultepec</b>	<b>5</b>
<b>Figura 1. 5</b>	<b>Algunos ejemplos de cuartos y jardines en el Palacio de Chapultepec</b>	<b>6</b>
<b>Figura 1. 6</b>	<b>Arq. Adamo Boari y el Ing. Gonzalo Garita</b>	<b>6</b>
<b>Figura 1. 7</b>	<b>Postal de inauguración del Palacio de Correos</b>	<b>7</b>
<b>Figura 1. 8</b>	<b>Palacio de correos Centro Histórico</b>	<b>8</b>
<b>Figura 1. 9</b>	<b>Dirección General de Obras y Conservación - UNAM</b>	<b>10</b>
<b>Figura 1. 10</b>	<b>Patronato Universitario-Dirección General de Patrimonio Universitario</b>	<b>11</b>
<b>Figura 1. 11</b>	<b>Escudo del Instituto Nacional de Antropología e Historia</b>	<b>11</b>
<b>Figura 1. 12</b>	<b>Escudo y edificio principal del Instituto Nacional de las Bellas Artes</b>	<b>12</b>
<b>Figura 1. 13</b>	<b>Contenido del Manual de Aplicación de las MAAGTICSI</b>	<b>13</b>
<b>Figura 1. 14</b>	<b>Foto del el terreno de San Jacinto 1858</b>	<b>15</b>
<b>Figura 1. 15</b>	<b>Gradas y alberca en San Jacinto (Antes Esc. Sec. No. 96 Enrique Herrera Morales)</b>	<b>16</b>
<b>Figura 1. 16</b>	<b>Escudo hecho en piedra de la actual Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia ubicado en la fachada del Edificio de San Jacinto</b>	<b>16</b>
<b>Figura 1. 17</b>	<b>Techo de Lámina de Zinc en San Jacinto</b>	<b>17</b>
<b>Figura 1. 18</b>	<b>Hundimiento del edificio (Puerta Principal San Jacinto)</b>	<b>18</b>
<b>Figura 1. 19</b>	<b>Escudo de la CONEVET</b>	<b>18</b>
<b>Figura 1. 20</b>	<b>Escudo de la CONCERVET</b>	<b>19</b>
<b>Figura 1. 21</b>	<b>Escudo de la AMMVEE</b>	<b>19</b>
<b>Figura 1. 22</b>	<b>Escudo de la AMMVEPE</b>	<b>20</b>
<b>Figura 1. 23</b>	<b>Escudo del Departamento de Defensa de E.U</b>	<b>21</b>
<b>Figura 1. 24</b>	<b>Escudo de la ARPA (Agencia de proyectos avanzados para la investigación)</b>	<b>21</b>
<b>Figura 1. 25</b>	<b>Primeros 4 nodos de ARPANET (1969)</b>	<b>22</b>
<b>Figura 1. 26</b>	<b>Nodos activo de ARPANET (1972)</b>	<b>23</b>
<b>Figura 1. 27</b>	<b>Internet</b>	<b>24</b>
<b>Figura 1. 28</b>	<b>Diagrama de un HUB en la red y ejemplo del equipo físico</b>	<b>26</b>
<b>Figura 1. 29</b>	<b>Ejemplo de un switch de 24 puertos</b>	<b>26</b>
<b>Figura 1. 30</b>	<b>Ejemplo de un Router</b>	<b>27</b>
<b>Figura 1. 31</b>	<b>Capas del Modelo OSI</b>	<b>27</b>
<b>Figura 1. 32</b>	<b>Red de Área Local</b>	<b>30</b>
<b>Figura 1. 33</b>	<b>Red de Área Amplia</b>	<b>30</b>
<b>Figura 1. 34</b>	<b>Redes VLAN coexistiendo en un solo switch</b>	<b>31</b>
<b>Figura 1. 35</b>	<b>Estructura de una dirección IPv4</b>	<b>32</b>
<b>Figura 1. 36</b>	<b>Rangos de direcciones IPv4 privadas</b>	<b>33</b>
<b>Figura 1. 37</b>	<b>Estructura de una dirección IPv6</b>	<b>33</b>
<b>Figura 1. 38</b>	<b>Área de trabajo</b>	<b>35</b>
<b>Figura 1. 39</b>	<b>Diagrama de cableado estructurado.</b>	<b>36</b>
<b>Figura 1. 40</b>	<b>Redundancia entre switches</b>	<b>38</b>



<b>Figura 1. 41 Router Cisco Modular</b> .....	39
<b>Figura 1. 42 Módulos de Stack Switch Cisco</b> .....	39
<b>Figura 1. 43 Logotipo de ITIL</b> .....	41
<b>Figura 1. 44 Tabla con los 26 procesos de ITIL (por cada fase)</b> .....	48

## Capítulo 2

<b>Figura 2. 1 Cuarto restaurado en San Jacinto</b> .....	52
<b>Figura 2. 2 Red de datos actual en San Jacinto</b> .....	52
<b>Figura 2. 3 A la izquierda se muestra la utilización de la canalización existente por parte de TELMEX y a la derecha se muestra el punto de salida del cableado de TELMEX dentro de la oficina</b> .....	53
<b>Figura 2. 4 La imagen de la izquierda muestra el muro que será demolido para la construcción de las nuevas escaleras. La imagen de la derecha muestra el cuarto el cual se modificará para las nuevas escaleras</b> .....	54
<b>Figura 2. 5 Canalización existente para un ala de oficinas</b> .....	55
<b>Figura 2. 6 Ejemplo de materiales necesarios para implementar una red</b> .....	58
<b>Figura 2. 7 Switch Cisco Catalyst 6500 modular multicapa con funciones de Routing &amp; Switching</b> .....	61
<b>Figura 2. 8 Switch Cisco Catalyst 2960-X fijo</b> .....	63

## Capítulo 3

<b>Figura 3. 1 Capas del modelo OSI</b> .....	65
<b>Figura 3. 2 Modelo jerárquico de núcleo contraído</b> .....	67
<b>Figura 3. 3 Topología lógica del MDF en la red</b> .....	69
<b>Figura 3. 4 Ubicación física del MDF dentro del edificio de San Jacinto</b> .....	70
<b>Figura 3. 5 Ubicación del Casa de los Mascarones UNAM</b> .....	72
<b>Figura 3. 6 Cobertura MDF planta baja</b> .....	77
<b>Figura 3. 7 Cobertura MDF Planta Alta</b> .....	78
<b>Figura 3. 8 Topología lógica del IDF en la red</b> .....	79
<b>Figura 3. 9 Ubicación física del IDF dentro del edificio de San Jacinto</b> .....	80
<b>Figura 3. 10 Cobertura IDF planta baja</b> .....	83
<b>Figura 3. 11 Cobertura IDF planta alta</b> .....	84
<b>Figura 3. 12 Topología Final</b> .....	85
<b>Figura 3. 13 Logotipo Cisco Meraki</b> .....	86
<b>Figura 3. 14 Diagrama físico de la propuesta de red de datos para el edificio de San Jacinto</b> .....	88
<b>Figura 3. 15 Tipos de seguridad lógica y física para equipos de telecomunicaciones. Alimentación de corriente para antenas inalámbricas</b> .....	90
<b>Figura 3. 16 Ejemplo de un Switch Cisco Catalyst 2960X PoE</b> .....	90



## Índice de Tablas

### Capítulo 3

<b>Tabla 3 1</b>	<b>Relación de nodos y antenas MDF-planta baja- área norte</b>	<b>73</b>
<b>Tabla 3 2</b>	<b>Relación de nodos y antenas MDF-planta baja- área oeste</b>	<b>74</b>
<b>Tabla 3 3</b>	<b>Relación de nodos y antenas MDF-planta baja- área este</b>	<b>74</b>
<b>Tabla 3 4</b>	<b>Relación de nodos y antenas MDF-planta alta- área norte</b>	<b>75</b>
<b>Tabla 3 5</b>	<b>Relación de nodos y antenas MDF-planta alta- área oeste</b>	<b>76</b>
<b>Tabla 3 6</b>	<b>Relación de nodos y antenas MDF-planta alta- área este</b>	<b>76</b>
<b>Tabla 3 7</b>	<b>Relación de nodos y antenas IDF-planta baja- área sureste</b>	<b>81</b>
<b>Tabla 3 8</b>	<b>Relación de nodos y antenas IDF-planta baja- área sur</b>	<b>82</b>
<b>Tabla 3 9</b>	<b>Relación de nodos y antenas IDF-planta alta- área sureste</b>	<b>82</b>
<b>Tabla 10</b>	<b>Tabla de cotización de equipos de telecomunicaciones y aditamentos para el MDF y el área que abarca</b>	<b>98</b>
<b>Tabla 11</b>	<b>Tabla de cotización de equipos de telecomunicaciones y aditamentos para el IDF y el área que abarca</b>	<b>100</b>



# Introducción

## Problemática

Hoy en día, México cuenta con un número muy alto de edificios históricos que son utilizados para muchas funciones como oficinas, casas de cultura, museos, o simplemente casas habitación; en el afán de modernizar estos edificios históricos se deben llevar a cabo determinadas normas por instituciones como lo son el Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH), el Instituto Nacional de las Bellas Artes (INBA) y en el caso particular de la UNAM el Patronato Universitario de la UNAM. Por consiguiente es necesario tomar en cuenta las normas que se tengan establecidas en dichas instituciones para la implementación de Tecnologías de la información y comunicación (TIC) en este tipo de edificios.

## Objetivo

Proponer un diseño de una red de datos para su implementación en un edificio histórico para el efecto de su modernización tecnológica de dicho edificio mediante el uso de buenas prácticas de ITIL (Information Technology Infrastructure Library) lo cual garantiza que sea un diseño lo más adecuado posible sin alterar su estructura o violar ninguna ley de conservación de este tipo de edificios.

## Resultados esperados

Con la siguiente propuesta se busca dar una respuesta adecuada a la implementación de red de datos para un edificio histórico, cumpliendo con las normas establecidas por el INAH o INBA, patronato universitario de la UNAM. Para esto se realizará un estudio de la estructura del edificio una planeación del material necesario a utilizar y se basará en las buenas prácticas de ITIL para el aseguramiento de resultados óptimos.

## Estructura de la Tesis

El presente trabajo consta de tres capítulos los cuales se resumirán a continuación.

En el primer capítulo se expondrá acerca de algunos edificios históricos tomando como edificio primordial para esta tesis el edificio de San Jacinto para el cual se propone la red de datos. En



segundo lugar se da una introducción a antecedentes de las redes de datos para poder fundamentar algunos conceptos que se utilizarán en los siguientes capítulos. Por último se da una explicación sobre conceptos básicos sobre la estructura de ITIL y los conceptos que utiliza para poder gestionar proyectos de Tecnología de la Información y Comunicaciones.

En el segundo capítulo se da a conocer la situación actual del edificio de San Jacinto y las necesidades que presenta en cuanto a una red de datos. Se propondrán las características básicas sobre los materiales necesarios para la red de datos así como de los equipos de telecomunicaciones que requiere.

El tercer capítulo se expondrá la forma de cubrir las necesidades que presenta el edificio de San Jacinto con base en los requerimientos expuestos en el capítulo anterior así como una propuesta de configuración para los equipos de telecomunicaciones.

Finalmente se encuentran las conclusiones a las que se llegaron en este trabajo escrito después de que se realizaron todas las etapas de cada uno de los capítulos anteriormente descritos.



# Capítulo 1

## Antecedentes

En este capítulo se presentará información acerca de edificios históricos, su historia y algunos detalles sobre posibles propuestas de implementación de redes de datos. También se dará información sobre bases teóricas y características que se tienen que tomar en cuenta para implantar redes de datos en un edificio histórico. Por último se presentará información referente a ITIL (Information Technology Infrastructure Library) para una mejor administración de la propuesta de redes de datos a partir de buenas prácticas.



## 1.1 Edificios históricos

### 1.1.1 Introducción

En los días del presidente Luis Echeverría Álvarez(1970-1974) se proclamó la Ley Federal sobre Monumentos y Zonas Arqueológicas, Artísticas e Históricas (1972) [1] en el cual declara en su Capítulo 1 que mediante la Secretaría de Educación Pública(SEP) (figura 1.1), el Instituto Nacional de Antropología e Historia(INAH) (figura 1.2), el Instituto Nacional de Bellas Artes(INBA) (figura 1.3) y demás instituciones culturales del país se realizarían campañas permanentes para fomentar el conocimiento y respeto a los monumentos arqueológicos, históricos y artísticos<sup>1</sup>.



**Figura 1. 1 Secretaria de Educación Pública**



**Figura 1. 2 Instituto Nacional de Antropología e Historia**

---

<sup>1</sup>Diario Oficial, Ley federal de monumentos y zonas arqueológicas, artísticas e históricas recuperado el noviembre 2014 de la URL [http://www.unesco.org/culture/natlaws/media/pdf/mexico/mexique\\_ley\\_federal%20monumentos\\_1972\\_e\\_sp\\_orof.pdf](http://www.unesco.org/culture/natlaws/media/pdf/mexico/mexique_ley_federal%20monumentos_1972_e_sp_orof.pdf)



**Figura 1. 3 Instituto Nacional de Bellas Artes**

Hoy en día en la República Mexicana existen registrados muchos monumentos históricos dentro de los cuales se encuentran muchas edificaciones arquitectónicas de diferentes épocas que datan de entre el siglo XVI al siglo XX.

La importancia de conservar los edificios emblemáticos de nuestra historia ha ido creciendo en los últimos años dado al gran número de registro de éstos ante el INAH a través de la Coordinación Nacional de Monumentos históricos en el Registro Público de Monumentos y Zonas Arqueológicas e Históricas que hasta el año 2006 sólo tenían registrados 588 inmuebles, y durante los siguientes 6 años (2012) [2] se inscribieron al registro 10 mil 178 inmuebles más, dando un total de 10 mil 766 edificios con el nombramiento de edificios históricos que ahora están protegidos ante la ley para su protección, salvaguarda y conservación<sup>2</sup>.

En ámbito del área de las telecomunicaciones a la hora de implementarse en este tipo de edificios se tiene que tomar en cuenta que no es posible hacer modificaciones importantes a los edificios debido a que son patrimonio nacional, por lo tanto es necesario tomar consideraciones extra a la hora de planear la implementación de una red de datos.

Algunos ejemplos de edificios históricos famosos en México que por su arquitectura deben de tener especial cuidado a la hora de proponer una implementación de red de datos:

### 1.1.2 Castillo de Chapultepec

Durante el período virreinal, Chapultepec fue apreciado como un lugar de descanso y esparcimiento, para lo cual se construyó, en la base del cerro, sobre los cimientos de lo que fuera

---

<sup>2</sup>INAH, "Incorporan edificios históricos al registro público", recuperado enero 2015 de la URL: <http://www.inah.gob.mx/boletines/732-incorporan-edificios-historicos-al-registro-publico>.



residencia de Moctezuma II Xocoyotzin, un palacio que dio albergue a numerosos virreyes y visitantes distinguidos durante más de dos siglos. Pero esto terminó cuando una explosión de polvorín a mediados del siglo XVIII dejó severos daños en la estructura. Tras el accidente ocurrido en el cerro de Chapultepec se decide levantar una nueva edificación, para lo cual el encargado de este trabajo fue el teniente coronel e ingeniero Francisco Bambitelli. Los primeros trabajos que se llevaron a cabo fueron el desmonte del cerro; después vinieron las excavaciones, los cortes del terreno, la formación de terraplenes y la fabricación de los muros destinados a sostener el edificio. Como Bambitelli tuvo que marchar a La Habana, el capitán de infantería e ingeniero Manuel Agustín Mascaró quedó al frente de las obras.

A pesar de que la construcción marchaba con rapidez, Don Bernardo de Gálvez virrey de la Nueva España (17 de junio de 1785 al 30 de noviembre de 1786) en ese entonces no tuvo la oportunidad de ver terminado el palacio porque murió el 8 de noviembre de 1786 bajo la sospecha de que fue envenenado (sin pruebas que lo sustentaran). Su repentino fallecimiento sorprendió a todos, principalmente a varios de sus enemigos que lo acusaban de construir una gran fortaleza para desde ahí desconocer al Gobierno de España.

Después de esto, la construcción no sufrió cambios hasta que ya próximos a la independencia de México en 1806 fue adquirida por el gobierno de la Ciudad de México pero fue abandonado durante la guerra de independencia hasta 1833 en que se decretó que fuera sede del Colegio Militar.

Pasaron los años sin ningún cambio considerable en la estructura del edificio hasta que lo ocupasen Maximiliano de Habsburgo y su esposa Carlota quienes decidieron hacerlo su residencia mientras gobernaban México, ellos son los que le dieron principalmente el aspecto de castillo al lugar contratando personas de varios lugares del mundo para este fin.

Pasada esta etapa cabe recalcar que el castillo fue lugar de residencia de varios de los presidentes de México desde Manuel González (1880-1884) hasta Abelardo L. Rodríguez (1932-1934) hasta que el 3 de febrero de 1939, el presidente de la República, general Lázaro Cárdenas, expidió la Ley Orgánica que creó el Instituto Nacional de Antropología e Historia. Esta ley, en su

artículo tercero, señaló como parte del patrimonio nacional al Castillo de Chapultepec para que en él se instalase el Museo Nacional de Historia con todas las valiosas colecciones del Departamento de Historia del antiguo Museo Nacional de Arqueología, Historia y Etnografía<sup>3</sup>.



**Figura 1. 4 Castillo de Chapultepec**

En caso de implementación de una red de datos en el castillo de Chapultepec (figura 1.4) sería necesario ver en qué lugares requerirán el servicio y contemplar los materiales con el que está hecho el edificio (paredes, pisos y techos) para proponer los materiales y equipos necesarios para canalización, así como el lugar por donde pasarían minimizando al máximo las modificaciones al edificio debido a que éste en particular tiene muchísimo detalle arquitectónico y estético [3].

Si se requiriera implementar una red inalámbrica, primero que nada se pediría que se hiciera un estudio de cobertura para saber en dónde es más factible poner las antenas y ver si concuerda con lo solicitado. En el caso de este edificio es necesario realizar este tipo de estudio porque las paredes del castillo son muy gruesas lo cual disminuye la propagación de la señal inalámbrica (figura 1.5).

---

<sup>3</sup> INAH, Antecedentes históricos del castillo de Chapultepec, recuperado el diciembre del 2015 de la URL: [http://www.mnh.inah.gob.mx/historia/hist\\_historicos.html](http://www.mnh.inah.gob.mx/historia/hist_historicos.html)



Figura 1. 5 Algunos ejemplos de cuartos y jardines en el Palacio de Chapultepec

### 1.1.3 Palacio de correos

#### Historia

El Palacio de correos o quinta casa de correos fue construido en la época del porfiriato en la primera década del siglo XX. El 14 de Septiembre de 1902 se inicia la construcción al colocarse la primera piedra sobre una superficie de 3,730 m<sup>2</sup> en el terreno que ocupaba el antiguo Hospital de Terceros Franciscanos que fue demolido con este fin. El proyecto fue diseño del arquitecto italiano Adamo Boari, quien luego sería coautor del Palacio de Bellas Artes. La construcción estuvo a cargo del Ingeniero Civil mexicano Gonzalo Garita (figura 1.6).



Figura 1. 6 Arq. Adamo Boari y el Ing. Gonzalo Garita

En su construcción no se escatimaron detalles. Trabajaron artesanos mexicanos que plasmaron su arte en cada piedra, pedazo de madera o metal. Se combinaron materiales y elementos traídos de Europa con los hechos y producidos en México [4].

El estilo que guarda es el ecléctico donde convergen el plateresco isabelino (español antiguo) anterior a la época de la conquista y el gótico veneciano. En su exterior, el palacio se encuentra lleno de obras de arte, elaboradas con un fino trabajo de piedra de cantera blanca de Pachuca. En su interior, el edificio se encuentra ornamentado con mármoles de carrara y la herrería de bronce dorada. Ambos elaborados en la fondería Pignone de Florencia, Italia. Las columnas que recubren la estructura de hierro que sostiene al edificio aparentan ser de mármol, están hechas a base de una técnica de yeso llamada escayola.

Su construcción duró 5 años. El costo total del edificio fue de \$2, 921,009.94 de aquel tiempo. En un simbólico acto, el Gral. Porfirio Díaz depositó dos tarjetas postales con la imagen del palacio (figura 1.7). Quedando así formalmente inaugurado el 17 de febrero de 1907.



Figura 1. 7 Postal de inauguración del Palacio de Correos

El Banco de México que ocupó el tercer y cuarto piso, a través del tiempo, modificó varios elementos arquitectónicos originales.



También el correo cambió partes del diseño original del edificio, por lo que fue necesario un detallado proceso de restauración y recate arquitectónico para devolverle su esplendor original.

## Restauración

En 1996 se empezaron los trabajos de restauración que a la fecha prácticamente se han concluido. CONACULTA recomendó al Arq. Juan Urquiaga, quien junto con el despacho del Dr. Ricardo Prado y asociados llevaron al cabo esta obra que ha devuelto al Palacio Postal su grandeza original.

Como dato adicional fue restaurada también la cantera blanca de Pachuca que recubre las cuatro fachadas que tiene el edificio con una superficie aproximada de 6000m<sup>2</sup>.

Dentro del proyecto de restauración se destaca la restitución de los elevadores originales hechos a base de fierro colado cubierto de cobre y bronce.

El Palacio Postal es hoy en día uno de los edificios más hermosos del Centro Histórico de la Ciudad de México, declarado Monumento Artístico el 4 de mayo de 1987<sup>4</sup>(figura 1.8).



**Figura 1. 8 Palacio de correos Centro Histórico**

En la implementación de red de datos en el Palacio de correos se tiene que tomar en cuenta que es un edificio que ha sido remodelado en las últimas dos décadas y no es posible hacer modificaciones significativas a su estructura, y en caso de la implementación de una red

---

<sup>4</sup>Palacio postal, Historia y antecedentes recuperado en enero del 2015 de la URL:  
<http://www.palaciopostal.gob.mx/main.html>



inalámbrica es necesario hacer estudios de cobertura porque el edificio presenta mucha cancelería que puede interferir con las señales inalámbricas.

A continuación se dará una breve información de cada una de las instituciones que participan en las propuestas de telecomunicaciones para edificios históricos cuando forman parte de la Universidad Nacional Autónoma de México.

#### **1.1.4 Instituciones que toman parte en la planeación e implementación de Redes de Datos dentro de la UNAM**

- Dirección General de Obras y Conservación - UNAM

La Dirección General de Obras y Conservación de la UNAM (figura 1.9) es la institución encargada de coadyuvar en el cumplimiento de los fines sustantivos de la Universidad Nacional Autónoma de México, mediante la planeación, proyecto y construcción de las obras de ampliación requeridas; así como la conservación, rehabilitación y mantenimiento de las edificaciones, espacios abiertos, equipos e instalaciones electromecánicas existentes que forman parte del patrimonio inmobiliario institucional.

De acuerdo a esta Dirección se establece una guía para el desarrollo de proyectos en materia de telecomunicaciones la cual se puede consultar en su página de Internet [http://www.obras.unam.mx/normas/proy\\_ing/ing\\_elec/telecom/telecom.html](http://www.obras.unam.mx/normas/proy_ing/ing_elec/telecom/telecom.html), esta guía no trae en sí un apartado para edificios históricos ya que la que se encarga de dar luz verde al proyecto es el INAH (Instituto Nacional de Antropología e Historia); esta guía nos marca los lineamientos a seguir para la aceptación de un proyecto que en nuestro caso es la instalación de una red de datos en un edificio histórico. [5]



**Figura 1. 9 Dirección General de Obras y Conservación - UNAM**

### Dirección General de Patrimonio Universitario - UNAM (DGPU)

La Dirección General de Patrimonio Universitario (figura 1.10) tiene como objetivo planear, organizar, dirigir y controlar las funciones de registro, incremento, preservación, promoción y control de los bienes y derechos patrimoniales de la Institución, procurando la mayor eficiencia en su utilización y en los servicios que se proporcionen [3].

Una vez aprobado un proyecto por la Dirección General de Obras y Conservación, la Dirección General de Patrimonio Universitario se encarga de volver a revisar el proyecto para gestionar las licencias ante el Instituto Nacional de Antropología e Historia, Instituto Nacional de Bellas Artes, Secretaría de Desarrollo Urbano y Vivienda y Delegaciones del Distrito Federal, para la ejecución de intervenciones mayores y trabajos de mantenimiento en los inmuebles históricos y artísticos que forman parte del patrimonio de esta Universidad.

En caso de que se necesite mayor información sobre el proyecto, la DGPU pedirá dicha información a la dependencia a la que pertenece el inmueble histórico.



Figura 1. 10 Patronato Universitario-Dirección General de Patrimonio Universitario

## Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH)

El Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH) (figura 1.11) es una dependencia del Gobierno Federal de los Estados Unidos Mexicanos. Fue fundada en 1939 por orden del entonces presidente de la república Lázaro Cárdenas del Río con el fin de convertirse en una institución dedicada a la preservación, protección y difusión del patrimonio arqueológico, antropológico e histórico de México.

El INAH es responsable de alrededor de 110,000 monumentos históricos, construidos entre los siglos XVI y XIX (el patrimonio cultural datado a partir del siglo XX está bajo el cuidado del Instituto Nacional de Bellas Artes), y de 29 mil sitios arqueológicos descubiertos hasta la fecha en el territorio del país. De esta enorme cantidad, sólo ciento cincuenta sitios están abiertos al público.<sup>5</sup>



Figura 1. 11 Escudo del Instituto Nacional de Antropología e Historia

<sup>5</sup>Consultado el 3-01-2015  
<http://www.inah.gob.mx/iQuienes-somos>



Una vez aprobado el proyecto por la DGPU- UNAM el proyecto llega a manos del INAH donde es analizado y en caso de ser necesario, corregido para poder dar la autorización de inicio del proyecto sobre el edificio histórico en cuestión.

### Instituto Nacional de las Bellas Artes (INBA)

El Instituto Nacional de Bellas Artes (figura 1.12) es el organismo cultural del gobierno mexicano responsable de estimular la producción artística, promover la difusión de las artes y organizar la educación artística en todo el territorio nacional.

Creado por decreto presidencial del 31 de diciembre de 1946, durante el gobierno del Presidente Miguel Alemán Valdés, para conformar un organismo nacional que se ocupara de las diferentes ramas de las bellas artes, se funda una Institución orientada a estimular la producción artística, fructificar la obra de enseñanza y difundir la actividad artística en México.

El patrimonio artístico del INBA se integró con las pinturas, esculturas y obras de arte que eran propiedad del Gobierno Federal, además de los edificios públicos que albergaban dichas obras, las instalaciones de las principales escuelas de formación en las diversas ramas de las artes y todos aquellos bienes artísticos que el Instituto adquiriera o recibiera por herencia, legado o donación.

Las actividades desarrolladas por el INBA abarcan las manifestaciones en los campos de la música, la danza, las artes plásticas, la arquitectura, la literatura y el teatro, a través de sus recintos y agrupaciones artísticas:



Figura 1. 12 Escudo y edificio principal del Instituto Nacional de las Bellas Artes





El siguiente edificio es en el cual se propondrá la implementación de la red de datos.

### 1.1.5 San Jacinto - antigua Escuela de Veterinaria

- Historia

Quien hace los trámites ante el Rey de España fue el Obispo de Manila Fray Diego de Soria y hasta 1598 consiguió la aprobación real e instruye a Fray Gracia de Santa María para que construyera el templo y claustro (también denominado Hospicio) a una legua de la Cd. de México ubicado actualmente en la Calzada México Tacuba 213, Col. Un Hogar para Nosotros, Delegación Miguel Hidalgo, CP 11330, México D.F.

Este hospicio servía como hospedaje temporal para los evangelizadores que venían de España y se dirigían a Filipinas.

Pasada la independencia el predio de hospicio de San Jacinto es comprado por un particular; pero fue hasta 1853 que se crea la Escuela Nacional de Agricultura y Veterinaria y con ella se compró el predio de San Jacinto que en su época de mayor esplendor contaba con poco más de 100 hectáreas para la cosecha y el ganado.

Para darnos una idea de su tamaño en ese entonces el terreno contaba con lo que actualmente es el Antiguo Colegio Militar, La Normal, San Jacinto, Escuela Secundaria Alberto Einstein, El Casco de Santo Tomás y La Ladrillera (Predio en Santa María la Rivera).

Cabe mencionar que San Jacinto fue uno de los pocos edificios construidos específicamente para la educación en el siglo XIX en México y por lo tanto tiene un valor muy importante para la historia de nuestro país.

En la época de gobierno de Porfirio Díaz se le da un gran impulso a la agricultura y por ende se mandó derribar el edificio colonial de San Jacinto para construir uno nuevo en su lugar. Y fue en esta época cuando se venden los terrenos aledaños al edificio principal para la construcción de los edificios antes mencionados quedando hoy en día con un área de aproximadamente 8000 m<sup>2</sup> (figura 1.14).



**Figura 1. 14 Foto del el terreno de San Jacinto 1858**

Con el movimiento de la Revolución Mexicana a principios del siglo XX la Escuela Nacional de Agricultura y Veterinaria cierra, y es reabierto por Venustiano Carranza separando las dos áreas Agricultura y Veterinaria, dándoles a los agricultores el edificio de San Jacinto.

El edificio de San Jacinto vuelve a manos de los Veterinarios gracias al presidente Plutarco Elías Calles (1 de diciembre de 1924 - 30 de noviembre de 1928) y a los Agricultores les otorgó Chapingo.

Un evento muy importante para la Escuela Nacional de Veterinaria es en el año 1953 cuando se incorpora a la UNAM en el campus de Ciudad Universitaria. En cuanto al terreno de San Jacinto se convirtió en la Escuela Secundaria No. 96 Enrique Herrera Morales durante aproximadamente 30 años.

Fue durante este periodo donde se le hicieron varias modificaciones al edificio para adaptarlo a las necesidades del plantel escolar y fue una de las pocas secundarias que contaban con alberca propia (figura 1.15).



**Figura 1. 15** Gradas y alberca en San Jacinto (Antes Esc. Sec. No. 96 Enrique Herrera Morales)

Fue hasta el año 2010 que la Secretaría de Educación Pública SEP le otorga la propiedad a la UNAM y ésta a su vez le adjudica el cuidado de la propiedad a la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia (figura 1.16).



**Figura 1. 16** Escudo hecho en piedra de la actual Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia ubicado en la fachada del Edificio de San Jacinto

El edificio pasa a ser parte del Patrimonio Universitario el 15 de agosto de 1946 y el 24 de septiembre de 1986, la Dirección de Arquitectura y Conservación del Patrimonio Artístico Nacional de INBA, incluyó el edificio al Catálogo de Monumentos Artístico y para 1992, el Instituto

Nacional de Antropología e Historia lo incluyó en el Catálogo Nacional de Bienes Inmuebles como Histórico.

## Arquitectura

El edificio fue diseñado por el arquitecto José L. Collazo, el proyecto se inició en 1896 pero nunca se terminó. El estilo del edificio es Neoclásico Ecléctico. Está construido con mampostería en su mayoría pero debido a las adecuaciones que ha tenido a través del tiempo presenta también vigas y traveses de hierro porque a finales del siglo XIX y principios del siglo XX se seguía usando piedra de cantera para sustentar los edificios.

El techo en su mayoría está hecho de lámina de zinc (figura 1.17) con un firme sobre el hecho de tepetate.



**Figura 1. 17 Techo de Lámina de Zinc en San Jacinto**

El edificio se encuentra construido sobre unas estructuras que sostienen el edificio llamadas paso de gato (muros paralelos) de 80 centímetros de altura del nivel del piso, como segunda función estos muros permiten el paso del aire de forma cíclica por medio de unos agujeros de ventilación para mantener seca la zona evitando que la humedad de piso alcance la estructura del edificio. Con el paso de los años, y el continuo hundimiento del piso de la Ciudad de México (figura 1.18) varias partes del suelo del edificio han sido removidas, se han rellenado los pasos de gato con desecho y se han tapado varios de los agujeros de ventilación, esto provoca que la humedad alcance el nivel del piso afectando al edificio. [8]



Figura 1. 18 Hundimiento del edificio (Puerta Principal San Jacinto)

Instituciones instaladas en el recinto.

Actualmente en el edificio se encuentran 4 instituciones ocupando ciertas áreas. En la planta baja se encuentran las siguientes instituciones, cada una ocupa un salón:

- CONEVET: Consejo Nacional de la Educación de la Medicina Veterinaria y Zootecnia (figura 1.19).

[www.conevet.org.mx](http://www.conevet.org.mx)



Figura 1. 19 Escudo de la CONEVET



- CONSERVET: Consejo Nacional de Certificación en Medicina Veterinaria y Zootecnia (figura 1.20).

[www.conservet.org.mx](http://www.conservet.org.mx)



Figura 1. 20 Escudo de la CONSERVET

En el primer piso se encuentran las siguientes instituciones, cada una ocupa un salón:

- AMMVEE: Asociación Mexicana de Médicos Veterinarios Especialistas en Équidos (figura 1.21).

[www.ammvee.org.mx](http://www.ammvee.org.mx)



Figura 1. 21 Escudo de la AMMVEE

- AMMVEPE: Asociación Mexicana de Médicos Veterinarios Especialistas en Pequeñas Especies (figura 1.22).

[www.ammvepe.com.mx](http://www.ammvepe.com.mx)



Figura 1. 22 Escudo de la AMMVEPE

## 1.2 Redes de datos

### 1.2.1 Antecedentes de las redes de datos

#### Historia de las redes de datos

Los primeros datos históricos que se tienen de las redes de datos puede remontarse a principios del siglo XIX en los países de Francia y Suecia en donde se implementó una red de datos mediante la construcción de unas torres parecidas a molinos en las cuales se transmitía información mediante un método que se llama telégrafo óptico que consiste en enviar la información codificada mediante el uso de distintas posiciones de brazos o persianas, posteriormente fue sustituido por el telégrafo y después por el teléfono.

Ya formalmente hablando la historia de las redes de datos comienza verdaderamente en los años 60's con el envío de información mediante el uso de las líneas telefónicas, a este tipo de redes se les llama redes de conmutación de paquetes. Este tipo de red consiste en enviar la información fragmentada en paquetes por el medio de transmisión y reconstruirla en orden al llegar al destino final para que pueda ser interpretada correctamente.

La primera red conmutada experimental fue puesta a prueba en Inglaterra en los National Physics Laboratories; pero no fue sino hasta 1969 cuando esta tecnología fue implementada en los Estados Unidos para el uso exclusivo de la ARPA (**Advanced Research Projects Agency**) o



agencia de proyectos avanzados de investigación para la defensa, de aquí surgió el predecesor de lo que hoy en día es la INTERNET en aquel entonces llamado ARPANET.

ARPANET (Advanced Research Projects Agency Network)

ARPANET fue una de las primeras redes de conmutación de paquetes operacional en el mundo y la primera en implementar el protocolo de redes TCP/IP, el cual es hoy en día uno de los más importantes a nivel mundial.

La historia se puede contar desde el año de 1957 cuando en los Estados Unidos el Departamento de Defensa (figura 1.23) funda la ARPA para promover e impulsar el desarrollo tecnológico en su país.



Figura 1. 23 Escudo del Departamento de Defensa de E.U



Figura 1. 24 Escudo de la ARPA (Agencia de proyectos avanzados para la investigación)

En 1965, ARPA (figura 1.24) patrocina un programa para analizar las conexiones entre computadoras. Dicho programa se implementó en conectar la máquina TX-2 en el laboratorio

Lincoln del MIT<sup>6</sup> y la AN/FSQ-32 del System Development Corporation de Santa Mónica en California, se conectaron a través de una línea dedicada de 1200 bits por segundo.

En 1968 ARPA hace un llamado a las empresas y universidades para que dieran propuestas para la creación de la futura red. La universidad ganadora fue la Universidad de California con el diseño de gestión de red y la empresa BBN (Bolt Beranek Newman Inc.)

El año 1969 fue un año crucial para las redes de computadores puesto que se construyó la primera red de computadoras ARPANET. Conectaba 4 universidades: UCLA (*University of California, Los Angeles*), SRI (*Stanford Research Institute*), UCSB (*University of California, Santa Barbara*) y UTAH (*University of Utah*) las cuales contaban cada una con su nodo para comunicarse entre ellas (figura 1.25).

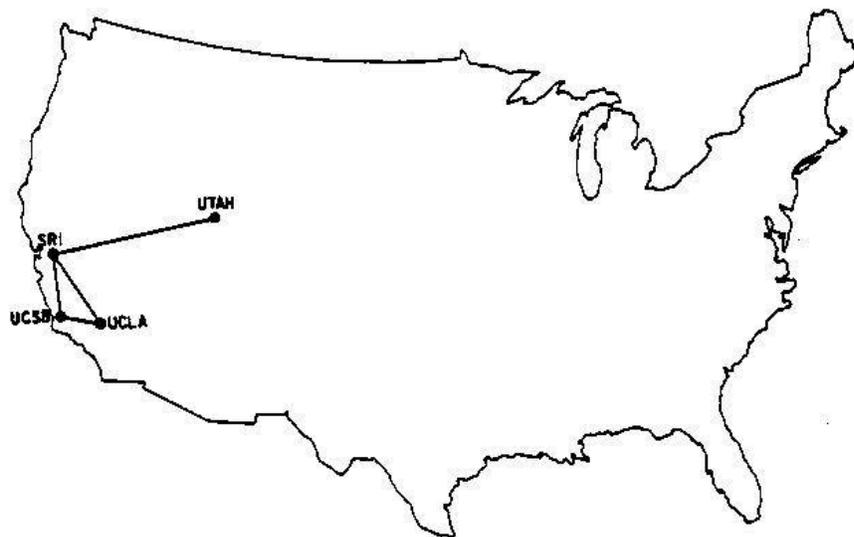


Figura 1. 25 Primeros 4 nodos de ARPANET (1969)

La primera comunicación entre computadoras está registrada en este año entre las universidades de UCLA y SRI.

<sup>6</sup> Massachusetts Institute of Technology

“Tan sólo dos años después, 15 instituciones y 23 equipos estaban asociados a ARPANET, pero 1971 también destaca por ser el año en el que se desarrolló uno de los servicios más usados hoy en día el correo electrónico. Telnet, ya definida como aplicación para sesiones remotas de terminal, es la base de la primera demostración al público de las capacidades de una ARPANET que ya contaba con 40 computadoras en octubre de 1972 (figura 1.26).”

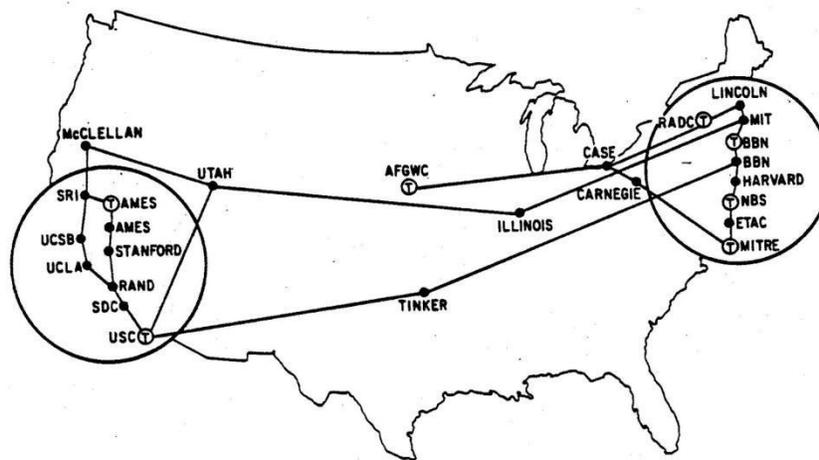


Figura 1. 26 Nodos activo de ARPANET (1972)

A medida que internet crecía, las redes de computadoras aparecían en muchos países lo cual trajo consigo un problema el cual era la comunicación entre ellas, la cual no se podía realizar debido a que se utilizaban distintos protocolos de transferencia.

“Este obstáculo se libró en 1974 cuando Vinton Cerf junto con Bob Kahn publican el Protocolo para Intercomunicación de Redes por paquetes, en el que se detallan las características del nuevo protocolo TCP/IP (transfer Control Protocol/Internet Protocol), cuya definición como estándar culminó en 1982” [9].

Al contar ya con este protocolo las computadoras que se conectaban a la red pudieron hablar un mismo “idioma” pese a la red en la que se encontraran lo cual les permitió a las redes de computadoras pudieran conectarse como una sola y a esto se le llamó INTERNET (figura 1.27).



Figura 1. 27 Internet

Antes de entrar al tema de “Cableado Estructurado” hay que definir ciertos conceptos importantes como lo son: red de computadoras, dato, con lo cual sabremos con qué fin se diseña el cableado estructurado.

### 1.2.2 Red de computadoras

Una red de computadoras, también llamada red de ordenadores o red informática, es un conjunto de equipos (computadoras y/o dispositivos) conectados por medio de cables, señales, ondas o cualquier otro método de transporte de datos, por el cual comparten Información (archivos), recursos (CD-ROM<sup>7</sup>, impresoras), servicios (acceso a internet, E-mail, chat, juegos) [10].

Otra definición es la siguiente: “... un gran número de computadoras separadas pero interconectadas realizan el trabajo. A estos sistemas se les conoce como redes de computadoras.” [11]

Una red de computadoras es un conjunto de equipos de cómputo conectados mediante distintos tipos de medios, y con la ayuda de ciertos dispositivos y protocolos es posible que dos o más computadoras puedan compartir información, recursos y servicios.

---

<sup>7</sup>Compact Disc Read-Only Memory



Entre los muchos tipos de información que se comparten hoy en día los más comunes son documentos de paquetería de oficina, videos, música, archivos comprimidos, etc.

Actualmente los servicios que en una red de computadoras se pueden brindar es un tema muy importante para el diseño de una red de computadoras porque dependiendo de ésta es posible o no brindar estos servicios de entre los cuales figuran VoIP (voz sobre IP), Videoconferencias, Streaming (distribución continua de audio y video por internet) que son muy usados en la industria, universidades y gobierno.

Por esto es importante que una red de computadoras esté bien diseñada y en constante monitoreo para que exista la menor cantidad de fallas, y que cuando las haya se cuente con protocolos adecuados para afrontarlas.

## Datos e información.

Para poder definir qué es un dato en informática es necesario que primero hagamos una definición general.

Definimos como Dato a todo concepto, cifras, instrucciones que se tienen aisladas entre sí, sin seguir una organización o un orden específico.

Del latín *datum* ("lo que se da"), un dato es un documento, una información o un testimonio que permite llegar al conocimiento de algo o deducir las consecuencias legítimas de un hecho.

*Inform.* Información dispuesta de manera adecuada para su tratamiento por un ordenador.

Un dato hablando en el ámbito de la computación puede definirse como la información que será procesada por un ordenador la cual nos permite obtener un conocimiento específico.

## Equipo activo

Es aquel equipo que permite la distribución de datos, ancho de banda, a los equipos finales (computadores, teléfonos IP<sup>8</sup>, impresoras, servidores,) de los cuales pueden ser los siguientes:

---

<sup>8</sup> Teléfono que permite la comunicación de voz a través de una misma infraestructura de red que maneja el protocolo IP.

- ❖ **HUB:** Un Hub o concentrador (figura 1.28) es un dispositivo que canaliza el cableado de una red para ampliarla y repetir la misma señal a través de diferentes puertos dividiendo el ancho de banda entre el número de computadoras que se conecten a éste. En la actualidad ya no se recomienda su uso debido a que provoca tormentas de broadcast que pueden llegar a saturar la red y dejarla fuera de funcionamiento.

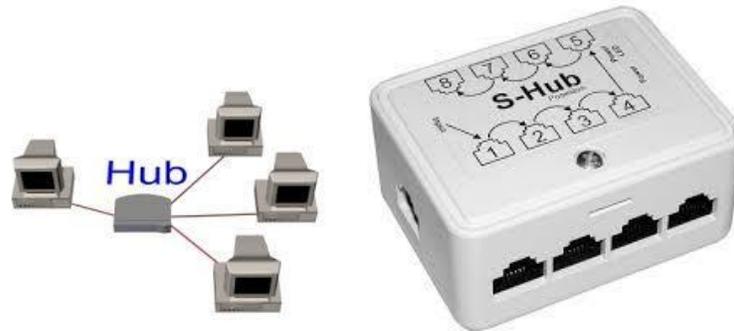


Figura 1. 28 Diagrama de un HUB en la red y ejemplo del equipo físico

- ❖ **SWITCH:** Un Switch (figura 1.29) o conmutador cumple con la misma función que un HUB, a partir de un enlace de red permite la conexión de varias computadoras a la red pero con la ventaja que cada una de ellas mantiene el mismo ancho de banda que recibe del enlace (no se divide). Otro beneficio de usar un switch es que cada enlace a una computadora es un dominio de broadcast, pues reduce a un mínimo la posibilidad de que se presente una tormenta de broadcast.



4

Figura 1. 29 Ejemplo de un switch de 24 puertos

- ❖ **ROUTER:** El Router (figura 1.30) es un equipo que está hecho para permitir la comunicación entre diferentes redes de computadoras a partir de diferentes protocolos

de enrutamiento (RIPV2, EIGRP, OSPF, ISIS, etc.). Este tipo de dispositivo permite la creación de redes muy amplias que permiten la comunicación entre lugares que se encuentran muy apartados unos de otros; las redes MAN (Red de Área Metropolitana), WAN (Red de Área Mundial) son unos ejemplos.



Figura 1. 30 Ejemplo de un Router

### Modelo OSI

El modelo Open System Interconnection Reference Model (OSI) fue creado por la Organización Internacional para la Normatividad (ISO) a finales de la década de los 70's para solucionar el problema de interoperabilidad entre dispositivos de diferentes fabricantes.<sup>9</sup> El modelo propone una pila de 7 capas para el envío y recepción de datos entre diferentes dispositivos (figura 1.31) [12]



Figura 1. 31 Capas del Modelo OSI

<sup>9</sup> Atelin, P., & Dordoigne, J. (2006). Redes informáticas: conceptos fundamentales: normas, arquitectura, modelo OSI, TCP/IP, Ethernet, Wi-Fi... Ediciones ENI.



## Descripción

### ❖ Capa 1 - Física:

Se encarga de los medios, conectores, especificaciones eléctricas, lumínicas y de la codificación. Los bits son transformados en pulsos eléctricos, luz o en radio frecuencia para ser enviados según el medio en que se propaguen.

### ❖ Capa 2 - Enlace

Proporciona las comunicaciones entre puestos de trabajo (switch) en una primera capa lógica, transforma los pulsos eléctricos, luz o radiofrecuencias en tramas lógicas y viceversa. Está dividida en dos subcapas: la LLC (Logical Link Control) y la MAC (Media Access Control).

### ❖ Capa 3 - Red

En esta capa se lleva a cabo el direccionamiento lógico que tiene carácter jerárquico, se selecciona la mejor ruta hacia un destino mediante el uso de tablas y protocolos de enrutamiento o por direccionamiento estático.

### ❖ Capa 4 - Transporte

Esta capa es la encargada de la comunicación confiable entre host, el control de flujo y la corrección de errores, etc. Los datos son divididos en segmentos con encabezado y número de puerto que identifica la aplicación de origen. En esta capa funcionan los protocolos como UDP (User Datagram Protocol) y TCP (transmission Control Protocol).

### ❖ Capa 5 - Sesión

Es la capa encargada de establecer, administrar y concluir las sesiones de comunicaciones entre entidades de la capa de presentación. La comunicación en esta capa consiste en peticiones de servicio y respuestas entre aplicaciones ubicadas en diferentes dispositivos.



### ❖ Capa 6 - Presentación

La capa de presentación da formato a los datos que provienen de la capa de aplicación a través de diversas funciones de conversión y codificación. Estas funciones aseguran que los datos enviados desde la capa de aplicación de un host de origen puedan ser entendidos por la capa de aplicación de un host de destino<sup>10</sup>. [13]

### ❖ Capa 7 – Aplicación

Es la única capa que no presta servicio a otra capa superior puesto que esta capa está directamente relacionada con el usuario. Dicho de otra forma actúa como la ventana para interactuar entre los usuarios y los procesos de aplicación, para tener acceso a servicios de red.<sup>11</sup> [14]

## Tipos de redes

Una red informática es aquella que está formada por dispositivos finales (ordenadores, impresoras, tablets, celulares, laptop, entre otros), y dispositivos intermediarios (routers, switches) que interconectan a los dispositivos finales para que puedan compartir sus recursos. De acuerdo al modo de interconexión, a la relación entre los elementos y a otras cuestiones, se pueden clasificar las redes informáticas de distinta forma.

### ❖ LAN (Red de Área Local)

LAN son las siglas de *Local Area Network*, Red de área local (figura 1.32). Una LAN es una red que conecta los ordenadores en un área relativamente pequeña y predeterminada (como una habitación, un edificio, o un conjunto de edificios). Las redes LAN se pueden conectar entre ellas a través de líneas telefónicas y ondas de radio.

---

<sup>10</sup> Microsoft “Definición de las siete capas del modelo OSI y explicación de las funciones” recuperado marzo del 2015 URL: <https://support.microsoft.com/es-es/kb/103884/es>

<sup>11</sup> Arigello Ernesto, “Descripción de las siete capas del modelo OSI”, recuperado marzo 2015 de la URL : <http://aprenderedes.com/2006/05/descripcion-de-las-siete-capas/>

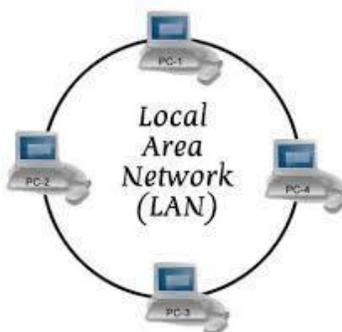


Figura 1. 32 Red de Área Local

#### ❖ WAN (Red de Área Amplia)

WAN es la sigla de Wide Area Network, una expresión en lengua inglesa que puede traducirse como Red de Área Amplia (figura 1.33). Esto quiere decir que la red WAN es un tipo de red que cubre distancias de entre unos 100 y unos 1.000 kilómetros, lo que le permite brindar conectividad a varias ciudades o incluso a un país entero. Es la red formada por la conexión de dos o más redes LAN. [15]

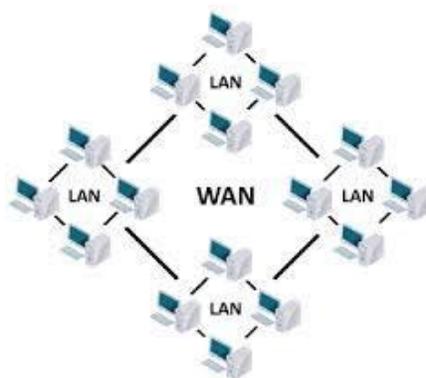


Figura 1. 33 Red de Área Amplia

#### ❖ LAN Virtual (VLAN)

Una red de **área local** virtual (figura 1.34) es un grupo lógico de estaciones de trabajo, servidores y dispositivos de red que parecen estar en la misma LAN a pesar de su distribución geográfica. Una VLAN permite a una red de equipos y usuarios comunicarse en un entorno

simulado como si existen en una sola LAN y están compartiendo un solo dominio de broadcast y multicast. Las VLAN se implementan para lograr escalabilidad, seguridad y facilidad de gestión de la red y pueden adaptarse rápidamente a los cambios en los requisitos de red y la reubicación de las estaciones de trabajo y los nodos de servidor. También permite el ahorro en de equipos de telecomunicaciones (switches) porque varias redes VLAN pueden coexistir en un solo switch como si cada una de ellas estuviese en un switch independiente.

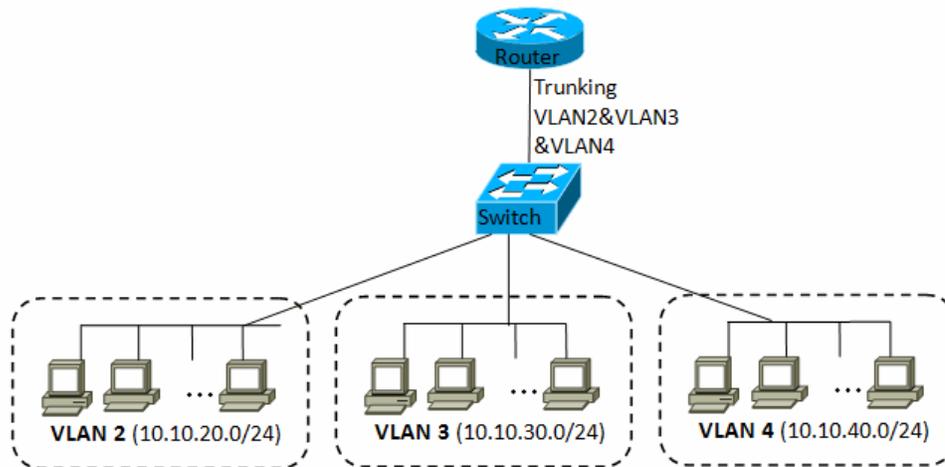


Figura 1. 34 Redes VLAN coexistiendo en un solo switch

Direccionamiento

IP

En la actualidad existen dos tipos de direccionamiento IP para redes de telecomunicaciones.

La primera opción es el uso de direccionamiento IPv4 que utiliza direcciones de 32 bits en conjuntos de 8 bit separados por puntos y utiliza el sistema decimal para su sintaxis (figura 1.35).

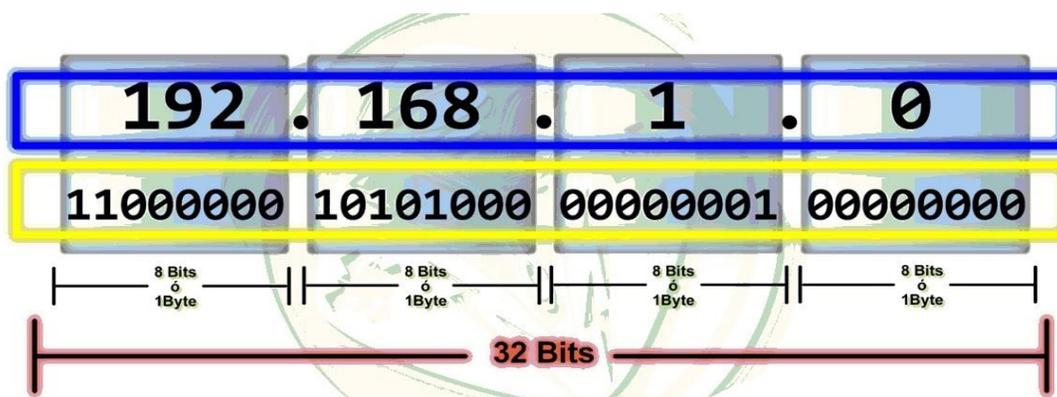


Figura 1. 35 Estructura de una dirección IPv4<sup>12</sup>

Dentro del direccionamiento IPv4 existen dos tipos de direcciones IP:

- ❖ Direcciones públicas: Estas direcciones están diseñadas para ser utilizadas en los hosts de acceso público desde Internet. Cabe recalcar que una dirección IP pública sólo se asigna a un solo host (Ej. Una Pc, un servidor) en todo el mundo, es decir no se puede repetir.
- ❖ Direcciones privadas: Éstas son las direcciones IPv4 más utilizadas en todo el mundo porque es posible que se repitan de una institución a otra. Una de las características fundamentales de estas direcciones es que no es posible tener acceso a internet con ellas.

Existen tres rangos de direcciones IP privadas como se muestra en la figura 1.36

<sup>12</sup>Del Campo Ruben (2014) " Conceptos de la capa de Red" recuperado marzo del 2015 de la URL: <http://ri-rubendelcampo.blogspot.mx/2014/01/trabajo-tema-7.html>

## Bloques reservados para redes privadas

Nombre	Rango de direcciones IP	Numero de direcciones IP	Tipo de clase	Bloque mayor
Bloque de 24 bits	10.0.0.0 – 10.255.255.255	16,777,215	Única clase A	10.0.0.0/8
Bloque de 20 bits	172.16.0.0 – 172.31.255.255	1,048,576	16 clases B contiguas	172.16.0.0/12
Bloque de 16 bits	192.168.0.0 – 192.168.255.255	65,535	256 clases C contiguas	192.168.0.0/16

Figura 1. 36 Rangos de direcciones IPv4 privadas

La segunda opción, y más reciente, es el direccionamiento IPv6 que en comparación con IPv4 tiene un rango mayor de direcciones.

- ❖ IPv4 -- 4 millones de direcciones
- ❖ IPv6 -- 340 sextillones de direcciones

Este direccionamiento se está implementado poco a poco alrededor del mundo y el objetivo final es sustituir a IPv4.

Utiliza direcciones de 128 bits en conjuntos de 16 bit separados por puntos y utiliza el sistema hexadecimal para su sintaxis como se muestra en la figura 1.37.

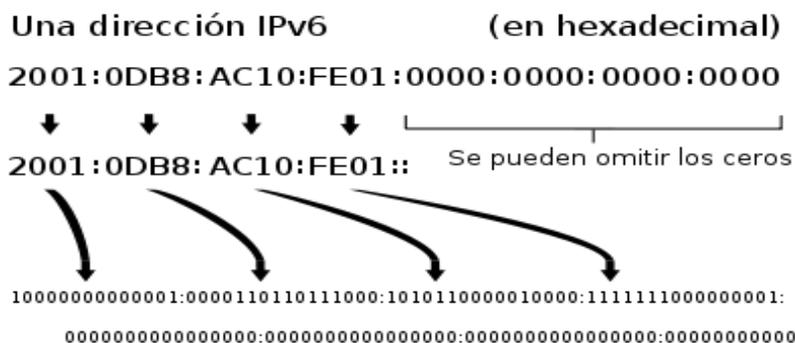


Figura 1. 37 Estructura de una dirección IPv6<sup>13</sup>

<sup>13</sup> Wikipedia(2010), "Dirección IPV6" recuperado marzo del 2015 de la URL: [https://es.wikipedia.org/wiki/Direcci%C3%B3n\\_IPv6](https://es.wikipedia.org/wiki/Direcci%C3%B3n_IPv6)



### 1.2.3 Cableado estructurado

El cableado estructurado es el tendido que puede ser de cable UTP (medio de transmisión de datos hecho con 4 pares de alambre de cobre por los cuales se envía pulsos eléctricos para transmitir datos) o de fibra óptica (medio de transmisión de datos hecho de vidrio o materiales plásticos, por el que se envían pulsos de luz que representan los datos a transmitir) que interconecta diferentes dispositivos de la red que pueden ser áreas de trabajo con cuartos de telecomunicaciones, cuartos de telecomunicaciones con otros de ellos mismos, o con algún proveedor de servicios de internet (ISP).

Existen ciertos estándares para cableado estructurado que son propuestos principalmente por tres organizaciones American National Standards Institute (ANSI), Telecommunication Industry Association (TIA) y Electronic Industries Alliance (EIA) para todo aquello que tiene que ver con las telecomunicaciones.

En cuanto al cableado estructurado el estándar ANSI/TIA/EIA especifica que:

- La longitud máxima del cableado que abarca las cuatro áreas (Área de trabajo, cuarto de telecomunicaciones, cableado Backbone y cableado de distribución) se limita a una distancia máxima de 100 metros.
- Se pueden utilizar hasta 5 metros de cable UTP para conectar el Patch Panel con el equipo activo en el cuarto de telecomunicaciones.
- Se pueden utilizar hasta 5 metros de cable UTP desde el punto de terminación de cableado en la pared (nodo o punto de red) hasta el equipo final en el área de trabajo.

Las partes fundamentales del cableado estructurado son las siguientes:

#### Área de trabajo

Son las ubicaciones destinadas a los equipos finales (Ej. Computadoras, impresoras, teléfonos IP, etc) utilizados por los usuarios individuales (figura 1.38).



Figura 1. 38 Área de trabajo

## Cuarto de telecomunicaciones

Es el lugar donde se realizan las conexiones a los dispositivos activos e intermediarios. Puede contener los siguientes dispositivos:

- Rack
- Switches
- Routers
- Hubs

### MDF (Cuarto de Distribución Central)

En telefonía, un Main Distribution Frame (MDF, Main Frame o en ocasiones denominado Site) es una estructura de distribución de señales para conectar equipo de redes y telecomunicaciones a los cables y equipos que corresponden al proveedor de servicios de telefonía, Internet, entre otros. El MDF es un punto final dentro del edificio que recibe el enlace del ISP (Proveedor de Servicios de Internet) y las terminaciones de cada uno de los IDF del edificio.

### IDF (Cuarto de Distribución Intermedio)

Del Inglés Intermediate Distribution Frame es el cuarto de telecomunicaciones que da servicio de Internet a cierta parte de un edificio como puede ser un piso completo, un número determinado

de computadoras, etc. El IDF es provisto de servicio de Internet a través del MDF mediante uno o más enlaces que interconectan ambos cuartos.

### Cableado Backbone (cableado vertical)

Es la parte del cableado estructurado que permite la conexión entre los MDFs, IDF's o entre cuartos de telecomunicaciones del mismo tipo. También conecta a los equipos que dan servicios como los son los servidores con los IDF e MDF.

### Cableado de distribución (cableado horizontal)

El cableado de distribución es todo aquel que sale de los cuartos de telecomunicaciones pasando desde los equipos activos (Switch, hub, router), patch panel, hasta llegar al punto de terminación en el muro (nodo o punto de red) dentro de los cuartos en donde van a estar los usuarios finales. En resumen todas las partes descritas forman parte de lo que se conoce como cableado estructurado de una red de datos (figura 1.39).

## SUBSISTEMAS DEL CABLEADO ESTRUCTURADO

1. Área de trabajo (work area)
2. Subsistema vertical o modular (backbone)
3. Cableado horizontal
4. Subsistema de administración (closet de comunicaciones: IDF).
5. Subsistema de equipos (cuarto de maquinas MDF).
6. Backbone del campus.

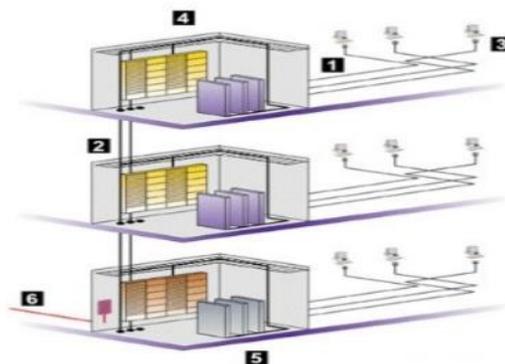


Figura 1. 39 Diagrama de cableado estructurado.



## Planeación y Cableado de Redes.

Dentro de la planeación de una red de computadoras se consideran los siguientes factores a considerar a la hora de seleccionar equipo activo (switch, router):

- Costo.
- Velocidad y tipos de puertos/interfaz..
- Posibilidad de expansión (expandible o modular).
- Facilidad de administración.
- Características y servicios adicionales.

### Costo

El presupuesto es un detalle muy importante a tener en cuenta porque es el capital que va a permitir la compra de todos los materiales necesarios para la red.

En el caso de un switch es necesario considerar el costo a través de sus capacidades y características:

### Capacidades

- ❖ Número y tipo de puertos disponibles
- ❖ Velocidad de conmutación.

### Características

- ❖ Capacidades de administración de red.
- ❖ Tecnologías de seguridad incorporadas.
- ❖ Tecnologías de conmutación avanzada.

También es necesario considerar si es mejor tener un solo switch central en nuestra red o tener varios más pequeños para reducir el precio del cableado en el edificio.

Otro punto importante sería ver si es conveniente invertir en redundancia en la red (figura 1.40). Esto evitará que en la red se interrumpa el servicio si existe algún problema con un switch central único.

En este caso se puede proponer la colocación de un switch central secundario y/o conexiones múltiples entre los switches.

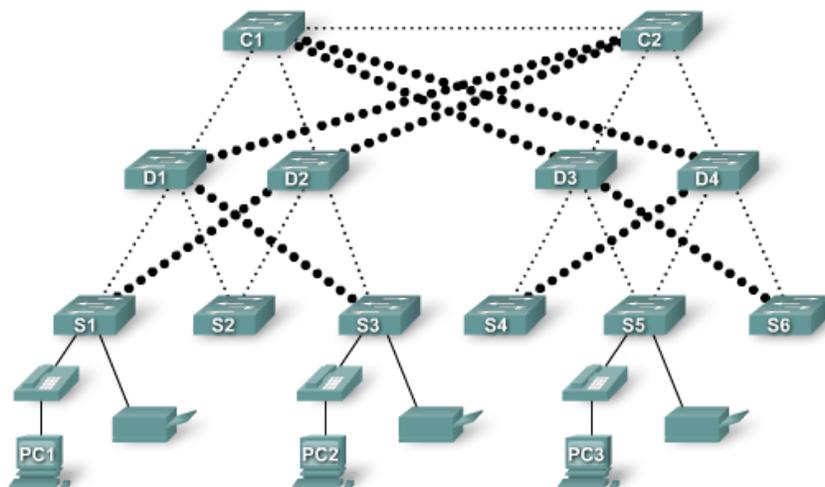


Figura 1. 40 Redundancia entre switches

### Velocidad y tipos de puerto/interfaz

Es necesario y fundamental la elección del número y tipo de puertos en los switches que se elijan. Por ello es necesario preguntarse lo siguiente a la hora de comprar un switch:

- ¿Cuántos puertos UTP se necesitan?
- ¿Cuántos puertos de fibra óptica se necesitan?
- ¿Cuántos puertos requerirán un ancho de banda de 10/100 Mbps?
- ¿Cuántos puertos requerirán un ancho de banda de 1 Gbps?
- ¿Cuántos puertos requerirán un ancho de banda de 10 Gbps?
- ¿Cuándo se necesitarán más puertos (expansión)?

En el caso de un router debe considerarse lo siguiente:

- Las velocidades de sus puertos.
- El costo.
- Posibilidad de expansión

- Medios
- Características del sistema operativo.

Posibilidad de expansión (expandible o modular).

En el caso de la posibilidad de expansión se consideran dos posibles configuraciones:

- Configuración fija: cantidad específica de puertos, en ciertos casos hay equipos que traen la posibilidad de conectarse con otro equipo igual a través de un módulo de Stack (figura 1.41) (pila) para que ambos trabajen como si fueran uno solo (expansión).
- Configuración modular: ranuras de expansión que proporcionan la flexibilidad necesaria para agregar nuevos módulos o medida que aumentan los requisitos (figura 1.42).

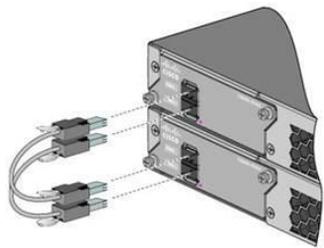


Figura 1. 42 Módulos de Stack Switch Cisco

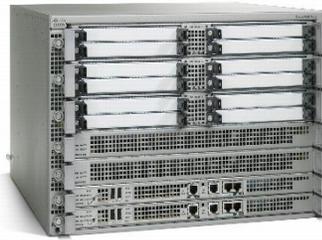


Figura 1. 41 Router Cisco Modular

Facilidad de administración

Hoy en día los equipos de telecomunicaciones traen consigo muchas funciones que permiten una mayor facilidad en cuanto a administración se refiere. Unos ejemplos de estas funciones son: administración remota de los equipos a través de protocolos Telnet y SSH y la administración de puertos mediante su división por VLAN's.

Características y servicios adicionales

Algunas características adicionales que pueden traer actualmente por ejemplo los Switches es el Power over Ethernet (PoE) que permite brindar corriente a través del mismo cable Ethernet



para equipos que brinda servicios como voz sobre IP (Ej. teléfonos IP) y servicio inalámbrico (Ej. antenas).

## Interconexiones entre dispositivos

Al llevar a cabo una planificación de cableado LAN, existen cuatro áreas físicas que se deben considerar:

1. Área de trabajo.
2. Cuarto de telecomunicaciones.
3. Cableado backbone.
4. Cableado de distribución.

## 1.3 ITIL -- Buenas Prácticas

### 1.3.1 Introducción

ITIL (Information Technology Infrastructure Library) fue desarrollado a finales de los años 80's por la Central Computing and Telecommunication Agency (CCTA), una agencia estatal británica (figura 1.43). El encargo a la CCTA fue por motivo de que había una deficiente calidad en los servicios de Tecnologías de la Información (TI) adquiridos por el gobierno británico.

La intención era por lo tanto encontrar una vía para mejorar de forma duradera los servicios de TI reduciendo al mismo tiempo los costos de éstos. El objetivo consistía en desarrollar procedimientos efectivos y económicos para la oferta de servicios de TI.

Se elaboró un catálogo para la organización de TI, y se encuentra hoy en día documentado en ITIL.



Figura 1. 43 Logotipo de ITIL

## Éxito de ITIL

El éxito de ITIL se debe a que se adapta a cualquier industria que brinda servicios de TI para satisfacer un servicio a un cliente; esto lo logra gracias a que es una fuente de buena práctica y útil porque produce un beneficio inmediato.

Algunas de las características del éxito de ITIL son las siguientes:

- Neutral hacia proveedores: depende de cada organización el escoger a qué proveedores contratar.
- No prescriptivo: se puede aplicar a todas las áreas de la organización adaptándose a cada una de ellas.
- Fuente de buena práctica: no es un estándar, no es algo a lo que se tenga que adaptar al 100% es flexible (puede adaptarse).

Uno de los factores más importantes para ITIL es el factor económico y se obtiene un éxito sostenido mediante mejoras continuas.

### 1.3.2 Conceptos generales

Alguno de los conceptos generales que maneja ITIL son los siguientes:

- ❖ Servicio



Un servicio es un medio por el cual se le entrega valor a los clientes cumpliendo las expectativas deseadas, facilitando los resultados que se quieran lograr sabiendo de antemano cuál es el costo/beneficio del servicio.

❖ Resultados

Es el entregable de un servicio de TI siguiendo un proceso a través de una o más actividades o procedimientos (serie de pasos).

❖ Servicio de TI

Es aquel servicio que es brindado por un proveedor de servicios de TI, se compone por personas, procesos y tecnología.

### 1.3.3 Clasificación de servicios

- Servicio base (Core)

Es aquel servicio que el cliente espera recibir. Este servicio es el que primeramente se tiene que identificar.

- Servicio habilitante

Puede ser un servicio requerido para entregar el servicio base, éste puede ser o no visible para el cliente.

- Servicio complementario

Es un servicio extra que se le brinda al cliente para que éste siga eligiendo al proveedor de servicios sobre la competencia.

- Servicio interno

Es el servicio que se entrega a las áreas de la misma organización.

- Servicio externo

Es el servicio que se entrega a los clientes externos a la organización.

- Valor del servicio

Es el nivel con el que el servicio cumple con las “necesidades y expectativas” del cliente; con lo cual se alcanzan los objetivos del negocio.



### 1.3.4 Creación de valor a través de servicios

En la creación de valor existen tres factores importantes a considerar.

- ❖ Resultados del negocio.
- ❖ Preferencias del cliente.
- ❖ Percepciones del cliente.

Por lo tanto el valor necesita estar definido en términos de tres áreas: los resultados del negocio (lo que da prestigio a la organización), las preferencias y percepciones del cliente que repercuten directamente en el prestigio de la organización.

Otros factores importantes en la creación de valor son:

- ❖ El cambio cultural de la organización.
- ❖ La madurez del negocio.
- ❖ La madurez de los procesos implementados en el negocio.

Elementos primarios del valor

Existen dos elementos primarios que generan valor, estos son la utilidad y la garantía.

- La utilidad trata de lo que hace el servicio, y responde a dos preguntas **¿Soporta el desempeño? o ¿Elimina las restricciones?**
- La garantía trata de cómo se entrega el servicio al cliente, y responde a las siguientes preguntas **El servicio cuenta con ¿Disponibilidad suficiente? y ¿Capacidad suficiente? y ¿Continuidad suficiente? y ¿Seguridad suficiente?**

Cabe mencionar que las cuatro preguntas a las que responde la garantía son procesos de la fase de diseño del ciclo de vida de un proceso del cual se hablará de él un poco más adelante.



### 1.3.5 Activos

#### Activos del cliente

Todos los recursos o la capacidad utilizada por el cliente para lograr un resultado de negocio.

#### Activo de servicio

Cualquier recurso o capacidad utilizada por un proveedor de servicios para dar servicios al cliente.

CAPACIDADES	RECURSOS
Gestión	Capital financiero
Organización	Infraestructura
Procesos	Aplicaciones (Parte técnica)
Conocimiento (propio de las personas)	Información
Personas (experiencia, habilidades, relaciones)	Personas (número)

Las capacidades se desarrollan a través del tiempo y representan la habilidad de la organización para controlar, coordinar y desplegar recursos para producir valor.

Los recursos son las entradas directas requeridas para la producción y en general, son más fáciles de adquirir en comparación con las capacidades.

### 1.3.6 Gestión de servicios

Conjunto de capacidades especializadas de la organización para proveer valor a los clientes en forma de servicios mediante la transformación de recursos y capacidades (Activos).

#### Gestión de servicios de TI

- ❖ Está compuesta de funciones y procesos para gestionar los servicios a lo largo de un ciclo de vida.
- ❖ Se enfoca en la estrategia, diseño, transición, operación y mejoramiento continuo.



- ❖ Proporciona a la organización como un agente de cambio para facilitar la transformación del negocio.

### 1.3.7 Partes interesadas en la gestión de servicios

- ❖ *Clientes*: Son aquellos que compran bienes o servicio; persona o grupo que define y aceptan los objetivos de nivel de servicio. Se debe buscar trabajar únicamente con los clientes.
- ❖ *Usuarios*: Las personas que utilizan el servicio en el día a día.
- ❖ *Proveedores*: Terceros responsables del suministro de bienes o servicios que se requieren para ofrecer servicios de TI.

### 1.3.8 Proceso

Un conjunto estructurado de actividades diseñado para cumplir con un objetivo específico. Toma una o más entradas definidas y las convierte en salidas definidas.

Los procesos bien definidos pueden traer consigo valor para las partes interesadas de diferentes maneras, tales como incrementar la productividad dentro y a lo largo de las organizaciones y las funciones, así como mejorar la efectividad y eficiencia de los servicios soportados por los procesos.

#### ❖ **Características de los procesos**

Un proceso cuenta con características muy específicas que son las siguientes:

- ❖ Responde a un evento específico.
- ❖ Es medible.
- ❖ Da resultados específicos.
- ❖ Tiene clientes o interesados.



### 1.3.9 Funciones y roles

**Funciones:** Un equipo o grupo de personas y las herramientas u otros recursos que se utilizan para llevar a cabo uno o más procesos o actividades.

**Roles:** Son los papeles que cada persona desempeña para realizar una acción.

Una característica muy importante es que un proceso es cross-funcional, es decir, atraviesa varias funciones (ejemplo departamentos) de la organización para llevarse a cabo.

Por lo tanto debe haber una buena colaboración entre las distintas funciones de la organización para que un proceso se complete adecuadamente.

#### Roles genérico

- ❖ **Dueño del servicio:** Es el responsable de la entrega de un servicio específico de TI y es el principal interesado en todos los procesos de TI subyacentes que habilitan o soportan el servicio. Un ejemplo podría ser un gerente.
- ❖ **Dueño del proceso:** es el responsable de garantizar que el proceso sea adecuado al propósito. Este debe ser una posición de tipo senior dentro de la organización para que el proceso sea apoyado efectivamente. Un ejemplo sería un jefe de departamento.
- ❖ **Gestor del Proceso:** Es el responsable de la gestión operacional del proceso. Es posible que existan varios gestores para un proceso, por ejemplo en el caso de gerentes regionales de cambio (administradores). Este rol puede estar combinado o separado del dueño del proceso.
- ❖ **Practicantes del proceso:** Es el responsable de llevar a cabo una o más actividades del proceso, son las personas que se “ensucian” las manos para resolver los problemas (resolutores).



### 1.3.10 Ciclo de vida del servicio

Los cinco libros que constituyen el fundamento de ITIL, y que abordan las cinco fases del ciclo de vida de un servicio proporcionan orientación sobre la mejor práctica que puede ser utilizada por las organizaciones de TI independientemente de su tipo y su tamaño. [16]

Las cinco fases son las siguientes:

- ❖ Estrategia del servicio: Esta fase nos orienta a comprender los objetivos de la organización y también saber las necesidades del cliente.
- ❖ Diseño del servicio: Ya que se conocen las necesidades del cliente y se sabe que se es capaz de ofrecerle, se convierte la fase de estrategia en un plan para diseñar servicios que cumplan con los objetivos del negocio de forma íntegra, consistente y efectiva.
- ❖ Transición: En esta fase a través de diversas etapas de pruebas se agregan servicios nuevos y/o modificados a la fase operativa a través de procesos y gestión de cambios.
- ❖ Operación: Esta fase tiene como objetivo el conseguir una efectividad y eficacia en el día a día a través de los servicios que se brindan a los clientes.
- ❖ Mejora Continua: Esta fase está presente en todas las fases anteriores porque se lleva a cabo mediante la retroalimentación de cada una de ellas.

En total el ciclo de vida de un servicio en ITIL está compuesto de 26 procesos más funciones en la fase de operación (figura 1.44):

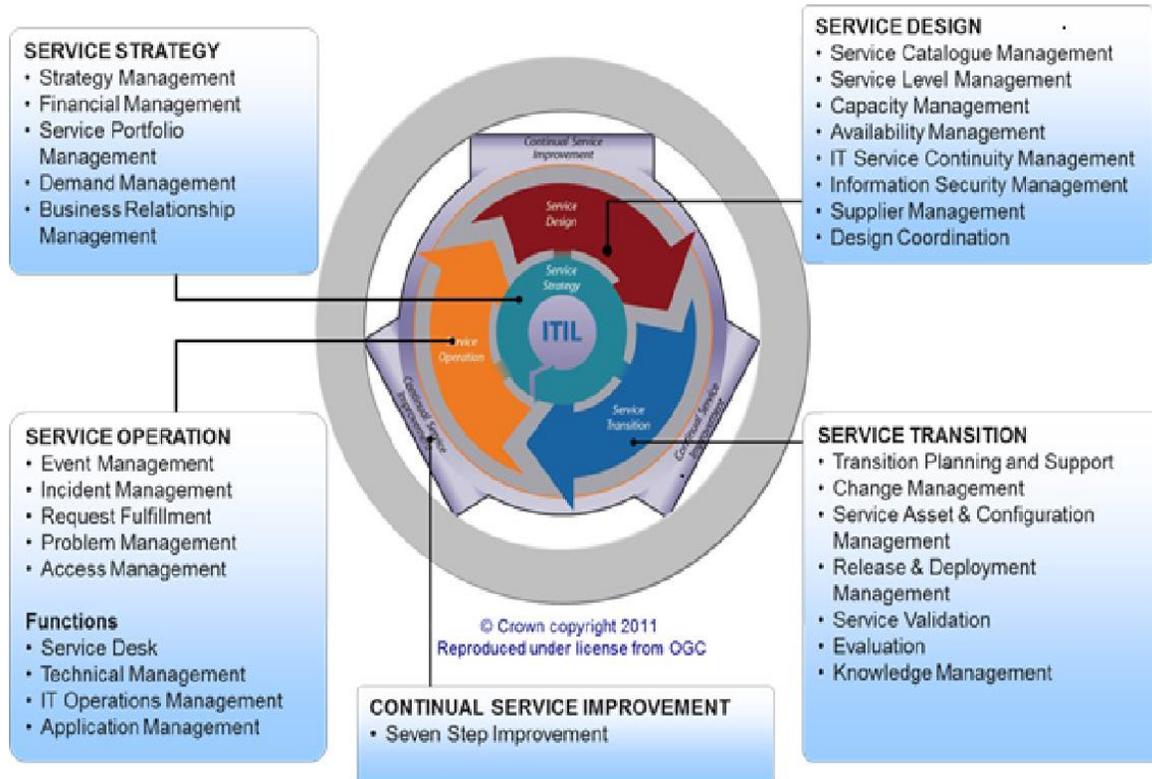


Figura 1. 44 Tabla con los 26 procesos de ITIL (por cada fase)

### 1.3.11 Tipos de métricas

Existen tres tipos de métricas para la medición de procesos en ITIL y son las siguientes:

- ❖ **Métricas técnicas:** Normalmente estas métricas se refieren a componentes de servicio y aplicaciones y son referencias como desempeño, disponibilidad, etc., de los equipos de hardware y software con los que se brinda el servicio.
- ❖ **Métricas de servicio:** Estas métricas reflejan el servicio de punta a punta y representan la vista del cliente sobre el servicio. Miden la eficacia y eficiencia del proceso, y nos dice si se cumplen o no los objetivos de la organización.
- ❖ **Métricas de proceso:** Estas métricas ayudan a los interesados, clientes y dueños de procesos para evaluar y entender la salud y calidad general de un proceso.



### 1.3.12 Objetivo, factor crítico de éxito e indicador clave de desempeño

#### Objetivo

Un objetivo tiene que ser “SMART” es decir, tiene que ser específico, medible, alcanzable, realista, estar en un tiempo definido.

#### Factor Crítico de Éxito (CSF)

Es algo que tiene que ocurrir para que un servicio, proceso, plan, proyecto u otra actividad tenga éxito.

#### Indicador Clave de Desempeño (KPI)

Es una métrica que se utiliza para ayudar a gestionar un servicio, proceso o proyecto.

Un ejemplo muy básico de esto sería lo siguiente:

Objetivo: Bajar de peso (1 Kg. por mes durante 5 meses).

CSF: Cambiar de hábitos alimenticios, hacer ejercicio.

KPI: Disminución en el peso corporal.

Métricas: Medir el peso semanalmente para ver si se está cumpliendo el KPI<sup>14</sup>.

---

<sup>14</sup> Manual de Trabajo – Fundamentos ITIL en Español revisión 3, año 2013.



# Capítulo 2

## Análisis del problema

En este capítulo se realizará un análisis siguiendo algunos procesos de ITIL propuestos en la fase de estrategia los cuales ayudarán a conocer sobre la situación actual del edificio, las necesidades que presenta el cliente con respecto al servicio de telecomunicaciones, y una propuesta de los materiales necesarios para la implementación de red, así como las características básicas de los equipos activos que se necesitarán para dar vida a la red.



## 2.1 Situación actual

### 2.1.1 Introducción

Como se puede observar en el capítulo 1 Antecedentes, el edificio en el cual se propondrá la red de datos es la antigua escuela de Medicina Veterinaria (San Jacinto), ubicada en la Calzada México Tacuba 213, Col. Un Hogar para Nosotros, Delegación Miguel Hidalgo, CP 11330, México D.F.

San Jacinto al contar con el nombramiento de edificio histórico, todas las modificaciones que se le hagan a éste deben ser aprobadas de antemano por ciertas instituciones tanto por la UNAM (Dirección General de Obras y Conservación y la Dirección General de Patrimonio Universitario) así como por el Gobierno de México (Instituto Nacional de Antropología e Historia).

Como se mencionó anteriormente este edificio es uno de los pocos edificios del siglo XIX que desde sus inicios fue planeado para ser usado como centro de educación y por lo tanto tiene un valor muy importante en su conservación y por consiguiente hay que tener cuidado a la hora de proponer modificaciones en él.

### Estructura del edificio

La estructura del edificio no es homóloga, es decir, no está construida en su totalidad de la misma forma. La parte que fue construida a finales del siglo XIX está levantada sobre ladrillo rojo y tepetate, y las modificaciones que tuvo durante el siglo XX incluyeron armazón de hierro. Esto involucra que en algunos casos será necesario contemplar materiales diferentes para la instalación de la red de datos, y revisar los materiales de los que están hechos los muros (en cuales existen columnas y traveses de hierro) para identificar y prever interferencias con los tipos de transmisión de datos principalmente si son inalámbricas.

### 2.1.2 Contemplaciones

El edificio presenta ciertos acabados que no se pueden modificar porque son propios de la arquitectura, y hay cuartos que ya han sido restaurados y entre ellos algunos que no se consideró el cableado estructurado y por tanto hay que evitar realizar modificaciones que afecten el aspecto visual del cuarto (figura 2.1). Por lo tanto hay que tener cuidado a la hora de decidir las ubicaciones de los puntos de red para oficinas, antenas y por supuesto el lugar donde estaría el equipo de telecomunicaciones (MDF y/o IDF).



Figura 2. 1 Cuarto restaurado en San Jacinto

Las instituciones que ocupan oficinas dentro del edificio cuentan con el servicio de Internet por medio del servicio de TELMEX (figura 2.2). Existen en total tres router/antenas, una ubicada en la planta baja para CONEVET-CONCERVET y las otras dos en la planta alta una para la Jefatura y otra para AMMVEE.

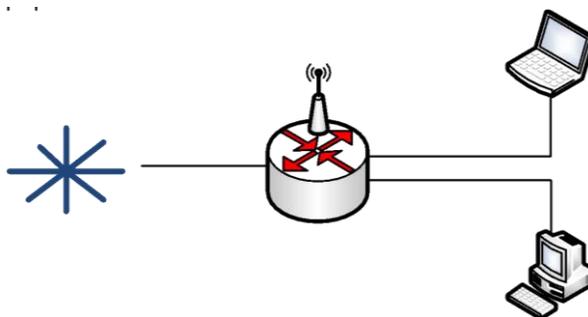


Figura 2. 2 Red de datos actual en San Jacinto

De manera temporal para el cableado del modem de Telmex que da servicio a la oficina de CONEVET y CONCERVET ubicada en la planta baja se utilizó la canalización existente (figura 2.3).



**Figura 2. 3 A la izquierda se muestra la utilización de la canalización existente por parte de TELMEX y a la derecha se muestra el punto de salida del cableado de TELMEX dentro de la oficina**

## MDF

Un dato muy importante es que ya se tiene contemplado dentro del edificio un lugar en donde estará el cuarto de telecomunicaciones que recibirá el enlace de internet. El lugar será en un área que será modificada para la construcción de una escalera para ascender al primer piso, y el MDF se situará en un cuarto debajo de ésta (figura 2.4). Se aclara que este lugar fue decidido entre el administrador del edificio y la arquitecta que se encuentra a cargo de las modificaciones del lugar.



**Figura 2. 4** La imagen de la izquierda muestra el muro que será demolido para la construcción de las nuevas escaleras. La imagen de la derecha muestra el cuarto el cual se modificará para las nuevas escaleras

Cabe recalcar que en un caso más ideal el MDF no tendría que ser colocado en un lugar en donde tengan acceso continuo personas ajenas al edificio.

Otro punto importante a considerar es que ya existe canalización para una ala de oficinas del edificio (figura 2.5), en este caso la utilización de esta canalización se contemplará en el diseño de la red para que exista una congruencia con lo ya existente.



**Figura 2. 5** Canalización existente para un ala de oficinas

Cabe mencionar que las canalizaciones que ya están hechas en el edificio van dentro del muro para evitar en la medida de lo posible que afecten la imagen visual del edificio.

## 2.2 Requerimientos

En relación a lo que necesita el cliente (San Jacinto), ITIL propone un proceso llamado Gestión de Relaciones de Negocios que se encarga de conocer los requerimientos y servicios que el cliente necesita para poder cubrir sus necesidades<sup>15</sup>.

---

<sup>15</sup> Manual de Trabajo, Fundamentos de ITIL en Español, Página 76.



Tras una consulta con el encargado de San Jacinto se comentó que el plan que se tiene para el edificio es dividirlo en tres secciones: Museo, área de oficinas (incluyendo sala de juntas) y aulas para cursos para cada una de ellas en necesario implementar un cableado estructurado (Capa 1) que cubra las necesidades que requieren a un tiempo no menor a 10 años. Por otro lado al estar dividido en estas tres áreas, para la administración de la red visto desde un punto más técnico es necesario que el equipo activo que le daría salida a Internet fuese un switch multicapa que proporciona funciones tanto de switching (capa 2) como de routing (capa 3) porque un switch de este tipo resulta mucho más económico que comprar los equipos independientes (switch y router). Al contar con un equipo como éste sería posible subdividir la red en VLANs para que exista una mejor administración de cada área, y se tendría funciones de capa 3 (routing) de entre las cuales las más usadas podrían ser NAT (Network Address Translation), así como ruteo estático o dinámico para la comunicación interna y externa de cada red en el edificio.

Después se comentaron los siguientes aspectos:

Principalmente y como en cualquier otro sitio se requiere que los usuarios actuales y a futuro cuenten con el servicio de Internet confiable y seguro, que puede ser cableado o de manera inalámbrica, dependiendo de las diferentes zonas del edificio y sus necesidades.

Otro servicio que requieren es la capacidad de compartir recursos entre los usuarios (ejemplo Datos, impresoras, etc.) que son de uso cotidiano hoy en día.

Pensando a futuro cabe la posibilidad de realizar videoconferencias para lo cual es necesario que tanto los equipos activos (switches y routers) y los medios de transmisión tengan la capacidad de soportar este tipo de transferencia de datos.

### **2.3 Alcance**

Ahora para proponer el alcance que se va a tener en la propuesta de red, ITIL propone un proceso para plantear los servicios que un proveedor de TI ofrece a un cliente, este proceso



se llama Gestión del Portafolio de Servicios. En el cual propone que es necesario definir qué servicios que se van a ofrecer, cómo serán rastreados esos servicios y cómo progresarán a lo largo del ciclo de vida de ITIL (Estrategia del servicio, Diseño del servicio, Transición del servicio y Operación del servicio).

En otras palabras el proceso de Gestión de Portafolio de Servicios asegura una clara definición de los servicios que proporcionará el Proveedor de Servicios de TI<sup>16</sup>.

El alcance para esta tesis es el siguiente:

- Proponer un cableado estructurado capaz de soportar los servicios requeridos por el cliente a través de los equipos y materiales adecuados para la red.
- Proponer una distribución adecuada de los equipos activos (MDF e IDF) como lo son switches y routers.
- Proponer una administración de la red mediante el uso de VLANs para cada una de las áreas del edificio para tener un mejor control y seguridad en ellas.

## 2.4 Equipos y materiales para la red de datos

A la hora de proponer equipos y canalización es necesario contemplar el presupuesto con el que el cliente dispone y con éste cubrir sus necesidades. ITIL propone otro proceso en la fase de estrategia que es la gestión financiera la cual se encarga de gestionar el presupuesto, la contabilidad y los requerimientos de cargos de un proveedor de servicios de TI para que exista un equilibrio entre el costo y la calidad de servicio<sup>17</sup>. [16]

La información del presupuesto con el que cuenta el edificio es muy variable debido a que no reciben una entrada fija de ingresos, por lo tanto el presupuesto para la implementación de red se llevaría a cabo por etapas.

---

<sup>16</sup> Manual de Trabajo, Fundamentos de ITIL en Español, Página 68.

<sup>17</sup> Manual de Trabajo, Fundamentos de ITIL en Español, Página 72.

### 2.4.1 Canalización requerida y otros aditamentos

En el caso de la canalización para este edificio se solicitó que fuera por dentro de los muros en la medida de lo posible para evitar afectar el aspecto visual de éste, por lo que es recomendable contemplar el costo que representara la perforación de muros, revisar que no exista humedad que afecte las canalizaciones que se colocaran dentro de ellos, y en el caso de los cuartos que ya están restaurados al realizar alguna canalización interior en los muros evitar daños en los acabados existentes.

Los materiales básicos que se necesitarán son: canastillas, tubería, racks (gabinetes para equipo de telecomunicaciones), patch panel, puntos de acceso de pared, cable UTP Cat 6, fibra óptica, conectores, etc, que dependerán de las zonas a donde se requiera llevar la canalización (figura 2.6).



**Figura 2. 6 Ejemplo de materiales necesarios para implementar una red**

Para proponer que equipos activos se necesitarán la arquitectura de la red se basará en el modelo jerárquico que propone CISCO en donde nos dice que deben existir dos o tres niveles para la administración de la red (capas). Estas capas se llaman núcleo, distribución y acceso. En nuestro caso se implementará una variante de este modelo en donde la capa de Núcleo y la capa de Distribución son una sola llamada también Núcleo Contraído.



## 2.4.2 Equipos activos requeridos

### ❖ Capas 2 y 3.

Switch de núcleo y distribución (núcleo contraído).

Como ya se mencionó antes el equipo central propuesto que brindará los servicios de telecomunicaciones al edificio será un switch multicapa (capas 2 y 3 del modelo OSI) que cuente con las siguientes características:

Características:

#### Generales

- Switch modular con al menos 4 ranuras, para tarjetas de expansión (chasis) (figura 2.7).
- Módulo de controladora con interfaz de fibra óptica 100 BASE LX/LH (10KM) para conectar con un ISP.
- Módulo de 24 puertos Gigabit Ethernet, con auto-sensado MDI/MDI-X y con soporte de tecnología Power over Ethernet (PoE).
- Módulo con al menos 8 puertos de fibra óptica Gigabit 1000 BASE SX (200m). Estos puertos deben soportar Small form-factor pluggable tanceiver (SFP) ópticos.

#### Redundancia

- El chasis debe contar con dos módulos para redundancia en fuentes de poder, una principal y otra de respaldo.

#### Administración

- Capacidad de configuración vía puerto consola (interfaz RS-232).
- Capacidad de configuración vía remota a través de una sesión SSHv2.



- Capacidad de actualización del IOS vía local y remota a través de un servidor TFTP (trivial File Transfer-Protocol).
- Autenticación local (puerto consola) y remota en los diferentes niveles de administración.
- Capacidad de memoria NVRAM (memoria Flash) para almacenar respaldos de configuraciones de IOS en caso de necesitar restaurar el sistema.

### Estándares IEEE – Compatibilidad

- ❖ IEEE 802.1w RSTP.
- ❖ IEEE 802.3ab 1000 BASE-T.
- ❖ IEEE 802.3ae 10 Gigabit Ethernet.
- ❖ IEEE 802.3ad Link Aggregation.
- ❖ IEEE 802.1v VLAN Protocol
- ❖ IEEE 802.2af PoE.

### Seguridad

- Administración local y remota protegida con contraseñas.
- Administración remota por medio del uso del protocolo SSHv2.
- Utilización de listas de Control de Acceso (ACL).

### Protocolos

- Protocolo de ruteo estático.
- Protocolos de ruteo dinámico EIGRP y OSPF para IPV4 e IPV6.
- RFC 791 - IP.
- RFC 792 - ICMP.
- RFC 793 - TCP.
- RFC 768 - UDP.
- RFC 783 - TFTP.
- RFC 826 - ARP.



Figura 2. 7 Switch Cisco Catalyst 6500 modular multicapa con funciones de Routing & Switching

- Capa 2

Switches de acceso.

Los switches de acceso son los equipos que van a tener el contacto directo con los usuarios finales y les brindarán varios servicios incluido acceso a internet y los servicios que brinda la red, y por lo tanto es necesario que cumplan con determinadas características para que cubran con las necesidades de cada área.

Características:

Generales

- Switch fijo de 24 ó 48 puertos Gigabit Ethernet 10/100/1000 BASE TX con auto- censado MDI/MDI-X y con soporte de tecnología power over ethernet (PoE) (figura 2.8).
- Contar con ranura de módulo de stack (futura expansión).



## Administración

- Capacidad de configuración vía puerto consola (interfaz RS-232).
- Capacidad de configuración vía remota a través de una sesión SSHv2.
- Capacidad de actualización del IOS vía local y remota a través de un servidor TFTP (trivial File Transfer-Protocol).
- Autenticación local (puerto consola) y remota en los diferentes niveles de administración.
- Capacidad de memoria NVRAM (memoria Flash) para almacenar respaldos de configuraciones de IOS en caso de necesitar restaurar el sistema.

## Apilable

- Módulo de stack para expansión de puertos en un futuro. Ancho de banda de 40 Gb/s.

## Seguridad

- Administración local y remota protegida con contraseñas.
- Administración remota por medio del uso del protocolo SSHv2.

## Estándares IEEE – Compatibilidad

- ❖ IEEE 802.1w RSTP.
- ❖ IEEE 802.3ab 1000 BASE-T.
- ❖ IEEE 802.3ad Link Aggregation.
- ❖ IEEE 802.1v VLAN Protocol.
- ❖ IEEE 802.2af PoE.
- ❖ IEEE 802.3 Ethernet.

## Funciones

- Creación de VLANs.



- Administración remota por medio de configuración de Interface VLAN.
- Soportar Voz sobre IP (VoIP).



**Figura 2. 8 Switch Cisco Catalyst 2960-X fijo**

Con la información obtenida en este capítulo se realizará el diseño de la red para el edificio histórico "San Jacinto" implementado las buenas prácticas de ITIL antes mencionadas.



# Capítulo 3

## Diseño de la Red para la Antigua Escuela de Veterinaria San Jacinto

En este capítulo se presentará el diseño de la red utilizando como base el modelo de referencia OSI en sus primeras 3 capas y usando como guía algunos procesos propuestos por ITIL teniendo en cuenta los datos recabados en el capítulo anterior. Se presentará una propuesta para configuración de los equipos de telecomunicaciones (switch CORE y switch de capa 2).

### 3.1 Introducción

Para plantear el diseño de una red de telecomunicaciones es necesario obtener información de un estudio previo sobre las necesidades del cliente, para ello se utilizará la información recabada en el capítulo anterior “análisis del problema”. Para esto se entra en una nueva fase del ciclo de vida de un servicio “el diseño del servicio” propuesto por ITIL.

La etapa del ciclo de vida de “diseño del servicio” se enfoca en el diseño de servicios nuevos o cambios a los servicios ya existentes<sup>18</sup>.

El objetivo de la fase de diseño del servicio es, como su nombre lo dice, diseñar servicios de TI eficazmente que durante su ciclo de vida se requieran mínimas mejoras<sup>19</sup>.

Hablando del diseño de la red para San Jacinto se llevará a cabo con respecto a las primeras tres capas del modelo OSI (figura 3.1) debido a que son las capas que se involucran directamente con el diseño de la red esto con base en los requerimientos que mencionaron en la página 57:



Figura 3. 1 Capas del modelo OSI

<sup>18</sup> Manual de trabajo de Fundamentos de ITIL página 81.

<sup>19</sup> Manual de trabajo de Fundamentos de ITIL página 82.

Debido a que el edificio de san Jacinto está construido a base de diferentes materiales dependiendo de las épocas por las que fue pasando, el diseño se empezará a partir de la capa uno del modelo OSI que tiene que ver directamente con la parte física.

### 3.2 Diseño de capa física

#### 3.2.1 Introducción

Tomando en cuenta los datos recabados en el capítulo anterior se propone que se implemente un diseño Jerárquico de núcleo contraído (figura 3.2), debido a que cubre las necesidades del cliente reduciendo el costo en equipos requeridos (Proceso de Gestión Financiera de ITIL-- contemplación del presupuesto), este modelo consta de un equipo central CORE (switch multicapa 2/3) que se encontrará físicamente en el MDF(Main Distribution Frame) y varios switches de acceso (capa dos) que se conectarán al CORE del edificio y cada uno de éstos estará físicamente en un IDF.

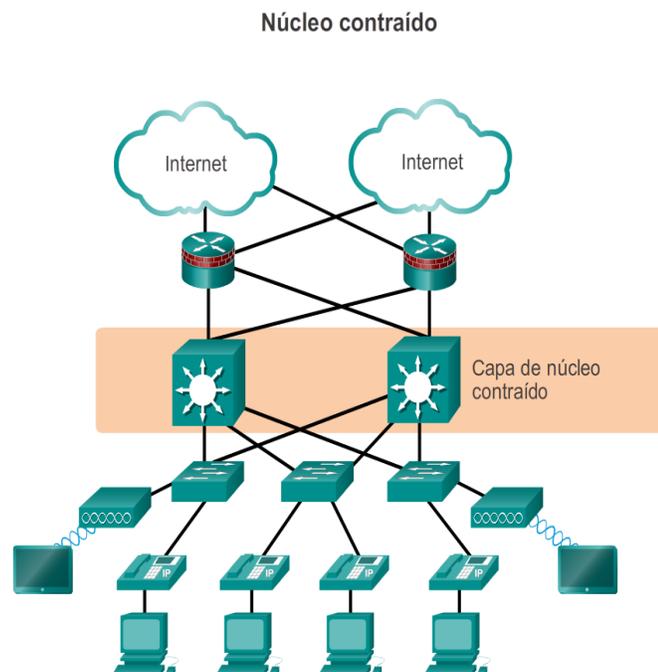




Figura 3. 2 Modelo jerárquico de núcleo contraído<sup>20</sup>

### 3.2.2 Seguridad informática

La seguridad informática es la disciplina que se ocupa de diseñar las normas, procedimientos, métodos y técnicas destinados a conseguir un sistema informático seguro y confiable<sup>21</sup>.

En el campo de la seguridad informática existen dos grandes ramas que también son aplicables al área de las telecomunicaciones:

- Seguridad física.
- Seguridad lógica.

#### Seguridad física

La seguridad física en un sistema informático consiste en la aplicación de barreras físicas y procedimientos de control frente a amenazas físicas al hardware.

Este tipo de seguridad se enfoca a cubrir vulnerabilidades de tipo físicas provocadas por el hombre y por la naturaleza de donde se encuentre ubicado el sistema.

Algunos ejemplos de amenazas físicas son las siguientes:

- Desastres naturales, incendios accidentales y cualquier variación producida por las condiciones ambientales.
- Amenazas ocasionadas por el hombre como robos o sabotajes.
- Disturbios internos y externos deliberados.

<sup>20</sup> Figura obtenida de la currícula de CCNA R&S módulo tres Redes Escalables.

<sup>21</sup> Purificación Aguilera López, Seguridad Informática, página 9



Para mitigar estas amenazas se debe tener controlado el ambiente y acceso físico para disminuir siniestros y tener los medios para luchar contra accidentes.

### Seguridad lógica

La seguridad lógica consiste en colocar barreras para evitar el acceso no autorizado a la información que se encuentra en un sistema informático.

En un sistema informático el activo con mayor peso es la información y por esta razón la seguridad lógica plantea los siguientes objetivos:

- Restringir el acceso a los programas y archivos.
- Asegurar que los operadores puedan trabajar sin una supervisión minuciosa y no puedan modificar los programas ni los archivos que no correspondan.
- Asegurar que se estén utilizados los datos, archivos y programas correctos en y por el procedimiento correcto.
- Que la información transmitida sea recibida sólo por el destinatario al cual ha sido enviada y no a otro.
- Que la información recibida sea la misma que ha sido transmitida.
- Que existan sistemas alternativos secundarios de transmisión entre diferentes puntos.
- Que se disponga de pasos alternativos de emergencia para la transmisión de información.

Entrando ya en el tema del edificio de San Jacinto se explicarán las distintas partes que se plantean para la red.

### 3.2.3 MDF (Main Distribution Frame)

El MDF es el cuarto principal de telecomunicaciones para cualquier edificio porque este es el que permitirá la comunicación entre el o los diferentes IDF y con otras redes y servicios que se encuentran fuera del edificio a través de un proveedor de servicios de internet (ISP) (figura 3.3).

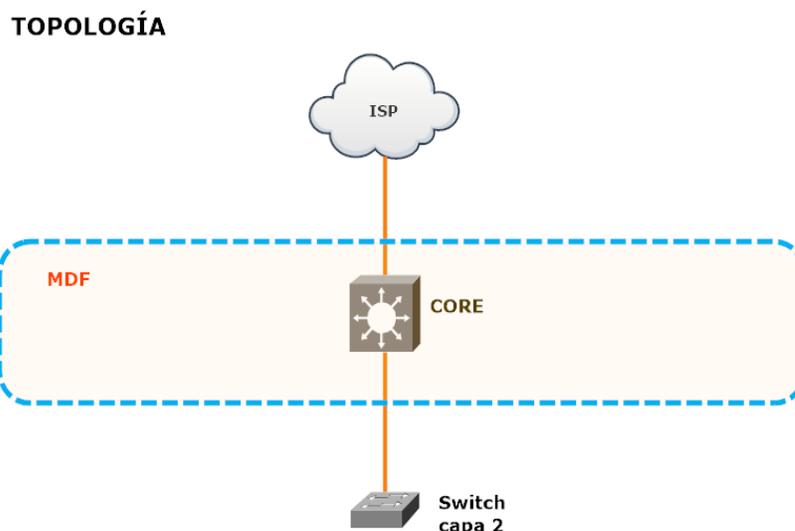


Figura 3. 3 Topología lógica del MDF en la red<sup>22</sup>

#### Seguridad

Con respecto a la seguridad física y lógica del MDF el administrador de la red tiene que crear políticas de seguridad, las cuales se tiene que acatar al pie de la letra para garantizar la confidencialidad, integridad y disponibilidad de los activos de la institución y esto es una buena práctica propuesta por ITIL en la fase de diseño en el proceso de Gestión de Seguridad de la Información.

#### Ubicación

El MDF, como lo tiene planeado el administrador del edificio, se encontrará en la parte noroeste en la planta baja (figura 3.4). Como ya se mencionó en el capítulo anterior el MDF se encontrará ubicado en un cuarto que se construirá debajo de unas escaleras que se tiene

<sup>22</sup> Elaboración propia.

pensado levantar para acceder a la planta alta del edificio. En este caso se enfatiza que el MDF por buenas prácticas no debería estar en un lugar en donde personal ajeno a la administración del edificio tenga fácil acceso.

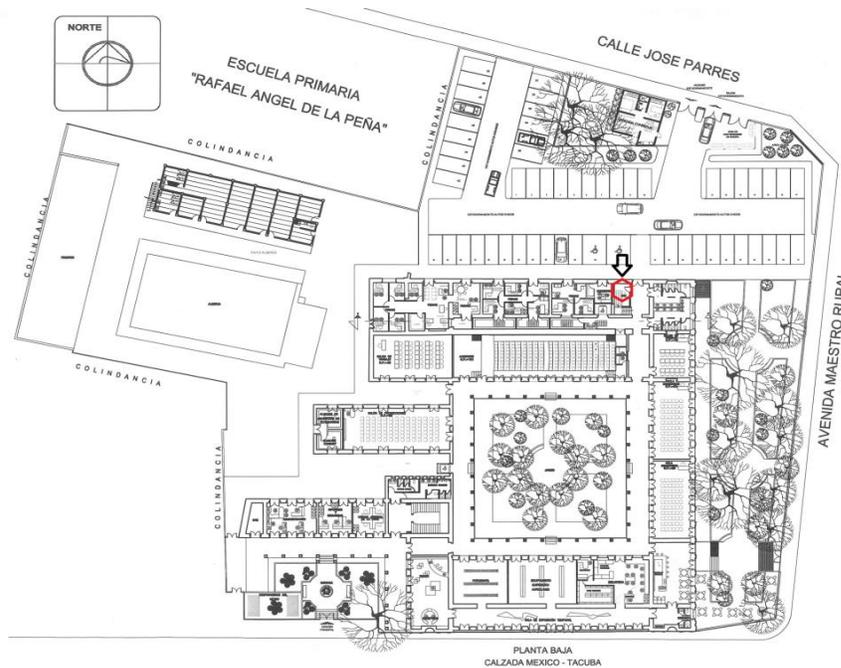


Figura 3. 4 Ubicación física del MDF dentro del edificio de San Jacinto<sup>23</sup>

## Core

Dentro del MDF se encontrará un rack en el cual se ubicaran los siguientes equipos:

- ❖ Un rack deberá contar con capacidad suficiente para albergar el equipo CORE y switches de capa dos y además contar con uno o más Patch panel en donde irán rematados todos los nodos del área cubierta por el MDF dentro del edificio y un patch panel de fibra óptica.
- ❖ El equipo principal de telecomunicaciones (CORE) un switch multicapa modular con las características mencionadas en el capítulo dos, al cual se conectan los switches ubicados en los IDF y el proveedor de servicios de internet (ISP). Este equipo deberá estar conectado a dos circuitos eléctricos diferentes para tener redundancia en alimentación eléctrica en caso de que falle la corriente eléctrica del edificio. Se recomienda tener al

<sup>23</sup> El plano del edificio se obtuvo a través de la administración tras presentar propuesta de tesis con ellos.



menos un UPS<sup>24</sup> (Unit Power Supply) conectado a una de las fuentes de poder del switch-CORE que permita apagar de manera adecuada el equipo.

- ❖ También contará con tres switches de capa 2 con las características mencionadas en el capítulo dos para dar servicio a todos los nodos que se mencionaran en un punto posterior.

### Proveedor de servicios de internet (ISP)

Existe dos posibles opciones para conectar el CORE del edificio a un ISP.

- ❖ La primera opción y la más costosa a largo plazo es la de contratar una conexión dedicada con un proveedor de servicios WAN (Ej. Avantel, Telmex) que usan protocolos como Frame Relay, ATM, X25, entre otros.
- ❖ La segunda opción y la que más se recomienda en esta tesis es la conexión con Red UNAM a través de un enlace de fibra óptica con el edificio de Casa de los Mascarones perteneciente también a la UNAM ubicado en la delegación Cuauhtemoc (figura 3.5). La canalización de fibra óptica se debe de plantearse como un proyecto ante la DG TIC<sup>25</sup> por medio de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. El costo en un inicio por la canalización será elevado pero a la larga se ahorra mucho en pagar renta como se explicó anteriormente.

---

<sup>24</sup> Equipo especializado en proveer alimentación eléctrica por un tiempo determinado en caso de que el suministro eléctrico del edificio falle.

<sup>25</sup> Dirección General de cómputo y de Tecnologías de Información y Comunicación

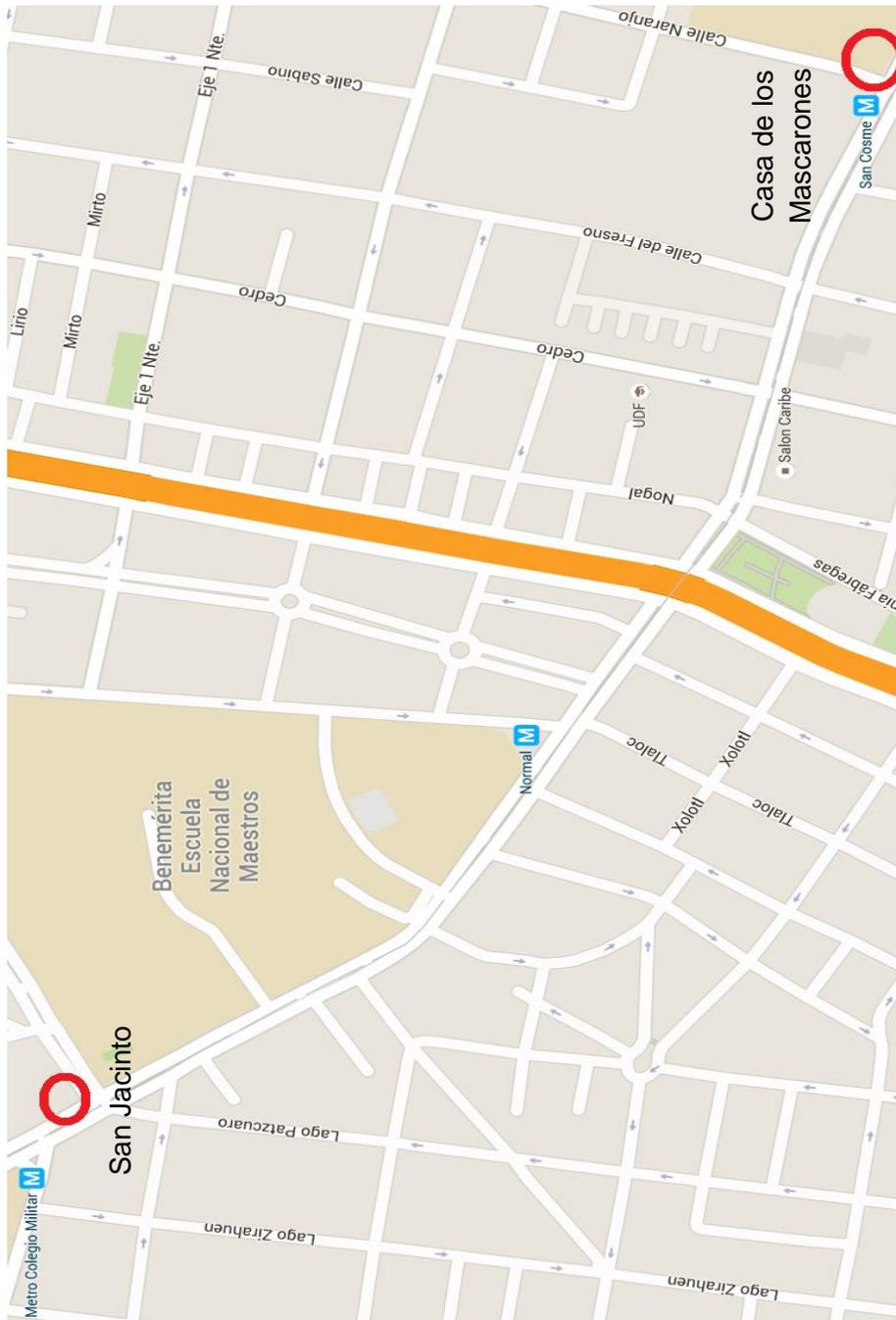


Figura 3. 5 Ubicación del Casa de los Mascarones UNAM<sup>26</sup>

<sup>26</sup> Imagen obtenida de Google Maps.



## Cobertura

El área a la que el MDF proveerá de servicios de red será la siguiente:

En la planta baja y alta se proveerá de servicio a el área norte y oeste del edificio y también una parte del área este. El total de puntos de red y antenas que se calcularon fue en base al número probable de personas que se encontraran en cada habitación y es aproximado debido a que el edificio presentará continuas modificaciones debido al proceso de restauración en el que se encuentra. También cabe aclarar que las áreas cubiertas por el MDF no sobrepasan los 90 m desde el patch panel hasta la roseta de muro de cada habitación que es la longitud máxima permitida en cableado estructurado..

## Planta baja

- ❖ Área norte - planta baja.

Tres oficinas dentro de las cuales se encuentra una ocupada por la institución Conevet-Conservet y dos auditorios (tabla 1).

**Tabla 3 1 Relación de nodos y antenas MDF-planta baja- área norte<sup>27</sup>**

Lugar	Nodos	Antenas	Observaciones
Oficina	8	-	
Oficina	8	-	
Oficina	16	-	
Auditorio	3	1	40 personas aprox.
Auditorio	4	2	160 personas aprox.
Total	39	3	

<sup>27</sup> Elaboración propia.



❖ Área oeste - planta baja.

En el área oeste del edificio se encuentran tres auditorios dos de los cuales ya han sido remodelados con capacidad para 50 personas (como se mencionó en el capítulo 2) y otro para 20 personas, para los cuales el cableado que se propone vía nivel del piso porque en un futuro se pondrá duela y abra posibilidad de pasar la canalización por ese espacio (tabla 2).

**Tabla 3 2 Relación de nodos y antenas MDF-planta baja- área oeste<sup>28</sup>**

Lugar	Nodos	Antenas	Observaciones
Auditorio	3	1	20 personas
Auditorio	3	1	50 personas
Auditorio	3	1	50 personas
Total	9	3	

❖ Área este - planta baja.

En el área este del edificio se ubica un auditorio que tiene capacidad para 50 personas. (tabla 3).

**Tabla 3 3 Relación de nodos y antenas MDF-planta baja- área este<sup>29</sup>**

Lugar	Nodos	Antenas	Observaciones
Auditorio	3	1	50 personas
Total	3	1	

<sup>28</sup> Elaboración propia

<sup>29</sup> Elaboración propia



## Planta Alta

### ❖ Área norte - planta alta.

En el área norte de la planta alta se encuentran 5 oficinas incluida la jefatura y una sala de juntas con capacidad para 25 personas (figura 4).

**Tabla 3 4 Relación de nodos y antenas MDF-planta alta- área norte<sup>30</sup>**

Lugar	Nodos	Antenas	Observaciones
Oficina	8	-	
Oficina	6	-	
Oficina	6	-	
Jefatura	4	-	
Oficina	6	-	
Auditorio	4	1	25 personas
Total	34	1	

### ❖ Área oeste - planta alta.

En el área oeste del edificio se encuentran 4 oficinas dentro de las cuales 2 están ocupadas actualmente por los departamentos de Pequeñas Especies (AMMVEPE) y Equinos (AMMVEE) y una sala de juntas con capacidad para 30 personas aproximadamente (tabla 5).

<sup>30</sup> Elaboración propia

**Tabla 3 5 Relación de nodos y antenas MDF-planta alta- área oeste<sup>31</sup>**

Lugar	Nodos	Antenas	Observaciones
Oficina	8	-	
Auditorio	3	1	30 personas
Oficina	8	-	AMMVEPE
Oficina	8	-	AMMVEE
Oficina	8	-	
Total	5	1	

❖ Área este - planta alta.

En el área este del edificio se ubica un auditorio que tiene capacidad para 75 personas.(tabla 6).

**Tabla 3 6 Relación de nodos y antenas MDF-planta alta- área este<sup>32</sup>**

Lugar	Nodos	Antenas	Observaciones
Auditorio	6	2	75 personas
Total	6	2	

Con estas relaciones mencionadas previamente el MDF cubrirá el edificio de la siguiente manera tanto en la planta baja (figura 3.6) como en la planta alta (figura 3.7):

<sup>31</sup> Elaboración propia

<sup>32</sup> Elaboración propia

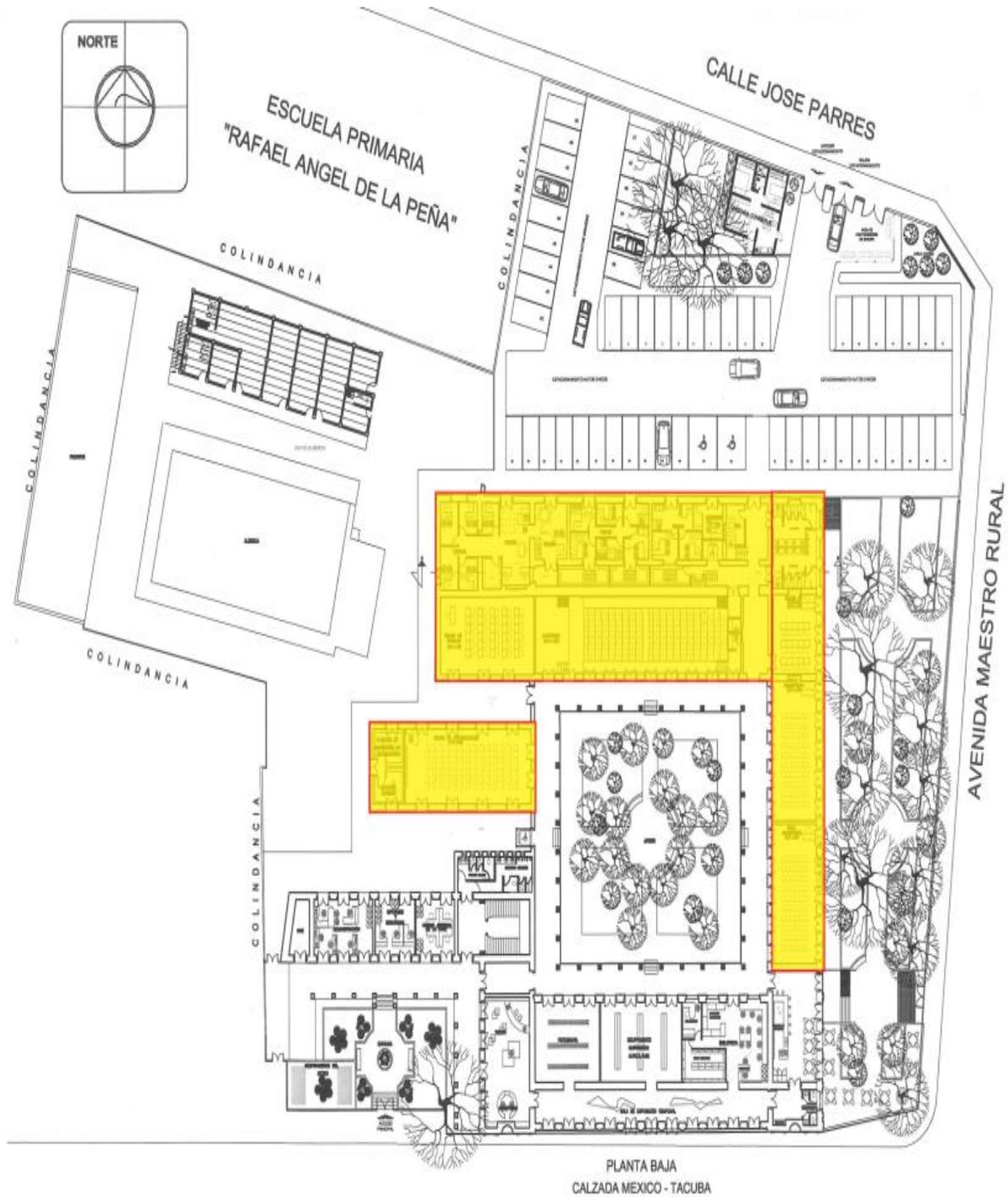


Figura 3. 6 Cobertura MDF planta baja<sup>33</sup>

<sup>33</sup> Plano modificado con base al obtenido de la administración del edificio.

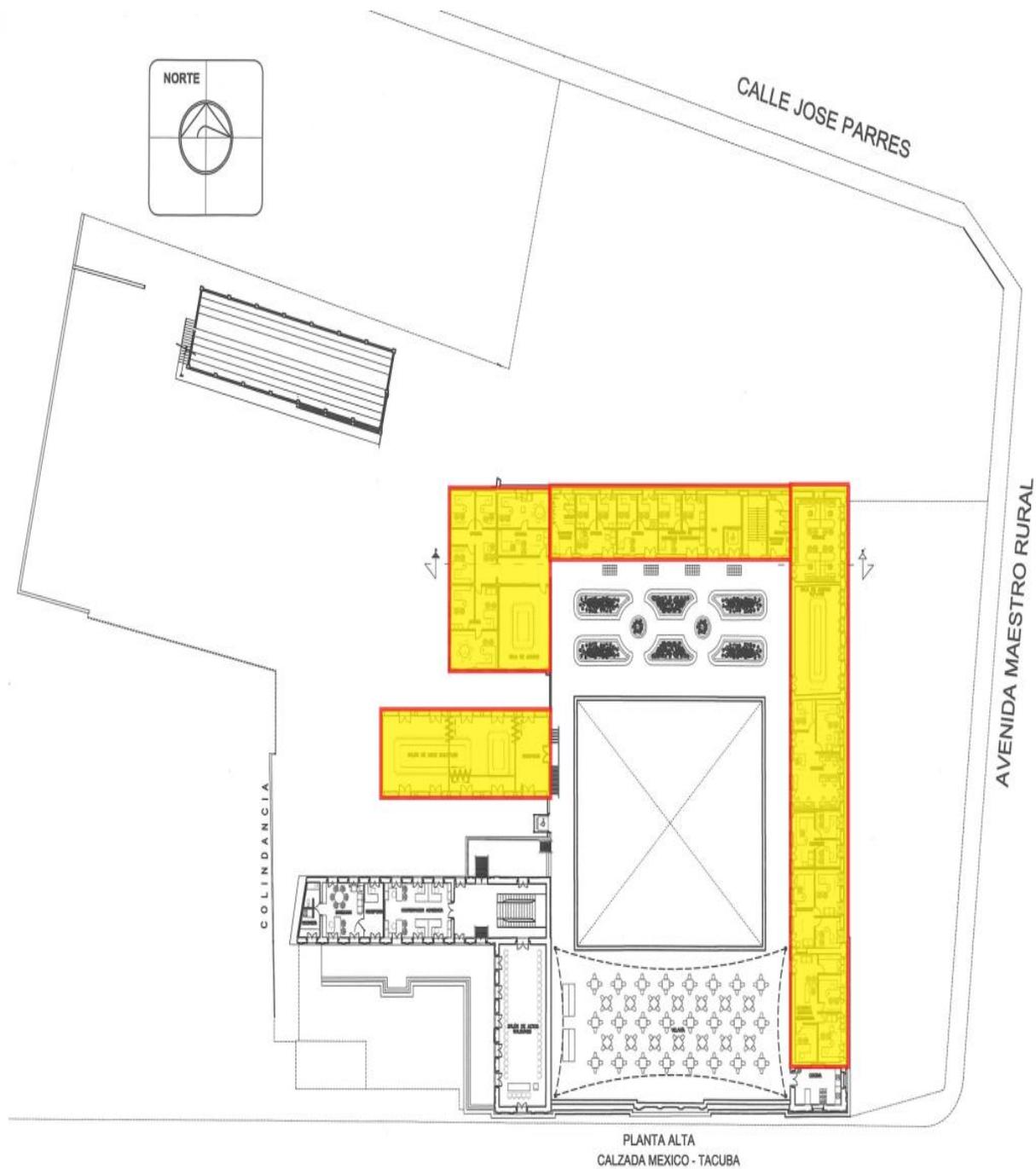


Figura 3. 7 Cobertura MDF Planta Alta<sup>34</sup>

<sup>34</sup> Plano modificado con base al obtenido de la administración del edificio.

Por último se menciona que la conexión entre el MDF y el IDF se propone por medio de fibra óptica que provee que una mayor velocidad de conexión y está libre de cualquier interferencia magnética o de radiofrecuencia.

Y las conexiones de los switches de capa dos con el equipo core se propone que sean por medio de cable UTP categoría 6<sup>35</sup> ya que se encontraran en el mismo RACK de telecomunicaciones.

### 3.2.4 IDF (Intermediate Distribution Frame)

El IDF es el lugar en donde se realizará las conexiones de cableado estructurado que llegarán directamente a los usuarios finales desde los switches de acceso (capa 2) a los puntos de red de pared. En un diagrama lógico se puede representar de la siguiente manera (figura 3.2.13):

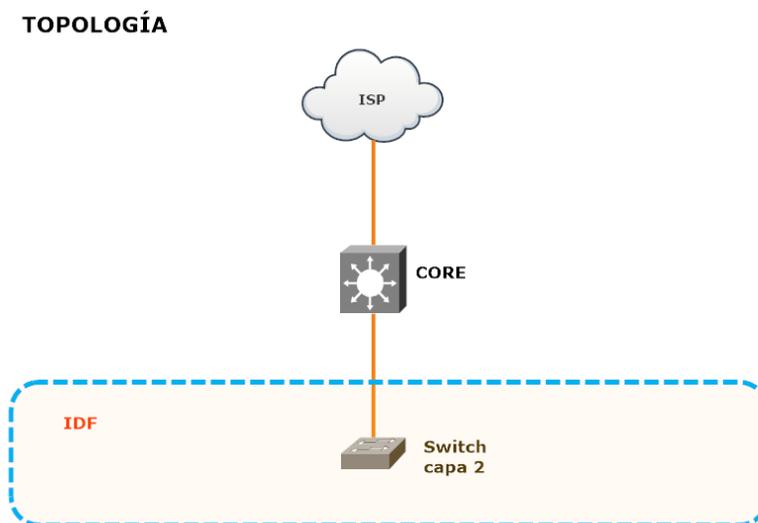


Figura 3. 8 Topología lógica del IDF en la red<sup>36</sup>

<sup>35</sup> El cable UTP Categoría 6 es el que se propone usar para instalaciones nuevas en base al estándar ANSI/TIA/EIA-568-B.2-1

<sup>36</sup> Elaboración propia.

## Seguridad

Al igual que con el MDF la seguridad tanto física como lógica de los IDF dependerá de políticas de seguridad que plantee el administrador de red del edificio en base a la buena práctica propuesta por ITIL en la fase de diseño en el proceso de Gestión de Seguridad de la Información.

## Ubicación

El IDF que se colocará en el edificio de San Jacinto se propone colocarlo en la planta alta en el área sureste porque de esta manera se puede cubrir con red cableada las habitaciones faltantes que no alcanza a cubrir el MDF por la regla de 90 metros entre el patch panel y el punto de red de pared. Además estará en un área en la que personas ajenas al edificio puedan acceder fácilmente.

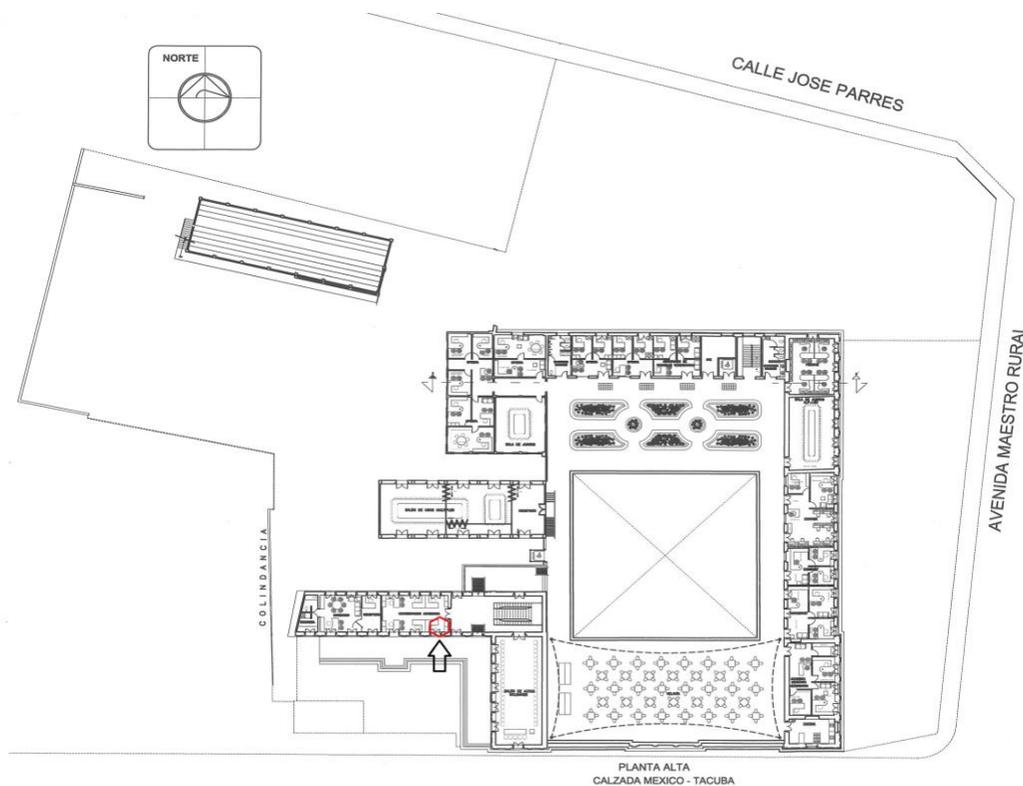


Figura 3. 9 Ubicación física del IDF dentro del edificio de San Jacinto<sup>37</sup>

## Switches de acceso

<sup>37</sup> El plano del edificio se obtuvo a través de la administración tras presentar propuesta de tesis con ellos



Dentro del IDF deberá tener espacio suficiente para albergar lo siguiente:

- ❖ Un rack con capacidad para 2 a 3 switches de capa 2, patch panel para rematar el cableado estructurado de cada nodo y otro patch panel de fibra óptica para hacer la conexión con el MDF
- ❖ También contará con dos switches de capa 2 con las características mencionadas en el capítulo dos para dar servicio a todos los nodos que se mencionaran en un punto posterior.

### Cobertura

El área a la que el IDF proveerá de servicios de red será la siguiente:

En la planta baja y alta se proveerá de servicio a el área sur y sureste del edificio. Al igual que en el MDF el total de puntos de red y antenas que se calcularon fue en base al número probable de personas que se encontraran en cada habitación y es aproximado debido a que el edificio presentará continuas modificaciones debido al proceso de restauración en el que se encuentra. Las distancias entre el IDF y las áreas que cubrirá no sobrepasan los 90 metros que es la longitud máxima permitida en cableado estructurado.

### Planta baja

- ❖ Área sureste - planta baja.

Esta área del edificio comprende 3 oficinas que aún no han sido remodeladas y es en donde se encontrará el acceso principal al edificio (tabla 7).

**Tabla 3 7 Relación de nodos y antenas IDF-planta baja- área sureste<sup>38</sup>**

Lugar	Nodos	Antenas	Observaciones
Oficina	8	-	
Oficina	4	-	
Oficina	4	-	
Total	16		

<sup>38</sup> Elaboración propia.



❖ Área sur - planta baja.

El área sur de la planta baja abarca la zona del futuro museo de Veterinaria y la zona para la cafetería del edificio (tabla 8).

**Tabla 3 8 Relación de nodos y antenas IDF-planta baja- área sur<sup>39</sup>**

Lugar	Nodos	Antenas	Observaciones
Recepción	4	1	Museo
Primer cuarto	4	1	Museo
Segundo cuarto	4	1	Museo
Tercer cuarto	4	1	Museo
Cafetería	3	1	
total	19	5	

Planta alta

❖ Área sureste - planta alta.

Esta área consta de dos oficinas y una sala de juntas (Salón de las Guirnaldas) con capacidad para 50 personas (tabla 9).

**Tabla 3 9 Relación de nodos y antenas IDF-planta alta- área sureste<sup>40</sup>**

Lugar	Nodos	Antenas	Observaciones
Oficina	6	-	
Oficina	8	-	
Sala de Juntas	4	1	50 personas
Total	18	1	

<sup>39</sup> Elaboración propia

<sup>40</sup> Elaboración propia.

Con estas relaciones mencionadas previamente el IDF cubrirá el edificio de la siguiente manera tanto en la planta baja (figura 3.10) como en la planta alta (figura 3.11):



Figura 3. 10 Cobertura IDF planta baja<sup>41</sup>

<sup>41</sup> Plano modificado con base al obtenido de la administración del edificio.

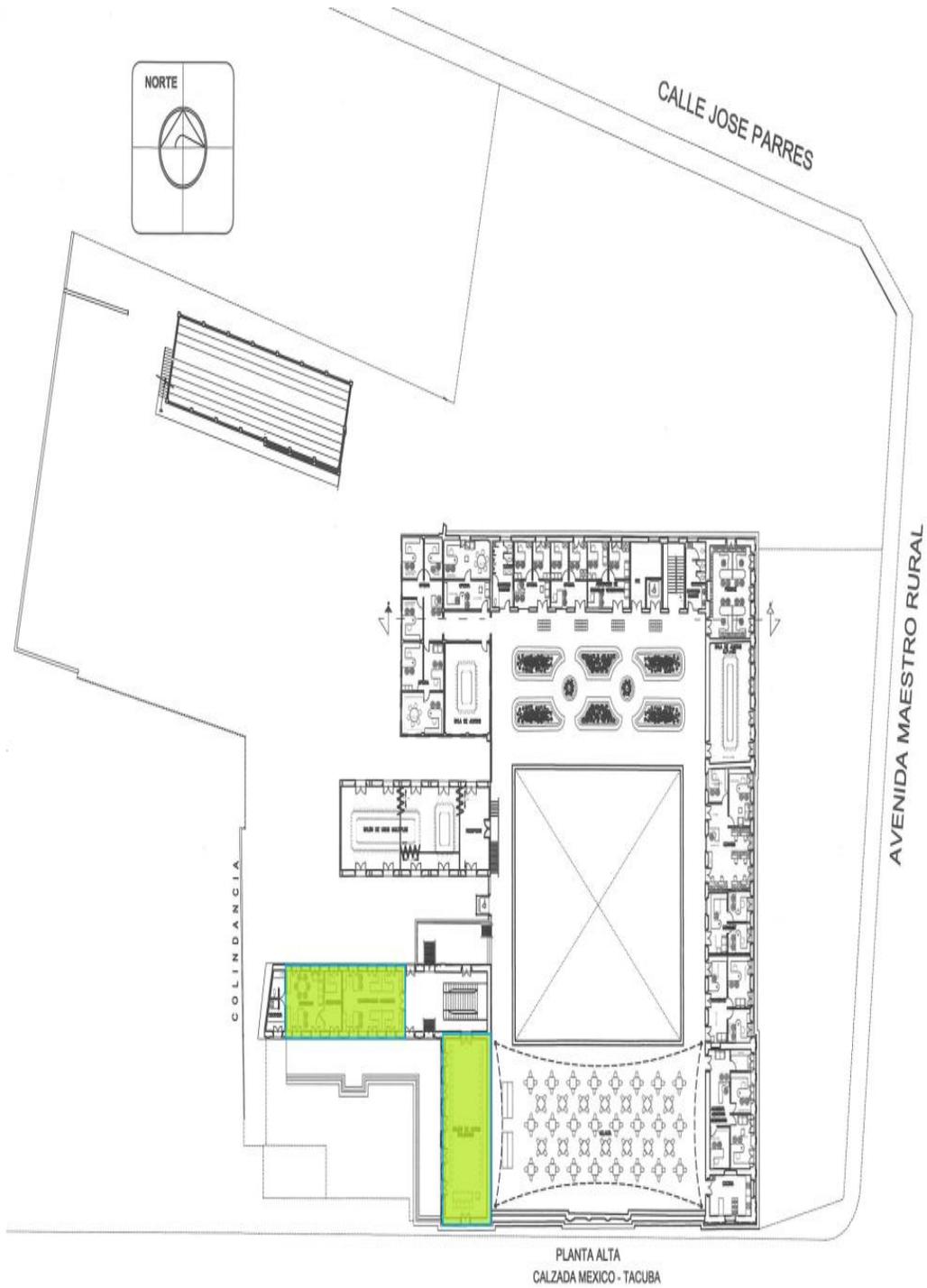


Figura 3. 11 Cobertura IDF planta alta <sup>42</sup>

<sup>42</sup> Plano modificado con base al obtenido de la administración del edificio

### 3.2.5 Topología

La topología final para esta propuesta será la siguiente (figura 3.12):

MDF

- ❖ 1 Switch multicapa (CORE).
- ❖ 3 Switch de capa 2 de 48 puertos.

IDF

- ❖ 2 Switch de capa 2 uno de 48 puertos y otro de 24 puertos.

#### TOPOLOGÍA

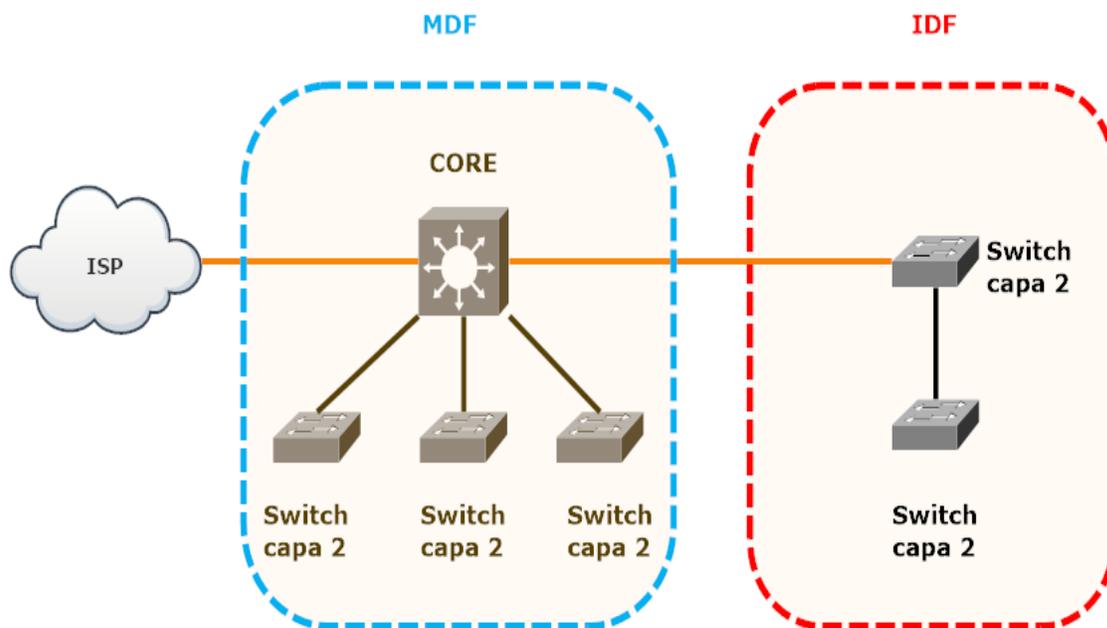


Figura 3. 12 Topología Final<sup>43</sup>

<sup>43</sup> Elaboración propia.



### 3.2.6 Adecuaciones del MDF e IDF

El esquema de un cuarto de telecomunicaciones (MDF y/o IDF) lo define la norma ANSI/TIA-569-B. El estándar indica lo siguiente:

- Contar con dos líneas de energía eléctrica para la redundancia, colocación de tomas eléctricas auxiliares.
- Condiciones ambientales: se necesita tener en cuenta los niveles de calor y de humedad para mantener los equipos a cierta temperatura, para ello se revisarán si la institución cuenta con el equipo y si este satisface con la norma, en caso contrario se propondrá el equipo de sistemas de aire acondicionado de precisión.
- El cuarto de equipos sólo albergará el equipo directamente asociado con los sistemas de telecomunicaciones y sus sistemas ambientales, contra incendios y seguridad.

### 3.2.7 Antenas Inalámbricas

En este punto se tratará sobre una propuesta de antenas inalámbricas que pueden brindar la seguridad y la capacidad requerida para cada área.

De las muchas marcas que existen hoy en día se eligió para esta propuesta la marca Meraki que pertenece a CISCO Systems. Las antenas Meraki (figura 3.13) dan pie a la implementación de conectividad inalámbrica para permitir movilidad y expansión, es decir, permiten que la red brinde servicios a dispositivos inalámbricos tales como laptops, tablet, celulares, etc.



Figura 3. 13 Logotipo Cisco Meraki

En la propuesta planteada las antenas inalámbricas se colocaran en las salas de junta y auditorios en donde se darán cursos y conferencias a un amplio número de personas.



Una de las ventajas que tiene las antenas Meraki es que su administración se lleva a partir de un navegador de internet en el cual se administran estas antenas sin la necesidad de un equipo físico en la red, sino más bien es por un medio remoto que provee CISCO con equipos que la empresa tiene, a esto se le llama la nube de CISCO, esto permite que se pueda contar con una mejor y más fácil administración de la red de manera remota.

Por las dimensiones de los muros del edificio que en promedio es de 70 centímetros se propone que se coloque de una a dos antenas por habitación, dependiendo de la capacidad en número de personas que presente.

Una de las opciones de seguridad fáciles de implementar para las antenas inalámbricas es el uso de un servidor RADIUS<sup>44</sup>, que es el que se encarga de autenticar solo a las personas que van a poder tener acceso a la red inalámbrica reduciendo así enormemente los riesgos por ataques externos a la red.

### 3.2.8 Beneficios

Tomando en cuenta el presupuesto con el que cuenta el cliente, en este caso el edificio de San Jacinto, y siendo uno de los puntos importantes a considerar en el proceso de Gestión Financiera de ITIL se tiene los siguientes beneficios con respecto a esta propuesta de implementación de red de telecomunicaciones:

Reducción en costos en equipos: al proponer una red basada en un modelo jerárquico de núcleo contraído se reduce el costo porque sólo es necesario comprar un equipo que haga la función de routing y switching, en vez de comprar equipos por separado.

Otro ahorro importante es en la conexión con el ISP mediante la conexión fibra óptica con La casa de los Mascarones que cuenta con un enlace con Red UNAM. De esta forma se evita tener que pagar por separado una renta de enlace dedicado a otro ISP.

---

<sup>44</sup> Es un servidor que implementa un protocolo de autenticación y autorización para aplicaciones de acceso a la red o movilidad IP.

En el caso de las antenas inalámbricas el ahorro se ve reflejado a la hora de evitar tener que colocar puntos de red por cada persona que requiera conectarse a la red, aunado a que las antenas Meraki no necesitan de un equipo dedicado para controlarlas; todo se hace desde la nube.

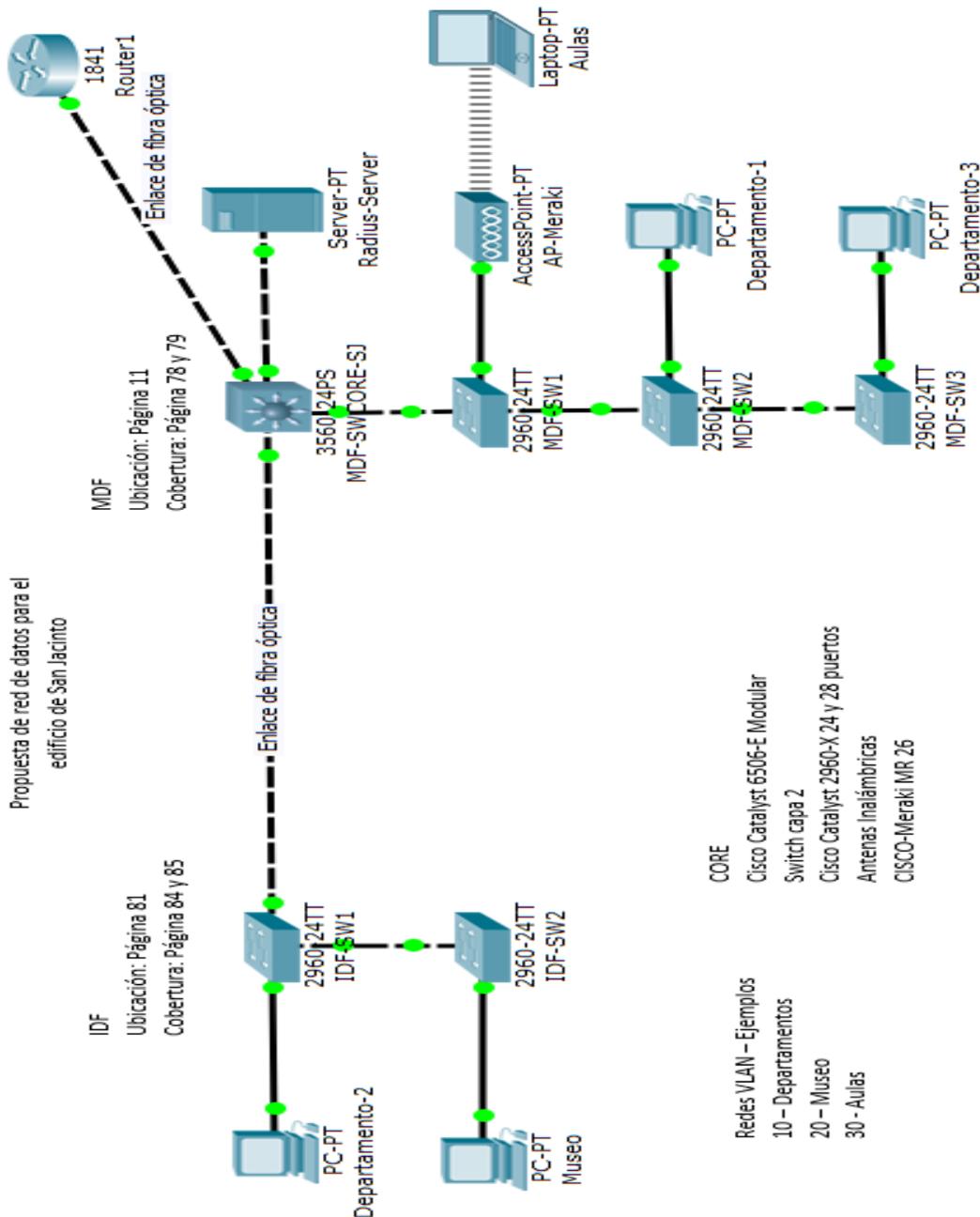


Figura 3. 14 Diagrama físico de la propuesta de red de datos para el edificio de San Jacinto



### 3.3 Diseño de capa de enlace de datos

#### 3.3.1 Introducción

El diseño de la capa de enlace de datos del modelo OSI es un diseño lógico que involucra tanto al switch multicapa (CORE) y a los switches de acceso (capa 2) ubicados en el MDF y el IDF. Se propone una segmentación en la red mediante VLANs para reducir la carga en procesamiento en los equipos de telecomunicaciones, mejorar la seguridad al poner a cada área del edificio (ejemplo oficinas, auditorios para cursos, museo) en VLANs distintas y reduciendo en gran medida la búsqueda de fallas en la red en el edificio. Todo esto se realizará mediante la implementación de Virtual Local Área Network (VLAN) que como se mencionó en el capítulo anterior se implementan para lograr escalabilidad, seguridad y facilidad de gestión de la red y pueden adaptarse rápidamente a los cambios en los requisitos de red y la reubicación de las estaciones de trabajo.

#### 3.3.2 Switches de capa 2

Como ya se mencionó con anterioridad los switches de capa de acceso, haciendo referencia al modelo jerárquico propuesto para esta red, son aquellos a los que los dispositivos finales irán conectados. Permitirán la conexión a los dispositivos finales a la red del edificio y a los servicios que se encuentran fuera del edificio.

Para poder permitir la comunicación entre los switches de capa dos y el switch core los enlaces que los conectarán será en un modo llamado TRUNK, el cual permite que el tráfico de cada VLAN que se encuentre en cada switch pueda ser enviado en un único enlace físico, permitiendo un ahorro de en el uso de puertos físicos en cada switch.

#### 3.3.3 Seguridad

Los switches de acceso permiten implementar seguridad lógica mediante la implementación de contraseñas a sus puertos de administración física (puerto consola) y a las conexiones remotas mediante los protocolos Secure Shell SSH (versión 1 y versión 2) y Telnet.

**Nota:** Se propone implementar SSH versión dos porque es un protocolo seguro que permite que la información viaje cifrada en el medio, evitando que cualquier posible atacante pueda ver la información sensible de los switches.

La seguridad física de los switches depende de la protección con la que cuente habitación en donde se encontrarán los equipos, pueden estar protegidas por dispositivos ópticos (Lectores de huellas) y dentro de esta el rack de telecomunicaciones (figura 3.14) debe contar con una cerradura.



**Figura 3. 15 Tipos de seguridad lógica y física para equipos de telecomunicaciones. Alimentación de corriente para antenas inalámbricas**

Los switches, como se mencionó en el capítulo dos, deberán contar con tecnología Power over Ethernet (PoE) (figura 3.15), para poder proveer de corriente eléctrica a través del cableado estructurado UTP a las antenas inalámbricas. Esto evitará una reducción de costos al no tener que comprar antenas que incluyan un adaptador de corriente y evitando tener que colocar cableado eléctrico extra en el edificio.



**Figura 3. 16 Ejemplo de un Switch Cisco Catalyst 2960X PoE.**



### 3.3.4 Implementación de VLANs por área

La implementación de VLAN que se propone para el edificio es la siguiente:

- ❖ VLAN por departamento o institución que incluye oficinas y salas de juntas en el edificio tomando en cuenta la red cableada y la red inalámbrica.
- ❖ VLAN para el museo de veterinaria.
- ❖ VLAN para aulas donde se impartirán cursos.

Esta propuesta de VLANs está pensada para dar una mejor seguridad a la red, permitiendo que las personas de cada departamento solo tengan acceso a equipos dentro del mismo y evitar que personas ajenas al edificio puedan tener acceso a la información de las otras áreas dentro del edificio.

Propuesta para la configuración:

- **Creación de VLAN**

```
MDF-SWCORE-SJ(config)#vlan 10
MDF-SWCORE-SJ(config-vlan)#name Departamento
MDF-SWCORE-SJ(config-vlan)#exit
MDF-SWCORE-SJ(config)#vlan 20
MDF-SWCORE-SJ(config-vlan)#name Museo
MDF-SWCORE-SJ(config-vlan)#exit
MDF-SWCORE-SJ(config)#vlan 30
MDF-SWCORE-SJ(config-vlan)#name Aulas
MDF-SWCORE-SJ(config-vlan)#exit
```

- **Asignación de Puertos a VLAN**

```
MDF-SW2(config)#interface fastEthernet 0/10
MDF-SW2(config-if)#switchport mode access
```



```
MDF-SW2(config-if)#switchport access vlan 10
```

```
MDF-SW2(config-if)#exit
```

- **Creación de Enlaces Trunk y asociación de VLAN.**

```
MDF-SWCORE-SJ(config)#interface fastEthernet 0/1
```

```
MDF-SWCORE-SJ(config-if)#switchport mode trunk
```

```
MDF-SWCORE-SJ(config-if)#switchport trunk allowed vlan 10
```

```
MDF-SWCORE-SJ(config-if)#switchport trunk allowed vlan add 20
```

```
MDF-SWCORE-SJ(config-if)#switchport trunk allowed vlan add 30
```

### 3.4 Diseño de capa de red

#### 3.4.1 Introducción

El diseño de capa 3 ó de red involucra la implementación de un direccionamiento lógico mediante direcciones IP, enrutamiento estático o dinámico, implementación de un servidor de DHCP (Protocolo dinámico de configuración de Host), utilización del servicio de NAT (traducción de direcciones de red), Ruteo InterVLAN y en la parte de seguridad se propone implementar Listas de control de acceso. Todos estos servicios al ser de capa 3 se implementarán en el switch multicapa (CORE) que cuenta con todas estas funciones.

#### 3.4.2 Direccionamiento y DHCP

El direccionamiento que se utilizará para cada área del edificio será privado, es decir son direcciones IP que no pueden ser usadas fuera de la red del edificio, y se debe de realizar dependiendo del número de dispositivos finales que van a estar dentro de una red evitando que exista un desperdicio de direcciones, para esto es necesario utilizar el método VLSM (máscara de subred de longitud variable), que permite el cálculo de direcciones IP evitando un desperdicio innecesario.



**Nota:** es necesario contemplar un posible crecimiento de las áreas en cuanto a dispositivos finales se refiere, por lo tanto de las direcciones IP requeridas se considera un número extra a la hora de realizar el direccionamiento.

Ahora, existen dos tipos de asignación de direcciones IP a los equipos finales, estático o por medio del protocolo DHCP.

El primer tipo de asignación de preferencia se usa en redes con pocos host a los que haya que darles servicio de red, porque se tiene que asignar a cada dispositivo de manera manual todo el direccionamiento, y no es recomendado realizarlo en redes que cuenten con una cantidad grande de dispositivos finales conectadas a ellas.

El segundo método de asignación de direccionamiento IP es mediante el protocolo DHCP el cual a partir de que reciba una petición de direccionamiento de un Host este se encarga de proporcionar, por esta razón es el método más usado en redes de gran tamaño y en este caso el más adecuado.

El switch Core propuesto para esta red cuenta con la función de servidor de DHCP y proporciona el direccionamiento por VLAN para cada área tanto cableada como inalámbrica.

Propuesta de configuración

- **Creación y asociación de pool de DHCP a una VLAN**

```
MDF-SWCORE-SJ(config)#ip dhcp excluded-address 192.168.10.254
```

```
MDF-SWCORE-SJ(config)#ip dhcp pool Departamento
```

```
MDF-SWCORE-SJ(dhcp-config)#network 192.168.10.0 255.255.255.0
```

```
MDF-SWCORE-SJ(dhcp-config)#default-router 192.168.10.254
```

```
MDF-SWCORE-SJ(dhcp-config)#dns-server 8.8.8.8
```

```
MDF-SWCORE-SJ(dhcp-config)#exit
```



### 3.4.3 Enrutamiento

El enrutamiento que se tiene que realizar en primera instancia es el que permita la comunicación entre vlans con el equipo switch core mediante la implementación de Router on a stick el cual permite que mediante una sola interfaz física pueda transportarse los datos de cada vlan en la red.

Nota: Implementar Router on a stick en un router es la forma en que es posible conectarse a una interfaz de un switch que está configurada como enlace trunk.

De esta forma tanto el router como el switch puedan transportar el tráfico de datos de todas las vlans implementadas en la red por un solo enlace físico.

Otro tipo de enrutamiento que se propone utilizar es el enrutamiento estático para poder dar salida a los datos fuera de la red a través del equipo central. Su ventaja es que no le da una carga extra en de procesamiento al switch CORE al no tener que hacer cálculos extra como sería en el caso de utilizar cualquiera de los protocolos de enrutamiento dinámico que existen.

Propuesta de enrutamiento Inter-VLAN

```
MDF-SWCORE-SJ(config)#interface vlan 10
```

```
MDF-SWCORE-SJ(config-if)#ip address 192.168.10.254 255.255.255.0
```

```
MDF-SWCORE-SJ(config-if)#no shutdown
```

```
MDF-SWCORE-SJ(config-if)#exit
```

Nota: Se requiere que en un switch multicapa se configure una IP en la interface vlan para que el equipo pueda realizar el enrutamiento entre diferentes VLAN.

### 3.4.4 Listas de Control de Acceso (ACL)

La forma en que se puede implementar seguridad de una manera básica a partir de un router en mediante la implementación de Listas de Control de Acceso que únicamente permiten o deniegan tráfico de datos entre ciertos puntos de la red.



En este caso de implementación de red el administrador tendrá que realizar políticas de seguridad para saber en que parte de la red poner las ACL, y de esta forma proteger la red de posibles ataques tanto dentro como fuera de ésta.

### Propuesta de configuración ACL

```
#access-list 50 permit 192.168.10.0 0.0.0.255
```

#### 3.4.5 Traducción de Direcciones de Red (NAT)

Como se mencionó antes el direccionamiento de la red del edificio se propuso como privado y por lo tanto los dispositivos finales no tendrán acceso a los recursos que se encuentren en redes externas y en internet.

Para resolver este problema se propone implementar la Traducción de Direcciones de Red (NAT) que permite que, como su nombre lo indica traducir direcciones IP privadas a direcciones IP públicas, con las cuales si se puede tener acceso a los recursos de redes remotas.

Existen tres tipos de NAT: NAT Estático, NAT Dinámico y Traducción de direcciones por puerto (PAT).

*NAT Estático:* Este método permite que una única dirección IP privada se traduce con una única IP pública. Esta opción es la más recomendada cuando existen servidores dentro de nuestra red y se requiere llegar a ellos desde redes remotas.

*NAT Dinámico:* En esta opción se cuenta con un conjunto de direcciones IP públicas para traducir a un conjunto de direcciones IP privadas en una relación de uno a uno. Solo se tiene que tener en cuenta que solo se podían traducir tantas direcciones IP privadas como direcciones IP públicas que se tengan.

*Traducción de direcciones por puerto (PAT):* Este es el método de traducciones que se implementó para prolongar el tiempo de uso de direcciones IPv4 porque permite usar una única dirección IP pública para traducir una gran cantidad de direcciones IP privadas. Esto lo realiza mediante la asignación de un puerto lógico por cada traducción que realice una dirección IP privada.



Para esta propuesta y por la cantidad de dispositivos finales que se van a requerir direcciones IP privadas, se opta por utilizar el método de traducción PAT para el ahorro de direcciones IP públicas.

### **Propuesta de configuración NAT**

Propuesta de configuración ACL

```
#ip nat pool PUBLICA 132.248.15.1 132.248.15.1 netmask 255.255.255.252
```

```
#ip nat inside source list 50 pool PUBLICA overload
```

Interface -> ISP

```
#ip nat outside
```

Interface -> switch capa 2

```
#ip nat inside
```

**Configuración completa favor de consultarla en el anexo A**



## Cotización

### Introducción

Para cotizar este proyecto se decidió dividirlo en dos partes para poderse implementar, porque es un proyecto muy grande, y también como ITIL lo plantea por medio del proceso de Gestión Financiera se busca que el presupuesto de la institución sea el óptimo para la propuesta.

Como primera etapa se propone implementar el cuarto de telecomunicaciones MDF con todas las oficinas, salas de juntas y auditorios que abarca como se mostró en el capítulo 3.

En segunda etapa y en un periodo posterior al de la implementación del MDF se propone la implementación del IDF y toda la zona a la que le brindará servicio de red como se especificó en el capítulo 3.

Cabe mencionar que entre más tiempo pase entre una etapa y otra, los precios de los equipos y otras piezas necesarias cambian. Una opción que se da a este punto es que la etapa dos se empiece a realizar en el momento en que alguna de las oficinas, sala de juntas u otra habitación empiecen a ser usadas para evitar que los precios varíen mucho.

### Etapa 1

La cobertura que comprende la etapa uno de este proyecto es el área norte, este y noroeste del edificio de San Jacinto en la planta baja (figura 3-6) y la planta alta (figura 3-7).

En la etapa uno se necesitarán los siguientes equipos, conectores, número de nodos, entre otras cosas:

- Armario de telecomunicaciones
- Switch multicapa
- Switch capa 2



- Cableado UTP
- Conectores Fibra óptica
- Antenas Inalámbricas
- Patch Panel
- Organizadores de UTP para Rack

Los precios para cada una de las partes descritas anteriormente son los siguientes:

<b>Tabla de Precios para la Implementación de la Primera Etapa</b>			
<b>Equipo/Conector</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio por c/u USD</b>	<b>Total</b>
Switch Catalyst 6506-E (WS-C6506-E)	1	2792	2762
Switch Catalyst 2960X (WS-C2960X-48TS-LL)	3	1247	3741
Modulo de Stack (Switch Catalyst 2960X) (C2960X-STACK)	3	478	1434
Conector Fibra Óptica (GLC-LH-SMD/1000BASE-LX/LH SFP)	1	258	258
Antena Meraki-CISCO MR26	11	744.5	8184
Rack para redes de 19 pulgadas 44 UR	1	1,004.00	1,004.00
Patch Panel 48 puertos	3	89.99	269.97
Patch Panel 24 puertos	1	59.99	59.99
Organizadores para cable UTP	4	8.99	35.96
Patch Panel de fibra óptica 1U beige de 12 SC duplex	1	170.82	170.82
Cableado de nodos	126	176.47	22235.29
		<b>Total USD</b>	40155.03
		<b>Total en MXN</b>	682635.51

**Tabla 10** Tabla de cotización de equipos de telecomunicaciones y aditamentos para el MDF y el área que abarca

Los precios de la tabla 10 se obtuvieron en el mes de septiembre del 2015 a través de consultas en distintas páginas de distribuidores de equipos de telecomunicaciones y proveedores de cableado estructurado.

### Tiempo de elaboración

El tiempo para realizar la elaboración de la primera etapa se cuenta a partir de que el edificio cuente con el cuarto de telecomunicaciones (MDF) para poder colocar el rack y todos los equipos



de telecomunicaciones para que estos cuenten con seguridad. Contando ya con el MDF se puede empezar a distribuir todo el cableado estructurado a las áreas correspondientes de cada piso.

El tiempo de elaboración total depende mucho del presupuesto con el que cuente el edificio, y el cableado estructurado se irá colocando en las habitaciones que se vayan restaurando y en aquellas que estén ocupadas. En un caso muy idealista y contando con el presupuesto para el proyecto se considera que la etapa q podría estar completa en un lapso de un año.

## Etapa 2

La implementación de la etapa dos del proyecto depende en gran medida de cómo se vaya restaurando y ocupando el área suroeste y sur del edificio en ambas plantas (figura 3-10 y figura 3-11). Como ya se comentó con anterioridad, el edificio se va restaurando en periodos de tiempo lento por el presupuesto que se tiene.

Cabe resaltar que entre más tiempo pase en empezarse la etapa dos, los precios que aquí se estiman variarán dependiendo del valor del dólar. Para evitar en la medida de lo posible el cambio de valor de los equipos de telecomunicaciones y antenas se recomienda comprar el rack y al menos el switch de 48 puertos que se propone para el IDF para empezar a cubrir con cableado estructurado las áreas de oficinas y sala de juntas que estén más próximas a ser utilizadas.

En la etapa dos se necesitarán los siguientes equipos, conectores, número de nodos, entre otras cosas:

- Armario de telecomunicaciones
- Switch capa 2
- Cableado UTP
- Conectores Fibra óptica
- Antenas Inalámbricas
- Patch Panel
- Organizadores de UTP para Rack



Tabla de Precios para la Implementación de la Segunda Etapa			
Equipo/Conector	Cantidad	Precio por c/u USD	Total
Switich Catalyst 2960X (WS-C2960X-48TS-LL)	2	1247	2494
Modulo de Stack (Switch Catalyst 2960X) (C2960X-STACK)	2	478	956
Conector Fibra Óptica (GLC-SX-MMD/1000BASE-SX SFP)	2	130	260
Antena Meraki-CISCO MR26	6	744.5	4467
Gabinete rack de pared 19" 12 UR	1	336.74	336.74
Patch Panel 48 puertos	1	89.99	89.99
Patch Panel 24 puertos	1	59.99	59.99
Organizadores para cable UTP	2	8.99	17.98
Patch Panel de fibra óptica 1U beige de 12 SC duplex	1	170.82	170.82
Cableado de nodos	53	176.47	9352.94
		<b>Total USD</b>	18205.46
		<b>Total en MXN</b>	309492.82

**Tabla 11** Tabla de cotización de equipos de telecomunicaciones y aditamentos para el IDF y el área que abarca

Los precios de la tabla 11 se obtuvieron en el mes de septiembre del 2015 a través de consultas en distintas páginas de distribuidores de equipos de telecomunicaciones y proveedores de cableado estructurado.

### Tiempo de elaboración

Para la implementación de la segunda etapa se requiere que esté establecido el IDF para colocar el Rack con todos los equipos y aditamentos en él y estén resguardados. Es posible que la segunda etapa del cableado estructurado se realice a la par de la primera etapa para reducir costos en equipos y poder finalizar el proyecto completo en un menor tiempo.

En un tiempo ideal y contado con el presupuesto, esta etapa se podría realizar en un año.



## Conclusiones

Con base en el objetivo propuesto al inicio de este trabajo puedo concluir que la red de datos que se propone cumple óptimamente con los requerimientos que el edificio necesita sin alterar de manera significativa la arquitectura del edificio; cabe resaltar que si se llega a implementar la red, estaría a la vanguardia en tecnología con la capacidad de soportar cualquier tipo de tecnología que se usa actualmente (datos, video y voz).

En esta propuesta a través de la investigación que se realizó sobre el edificio de San Jacinto (Antigua Escuela de Veterinaria) es posible implementar una red eficiente y capaz de soportar las últimas tecnologías que se emplean en la actualidad, todo esto haciendo uso de los procesos propuestos por ITIL en sus fases de estrategia y diseño. Al ser un edificio histórico registrado ante el INAH es necesario tener un cuidado muy estricto a la hora de implementar la red debido a que no es posible afectar la vista estética e histórica de éste.

Se procuró tomar en cuenta entre otras cosas los servicios que se van a brindar para saber qué se le va a ofrecer al cliente (*Gestión del Portafolio de Servicios*), el presupuesto con el que cuenta la institución encargada del edificio (*Gestión Financiera*) brindando opciones eficientes que cubran con las necesidades que se tiene para esta red (*Gestión de Relaciones de Negocios*).

En cuestión de seguridad se propusieron algunas medidas que se pueden poner en práctica mediante la *Gestión de Seguridad de la Información* que ITIL propone, para procurar cubrir las posibles vulnerabilidades físicas y lógicas que pueda presentar la red.

Cabe señalar que no es posible presentar un presupuesto concreto de la red porque el edificio está pasando en su mayoría por un proceso de restauración, y cada habitación, dependiendo de su fin definirá el costo de la red, como lo es el cableado estructurado, cantidad de cable UTP y/o fibra óptica entre otros aspectos y puede variar considerablemente.



Este trabajo puede ser llevado a la implementación pasando por una etapa de pruebas como por ejemplo pruebas de conexión de cableado estructurado, seguridad en la red y los equipos de telecomunicaciones, comunicación entre VLANs, etc., las cuales permitan su pleno funcionamiento con los equipos y cableado estructurado de vanguardia que aquí se propone, siempre teniendo en cuenta cubrir las necesidades del cliente y un cuidado de la estructura y estética del edificio.

Con esta tesis se pone de manifiesto la necesidad de incentivar una especialización en la implementación de redes dentro de un monumento histórico, para que sigamos conservando el patrimonio de México y al mismo tiempo estemos a la vanguardia en tecnología



## Bibliografía

- [1] D. Oficial, «Ley federal sobre monumentos y zona arqueologicos artisiticos e historicos,» *Diario Oficial*, mayo 1972.
- INAH, «Incorporan edificios históricos al registro público,» 2012. [En línea]. Available:
- [2] <http://www.inah.gob.mx/boletines/732-incorporan-edificios-historicos-al-registro-publico>. [Último acceso: Diciembre 2014].
- INAH, «Antesedentes historicos Castillo de Cahapultepec,» [En línea]. Available:
- [3] [http://www.mnh.inah.gob.mx/historia/hist\\_historicos.html](http://www.mnh.inah.gob.mx/historia/hist_historicos.html). [Último acceso: Enero 2015].
- P. Postal, «Palacio Postal,» 2007. [En línea]. Available:
- [4] <http://www.palaciopostal.gob.mx/main.html>. [Último acceso: Enero 2015].
- D. g. d. o. y. Conservación, «Obras UNAM,» 2009. [En línea]. Available:
- [5] [http://www.obras.unam.mx/normas/proy\\_ing/ing\\_elec/telecom/telecom.html](http://www.obras.unam.mx/normas/proy_ing/ing_elec/telecom/telecom.html). [Último acceso: Enero 2015].
- DGPU, «Página de Patronato Universitario,» 2015. [En línea]. Available:
- [6] <http://www.patronato.unam.mx/>. [Último acceso: Enero 2015].
- Normateca, «Políticas y disposiciones para la entrega de estrategias digital nacional,» mayo 2014. [En línea]. Available:
- [7] [http://www.normateca.gob.mx/NF\\_Secciones\\_Otras.php?Subtema=61](http://www.normateca.gob.mx/NF_Secciones_Otras.php?Subtema=61). [Último acceso: Febrero 2015].
- R. M. Barba, Interviewee, *Relato de la fundación y construcción de San Jacinto*. [Entrevista]. Marzo 2015.
- M. Waldrop, «DARPA and the internet revolution,» [En línea]. Available:
- [9] [http://www.darpa.mil/attachments/\(2015\)%20Global%20Nav%20-%20About%20Us%20-%20History%20-%20Resources%20-%2050th%20-%20Internet%20\(Approved\).pdf](http://www.darpa.mil/attachments/(2015)%20Global%20Nav%20-%20About%20Us%20-%20History%20-%20Resources%20-%2050th%20-%20Internet%20(Approved).pdf). [Último acceso: marzo 2015].
- EDURED, «Redes de datos,» [En línea]. Available:
- [10] [http://www.ecured.cu/index.php/Red\\_de\\_computadoras](http://www.ecured.cu/index.php/Red_de_computadoras). [Último acceso: Enero 2015].
- [11] T. Andres, *Redes de computadores*, 2012.
- [12] E. ALCALDE LANCHORRO, «Introducción a la teleinformática.,» Bolivia, 1993.
- Microsoft, «Definición de las siete capas del modelo OSI y explicación de las funciones,» 29 noviembre 2013. [En línea]. Available: <https://support.microsoft.com/es-es/kb/103884/es>. [Último acceso: Abril 2015].
- A. Ernesto, «Descripción de las siete capas del modelo OSI,» *Aprende redes.com*, 4 mayo 2006. [En línea]. Available: <http://aprenderedes.com/2006/05/descripcion-de-las-siete-capas/>. [Último acceso: marzo 2015].



[15] Blog, «Definición,» 2008. [En línea]. Available: <http://definicion.de/red-wan/>.  
[Último acceso: marzo 2015].

[16] Manual, Fundamentos ITIL en Español revisión 3, México: PIINK ELEPHANT, 2013.

## Libros

Manual, Fundamentos ITIL en Español revisión 3, México: PIINK ELEPHANT, 2013.

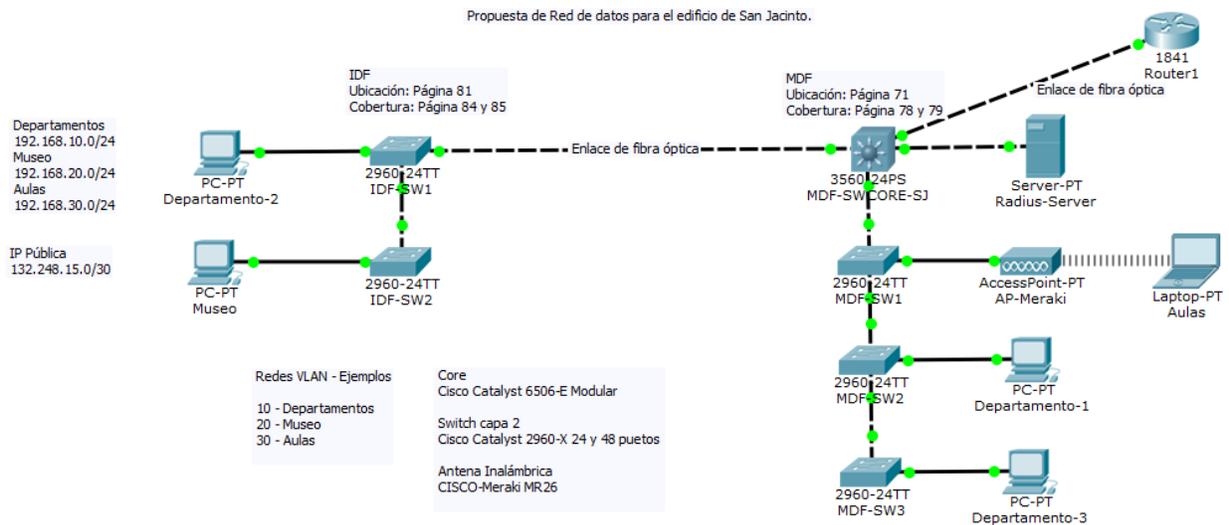
Tanenbam Andrew S., Redes de Computadoras, Cuarta Edición, Pearson Education, México 2003.

Marroquin Piloña Alberto José Fernando, Metodología para el diseño de redes de área local, Guatemala 2002.

Cisco CCNA R&S Versión 5, curricula, curso de certificación 2015.



## Anexo A



### Configuración del CORE

```
MDF-SWCORE-SJ#show running-config
```

```
Building configuration...
```

```
Current configuration : 1980 bytes
```

```
!
```

```
version 12.2
```

```
no service timestamps log datetime msec
```

```
no service timestamps debug datetime msec
```

```
no service password-encryption
```

```
!
```

```
hostname MDF-SWCORE-SJ
```

```
!
```

```
enable secret 5 $1$mERr$9cTjUIEqNGurQiFU.ZeCi1
```



```
ip dhcp excluded-address 192.168.10.254
!
ip dhcp pool Departamento
 network 192.168.10.0 255.255.255.0
 default-router 192.168.10.254
 dns-server 8.8.8.8
!
ip routing
!
username admin privilege 15 password 0 cisco
!
spanning-tree mode pvst
!
interface FastEthernet0/1
 switchport trunk allowed vlan 10,20,30
!
interface FastEthernet0/2
 switchport trunk allowed vlan 10,20,30
!
interface FastEthernet0/3
 shutdown
!
.
interface FastEthernet0/23
 shutdown
interface FastEthernet0/24
 shutdown

interface GigabitEthernet0/1
 no switchport
 ip address 132.248.15.1 255.255.255.252
```



```
ip nat outside
duplex auto
speed auto
!
interface GigabitEthernet0/2
!
interface Vlan1
no ip address
shutdown
!
interface Vlan10
ip address 192.168.10.254 255.255.255.0
!
interface Vlan30
ip address 192.168.30.254 255.255.255.0
!
ip nat pool PUBLICA 132.248.15.1 132.248.15.1 netmask 255.255.255.252
ip nat inside source list 50 pool PUBLICA overload
ip classless
!
ip flow-export version 9
!
access-list 50 permit 192.168.10.0 0.0.0.255
!
line con 0
password cisco
login local
!
line aux 0
password cisco
login local
```



```
line vty 0 4
password cisco
login local
line vty 5 15
password cisco
login local
!
end
```

## Configuración de un SW

Building configuration...

Current configuration : 1290 bytes

```
!
version 12.2
no service timestamps log datetime msec
no service timestamps debug datetime msec
no service password-encryption
hostname MDF-SW1
!
username admin privilege 15 password 0 cisco
!
spanning-tree mode pvst
interface FastEthernet0/1
interface FastEthernet0/2
switchport trunk allowed vlan 10,20,30
switchport mode trunk

!
```



```
interface FastEthernet0/3
switchport trunk allowed vlan 10,20,30
switchport mode trunk
!
interface FastEthernet0/4
!
interface FastEthernet0/24
!
interface GigabitEthernet0/1
!
interface GigabitEthernet0/2
!
interface Vlan1
no ip address
shutdown
!
line con 0
password cisco
login local
!
line vty 0 4
password cisco
login local
line vty 5 15
password cisco
login local
end
```