



UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO

CARRERA DE INGENIERÍA EN TELECOMUNICACIONES

TEMA:

**ESTUDIO PARA LA PROPUESTA DE DIMENSIONAMIENTO Y  
ORGANIZACIÓN DE LA RED LAN DE LA FACULTAD DE EDUCACIÓN  
TECNICA PARA EL DESARROLLO.**

Previa la obtención del Título

**INGENIERO EN TELECOMUNICACIONES**

ELABORADO POR:

HÉCTOR OSWALDO GARCÍA TAPIA  
VICENTE JAVIER COELLO VÁSQUEZ

Guayaquil, 26 Enero del 2013



UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

## CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue realizado en su totalidad por los Sres. **Héctor Oswaldo García Tapia** y **Vicente Javier Coello Vásquez** como requerimiento parcial para la obtención del título de INGENIERO EN TELECOMUNICACIONES.

Guayaquil, 26 Enero del 2013

DIRECTOR

---

MsC. Bayardo Bohórquez Escobar.

REVISADO POR

---

MsC. Orlando Philco Asqhi  
Revisor Metodológico

---

MsC. Carlos Zambrano Montes.  
Revisor de Contenido



UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

INGENIERÍA EN TELECOMUNICACIONES

**DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD**

HÉCTOR OSWALDO GARCÍA TAPIA  
VICENTE JAVIER COELLO VÁSQUEZ

DECLARAMOS QUE:

El proyecto de tesis denominado “**ESTUDIO PARA LA PROPUESTA DE DIMENSIONAMIENTO Y ORGANIZACIÓN DE LA RED LAN DE LA FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO**”, ha sido desarrollado con base a una investigación exhaustiva, respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan al pie de las páginas correspondientes, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía.

Consecuentemente este trabajo es de nuestra autoría.

En virtud de esta declaración, nos responsabilizamos del contenido, veracidad y alcance científico del proyecto de grado en mención.

Guayaquil, 26 Enero del 2013

LOS AUTORES

HÉCTOR OSWALDO GARCÍA TAPIA  
VICENTE JAVIER COELLO VÁSQUEZ



UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

## INGENIERÍA EN TELECOMUNICACIONES

### AUTORIZACIÓN

Nosotros, HÉCTOR OSWALDO GARCÍA TAPIA  
VICENTE JAVIER COELLO VÁSQUEZ

Autorizamos a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, la publicación, en la biblioteca de la institución del proyecto titulado: **ESTUDIO PARA LA PROPUESTA DE DIMENSIONAMIENTO Y ORGANIZACIÓN DE LA RED LAN DE LA FACULTAD DE EDUCACIÓN TECNICA PARA EL DESARROLLO**, cuyo contenido, ideas y criterios son de nuestra exclusiva responsabilidad y autoría.

Guayaquil, 26 Enero del 2013

### LOS AUTORES

HÉCTOR OSWALDO GARCÍA TAPIA  
VICENTE JAVIER COELLO VÁSQUEZ

## DEDICATORIA

Esta tesis se la dedico a mi Dios quién supo guiarme por el buen camino, darme fuerzas para seguir adelante y no desmayar en los problemas que se presentaban, enseñándome a encarar las adversidades sin perder nunca la dignidad ni desfallecer en el intento.

A mi familia quienes por ellos soy lo que soy.

Para mis padres por su apoyo, consejos, comprensión, amor, ayuda en los momentos difíciles, y por ayudarme con los recursos necesarios para estudiar. Me han dado todo lo que soy como persona, mis valores, mis principios, mi carácter, mi empeño, mi perseverancia, mi coraje para conseguir mis objetivos.

“La dicha de la vida consiste en tener siempre algo que hacer, alguien a quien amar y alguna cosa que esperar”.

## LOS AUTORES

HÉCTOR OSWALDO GARCÍA TAPIA  
VICENTE JAVIER COELLO VÁSQUEZ

## **AGRADECIMIENTO**

El presente trabajo de tesis es en agradecimiento a DIOS, ya que gracias a sus bendiciones nos han permitido hacer realidad este sueño anhelado de ser Ingenieros en Telecomunicaciones.

A la FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO por darnos la oportunidad de estudiar y formarnos como profesionales con formación ética.

A nuestro Tutor de Tesis, MsC. Bayardo Bohórquez Escobar que gracias a sus conocimientos, esfuerzo, experiencia, paciencia, tiempo y dedicación, nos motivó a culminar con el presente trabajo con éxito.

A los docentes de la Carrera de Ingeniería en Telecomunicaciones, quienes aportaron con todos sus conocimientos a nuestra formación, y en especial a mis profesores MsC. Manuel Romero Paz y MsC. Fernando Palacios Meléndez por sus consejos, su enseñanza y más que todo por su amistad.

Son muchas las personas que han formado parte de mi vida profesional a las que nos encantaría agradecerles su amistad, consejos, apoyo, ánimo y compañía en los momentos más difíciles de mi vida. Algunas están aquí conmigo y otras en mis recuerdos y en mi corazón, sin importar en donde estén quiero darles las gracias por formar parte de mí, por todo lo que me han brindado y por todas sus bendiciones.

Para ellos: Muchas gracias y que Dios los bendiga.

## **LOS AUTORES**

**HÉCTOR OSWALDO GARCÍA TAPIA**  
**VICENTE JAVIER COELLO VÁSQUEZ**

## RESUMEN

En el presente trabajo de grado se realizó el levantamiento de los equipos existentes en el cuarto de rack o de comunicaciones de la Facultad de Educación Técnica (FET) para el Desarrollo, lo que nos permitió conocer en detalle todos los equipos disponibles en dicho rack, su estado técnico, disponibilidad y su conectividad actual, lo que permitirá a futuro la ampliación de la red de comunicaciones de la FET. Todo esto se debe a que cada semestre se incrementa los usuarios de la red, es decir, estudiantes, docentes, autoridades y personal administrativo de la FET, siendo necesario disponer de la futura ampliación de la red, previendo una implementación posterior.

El presente trabajo consta de tres capítulos: El Capítulo 1, corresponde a la fundamentación teórica o estado del arte de las redes de comunicaciones y de computadoras. Además se establecen los tipos de redes, que, por sus características y ventajas, han resultado ser muy populares en la actualidad. El Capítulo 2, se caracteriza la red existente actualmente en la FET, describiendo las tecnologías convergentes de la red actual, así como de su topología lógica y física del levantamiento de los equipos existentes en el cuarto de rack de cada piso de la FET. El Capítulo 3, presentamos la posible ampliación de la red y de propuesta que dará solución al problema de saturación de la red, que resulte óptima y resuelva sin mayores complicaciones, el problema planteado.

Finalmente se describen las conclusiones y recomendaciones, así como las referencias bibliográficas, los anexos y estimación económica de la ampliación de la red en la FET.

## Índice General

Introducción.....	1
Definición del Problema .....	2
Objetivo General .....	2
Objetivos Específicos .....	2
Hipótesis.....	3
Metodología de Investigación.....	3
Capítulo 1: Estado del Arte de las Comunicaciones de Datos .....	4
1.1 Historia de Comunicaciones de Redes de Datos. ....	4
1.2 Importancia de los Sistemas de Transmisión de Datos.....	7
1.3 Clasificación de las redes.....	7
1.4 Tipos de redes.....	9
1.4.1. Redes de Área Local (LAN).....	9
1.4.2. Redes de Área Metropolitana (MAN).....	10
1.4.3. Redes de Área Amplia (WAN).....	11
1.5 Redes Inalámbricas Wi-Fi. ....	12
1.5.1. Redes inalámbricas de área personal (WPAN) .....	14
1.5.2. Redes inalámbricas de área local (WLAN):.....	15
1.5.3. Redes inalámbricas de área metropolitana (WMAN) .....	16
1.5.4. Redes inalámbricas de área mundial (WWAN) .....	16
1.6 Topología de redes de datos.....	17
1.6.1 Redes de Topología Lineal o Bus. ....	18
1.6.2 Redes con Topología Anillo.....	18
1.6.3 Redes con Topología Estrella .....	19
1.7 El Modelo OSI y los Protocolos de Red.....	20
1.7.1 Las capas de OSI.....	21
1.7.2 Modelo TCP/IP .....	23
1.7.3 Comparación entre los modelos OSI y TCP/IP .....	24
1.8 Medios de transmisión.....	26
1.8. Cable coaxial.....	26

1.8.2. Par trenzado .....	27
1.8.3 Fibra óptica.....	28
1.8.4 Ondas de radiofrecuencia .....	30
1.8.5 Microondas terrestre .....	30
1.8.6 Microondas por satélite .....	30
1.8.7 Infrarrojos .....	31
1.9 Dispositivos .....	31
Capítulo 2: Identificación de la red y levantamiento de equipos del cuarto de rack de la FET. ....	33
2.1. Características generales.....	33
2.2. Descripción de la VLAN.....	43
2.3. Direccionamiento Actual de la Red VLAN en la FETD .....	44
2.4 Levantamiento de equipos existentes en el cuarto de rack.....	44
2.3.1 Bloque principal del bastidor .....	47
2.3.2 Segundo bloque del bastidor.....	48
2.3.3 Tercer bloque del bastidor.....	51
2.3.4 Cuarto bloque del bastidor .....	53
2.3.5 Quinto bloque del bastidor.....	53
Capítulo 3: Presentación de la propuesta .....	57
3.1 Consideraciones en la solución propuesta del proyecto .....	57
3.1.1 Personalización de la Red actual .....	57
3.1.2 Necesidades para la Ampliación de la Red.....	58
3.2 Sistema proyectado.....	60
3.2.1 Justificación de la propuesta .....	60
3.2.2 Dimensionamiento del Ancho de Banda para la FETD .....	61
3.2.3 Modelo de puntos de acceso propuesto.....	64
3.2.4 Esquema de direcciones TCP/IP.....	68
3.2.5Tráfico de red entre las VLAN .....	69
3.2.6 Requisitos de tráfico de Internet.....	69
Conclusiones.....	71
Recomendaciones.....	72

Bibliografía .....	73
Anexo 1. Distribución y disponibilidad de los puertos del switch en el Rack Principal de la FET. ....	74
Anexo 2. Distribución y disponibilidad de los puertos del switch y el patch panel en el subnodo del laboratorio de control y movimiento.....	77
Anexo 3. Distribución y disponibilidad de los puertos del switch y el patch panel en la Asociación de Estudiantes y Laboratorio de Veterinario.....	79
Anexo 4. Distribución y disponibilidad de los puertos del switch en el Laboratorio de Electrónica.....	80
Anexo 5. Distribución y disponibilidad de los puertos del switch 1 y el patch panel en el subnodo del Aula Virtual. ....	81
Anexo 6. Distribución y disponibilidad de los puertos del switch 2 y el patch panel en el subnodo del Aula Virtual.....	83
Anexo 7. Distribución y disponibilidad de los puertos del switch y el patch panel en el subnodo del Laboratorio de Telecomunicaciones. ....	85
Anexo 8. Cisco 4402 Wireless Lan Controller 25AP .....	87
Anexo 9. Valoración Económica.....	93

## Índice de Figuras

### Capítulo 1:

Figura 1. 1: Centralita telefónica o PBX .....	5
Figura 1. 2: Red básica de ordenadores. (Íñigo G. & Barceló O., 2009) .....	5
Figura 1. 3: Red de ordenadores con dispositivos pasivos. ....	6
Figura 1. 4: Elementos de una red de ordenadores. (Gerlinde & Antoon , 2008)....	7
Figura 1. 5: Elementos básicos en redes de ordenadores. ....	8
Figura 1. 6: Red de conmutación de paquetes.....	8
Figura 1. 7: Red de Área Local, LAN.....	10
Figura 1. 8: Red de Área Metropolitana, MAN.....	11
Figura 1. 9: Red de Área Extensa, WAN.....	12
Figura 1. 10: Red inalámbrica de área personal, WPAN.....	15
Figura 1. 11: Red inalámbrica de área personal, WLAN. ....	15

Figura 1. 12: Red inalámbrica de área metropolitana, WMAN. ....	16
Figura 1. 13: Red inalámbrica de área metropolitana, WMAN. ....	17
Figura 1. 14: Redes de Topología Bus. ....	18
Figura 1. 15: Redes con Topología Anillo. ....	19
Figura 1. 16: Redes con Topología Estrella. ....	20
Figura 1. 17: Modelo referencial OSI. (Íñigo G. & Barceló O., 2009).....	21
Figura 1. 18: Conexiones entres dos dispositivos de redes mediante las capas del modelo OSI. (Íñigo G. & Barceló O., 2009) .....	23
Figura 1. 19: Capas del protocolo TCP/IP. ....	24
Figura 1. 20: Comparativa del modelo OSI y TCP/IP. ....	25
Figura 1. 21: Cable Coaxial .....	26
Figura 1.22: Par trenzado.....	27
Figura 1.23: Fibra Óptica.....	28
Figura 1.24: Estructura de la Fibra Óptica.....	29
Figura 1.25: Fibra Óptica Multimodo y Monomodo.....	29
Figura 1.26: Repetidor.....	31
Figura 1.27: Concentrador: .....	32
Figura 1.28: Switch.....	32
Figura 1.29: Router .....	32

## Capítulo 2:

Figura 2. 1: Topología lógica de los bloques de comunicaciones de datos de la FETD.....	34
Figura 2. 2: Diagrama unifilar de cableado estructurado al bloque 1. ....	35
Figura 2. 3: Diagrama unifilar de cableado estructurado sala de lectura.....	36
Figura 2. 4: Diagrama unifilar de cableado estructurado del laboratorio de electrónica.....	37
Figura 2. 5: Diagrama unifilar de cableado estructurado del laboratorio de telecomunicaciones.....	38
Figura 2. 6: Diagrama unifilar de cableado estructurado del laboratorio de Control y Movimiento.....	39

Figura 2. 7: Diagrama unifilar de cableado estructurado del Aula Virtual.....	40
Figura 2. 8: Diagrama unifilar de cableado estructurado de las Oficinas Administrativas.....	41
Figura 2. 9: Diagrama unifilar de cableado estructurado del Asociación de Estudiantes.....	42
Figura 2. 10: Topología lógica de la red de la FETD.....	43
Figura 2. 11: Diagrama lógico de una VLAN.....	43
Figura 2. 12: Direccionamiento general de la VLAN.....	44
Figura 2. 13: Switch principal del rack de la FETD.....	47
Figura 2. 14: Conexionado mediante cable en el switch principal (1).....	47
Figura 2. 15: Conexionado mediante cable en el switch principal (2).....	48
Figura 2. 16: Conexionado mediante cable en el switch principal (3).....	48
Figura 2. 17: Equipos del segundo piso del rack.....	49
Figura 2. 18: Equipo switch 3COM A. ....	49
Figura 2. 19: Equipo switch 3COM B. ....	49
Figura 2. 20: Switches y patch Panels para conexicionados. ....	50
Figura 2. 21: Switches y patch Panels para conexicionados. ....	50
Figura 2. 22: Conexionado de cables al patch panel B. ....	51
Figura 2. 23: Patch panel C y UPC's. ....	51
Figura 2. 24: Conexionado de cables al patch panel C (1).....	52
Figura 2. 25: Conexionado de cables a puertos en patch panel C (2).....	52
Figura 2. 26: Conmutador de telefonía y VPN para las cámaras de video.....	53
Figura 2. 27: Central telefónica y conexiones a tierra. ....	54
Figura 2. 28: Fin de instalación en el rack de la FETD.....	54
Figura 2. 29: Presentación final en el rack de la FETD (1).....	55
Figura 2. 30: Fin de instalación en el rack de la FETD (2) .....	55
Figura 2. 31: Trabajo final en el rack de la FETD (3).....	56

### Capítulo 3:

Figura 3. 1: Porcentaje de Alumnos que disponen dispositivos de comunicaciones de datos .....	59
Figura 3. 2: Esquema de canalización para la banda de 2.4 GHz en la WLAN	60
Figura 3. 3: Configuración de tres canales .....	61
Figura 3. 4: Cisco Aironet 1250 Series Access Point .....	64
Figura 3. 5: Configuración básica de Cisco Aironet 1250 Series.....	65
Figura 3. 6: Controlador wireless modelo WLC 4402-50-K9. ....	65
Figura 3. 7: Área de cobertura de la FETD.....	66
Figura 3. 8: Distribución de AP´s en cada bloque o piso.....	67

### Índice de Tablas

Tabla 1.1: Tecnología Inalámbrica .....	14
Tabla 3.1: Clasificación de Tráfico de la Red en la FETD (upload speed) .....	58
Tabla 3.2: Disponibilidad de los Dispositivos de Comunicaciones de Datos.....	59
Tabla 3.3: Disponibilidad del Ancho de Banda por usuario fijo.....	62
Tabla 3.4: Tiempo de Descarga por Usuario Fijo.....	62

## **Introducción**

A mediados del siglo XX, las tecnologías de la información están predominando las comunicaciones de datos, es decir, todos los aspectos relacionados con la recolección, procesamiento y distribución de la información. En el presente siglo, hemos visto el crecimiento acelerado de la radio y televisión, la expansión de las redes telefónicas a nivel mundial, la expansión de las redes de ordenadores, así como las comunicaciones por satélites.

En la última década, los mencionados avances han permitido la convergencia para capturar, transportar, almacenar y procesar la información, siendo exponencial el crecimiento de la demanda para acceder a servicios de comunicaciones de datos, cuyas exigencias de procesamiento crecen con mayor rapidez. Así mismo, han disminuido drásticamente los costes de equipos informáticos, de comunicaciones, así como han mejorado las técnicas substanciales para transmitir y recibir información.

Actualmente las telecomunicaciones y, en particular, el campo de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) constituyen uno de los sectores más atractivos tanto para las actividades económicas-empresariales como sociales. La capacidad de almacenamiento, gestión y difusión de la información que conocemos hoy gracias a Internet se debe a la evolución conjunta de la informática y las telecomunicaciones. La técnica que conjuga ambas áreas recibe el nombre de Telemática y se ocupa, principalmente, del tratamiento y transmisión de información a través de redes de ordenadores. (Zorrilla Pantaleón, 2012)

Esta poderosa capacidad se ve fortalecida por el uso de sistemas de comunicaciones de datos. Estos sistemas se encargan del transporte de datos e información entre los ordenadores. Las comunicaciones de datos proporcionan las conexiones entre ordenadores de un país y del mundo situados a grandes distancias. Los recursos informáticos están unidos mediante sistemas de comunicación de datos, formando una red

de recursos automatizados que soportan las múltiples funciones de una empresa u organización. (Uyless D. , 2006)

En la Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo, actualmente dispone de una red, que brinda servicios y conexiones con calidad aceptables. El crecimiento de usuarios, especialmente de los estudiantes de las carreras que ofrece la FET, que si no se maneja de forma adecuada, provocaría la inoperatividad del sistema de comunicaciones de datos, debido al congestionamiento y de la saturación de la red, para lo cual es necesario a futuro ampliar la red ya existente.

### **Definición del Problema**

Debido al crecimiento de usuarios en la red de comunicaciones de datos en la FET, surge la necesidad del levantamiento de información tecnológica de los equipos, lo que permitirá futuras ampliaciones del rack de comunicaciones de la FET.

### **Objetivo General**

Realizar el levantamiento de equipos existentes en el sistema de comunicaciones de datos en el cuarto de rack de la FET y de la propuesta de la ampliación de la red de datos.

### **Objetivos Específicos**

1. Establecer la fundamentación teórica o estado del arte de comunicaciones de datos relacionadas con las redes de computadoras.
2. Realizar la caracterización de la red existente en la FET para el desarrollo de la comunicación.
3. Diseñar la futura ampliación de la red de datos para mejorar las comunicaciones de datos en la FET.

## **Hipótesis**

La presente propuesta de dimensionamiento y organización de la red LAN en la FETD permitirá mejorar la capacidad del sistema de comunicación de datos, obteniendo un desempeño óptimo y eficiente de la red.

## **ESTUDIO PARA LA PROPUESTA DE DIMENSIONAMIENTO Y ORGANIZACIÓN DE LA RED LAN DE LA FACULTAD DE EDUCACIÓN TECNICA PARA EL DESARROLLO.**

### **Metodología de Investigación.**

A continuación se exponen los métodos empleados para el presente trabajo de investigación:

- Exploratorio: se basa en la observación documental y científica, empleada para obtener información, que permita definir el estado del arte de comunicaciones de datos, y del informe de resultados.
- Analítico: utilizado para analizar los elementos de forma separada para ver las relaciones entre ellos.
- Cuasi-experimental: permite determinar características propias de los elementos utilizados y dar solución al problema planteado.

## Capítulo 1: Estado del Arte de las Comunicaciones de Datos

### 1.1 Historia de Comunicaciones de Redes de Datos.

Desde finales del siglo XIX, Thomas Alva Edison, quién llegó a patentar más de 1.300 inventos, el mismo que pronunció el famoso, y poco afortunado, comentario sobre el estado del desarrollo tecnológico, *“no hay nada más por inventar”*, hemos tenido ocasión de comprobar no sólo que no ha sido así, sino que, por el contrario, el número y variedad de inventos se han sucedido en una carrera vertiginosa hasta nuestros días, llegando en los albores del siglo XXI a poseer un estado tecnológico inimaginable, si nos referimos a la informática y las telecomunicaciones, tan siquiera hace 20 años. (Huidobro M., 2005)

La sociedad se ha estado beneficiando de los adelantos producidos en todos los campos de la ciencia, específicamente gracias al área de la electrónica que, de alguna manera, afectan a todos los demás, potenciándolos de mecanismos y sistemas que les permiten establecer esta comunicación a distancias superiores de las alcanzadas por sus propios medios.

La evolución histórica de las telecomunicaciones, va íntimamente a la historia de la informática, el mismo que describiremos a continuación:

#### a) **El teléfono.**

Alexander G. Bell en 1878 inventó la máquina eléctrica parlante, el mismo que permitía mantener una comunicación telefónica a distancia entre dos de estos aparatos unidos por un hilo eléctrico. Aunque el teléfono no fue el primer sistema de telecomunicación, ya se había experimentado los sistemas ópticos que, con la luz del sol y juegos de espejos, permitían comunicarse a distancias considerables. Con posterioridad, a mediados del siglo XIX, se inventó el telégrafo, cuyo concepto es similar, pero con un circuito eléctrico, un pulsador y un timbre.

Al principio había muy pocos teléfonos y, para utilizarlos la gente, por cuenta propia, cableaba un aparato con otro, es decir, que los dos aparatos se conectaban directamente. A medida que el número de teléfonos instalados crecía, el interés por mantener múltiples comunicaciones, nació la idea de red de comunicaciones, en la figura 1.1 se muestra una centralita de comunicaciones telefónicas.



Figura 1. 1: Centralita telefónica o PBX

Fuente: <http://www.aiptweb.com/home/images/centralita.jpg>

#### b) **Los primeros ordenadores.**

La década de los sesenta vio la aparición de los primeros ordenadores comerciales. Eran grandes, caros y poco potentes. Sólo organismos oficiales, grandes empresas o universidades podían comprarlo, y lo que es más normal es que sólo compraran uno (o algunos, pero no uno para cada usuario, como hoy día estamos acostumbrados a ver). (Íñigo G. & Barceló O., 2009)

En la figura 1.2 se muestra el principio de funcionamiento de una red de ordenadores.

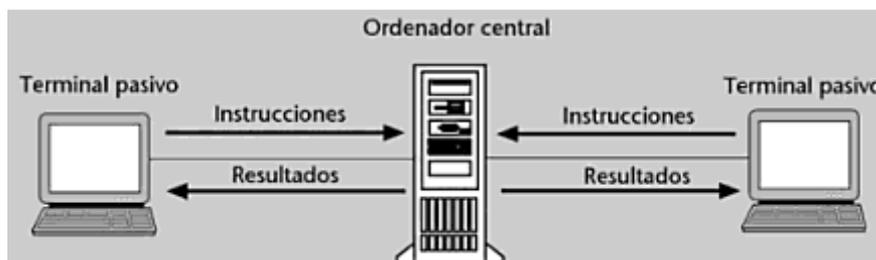


Figura 1. 2: Red básica de ordenadores. (Íñigo G. & Barceló O., 2009)

Por ello, los ordenadores contaban con sistemas operativos multitarea y multiusuario, para que los usuarios, realicen distintos trabajos, pudieran utilizarlos simultáneamente. El acceso a dichos ordenadores se llevaba a cabo por medio de terminales sin ninguna capacidad de proceso, pasivos: módems, redes de datos, redes de área local, tal como se muestra en la figura 1.3.

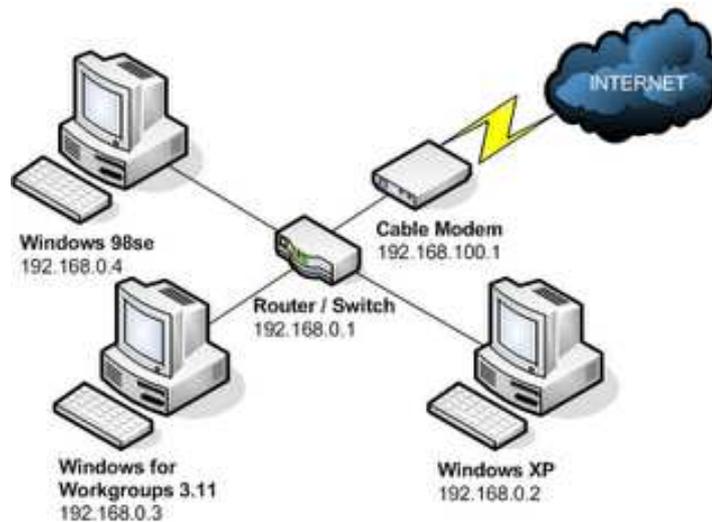


Figura 1. 3: Red de ordenadores con dispositivos pasivos.

Fuente: <http://administraciondered-oscar.blogspot.com/2010/03/concentradores-y-ruteadores-modem.html>

Lo más importante ahora es el acceso a Internet, algunos de los usos más comunes de Internet por parte de usuarios domésticos son los siguientes:

- ✓ Acceso a información remota.
- ✓ Comunicación persona a persona.
- ✓ Entretenimiento interactivo.
- ✓ Comercio electrónico.

Las redes de comunicaciones de datos varían en tamaño y capacidad, las cuales tienen cuatro elementos básicos (ver figura 1.4) en común, que se detallan a continuación:

- ✓ Normas o acuerdos que rigen la forma en que se envían, dirigen, reciben e interpretan los mensajes.
- ✓ Los mensajes o unidades de información que viajan de un dispositivo a otro.

- ✓ Un medio para interconectar estos dispositivos.
- ✓ Dispositivos en la red que intercambian mensajes unos con otros.

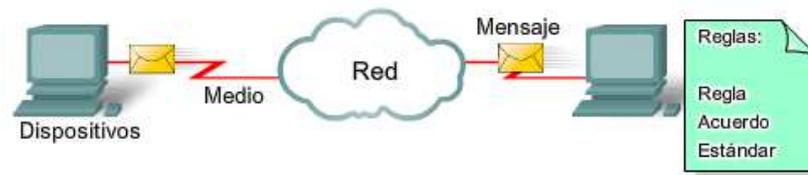


Figura 1. 4: Elementos de una red de ordenadores. (Gerlinde & Antoon , 2008)

La estandarización de varios elementos de la red permite que trabajen juntos el equipo y los dispositivos creados por diferentes compañías. Los especialistas en diversas tecnologías pueden contribuir con las mejores ideas para desarrollar una red eficiente, sin tener en cuenta el fabricante de equipamiento a utilizar. (Gerlinde & Antoon , 2008)

## 1.2 Importancia de los Sistemas de Transmisión de Datos.

Los sistemas de transmisión de datos constituyen el apoyo de los sistemas de cómputo para el transporte de la información que manejan. Sin estos sistemas no hubiera sido posible la creación de las redes avanzadas de cómputo de procesamiento distribuido, en las que compartir información y transferir datos entre computadoras con gran difusión geográfica, sumamente rápido y en grandes volúmenes, es vital para el funcionamiento eficiente de todo el engranaje económico, político y social. (Herrera P., 2003)

## 1.3 Clasificación de las redes

Según el tipo de comunicación las redes pueden clasificarse en dos tipos básicos:

### a) Conmutación de circuitos

Es una red diseñada en torno a un único nodo de conmutación, consta de un conjunto de estaciones conectadas a la unidad central de conmutación, la misma, establecerá un camino dedicado entre cualesquier dispositivo que deban comunicarse. En la actualidad los sistemas modernos cuentan con conmutadores digitales, que

proporcionan un camino para la señal de una forma transparente entre cualesquiera dos dispositivos conectados, permitiendo una conexión directa entre ellos permitiendo la transmisión full duplex, como se ilustra en la figura 1.5.

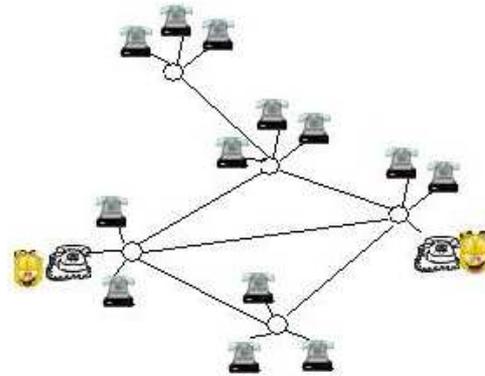


Figura 1. 5: Elementos básicos en redes de ordenadores.

Fuente: <http://datagramas.wikispaces.com/Visi%C3%B3n+general>

### b) Conmutación de paquetes

Para la emisión de mensajes se dividen para ser enviados a un número aleatorio de paquetes siempre del mismo tamaño, adjuntando la cabecera, dirección origen y destino, así como también los datos de control, siendo transmitidos por diferentes medios de conexión entre nodos temporales hasta llegar a su destino. La conmutación de paquetes es el método que más se utiliza en redes de comunicaciones de datos actuales, optimizando la transmisión a través de las líneas existentes.

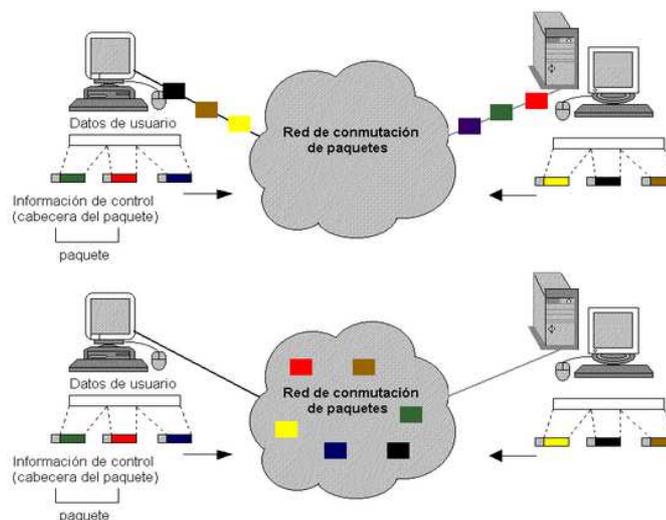


Figura 1. 6: Red de conmutación de paquetes.

Fuente: Coello, J. y García, H. FTD

Una limitante muy importante de la conmutación de paquetes, cuando se emplean para datos es su incapacidad para proporcionar conexiones con ancho de banda variable. Esto provoca el uso ineficiente de recursos cuando se requiere sólo un ancho de banda estrecho (baja velocidad de bits) o la aparición de retardos en la transmisión de datos cuando se necesitan ráfagas cortas de ancho de banda grande. (Herrera P., 2003)

#### **1.4 Tipos de redes**

Los tipos de redes pueden clasificarse en tres tipos básicos, según la cobertura, las redes de área local (LAN), de área metropolitana (MAN) y de área amplia (WAN). (Herrera P., 2003)

##### **1.4.1. Redes de Área Local (LAN)**

Este tipo de red es utilizado para interconexión de ordenadores o computadoras que se localizan en un edificio o campus universitario, es decir, que el área de cobertura es hasta tres o cuatro kilómetros albergando varios edificios o facultades, cuya operatividad es en la modalidad de cliente-servidor (Herrera P., 2003) , como se muestra en la figura 1.7.

Las LAN se describen como varias redes conectadas entre si, siempre y cuando se encuentren ubicadas dentro del mismo edificio o campus universitario. Las LAN emplean el procesamiento distribuido, es decir, los sistemas de computo son microcomputadoras (PC) capaces de efectuar un procesamiento local. El procesamiento distribuido ejecuta algunas partes de una aplicación en varios sistemas de cómputo de la red.

Según el Comité IEEE 802, una LAN se distingue de otros tipos de redes de datos en que las comunicaciones se restringen a un área geográfica limitada, y en que puedan depender de un canal físico de comunicaciones con una velocidad binaria y que representen una reducida tasa de errores. Las características más importantes que definen

a las LAN, además del área que abarca (Blanco S., Huidobro M, & Jordán, 2006) , son las siguientes:

- ✓ Velocidad elevada en el intervalo de 10 Mbps y 10 Gbps.
- ✓ En la transmisión de los bits la tasa de error es despreciable.
- ✓ La gestión de LAN una vez instalada, corresponde al propietario o contratar a un tercero.

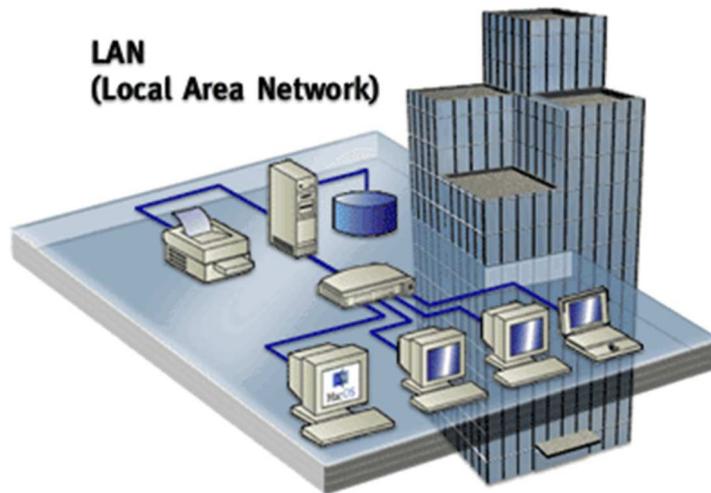


Figura 1. 7: Red de Área Local, LAN.

Fuente: [http://64.76.188.122:81/editordatacide/old/0/Unidad\\_I\\_Netes\\_Informaticas/Unidad\\_I\\_Netes\\_Informaticas.html#!](http://64.76.188.122:81/editordatacide/old/0/Unidad_I_Netes_Informaticas/Unidad_I_Netes_Informaticas.html#!)

#### 1.4.2. Redes de Área Metropolitana (MAN).

Una red de área metropolitana, es una red intermedia entre una LAN y una WAN, cubriendo el entorno de lo que puede ser una gran ciudad y utilizando técnicas mixtas. Las dos tecnologías más empleadas en este tipo de redes son las denominadas SMDS (*Switched Multi-Megabit Data Service*) y FDDI (*Fiber Distribute Data Interface*). (Blanco S., Huidobro M, & Jordán, 2006).

Una MAN abarca una ciudad, un ejemplo sencillo de una MAN es la red de televisión por cable disponible en muchas ciudades. Este sistema creció a partir de los primeros sistemas de antena comunitaria en áreas donde la recepción de la televisión al aire era pobre. En dichos sistemas se colocaba una antena grande en la cima de una colina cercana y la señal se canalizaba a las casas de los suscriptores. (Tanenbaum, 2003)

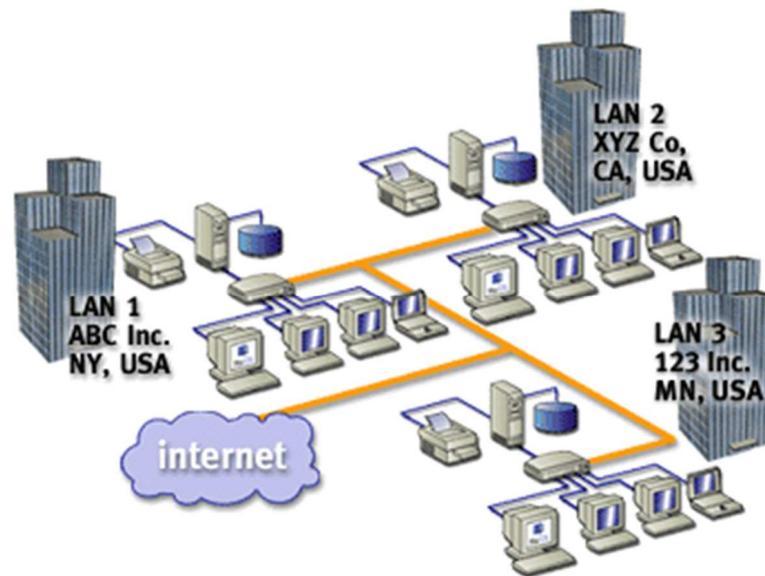


Figura 1. 8: Red de Área Metropolitana, MAN.

Fuente: <http://64.76.188.122:81/editordatacide/old/0/Unidad I Redes Informaticas/Unidad I Redes Informaticas.html#!>

En la actualidad las empresas de telecomunicaciones, como Univisa y TVCable, estaban diseñados únicamente para la recepción de televisión, pero con los avances tecnológicos y el crecimiento acelerado del Internet, las mismas ampliaron sus servicios incluyendo telefonía fija e internet con mejor ancho de banda.

#### 1.4.3. Redes de Área Amplia (WAN)

Si la cobertura que proporciona la red de comunicaciones no tiene límite predefinido, entonces se habla de una red de área extendida o WAN, pudiendo llegar a ser tan extensa como sea necesario. Normalmente, estas redes se apoyan en las infraestructuras que proporcionan diferentes operadores de telecomunicaciones en cada país y, cuando su extensión sobrepasa el ámbito de una nación se hace necesario contratar medios de transmisión y de conmutación proporcionados por los operadores de otros países. (Blanco S., Huidobro M, & Jordán, 2006)

En la figura 1.9 se muestra una WAN, conecta dos o más LAN entre ciudades distintas (Herrera P., 2003). Como se explico anteriormente, es un sistema de interconexión de equipos informáticos en un área geográfica bastante distante, incluso en continentes distintos. El sistema de conexión para estas redes normalmente involucra a redes públicas de transmisión de datos y comunicaciones satelitales.

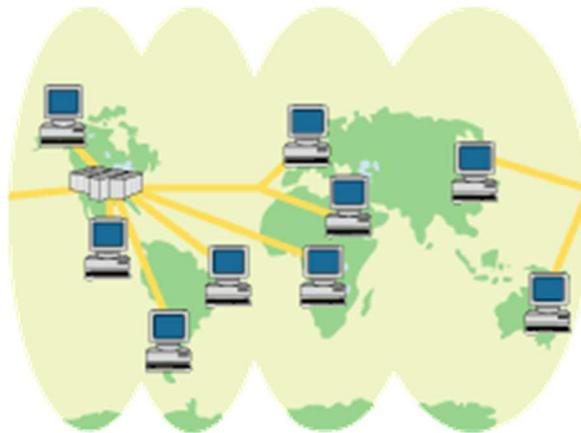


Figura 1. 9: Red de Área Extensa, WAN.

Fuente:[http://64.76.188.122:81/editordatacide/old/0/Unidad\\_I\\_Netes\\_Informaticas/Unidad\\_I\\_Netes\\_Informaticas.html#!](http://64.76.188.122:81/editordatacide/old/0/Unidad_I_Netes_Informaticas/Unidad_I_Netes_Informaticas.html#!)

En la mayoría de las WANs, la red contiene numerosas líneas de transmisión, cada una de las cuales conecta un par de enrutadores. Si dos enrutadores que no comparten una línea de transmisión quieren conectarse, deberán hacerlo de manera indirecta, a través de otros enrutadores. (Tanenbaum, 2003)

### **1.5 Redes Inalámbricas Wi-Fi.**

Las redes de comunicación inalámbrica son aquellas que no requieren de cables de interconexión entre participantes; un ejemplo de comunicación inalámbrica es la telefonía móvil. No cabe duda de que la tecnología inalámbrica está ocupando rápidamente las preferencias de todo tipo de usuarios (Carballar F., 2010). A principios de 1901, el físico italiano Guillermo Marconi demostró un telégrafo inalámbrico desde un barco a tierra utilizando el código Morse. (Tanenbaum, 2003)

Las redes inalámbricas han logrado una rápida y gran acogida a nivel mundial debido a las ventajas que presentan frente a las redes cableadas, como son: reducción de costos, facilidad de instalación, adaptabilidad y escalabilidad de su infraestructura, misma que puede cambiarse basándose en las necesidades también cambiantes de una organización.

Así aparecen un sinnúmero de tecnologías inalámbricas y dentro de éstas una tecnología ampliamente difundida es Wi-Fi (*Wireless Fidelity*), que es el nombre comercial que describe a las tecnologías basadas en el conjunto de estándares IEEE<sup>1</sup> 802.11. IEEE 802.11 desarrolla una especificación para conectividad inalámbrica para estaciones fijas, portátiles, y móviles dentro de un área local. Oficialmente es designado como: *“IEEE Standard for Wireless LAN<sup>2</sup> Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications.”*

La arquitectura de redes de comunicaciones inalámbricas, se compone de los siguientes niveles:

- a) Redes personales inalámbricas (WPAN), que incluye el concepto VAN (Vehicular Area Network).
- b) Redes inalámbricas de área local o WLAN.
- c) Redes de área extendida de acceso inalámbrico o redes WWAN.

En la tabla 1.1 se muestra el resumen de tecnologías empleadas en redes inalámbricas, así como sus características fundamentales.

---

<sup>1</sup> IEEE: Corresponde a las siglas del Institute of Electrical and Electronics Engineers, Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos, una asociación estadounidense dedicada a la estandarización.

<sup>2</sup> LAN: (Local Area Network, Red de Área Local)

Tabla 1. 1: Tecnologías inalámbricas.

	PAN	LAN	MAN	WAN
Estándares	Bluetooth 802.15.3	802.11	802.11 802.16 802.20	GSM, CDMA, Satélite
Velocidad	< 1Mbps	De 11 a 54 Mbps	10-100+ Mbps	10 Kbps-2 Mbps
Intervalos	Cortocircuito	Medio	Medio-Largo	Largo
Aplicaciones	Punto a punto Dispositivo a dispositivo	Redes de empresas	Acceso a última milla	Datos móviles Dispositivos

**Fuente:** Coello, J y García, H. FTD

### 1.5.1. Redes inalámbricas de área personal (WPAN)

La Red Inalámbrica de Área Personal, es una red de ordenadores empleadas para comunicaciones entre diversos dispositivos electrónicos (PC's, puntos de acceso a internet, telefonía celular, PDA, dispositivos de audio, impresoras) localizados en las proximidades de un individuo. Los dispositivos electrónicos pueden o no pertenecer al usuario en cuestión. Una desventaja es la limitación que tienen (pocos metros) de alcance para interconexión de dispositivos personales o redes de mayor nivel o internet.

El estándar más conocido es el bluetooth, que se utiliza para el intercambio de archivos (Peer-to-Peer, P2P o Device-to-Device, D2D). Existen otros estándares, como los infrarrojos, RFID, TAG, UWB, ZigBee, intrared, Homero, etc., que cumplen con el estándar IEEE 802.15. El DBT-120 es un transmisor con conector USB tipo A (ver figura 1.10) que permite conectar a un terminal (ordenador, portátil, PDA, móvil, impresora, etc.) a sus periféricos, o a otros terminales, creando una PAN. (Andreu Gómez, 2010)



Figura 1. 10: Red inalámbrica de área personal, WPAN.

Fuente: <http://www.sysconit.com/html/wireless.htm>

### 1.5.2. Redes inalámbricas de área local (WLAN):

Las WLAN son sistemas de comunicaciones de datos inalámbricos flexibles, utilizado como ayuda a las LAN alámbricas o ampliación de éstas, a través de la tecnología de radiofrecuencia permitiendo mayor movilidad a los usuarios al minimizar las conexiones cableadas. Las WLAN actualmente son de gran importancia en almacenes o manufactura, debiendo transmitir información en tiempo real a un terminal central.

Las WLAN suelen situarse en el mismo edificio (100m<distancia<450m), conocida también Wi-Fi a través del estándar IEEE 802.11 en sus múltiples versiones (802.11a, 802.11b, 802.11g y la 802.11n), aunque existen otras tecnologías, como el HiperLAN2. Actualmente existen tarjetas y dispositivos interfaz que permiten emitir hasta unos 450m en condiciones meteorológicas favorables, sin interferencias y sin obstáculos intermedios. (Andreu Gómez, 2010)



Figura 1. 11: Red inalámbrica de área personal, WLAN.

Fuente: <http://www.sysconit.com/html/wireless.htm>

### 1.5.3. Redes inalámbricas de área metropolitana (WMAN)

Las WMAN se sitúan en un barrio, urbanización o municipio pequeño, las tecnologías de este grupo se conocen como inalámbricas de Banda Ancha (*Wireless Broadband*) (Andreu Gómez, 2010). Las WMAN se diferencian de las WLAN mediante las tecnologías móviles de telecomunicaciones de red celular como GSM, EDGE, UMTS, GPRS, CDMA2000, GSM, HSDPA y, considerando tecnologías futuras, LTE.

Un ejemplo de WMAN (ver figura 1.12) es el WiMax también conocida como WiBro, que soportan hasta unos 54 km de distancia en condiciones favorables de clima y cerca de 22 km en condiciones climatológicas adversas. (Andreu Gómez, 2010)



Figura 1. 12: Red inalámbrica de área metropolitana, WMAN.

Fuente: <http://redesinalambricash.blogspot.com/>

### 1.5.4. Redes inalámbricas de área mundial (WWAN)

Las WWAN son redes inalámbricas globales (ver figura 1.13), que se basan en tecnologías como vSAT (conexiones satélite muy utilizadas en barrios de la periferia de las capitales, en el campo, etc.); 2G, 3G y 4G (soluciones vía móvil), etc (Andreu Gómez, 2010). Por lo general las WWAN son muy utilizadas por empresas de telefonía móvil o celular, mediante tecnologías como GSM, EDGE, UMTS, GPRS, CDMA2000, GSM, HSDPA y, considerando tecnologías futuras, como la LTE.

También se podrían considerar tecnologías Wimax, que se ofrecen a nivel regional, nacional, o incluso a escala mundial, siendo proporcionados por proveedores como el caso de Movistar, Claro y CNT EP que son empresas de servicios de comunicaciones privadas y la última empresa pública.

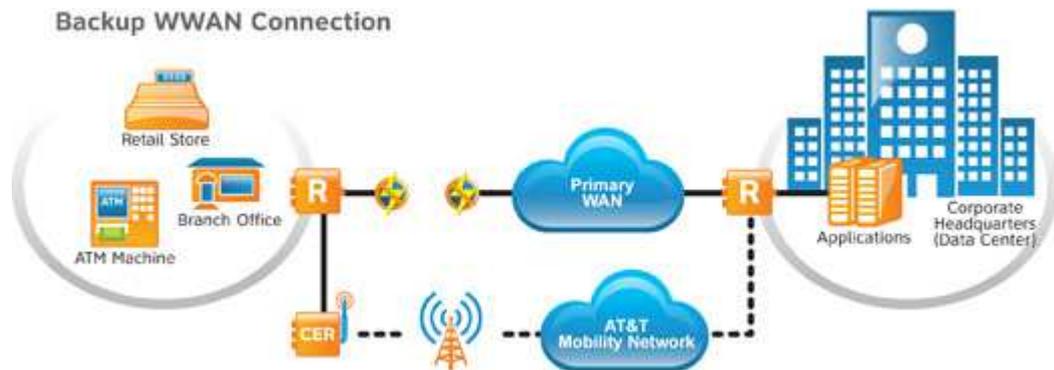


Figura 1. 13: Red inalámbrica de área metropolitana, WMAN.

Fuente: <http://informaticarafa.wikispaces.com/Redes+inalambricas>

## 1.6 Topología de redes de datos.

Las topologías de redes representan la disposición de los enlaces que permiten la conexión de los nodos de una red. Por consiguiente, las redes tomarían diferentes formas de acuerdo a como estén interconectados los nodos. Existen dos maneras de describir las topologías de redes: física o lógica.

Topología se refiere a la configuración de la red, es decir, a su forma de conectividad física. En otras palabras, la topología es la forma geométrica en que están distribuidos las estaciones de trabajo, los dispositivos de comunicaciones y los cables de interconexión. Las estaciones de trabajo de una red se comunican entre sí mediante dispositivos de comunicación y conexiones físicas. (Herrera P., 2003)

A continuación las topologías de redes se clasifican en:

- ✓ Redes de Topología Lineal o Bus.
- ✓ Redes con Topología Anillo.
- ✓ Redes con Topología Estrella.

### 1.6.1. Redes de Topología Lineal o Bus.

Las redes de topología bus emplean un solo medio de transmisión, es decir, que las computadoras de una red se conectan directamente al bus o cable coaxial (recomendado como medio de transmisión en una topología de este tipo). En la figura 1.14 se ilustra una red de computadores utilizando la topología lineal o bus.

En esta tecnología, todas las estaciones de trabajo se conectan a un canal de comunicaciones único. Toda la información fluye por el canal y cada estación recibe sólo la información que va dirigida a ella. Este tipo de redes son sencillas de instalar y brindan gran flexibilidad para aumentar o disminuir el número de estaciones. La cantidad de cable que utilizan es mínima, sobre todo en comparación con la topología estrella, pues el cable no tiene que ir desde el servidor hasta cada una de las estaciones de trabajo. Tienen la ventaja, además, de que una falla en alguna de las estaciones no repercute en la red, pero una ruptura de la línea común si la inutilizará por completo. (Herrera P., 2003)

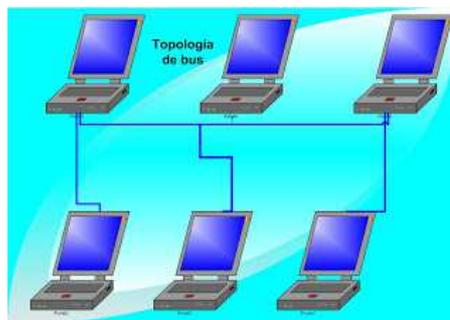


Figura 1. 14: Redes de Topología Bus.

Fuente: <http://usbald92.blogspot.com/2010/02/completamente-conexa.html>

Una desventaja que se presenta es que si existe una interrupción física en cualquier parte del bus provoca la falla de toda la red.

### 1.6.2. Redes con Topología Anillo.

Las redes con topología anillo no disponen de conexiones de terminales, es decir, formando así un anillo (aunque no necesariamente circular) a través de la cual viaja la información solamente en una dirección alrededor de este, de manera que todos los mensajes pasan por

todas las estaciones hasta llegar a la estación de destino en donde se quedan. En la figura 1.15 se ilustra una red de portátiles usando la topología anillo.

En la topología de anillo, cada estación recibe sólo la información dirigida a ella y retransmite al nodo siguiente la que tiene otra dirección. Este tipo de redes permite aumentar o disminuir sin dificultad el número de estaciones (Herrera P., 2003). Una desventaja de este tipo de redes es que la velocidad de transmisión decrece cuando el flujo de información aumenta, es decir, si aumentan las estaciones a la red más lenta se volverá.



Figura 1. 15: Redes con Topología Anillo.

Fuente: [http://es.123rf.com/photo\\_9160586\\_topologia-de-red-de-anillo-con-portatiles.html](http://es.123rf.com/photo_9160586_topologia-de-red-de-anillo-con-portatiles.html)

### **1.6.3. Redes con Topología Estrella**

Las redes con topología estrella permite conectar a todas las computadoras o estaciones de trabajo a un único concentrador central, denominado hub o switch. A diferencia de las otras topologías, no existe comunicación directa entre las estaciones de trabajo, es decir, que toda comunicación es centralizada por el hub o switch, tal como se ilustra en la figura 1.16.

Todas las comunicaciones entre las estaciones se hacen a través de un ordenador central (servidor de la red), que es la que se encarga de controlar la prioridad y procedencia de los mensajes y su distribución. El servidor de la red, es un dispositivo especial de conexión, esta presenta

una buena flexibilidad para incrementar o disminuir el número de estaciones (Herrera P., 2003). Una ventaja a diferencia de las otras topologías es que una falla en alguno de las estaciones de trabajo no tiene efecto sobre el funcionamiento de las otras. La desventaja es que si falla el servidor de red ahí si influirá al resto de estaciones de trabajo.



Figura 1. 16: Redes con Topología Estrella.

Fuente: [http://es.123rf.com/photo\\_9160587\\_topologia-de-red-en-estrella-con-portatiles.html](http://es.123rf.com/photo_9160587_topologia-de-red-en-estrella-con-portatiles.html)

### **1.7 El Modelo OSI y los Protocolos de Red.**

El modelo OSI se divide en siete capas (ver figura 1.17) para el proceso de transmisión de la información entre equipos informáticos o estaciones de trabajo, es decir, las capas se encargan de ejecutar una determinada parte del proceso global. Aunque se estructura en capas y siendo puramente conceptual, se utiliza para describir y explicar el conjunto de protocolos reales que, como veremos, se utilizan para la conexión de sistemas.

El modelo básico de referencia OSI, afronta el problema de las comunicaciones de datos y las redes informáticas dividiéndolo en niveles. Cada participante de la comunicación incorpora como mínimo uno de los mismos, y los equipos terminales los incorporan todos. (Íñigo G. & Barceló O., 2009)

Por ejemplo, los protocolos TCP/IP y Apple-Talk son dos de las pilas de protocolos muy utilizadas a nivel mundial y de manera real para

transmitir datos; los protocolos que, de hecho, sirven como capas o niveles dentro de un conjunto de protocolos como TCP/IP pueden, por tanto, explicarse de acuerdo con su correlación con el modelo teórico de capas o niveles de red que conforma OSI.



Figura 1. 17: Modelo referencial OSI. (Íñigo G. & Barceló O., 2009)

Aunque los administradores de red están familiarizados con pilas de protocolos de red como IPX/SPX de NetWare o TCP/IP, la mayoría desconocen la existencia de las suites de protocolos que se basan del modelo OSI.

### 1.7.1. Las capas de OSI

Las capas no permiten definir un simple protocolo, sino que identifica y define funciones de comunicaciones de datos que son ejecutadas por cualquier número de protocolos. Tal es así, que cada capa contiene múltiples protocolos. Por ejemplo un protocolo de transferencia de archivos y un protocolo de correo electrónico provee servicios de usuario, y ambos son parte de la capa de aplicación.

En las comunicaciones de datos debe existir acuerdos sobre como pasar datos entre las capas sobre una simple computadora, porque cada

capa esta involucrada en el envío de datos desde una aplicación local a una aplicación remota equivalente (ver figura 1.18). De acuerdo a la figura 1.17 describiremos las funcionalidades de cada una de las capas:

- a) **Capa 1, Física:** Controla el medio de transporte mediante la definición de las características eléctricas y mecánicas del medio que lleva la señal. Algunos ejemplos son el cable de par trenzado, el cable de fibra óptica, el cable coaxial y los cables seriales.
  
- b) **Capa 2, Enlace de datos:** Controla el acceso a la red y asegura la transferencia confiable de tramas sobre la red. La especificación de más conocida de enlace de datos es el Acceso Múltiple sensible al portador con detección de colisión (CSMA/CD) de Ethernet.
  
- c) **Capa 3, Red:** Administra el movimiento de los datos entre diferentes redes. Los protocolos de esta capa son responsables de encontrar el dispositivo al que están destinados los datos. Algunos ejemplos son IP, IPX y AppleTalk.
  
- d) **Capa 4, Transporte:** Asegura que los datos alcanzan su destino intactos y en el orden correcto. El protocolo de Control de la transmisión (TCP) y el protocolo de datagrama de usuario (UDP) operan en esta capa.
  
- e) **Capa 5, Sesión:** Establece y termina las conexiones y pone en orden las sesiones de dos computadoras. Algunos ejemplos de la capa de sesión son la llamada a procedimiento remoto (RPC) y el protocolo ligero de acceso a directorio (LDAP).
  
- f) **Capa 6, Presentación:** Formatea los datos para presentarlos en pantalla o imprimirlos. Algunos ejemplos de protocolos de la capa de presentación son el protocolo ligero de presentación y Netbios.
  
- g) **Capa 7, Aplicación:** Contiene protocolo que utilizan para realizar útiles sobre una red. Algunos ejemplos de protocolos de aplicación

son el protocolo simples de transferencia de correos (SMTP) y el protocolo de transferencia de hipertexto (HTTP).

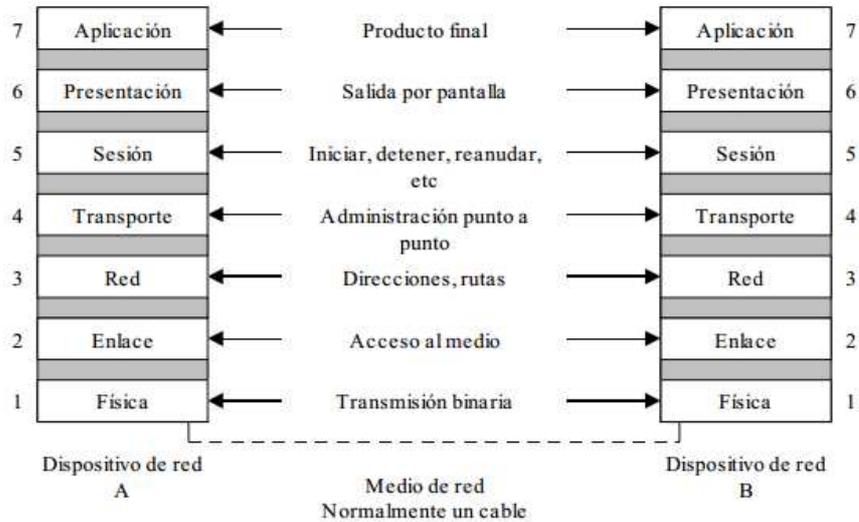


Figura 1. 18: Conexiones entre dos dispositivos de redes mediante las capas del modelo OSI. (Íñigo G. & Barceló O., 2009)

### 1.7.2. Modelo TCP/IP

El modelo TCP/IP pertenece al grupo de protocolos diseñados para la comunicación entre computadoras suministrando, a su vez, servicios de red como: registro de entrada remota, transferencia remota de archivos, correo electrónico, etc. Un protocolo de comunicación debe manejar los errores en la transmisión, administrar el enrutamiento y entregar los datos, así como controlar la transmisión real mediante el uso de señales de estado predeterminadas. TCP/IP se ocupa de todo esto.

El protocolo TCP/IP se compone por dos partes del software de Internet particularmente importantes e innovadoras. El software de protocolo Internet (IP) proporciona la comunicación básica, en tanto que el software de protocolo de control de transmisión (TCP) suministra las facilidades adicionales que necesitan las aplicaciones. (Tanenbaum, 2003)

Una computadora que se conecta al Internet requiere del software y de los protocolos TCP/IP proporcionando una forma para transferir un paquete desde su origen hasta su destino, esto no indica que vaya a

resolver los problemas de pérdidas de datagramas o fallas para entregar la información de datos. TCP/IP es un conjunto de protocolos (ver figura 1.19) encaminados que puede ejecutarse en distintas plataformas de software (Windows, UNIX, etc.) y casi todos los sistemas operativos de red lo soportan como protocolo de red predeterminado.

TCP/IP consta de una serie de protocolos “miembro” que componen de hecho la pila TCP/IP. Y puesto que el conjunto de protocolos TCP/IP se desarrolló antes de que terminara de desarrollarse el modelo de referencia OSI, los protocolos que lo conforman no se corresponden perfectamente con las distintas capas del modelo.

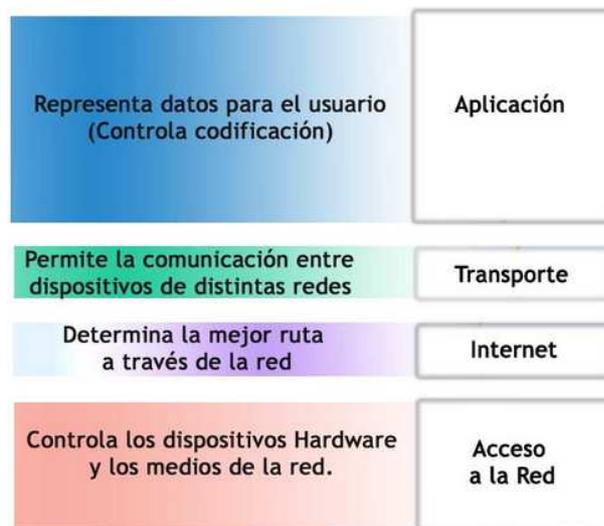


Figura 1. 19: Capas del protocolo TCP/IP.

Fuente: <http://eltallerdelbit.com/2012/01/modelo-tcp-ip/>

### 1.7.3. Comparación entre los modelos OSI y TCP/IP

Los modelos de referencia OSI y TCP/IP tienen mucho en común. Los dos se basan en el concepto de una pila de protocolos independientes. Asimismo, la funcionalidad de las capas es muy parecida. Por ejemplo, en ambos modelos las capas que están arriba de la capa de transporte están ahí para proporcionar un servicio de transporte independiente de extremo a extremo a los procesos que desean comunicarse. (Tanenbaum, 2003)

La figura 1.18 se muestra la correlación entre el conjunto de protocolos TCP/IP y las capas del modelo OSI. A continuación se describen las similitudes y diferencias entre el modelo OSI y TCP/IP.

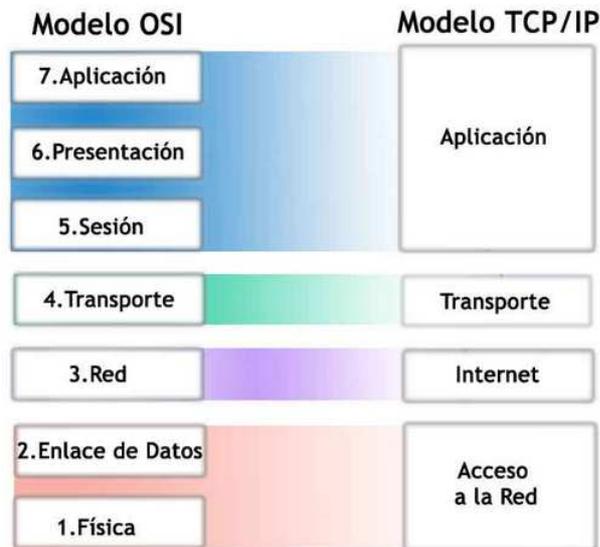


Figura 1. 20: Comparativa del modelo OSI y TCP/IP.

Fuente: <http://eltallerdelbit.com/2012/01/modelo-osi-las-7-capas/>

a) Similitudes

- ✓ Ambos se dividen en capas.
- ✓ Ambos tienen capas de aplicación, aunque incluyen servicios muy distintos.
- ✓ Ambos tienen capas de transporte y de red similares.
- ✓ Se supone que la tecnología es de conmutación por paquetes (no de conmutación por circuito).
- ✓ Los profesionales de networking deben conocer ambos.

b) Diferencias

- ✓ TCP/IP combina las funciones de la capa de presentación y de sesión en la capa de aplicación.
- ✓ TCP/IP combina las capas de enlace de datos y la capa física del modelo OSI en una sola capa.
- ✓ TCP/IP parece ser más simple porque tiene menos capas.
- ✓ Los protocolos TCP/IP son los estándares en torno a los cuales se desarrolló la Internet, de modo que la credibilidad del modelo

TCP/IP se debe en gran parte a sus protocolos. En comparación, las redes típicas no se desarrollan normalmente a partir del protocolo OSI, aunque el modelo OSI se usa como guía.

## 1.8 Medios de transmisión

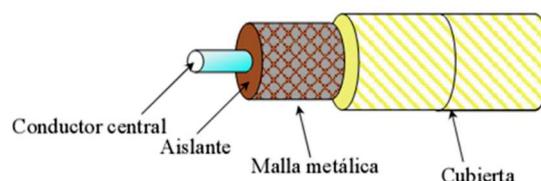
Siendo objeto de la capa física manejar un chorro de bits de una máquina a otra, se pueden usar varios medios para la transmisión real. Estos se clasifican en:

- ✓ Guiados:
  - Cable coaxial
  - Par trenzado
  - Fibra óptica
- ✓ No guiados:
  - Ondas de radiofrecuencia
  - Microondas
  - Infrarrojos

### 1.8.1. Cable coaxial

Es similar al cable utilizado en las antenas de televisión: un hilo de cobre en la parte central rodeado por una malla y separados ambos elementos conductores por un cilindro de plástico. Las redes que utilizan este cable requieren que los adaptadores tengan un conector apropiado: los ordenadores forman una fila y se coloca un segmento de cable entre cada ordenador y el siguiente. En los extremos hay que colocar un terminador, que no es más que una resistencia de 50 ohmios. La velocidad máxima que se puede alcanzar es de 10Mbps. [4]

[http://catarina.udlap.mx/u\\_dl\\_a/tales/documentos/meie/jimenez\\_p\\_jl/capitulo2.pdf](http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/meie/jimenez_p_jl/capitulo2.pdf)



**Figura 1.10.** Cable coaxial.

**Fuente:** [Coello, J. y García, H. FTD].

### 1.8.2. Par trenzado

Es similar al cable telefónico pero este consta de pares de hilos de cobre aislados y trenzados entre sí. Los hilos están trenzados para reducir las interferencias electromagnéticas con respecto a los pares cercanos que se encuentran a su alrededor (dos pares paralelos constituyen una antena simple, en tanto que un par trenzado no). Se pueden utilizar tanto para transmisión analógica como digital, y su ancho de banda depende de la sección de cobre utilizado y de la distancia que tenga que recorrer.

Existen dos tipos de pares trenzados: Los pares STP o apantallados (ver figura) y los pares UTP o no apantallados. Los pares UTP son más baratos pero menos resistentes a interferencias. Los pares STP son menos susceptibles a interferencias pero son más caros y más difíciles de instalar. [4]



**Figura 1.11.** Par trenzado.

**Fuente:** [Coello, J. y García, H. FTD].

La velocidad de transmisión depende del tipo de cable de par trenzado y se clasifican por categorías según EIA/TIA:

**Categorías del cable UTP**, son cables de categoría 1 y 2 muy utilizados para voz y transmisión de datos de baja capacidad (hasta 4 Mbps). Este tipo de cable es el idóneo para las comunicaciones telefónicas, pero para las velocidades requeridas hoy por las redes se necesita mejor calidad.

- ✓ Categoría 1: (cable UTP tradicional) Alcanza como máximo una velocidad de 100 Kbps. Se utiliza en redes telefónicas.
- ✓ Categoría 2: Alcanza una velocidad de transmisión de 4 Mbits/s. Tiene cuatro pares trenzados de hilo de cobre.

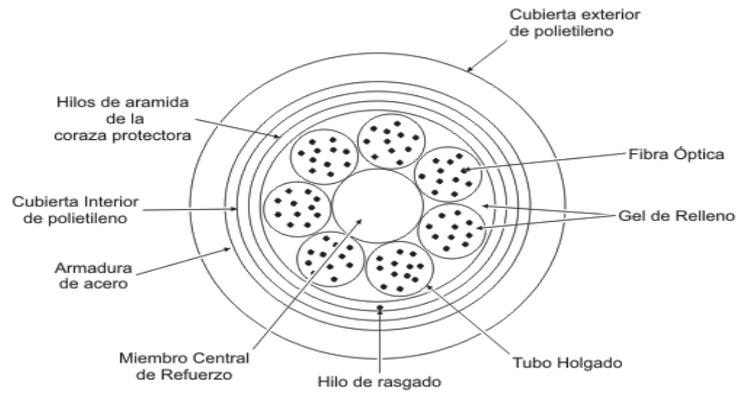
- ✓ Categoría 3: Admiten frecuencias de hasta 16 MHz y se suelen usar en redes IEEE 802.3 10BASE-T y 802.5 a 4 Mbits/s para transmisión de datos como Ethernet. Reúne los requerimientos básicos de cableado para telecomunicaciones.
- ✓ Categoría 4: Admiten frecuencias de hasta 20 MHz con muy buena separación diafónica. y se usan en redes IEEE 802.5 Token Ring y Ethernet 10BASE-T para largas distancias. .
- ✓ Categoría 5: Admiten frecuencias de hasta 100 MHz y se usan para aplicaciones como TPDDI y FDDI entre otras. Es el sistema UTP de mejor rendimiento disponible en la actualidad. Acomoda todas las aplicaciones como ATM y Fast Ethernet.
- ✓ Categoría 5e: Igual que la anterior, pero mejorada, ya que produce menos atenuación. Puede alcanzar velocidad de transmisión de 1Gbs con electrónica especial.
- ✓ Categoría 6: Tiene un ancho de banda de 250 MHz. Puede alcanzar velocidad de transmisión de 1Gbps.
- ✓ Categoría 6a: Tiene un ancho de banda de 500 MHz. Puede alcanzar velocidad de transmisión de 10Gbps.
- ✓ Categoría 7: Esta categoría está aprobada para los elementos que conforman la clase F en el estándar internacional ISO 11801. Tiene un ancho de banda de 600 MHz. Puede alcanzar velocidades de transmisión superiores a 10Gbps.

### 1.8.3. Fibra óptica



**Figura 1.12.** Fibra óptica.

**Fuente:** [Coello, J. y García, H. FTD].

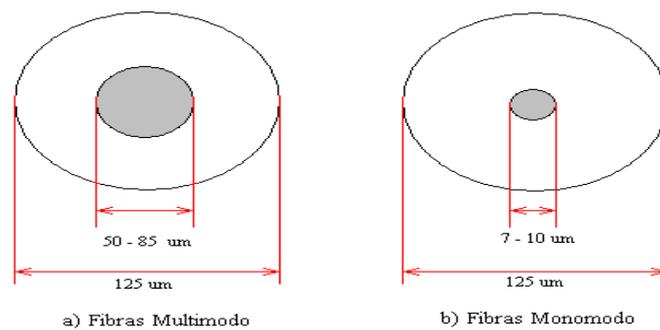


**Figura 1.13.** Estructura interna de la fibra óptica.

**Fuente:** [Coello, J. y García, H. FTD].

En los cables de fibra óptica la información se transmite en forma de pulsos de luz. En un extremo del cable se coloca un diodo luminoso (LED) o bien un láser, que puede emitir luz. Y en el otro extremo se sitúa un detector de luz. Curiosamente y a pesar de este sencillo funcionamiento, mediante los cables de fibra óptica se llegan a alcanzar velocidades de varios Gbps. Sin embargo, su instalación y mantenimiento tiene un coste elevado y solamente son utilizados para redes troncales con mucho tráfico.[4]

Las fibras ópticas se pueden clasificar por el diámetro del núcleo en fibras multimodo y fibras monomodo como se puede ver en la figura.



**Figura 1.14.** Fibras ópticas multimodo y monomodo.

**Fuente:** [Coello, J. y García, H. FTD].

### **1.8.1 Ondas de radiofrecuencia**

Las ondas electromagnéticas son omnidireccionales, así que no son necesarias las antenas parabólicas. La transmisión no es sensible a las atenuaciones producidas por la lluvia ya que se opera en frecuencias no demasiado elevadas. En este rango se encuentran las bandas desde las ELF (Extremely Low Frequency) que va de 3 a 30 Hz, hasta la banda UHF(Ultra High Frequency) que va de los 300 a los 3000 MHz, es decir, comprende el espectro radioeléctrico de 3 - 3000000 Hz. [21]

### **1.8.2 Microondas**

#### **Microondas terrestres**

Se utilizan antenas parabólicas con un diámetro aproximado de unos tres metros. Tienen una cobertura de kilómetros, pero con el inconveniente de que el emisor y el receptor deben estar perfectamente alineados. Por eso, se acostumbra a utilizar en enlaces punto a punto en distancias cortas. En este caso, la atenuación producida por la lluvia es más importante ya que se opera a una frecuencia más elevada. Las microondas comprenden las frecuencias desde 3 hasta 300 GHz. [21]

#### **Microondas por satélite:**

Se hacen enlaces entre dos o más estaciones terrestres denominadas estaciones base. El satélite recibe la señal (denominada señal ascendente) en una banda de frecuencia, la amplifica y la retransmite en otra banda (señal descendente). Cada satélite opera en unas bandas concretas. Las fronteras frecuenciales de las microondas, tanto terrestres como por satélite, con los infrarrojos y las ondas de radio de alta frecuencia se mezclan bastante, así que pueden haber interferencias con las comunicaciones en determinadas frecuencias.

<http://www.slideshare.net/dianamarcela0611/redes-inalmbricas-brochure-12597630>

### 1.8.3 Infrarrojos

Se enlazan transmisores y receptores que modulan la luz infrarroja no coherente.

Deben estar alineados directamente o con una reflexión en una superficie. No pueden atravesar las paredes. Los infrarrojos van desde 300 GHz hasta 384 THz. 21]

### 1.9 Dispositivos

Se denominan dispositivos a los equipos que se conectan de forma directa a un segmento de red y se clasifican en dos grandes grupos:

- ✓ **Dispositivos de usuario final o host:** Computadoras, impresoras, escáneres, y demás dispositivos que brindan servicios directamente al usuario.
- ✓ **Dispositivos de red:** Son los que sirven para conectar entre sí a los dispositivos de usuario final.

Los dispositivos host pueden existir sin una red, pero sin la red las capacidades de los hosts se ven sumamente limitadas. Los dispositivos host están físicamente conectados con los medios de red mediante una tarjeta de interfaz de red Network Interface Card (NIC). Esta conexión se emplea para tareas como envío de correos, impresión de documentos, escaneo de imágenes o acceso a base de datos.

La tarjeta de interfaz de red es una placa de circuito impreso que se coloca en una de las ranuras PCI (interna) para la expansión de un bus de la motherboard de un computador, o puede ser un dispositivo periférico (externo). También se denomina adaptador de red. [1][4][7][19][20]

#### Dispositivos de red

- ✓ Repetidor: se utiliza para regenerar una señal.



**Figura 1.15.** Repetidor.

**Fuente:** [1].

- ✓ Concentrador (*Hub*): actúa como el centro de una red de topología en estrella. Pueden ser activos cuando amplifican las señales que se envían a través de ellos, o pasivos cuando no amplifican, sino que simplemente dividen las señales que se envían a través de ellos.



**Figura 1.16.** Concentrador.

**Fuente:** [1].

- ✓ Puente: conecta y transfiere paquetes entre dos segmentos de la red que usan el mismo protocolo de comunicaciones. Operan en la capa de enlace de datos (capa 2) del modelo de referencia OSI. En general el puente filtra, reenvía o inunda una trama entrante basándose en la dirección MAC de esa trama.
- ✓ Switch: dispositivo de red que filtra, reenvía o inunda tramas basándose en la dirección de destino cada trama. Opera en la capa de enlace de datos del modelo de referencia OSI.



**Figura 1.17.** Switch.

**Fuente:** [1].

- ✓ Router: dispositivo de la capa de red que usa una o más métricas para determinar la ruta óptima a través de la cual se deben enviar el tráfico de red. Los routers envían información de una red a la otra basándose en la información de la capa de red. Ocasionalmente se le denomina Gateway, aunque esta definición de Gateway está cayendo cada vez más en desuso.



**Figura 1.18.** Router.

**Fuente:** [1].

## **Capítulo 2: Identificación de la red y levantamiento de equipos del cuarto de rack de la FET.**

### **2.1. Características generales**

En la Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo en la Carrera de Ingeniería en Telecomunicaciones en la UCSG, se encuentra la edificación, que cuenta con 8 bloques de comunicaciones de datos, tal y como se muestra en la figura 2.1. El edificio de la FET tiene forma de óvalo y sus dimensiones son:

Altura planta baja: 4.31 m

Altura primer piso: 3.49 m (los pisos desde el 2do hasta el 10mo tienen la misma altura)

Altura total del edificio más el sótano y la cisterna: 50.47 m

Diámetro menor: 28.81 m

Diámetro mayor: 63.63 m

La distribución del cableado horizontal, sigue una topología en estrella y los puntos de concentración están en el cuarto o rack principal de telecomunicaciones. Todos los pisos o bloques de la FET cuentan con diversos puntos de acceso para dispositivos inalámbricos. Para la distribución del cableado vertical, los cuartos de telecomunicaciones de cada piso o bloque se conectan por medio de enlaces de fibra óptica con el cuarto o rack principal de telecomunicaciones, ubicado en planta baja.

Desde la figura 2.2 hasta la figura 29, se muestran los diagramas unifilares de las comunicaciones en cada uno de los bloques, con el equipamiento asociado al sistema de cableado de telecomunicaciones. La red que existe en esta edificación es una LAN Ethernet que es capaz de proporcionar acceso inalámbrico usando tecnología WLAN.

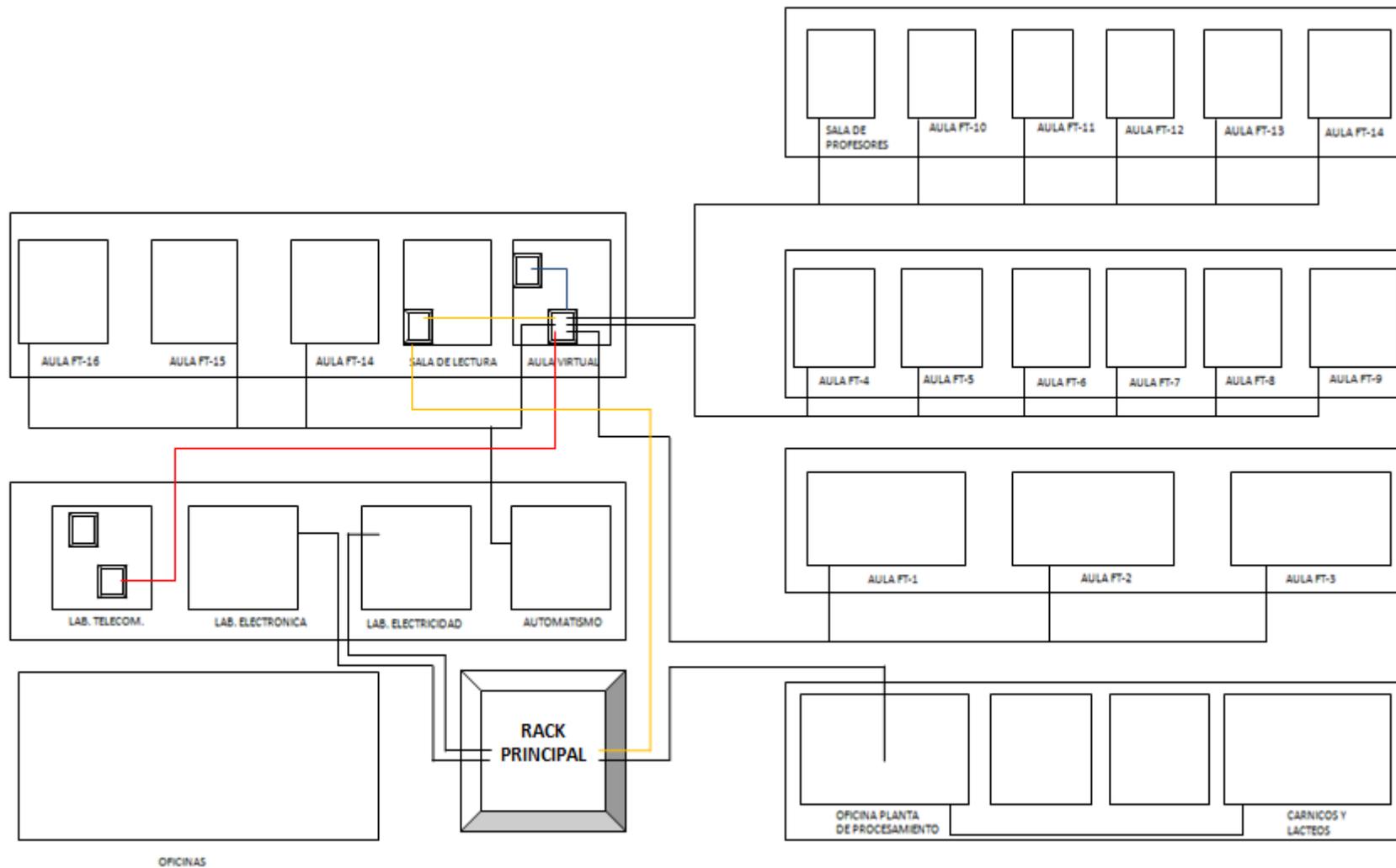


Figura 2. 1: Topología lógica de los bloques de comunicaciones de datos de la FET.  
 Fuente: Coello, J. y García, H. FTD

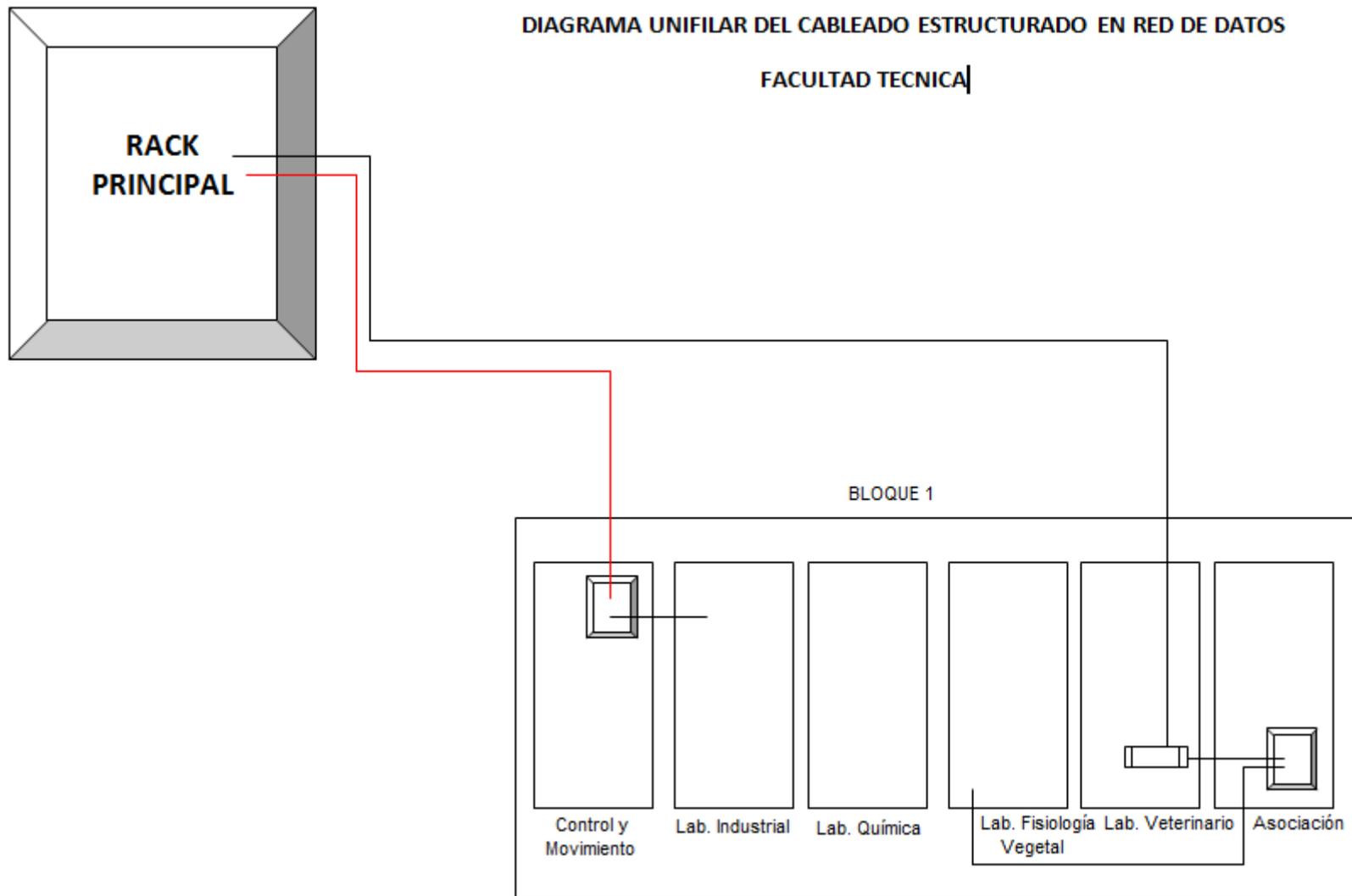


Figura 2. 2: Diagrama unifilar de cableado estructurado al bloque 1.  
Fuente: Coello, J. y García, H. FTD

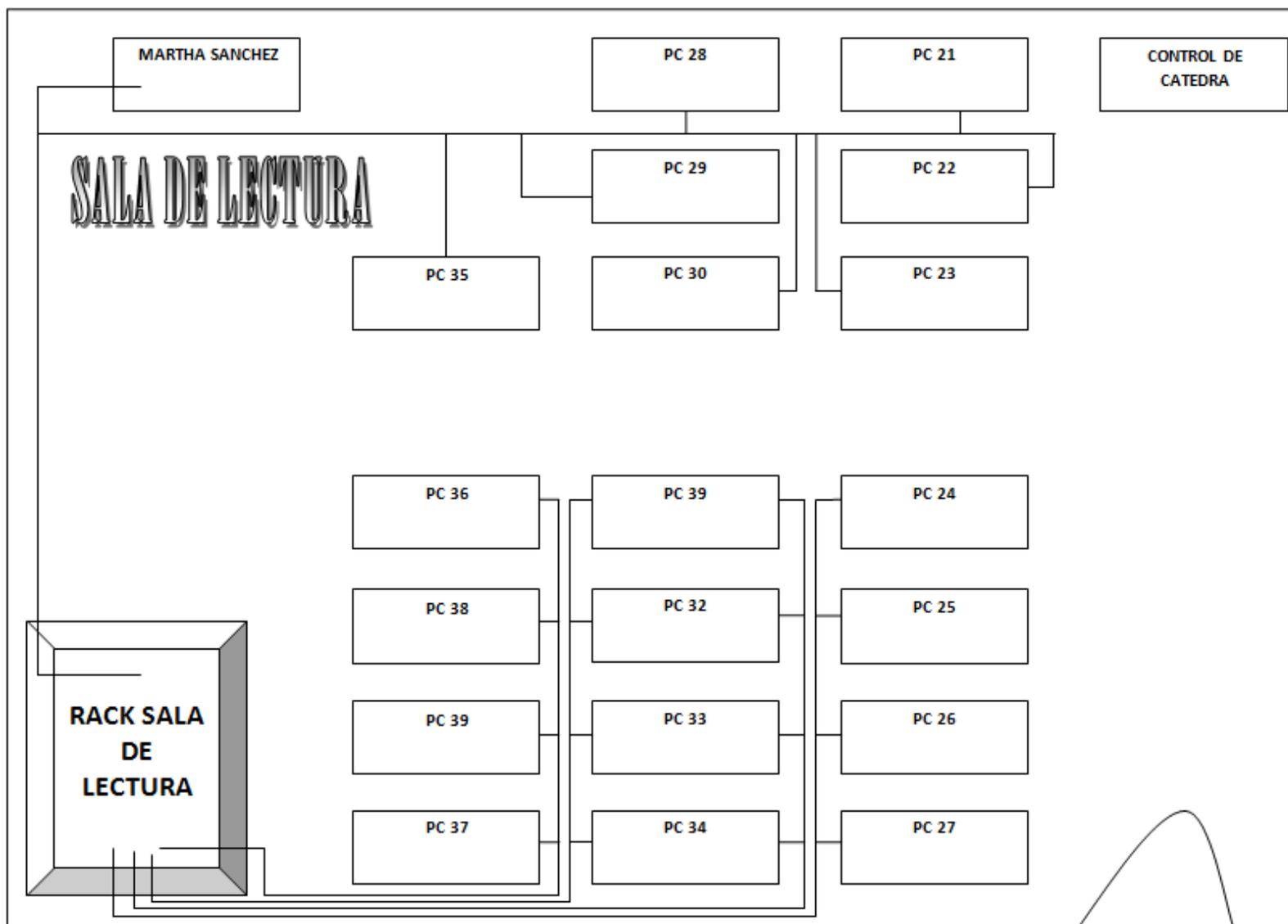


Figura 2. 3: Diagrama unifilar de cableado estructurado sala de lectura.

Fuente: Coello, J. y García, H. FTD

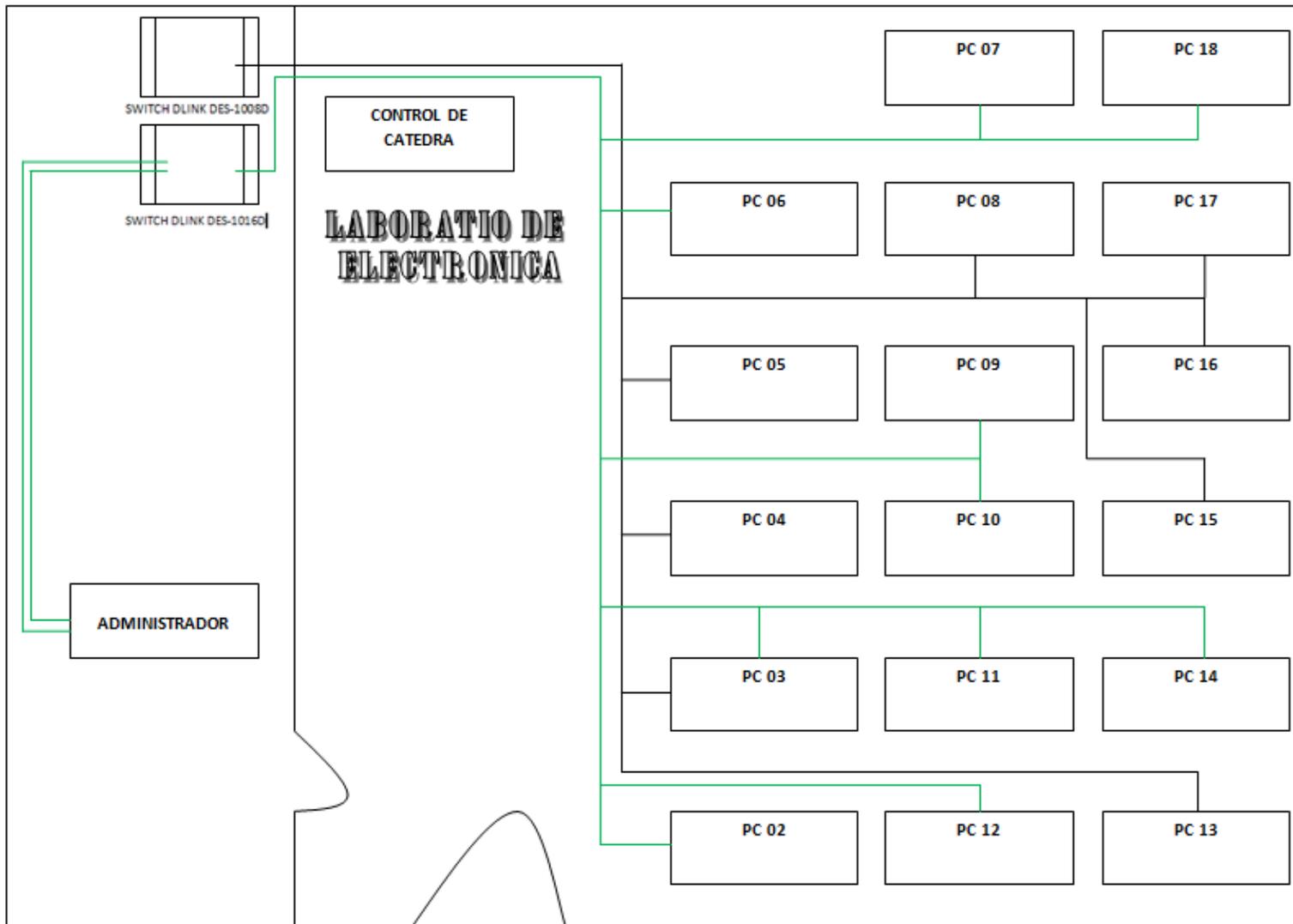


Figura 2. 4: Diagrama unifilar de cableado estructurado del laboratorio de electrónica.

Fuente: Coello, J. y García, H. FTD

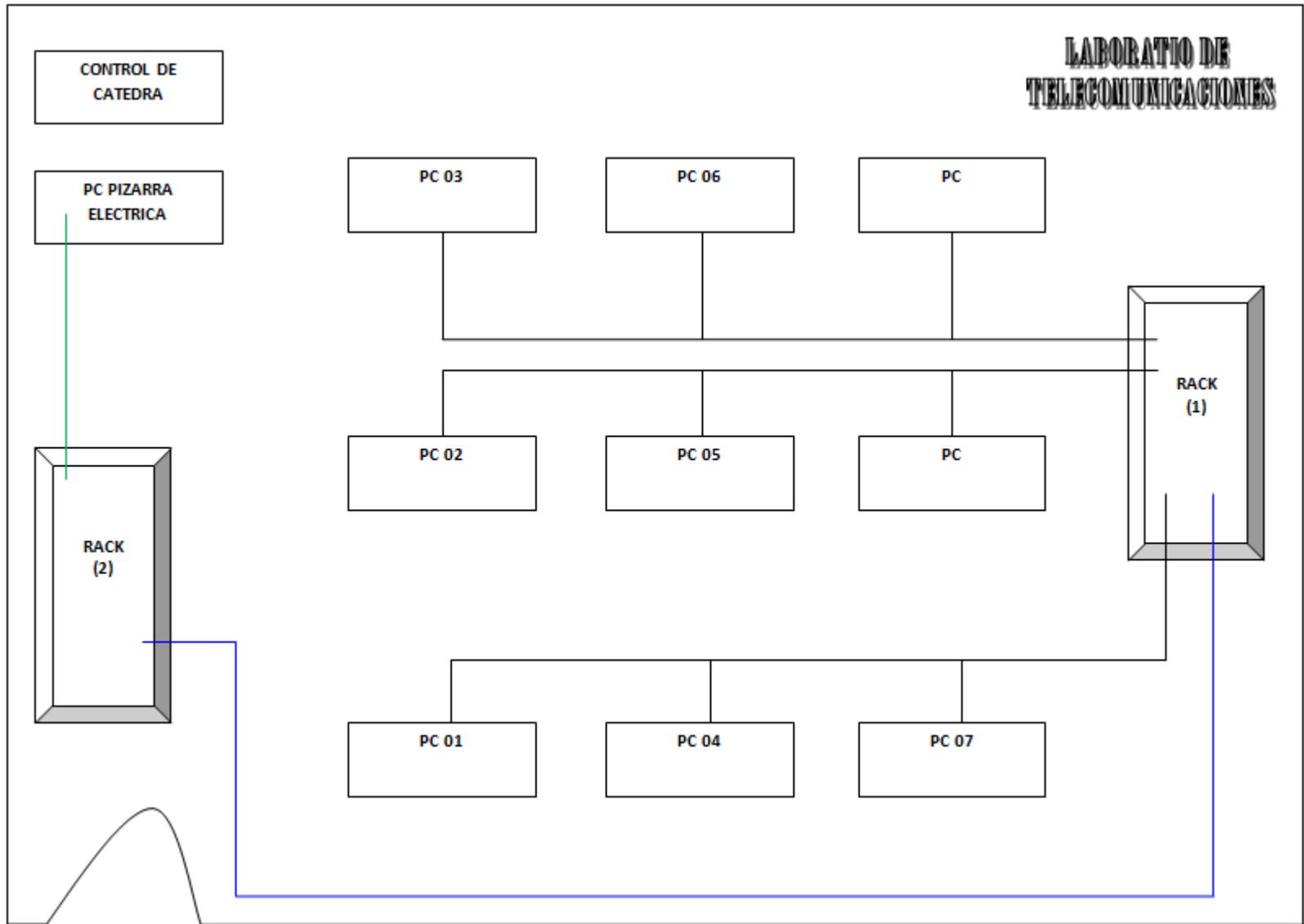


Figura 2. 5: Diagrama unifilar de cableado estructurado del laboratorio de telecomunicaciones.

Fuente: Coello, J. y García, H. FTD

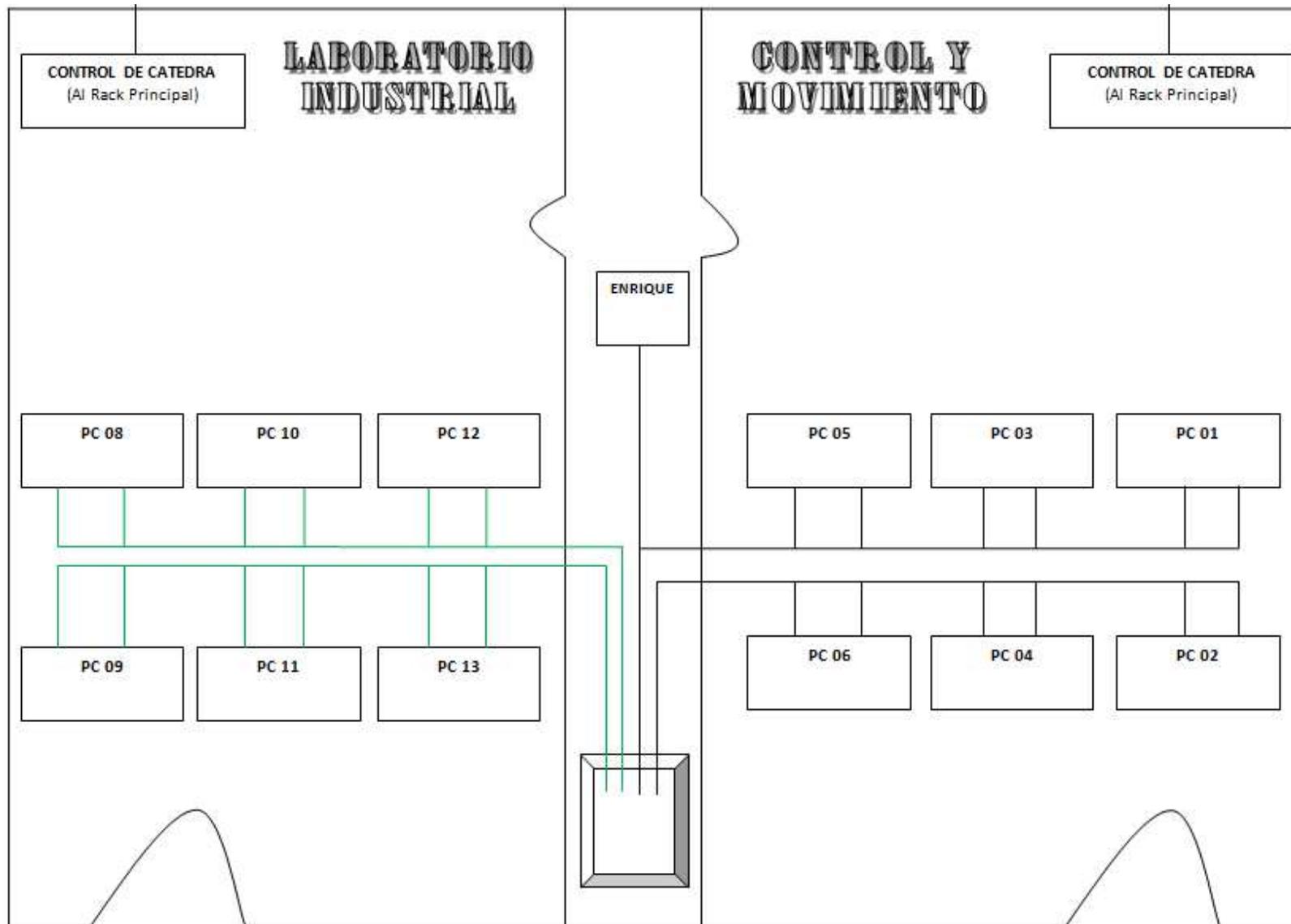


Figura 2. 6: Diagrama unifilar de cableado estructurado del laboratorio de Control y Movimiento.

Fuente: Coello, J. y García, H. FTD

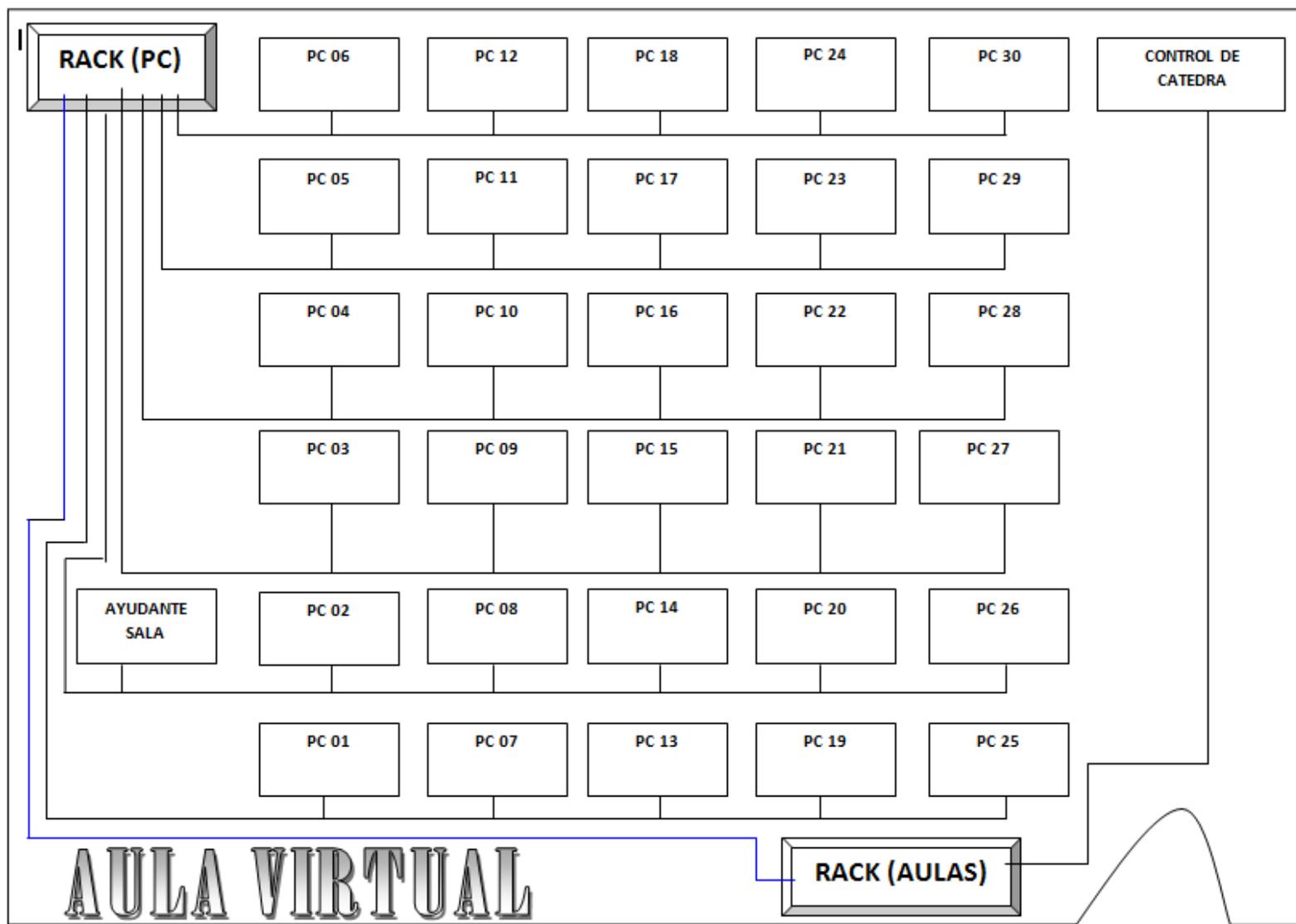


Figura 2. 7: Diagrama unifilar de cableado estructurado del Aula Virtual.

Fuente: Coello, J. y García, H. FTD

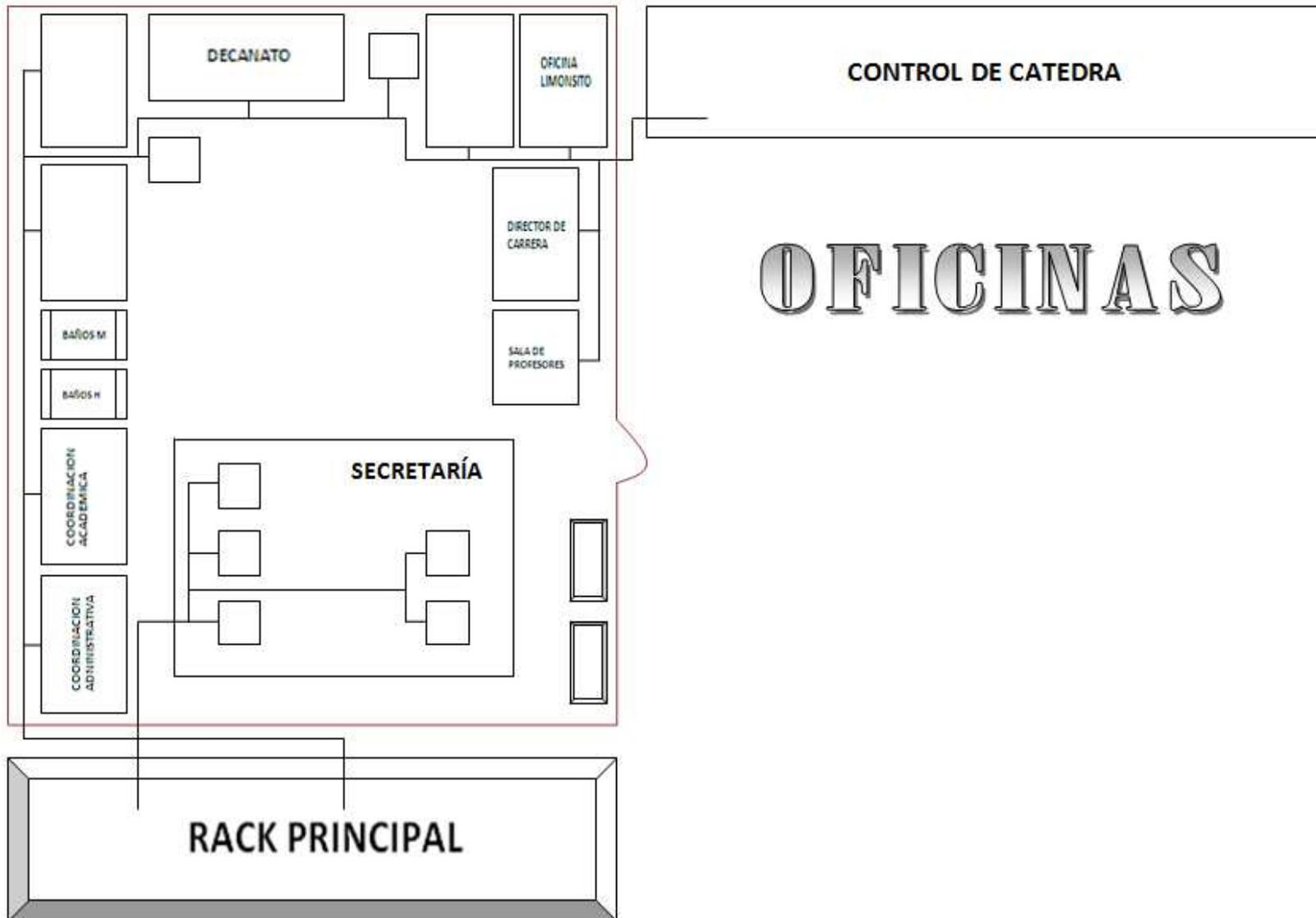


Figura 2. 8: Diagrama unifilar de cableado estructurado del Aula Virtual.  
Fuente: Coello, J. y García, H. FTD

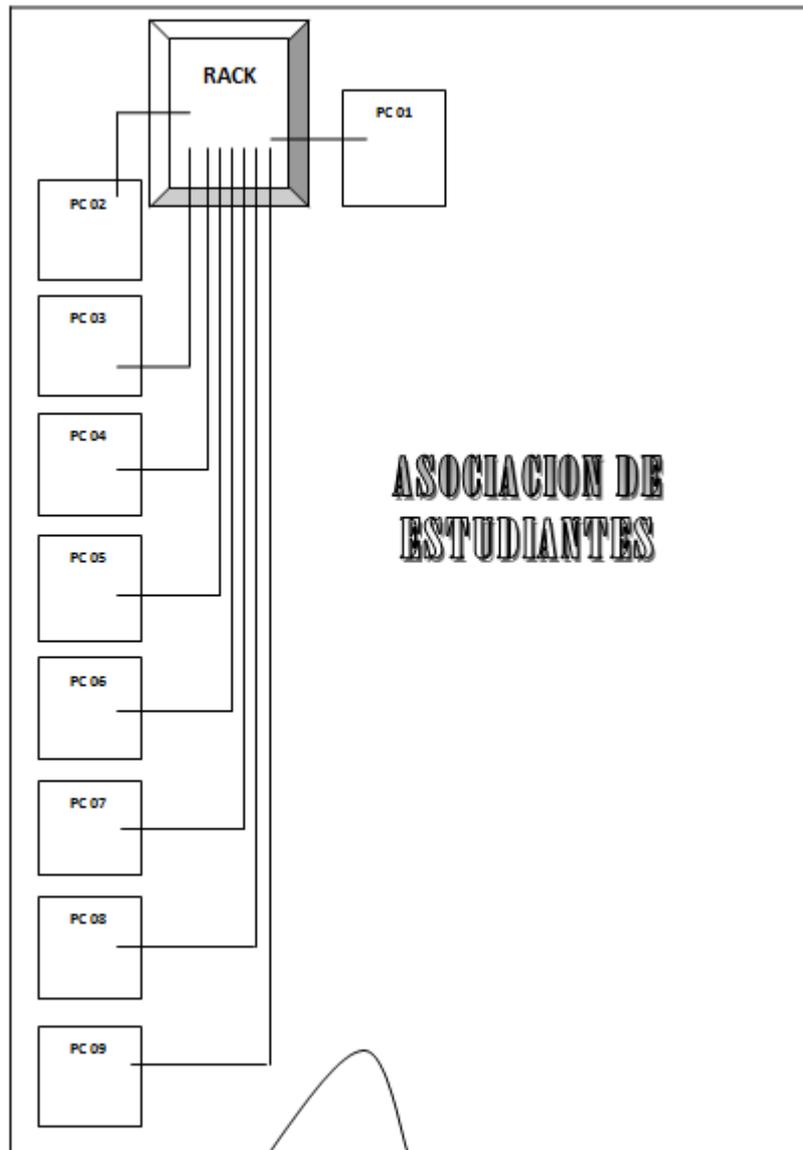


Figura 2. 9: Diagrama unifilar de cableado estructurado del Asociación de Estudiantes.

Fuente: Coello, J. y García, H. FTD

A la infraestructura anterior hay que agregarle el diseño de puntos de acceso inalámbrico (ver figura 2.10), ya que esta tecnología es extremadamente flexible y además permite reducir el dominio de broadcast.

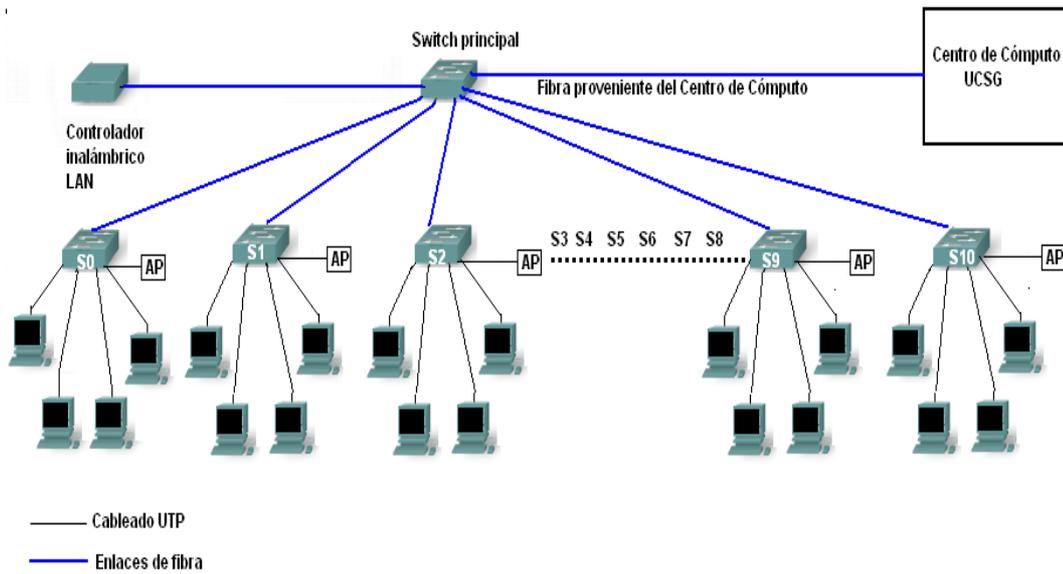


Figura 2. 10: Topología lógica de la red de la FET.

Fuente: Coello, J. y García, H. FTD

## 2.2. Descripción de la VLAN

La red de la FET está diseñada de acuerdo al diagrama VLAN mostrado por la figura 2.11.

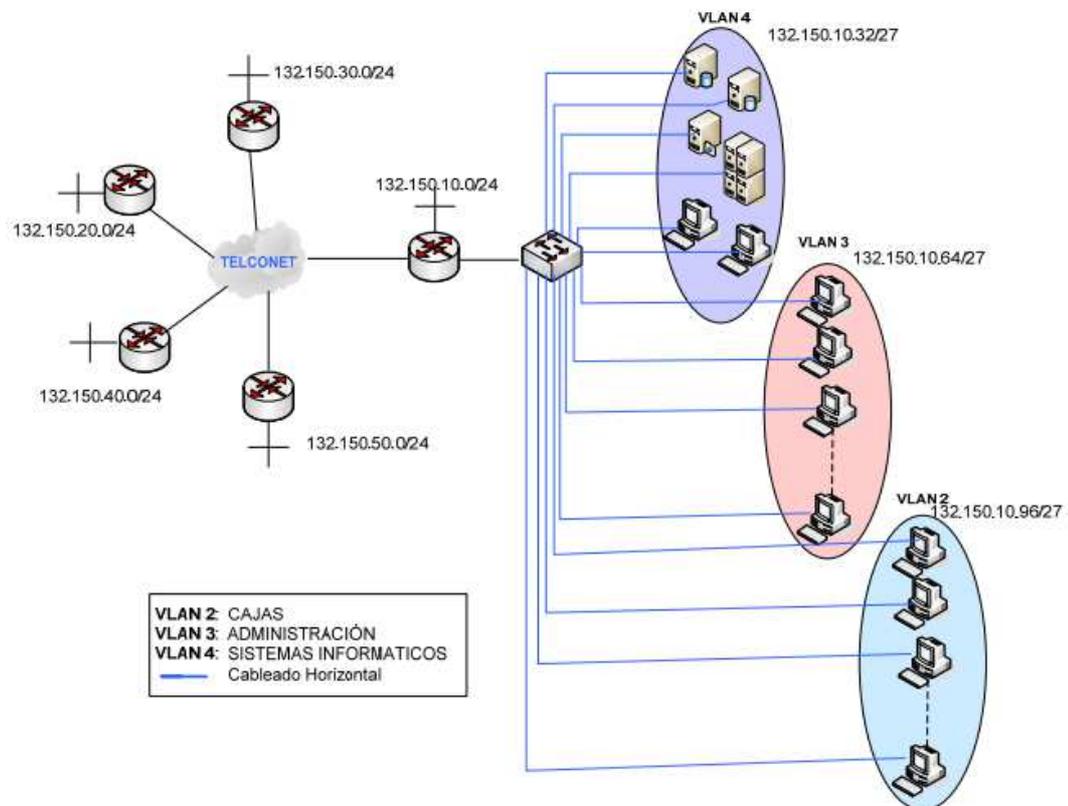


Figura 2. 11: Diagrama lógico de una VLAN.

Fuente: Coello, J. y García, H. FTD

### 2.3. Direcccionamiento actual de la Red VLAN en la FETD.

En la figura 2.12 se ilustra el direccionamiento establecido para el diseño de las VLAN en la FETD.

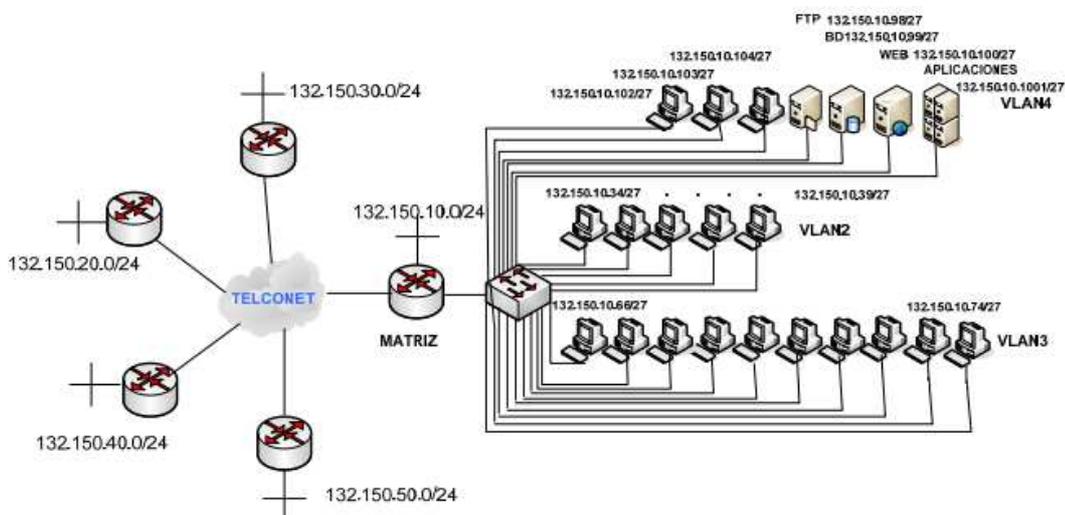


Figura 2. 12: Direccionamiento general de la VLAN.

Fuente: Coello, J. y García, H. FTD

### 2.4 Levantamiento de equipos existentes en el cuarto de rack

En el presente acápite se procederá a realizar el diagnóstico de los elementos pasivos y activos de cada uno de los racks de la FET. Los mismos que se describen a continuación:

#### a) Rack-Principal (Oficinas)

- 2 Transceiver, que comunican a la Sala de Lectura y Aula Virtual.
- 1 Switch Cisco Catalyst 2950 Series, consta de 48 puertos pero ningún puerto se encuentra disponible. **(1)**
- 1 Switch 3COM Baseline 2824, consta de 24 puertos **(2)**, 17 puertos ocupados y 7 puertos disponibles (13, 14, 15, 18, 20, 21, 23).
- 1 Switch 3COM Baseline 3300, consta de 24 puertos **(3)**, 18 puertos ocupados y 6 puertos libres (5, 6, 21, 22, 23, 24).
- 3 Organizador Horizontal 2UR.
- 1 Patch Panel SIEMON, consta de 24 puertos **(1)**, 21 puertos ocupados y 3 puertos libres (18, 19, 24).

- 1 Patch Panel SIGNAMAX, consta de 24 puertos **(2)**, 14 puertos ocupados y 10 puertos disponibles (1, 7, 11, 14, 16, 18, 20, 21, 22, 23)
- 1 Switch LB-LINK, de 16 puertos y Wi-fi **(4)**
- 2 Multitoma de 110V
- 1 Multipar de teléfono.

#### **b) Rack Sala Virtual**

- Rack de pared cerrado
- Patch panel Siemon (24 puertos), 23 puertos ocupados y 1 puerto disponible (23).
- 2 Organizadores horizontales.
- Switch 3COM Baseline 2824 (24 puertos) **(1)**, con todos los puertos ocupados.
- Switch QCOM QP-108EC (8 puertos) **(2)**, 5 puertos ocupados y 3 puertos disponibles (4, 5, 7).
- Multitoma de 110V.
- Rack de pared abierto.
- Patch panel QCOM (48 puertos), 33 puertos ocupados y 15 puertos libres (33, 35 al 48)
- Switch QCOM (24 puertos) **(1)**, todos los puertos ocupados.
- Switch 3COM Baseline 2824 (24 puertos) **(2)**, todos los puertos ocupados.

#### **c) Rack Sala de Lectura**

- Rack de pared abierto.
- 2 Transceiver.
- Switch 3COM Baseline 2024 (24 puertos), 22 puertos ocupados y 2 puertos disponibles (2, 16)
- Organizador horizontal.
- Patch panel PANDUIT (24 puertos), 21 puertos ocupados y 3 puertos disponibles (22, 23, 24).

**d) Rack de Laboratorio de Telecomunicaciones**

- Rack de piso **(1)**.
- Patch panel SIGNAMAX (12 puertos) **/INHABILITADO**
- Organizador horizontal 3UR **/INHABILITADO**
- Patch panel SIGNAMAX (24 PUERTOS) **/INHABILITADO**
- Bandeja inhabilitada.
- Bandeja para fibra **/INHABILITADO**
- 3 Organizadores horizontales 2UR.
- Switch ALLIED TELESYN AT-FS716L (16 puertos), 13 puertos ocupados y 3 puertos disponibles (8, 15, 16).
- Patch panel SIGNAMAX (24 puertos), 13 puertos ocupados y 11 puertos disponibles (14, 15 al 24)
- Switch DLINK DES-33265R (24 puertos) **/INHABILITADO**
- Multitoma de 110V **/INHABILITADO**
- Rack de piso **(2)**
- Estación de trabajo (Servidor)
- Patch panel SIGNAMAX (12 puertos), 3 puertos ocupados y 9 puertos disponibles (4, 5 al 12).
- Switch CNET (8 puertos), 7 puertos ocupados y 1 puertos disponible (8).

**e) Laboratorio de Electrónica**

- Switch DLINK DES-1008D (8 puertos)
- Switch DLINK DES-1016D (16 puertos)

**f) Laboratorio de Control y Movimiento.**

- Patch panel QCOM (16 puertos) **(1)**, 14 puertos ocupados y 2 puertos disponibles (15, 16).
- Patch panel QCOM (16 puertos) **(2)**, 13 puertos ocupados y 3 puertos disponibles (14, 15, 16).
- Organizador horizontal 2UR.
- Switch TP-LINK TL-SG1016 (16 puertos) **(1)**, 15 puertos ocupados y 1 puertos disponible (13).

- Switch TP-LINK TL-SG1016 (16 puertos) **(2)**, 15 puertos ocupados y 1 puertos disponible (13).

### 2.3.1. Bloque principal del bastidor

En el bloque principal el bastidor del rack en la FET, se encuentra el switch principal, cuyo modelo es CISCO 4503, tal como se ilustra en la figura 2.13, el mismo que permite la conexión de toda la red.

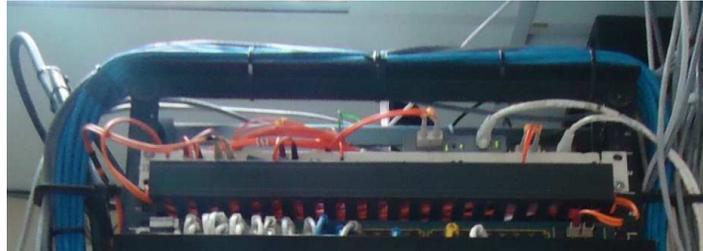


Figura 2. 13: Switch principal del rack de la FET.

Fuente: Coello, J. y García, H. FTD

En las figuras 2.14, 2.15 y 2.16 se muestran cada una de las conexiones mediante cable, en el switch principal (1), (2) y (3) de la FET.



Figura 2. 14: Conexionado mediante cable en el switch principal (1).

Fuente: Coello, J. y García, H. FTD

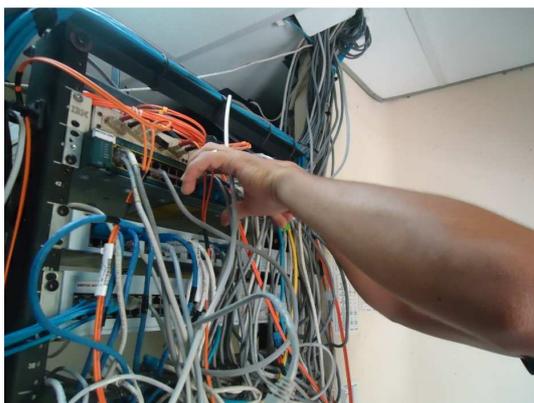


Figura 2. 15: Conexionado mediante cable en el switch principal (2).

Fuente: Coello, J. y García, H. FTD

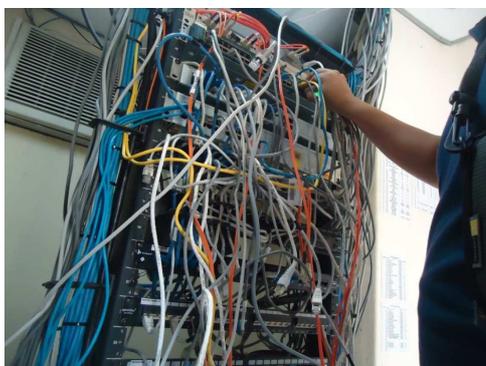


Figura 2. 16: Conexionado mediante cable en el switch principal (3).

Fuente: Coello, J. y García, H. FTD

Después se pudo visualizar el subnodo principal de la red, que se componen por los siguientes equipos:

- Switch Cisco Catalyst modelo 2960 de 24 puertos.
- Cableado de Fibra Óptica.

### 2.3.2. Segundo bloque del bastidor

Lista del equipamiento instalado en el subnodo del segundo piso:

- Patch Panel A de 24 puertos marca Panduit (Red de dato).
- Switch A: 3COM Baseline Switch 2824-SFP Plus 3C16487
- Patch Panel B de 24 puertos marca Panduit (Red de dato).
- Switch B: 3300 24 PORT 3C16980A



Figura 2. 17: Equipos del segundo piso del rack.

Fuente: Coello, J. y García, H. FTD



Figura 2. 18: Equipo switch 3COM A.

Fuente: Coello, J. y García, H. FTD



Figura 2. 19: Equipo switch 3COM B.

Fuente: Coello, J. y García, H. FTD

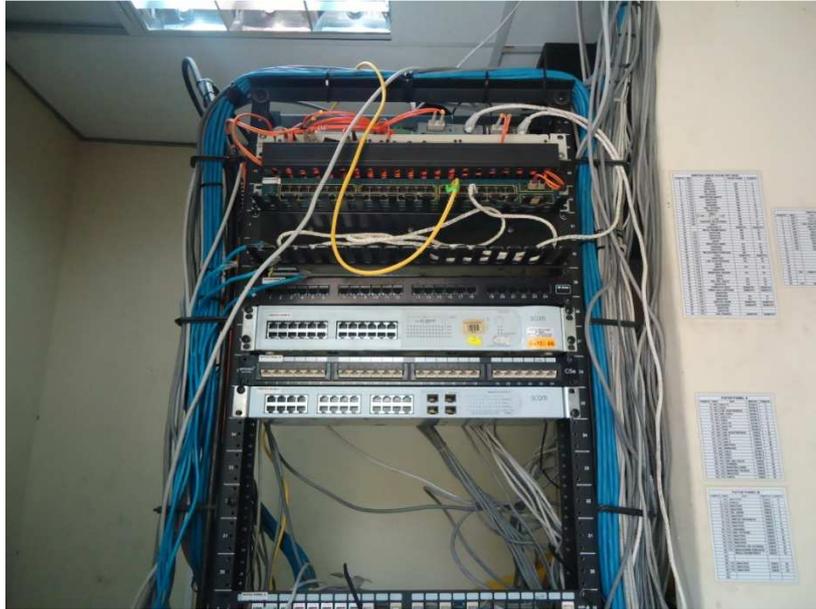


Figura 2. 20: Switches y patch Panels para conexiados.

Fuente: Coello, J. y García, H. FTD



Figura 2. 21: Switches y patch Panels para conexiados.

Fuente: Coello, J. y García, H. FTD

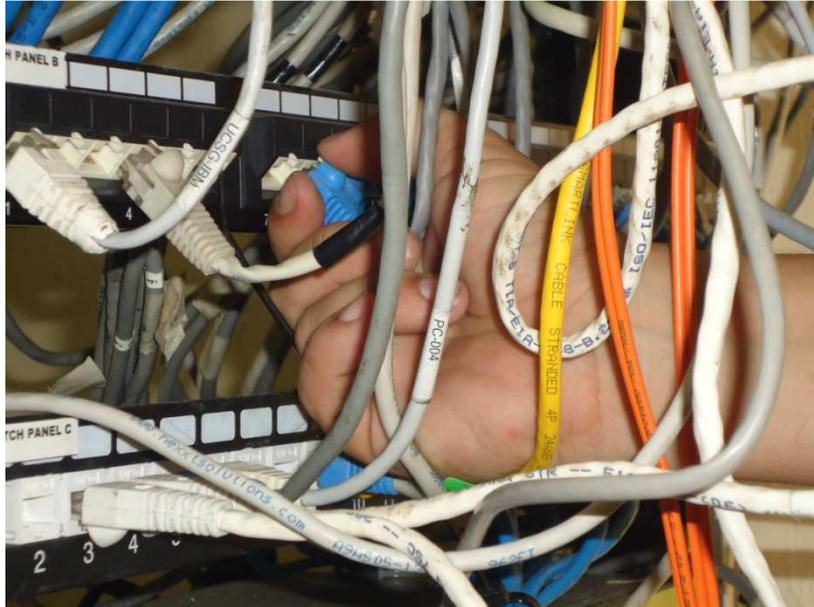


Figura 2. 22: Conexionado de cables al patch panel B.

Fuente: Coello, J. y García, H. FTD

### 2.3.3. Tercer bloque del bastidor

Lista de los equipos instalados en el subnodo del tercer piso:

- Patch Panel C de 24 puertos marca Panduit (Red de dato).
- 2 UPC



Figura 2. 23: Patch panel C y UPC's.

Fuente: Coello, J. y García, H. FTD

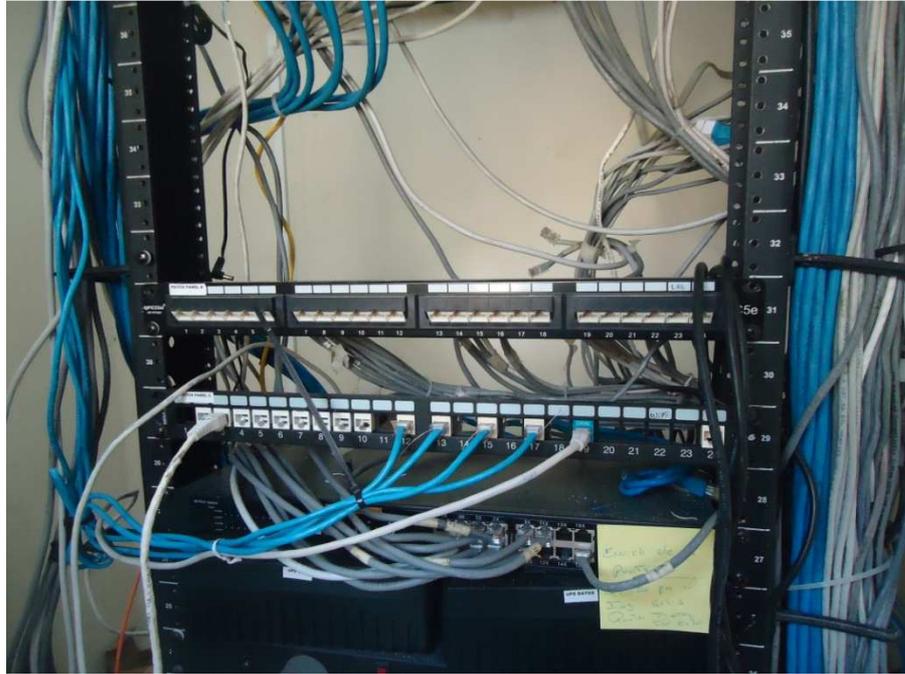


Figura 2. 24: Conexionado de cables al patch panel C (1).

Fuente: Coello, J. y García, H. FTD



Figura 2. 25: Conexionado de cables a puertos en patch panel C (2).

Fuente: Coello, J. y García, H. FTD

### 2.3.4. Cuarto bloque del bastidor

Lista de los equipos instalados en el subnodo del cuarto piso:

- *Conmutador de teléfonos*
- *VPN de cámara de video*

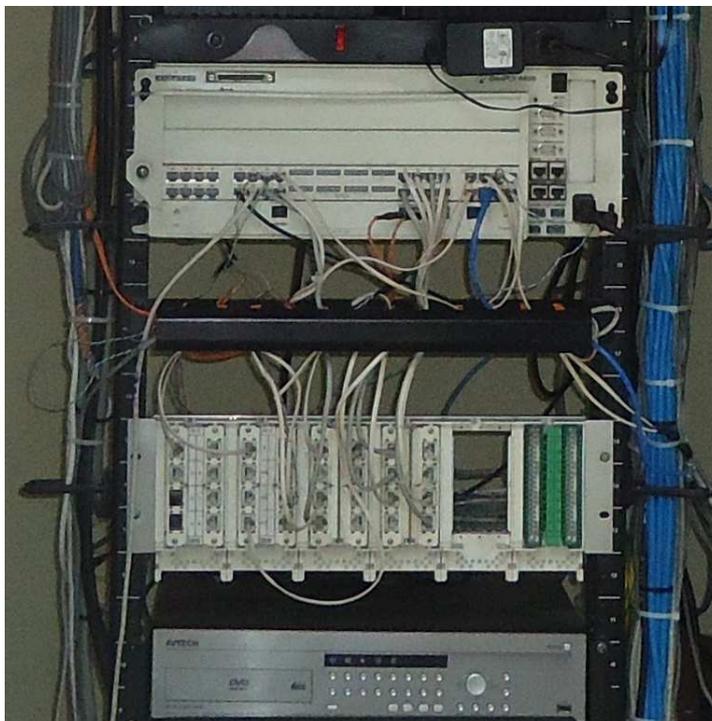


Figura 2. 26: Conmutador de telefonía y VPN para las cámaras de video.

Fuente: Coello, J. y García, H. FTD

### 2.3.5. Quinto bloque del bastidor

Lista de los equipos instalados en el subnodo del quinto piso:

- *Central de teléfono Panasonic*
- *2 Conexiones a tierra*

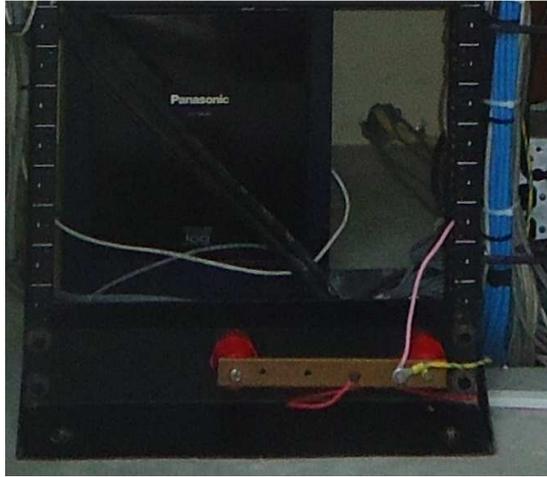


Figura 2. 27: Central telefónica y conexiones a tierra.  
Fuente: Coello, J. y García, H. FTD



Figura 2. 28: Fin de instalación en el rack de la FET.  
Fuente: Coello, J. y García, H. FTD



Figura 2. 29: Presentación final en el rack de la FET (1).

Fuente: Coello, J. y García, H. FTD



Figura 2. 30: Fin de instalación en el rack de la FET (2)

Fuente: Coello, J. y García, H. FTD



Figura 2. 31: Trabajo final en el rack de la FET (3).

Fuente: Coello, J. y García, H. FTD

## **Capítulo III: Presentación de la propuesta**

### **3.1 Consideraciones en la solución propuesta del proyecto**

Las consideraciones para la ampliación de la red de datos de la Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo, se basan en tres aspectos. El primero, de acuerdo al diagnóstico realizado en el capítulo 2; el segundo, del ancho de banda proporcionado por el Centro de Cómputo de la UCSG que es de 9 Mbps; y, el tercer depende de la cantidad de usuarios en la red (administrativos, docentes, alumnos de pregrado y posgrados) dichos aspectos apoyan a la presente propuesta, la misma consiste en:

#### **3.1.1. Personalización de la red actual**

La personalización de la red de datos de la FETD detallada en el capítulo anterior, indica que la mayoría de los equipos dentro del cuarto de rack están al límite de su capacidad máxima. Esto demuestra que si se desea hacer una ampliación en la infraestructura del cableado se necesitarán más equipos para aumentar la cantidad de usuarios (estudiantes, docentes y autoridades de la FETD). Adicionalmente, el cableado estructurado no se encontraba correctamente organizado, el mismo que ocasionaba grandes confusiones y principalmente altos costos.

Por otro lado, el realizar una ampliación de la infraestructura de WLAN mediante un switch adicional de CISCO, significaría reducir los costos, en pasar cables por paredes, techos y suelos. Además, esta innovación se la debe implementar, porque:

- El número de dispositivos de comunicación de datos (laptops, tabletas de varias marcas) y de dispositivos móviles inteligentes (Smartphones) han crecido simultáneamente con el incremento de estudiantes (pregrado y posgrado) en los últimos años.

- De esta manera resulta más cómodo para los usuarios, ya que se pueden conectar desde cualquier lugar, sin tener la necesidad de estar en un lugar fijo dentro de la FETD.

### 3.1.2. Necesidades para la ampliación de la red

La necesidad de ampliar la red, se basa en el crecimiento estudiantil (usuarios fijos) que tiene la FETD en cada semestre, donde ingresan más alumnos con computadoras portátiles, tablets y celulares smartphones, donde dicho incremento implicaría tener excelente servicio de red de datos, ya que el ancho de banda (BW) es distribuido para cada uno de los usuarios conectados de manera simultánea.

Por ejemplo, sabemos que en comunicaciones inalámbricas cada portátil y tablets pueden llegar hasta 376 kbps (Upload Speed) y los celulares smartphones hasta 317 kbps (Upload Speed), es decir, que si tenemos estudiantes con 5 laptops, 5 tablets, 5 celulares smartphones; entre docentes y personal administrativo de la FETD ocuparíamos todo el ancho de banda de 9 Mbps, como se puede ver en la tabla 3.1.

Tabla 3. 1: Clasificación del tráfico de red en la FETD (Upload Speed).

Dispositivo de comunicación	Cantidad	Upload Speed
Laptops	5	1,88 Mbps
Tablets	5	1,88 Mbps
Celulares Smartphones	5	1,585 Mbps
Docentes y administrativos	16	6,016 Mbps
Total		11,396 Mbps

Fuente: Coello, J. y García, H. FETD

Hay que tener en cuenta que no ha sido considerado los usuarios visitantes, que son aquellos asistentes a cursos, seminarios o talleres.

También fue necesaria realizar una encuesta a los estudiantes de pregrado de la FETD, cuya población es aproximadamente 800 alumnos, de los cuales se estableció una muestra de 125 alumnos. La encuesta nos permite identificar qué tipos de dispositivos de comunicación disponen, entre ellos portátiles, tablets y celulares inteligentes (smartphones). Los resultados obtenidos en la encuesta se muestran en la tabla 2.2 y en la figura 3.1.

Tabla 3. 2: Disponibilidad de los dispositivos de comunicaciones de datos.

Dispositivos de Comunicación de Datos	Si	No	Total
Laptops	21	99	120
Tablets	30	90	120
Smartphones	39	81	120

Fuente: Coello, J. y García, H. FETD



Figura 3. 1: Porcentaje de alumnos que disponen dispositivos de comunicaciones de datos.

Fuente: Coello, J. y García, H. FTD

Es conveniente que la FETD solicite al Centro de Cómputo de la UCSG incrementar el ancho de banda, pero diferenciar para redes VLAN y WLAN, adicionalmente este parámetro (velocidad) es uno de los que evaluará el Senescyt.

### 3.2 Sistema proyectado

Como ya se explicó anteriormente los aspectos en que se basa la ampliación de la red de la FETD de una WLAN, en la actualidad la edificación dispone de 2 AP (Access Point) por cada piso o bloques, para un total de 16 AP. De acuerdo al incremento de usuarios (estudiantes) el presente trabajo propone la ubicación de un punto de acceso más en cada piso o bloque.

#### 3.2.1. Justificación de la propuesta

El estándar IEEE 802.11, establece el esquema de canalización (ver figura 3.2) para el uso de las bandas ISM RF no licenciadas en las WLAN. La banda de 2.4GHz se divide en 11 canales para Norteamérica y 13 para Europa.

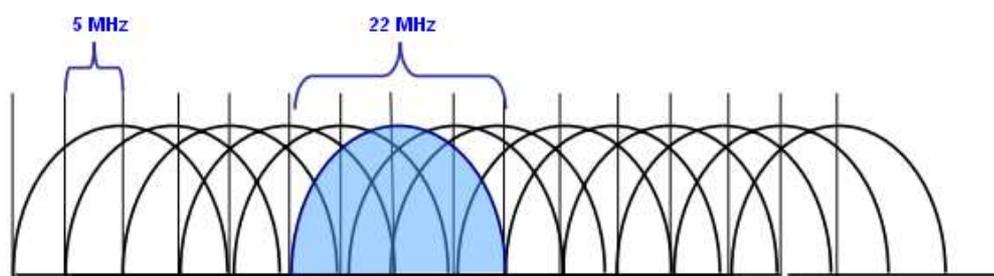


Figura 3. 2: Esquema de canalización para la banda de 2.4 GHz en la WLAN

Fuente: Coello, J. y García, H. FTD

Estos canales tienen una separación de frecuencia central de sólo 5 MHz y un ancho de banda total (u ocupación de frecuencia) de 22 MHz. El ancho de banda del canal de 22 MHz combinado con la separación de 5 MHz entre las frecuencias centrales significa que existe una superposición entre los canales sucesivos. Las optimizaciones para las WLAN que requieren puntos de acceso múltiple se configuran para utilizar canales no superpuestos y así evitar las interferencias.

Es posible entonces configurar como máximo tres puntos de acceso independientes en una zona. Con tres puntos de acceso adyacentes se utilizarían los canales 1, 6 y 11, tal como se muestra en la figura 3.3.

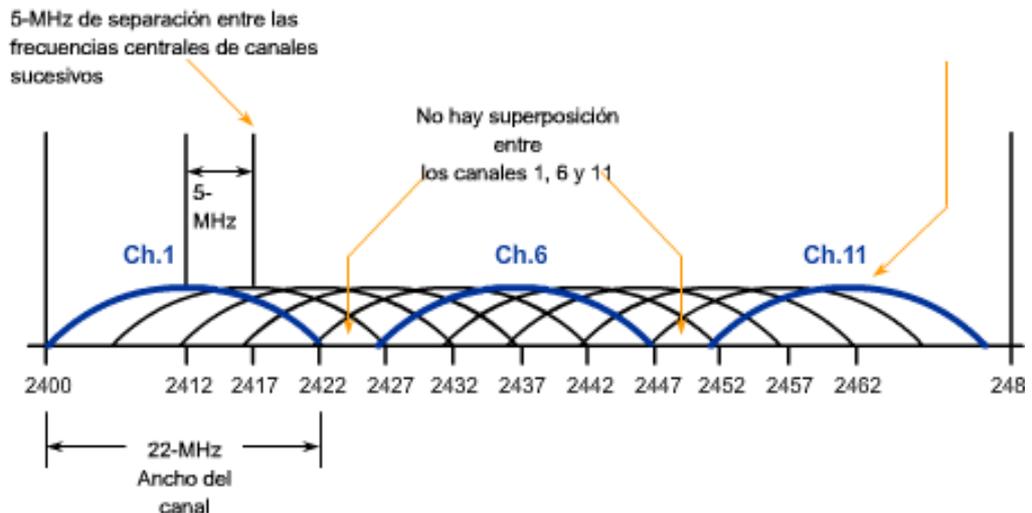


Figura 3. 3: Configuración de tres canales

Fuente: [5]

### 3.2.2. Dimensionamiento del ancho de banda para la FETD.

Para el dimensionamiento del ancho de banda en la FETD, se requiere analizar las aplicaciones más utilizadas en el internet, como páginas web http, e-mail (correos electrónicos), documentos HTML, imágenes, audio y video. Aunque es difícil establecer el ancho de banda requerido para algunas de las aplicaciones mencionadas anteriormente, ya que las mismas dependen de la calidad y cantidad de información disponible en las páginas. Adicionalmente se debe tener en cuenta que el tamaño del contenido, la estructura y los links (enlaces) que contienen, afectarían el rendimiento.

Como ya se mencionó anteriormente el ancho de banda para la FETD es de 9 Mbps distribuidos tanto para la red alámbrica e inalámbrica. Es decir, que el ancho de banda para cada usuario fijo (administrativos, docentes y estudiantes) para diferentes escenarios y dependiente de las peticiones realizadas por los usuarios se muestran en la tabla 3.3.

Tabla 3. 3: Disponibilidad del ancho de banda por usuario fijo.

<b>BW disponible en la FETD</b>	<b>Peticiones de usuarios fijos (90)</b>	<b>Peticiones del 50% de usuarios fijos (45)</b>	<b>Peticiones del 25% de usuarios fijos (23)</b>
9 Mbps	100 Kbps	200 Kbps	400 Kbps

Fuente: Coello, J. y García, H. FETD

Ahora una vez conocidas las capacidades para cada usuario fijo de la tabla 3.3, se determinará el tiempo que se requiere para la descarga de diferentes archivos obtenidos ya sea del correo electrónico (e-mail), páginas web (acceder a la plataforma virtual de la UCSG) y documentos con varias imágenes, mostrados en la tabla 3.4.

Tabla 3. 4: Tiempo de descarga por usuario fijo.

<b>BW disponible en la FETD</b>	<b>Archivos de 512 Kbytes de tamaño</b>	<b>Archivos de 2560 Kbytes de tamaño</b>	<b>Archivos de 10240 Kbytes de tamaño</b>
<b>100 Kbps - Peticiones de usuarios fijos (90)</b>	40,96 s	204,80 s	819,20 s
<b>200 Kbps - Peticiones del 50% de usuarios fijos (45)</b>	20,48	102,40 s	409,60 s
<b>400 Kbps - Peticiones del 25% de usuarios fijos (23)</b>	10,24 s	51,20 s	204,80 s

Fuente: Coello, J. y García, H. FETD

Si deseamos descargar 10,24 Mbytes con un ancho de banda 100 Kbps (90 usuarios fijos conectados simultáneamente) produciría un tiempo de descarga de 13,65 minutos (819,20 segundos), considerada como lenta el tiempo de respuesta. El tiempo de descarga es menor si tenemos conectados 23 usuarios fijos (25%), cuyo valor sería de 3,41 minutos (204,80 segundos), debido a que cada usuario tendría un mejor ancho de banda.

Hasta ahora se han considerado ciertas aplicaciones para lo cual se ha obviado que los usuario fijos (alumnos) acceden a páginas web para chatear en tiempo real, tales como Facebook (la más empleada), Windows Live Messenger, ebuddy que ocupan un ancho de banda mínimo de 16 Kbps para un correcto funcionamiento.

En el caso de alguna videoconferencia que se utilizan ocasionalmente, basta con utilizar un ancho de banda mínimo de 512 Kbps para una excelente transmisión. Para determinar el ancho de banda que requiere la FETD, debemos identificar el número de usuarios fijos, entre personal administrativo, docentes y alumnos (pregrado y posgrado). Por ejemplo, el personal administrativo de FETD (1 decano, 2 directores pregrado, 2 coordinadores, 2 directores posgrado, 3 asistentes de laboratorios, 6 secretarias) es de 16 personas, 15 docentes y 59 estudiantes, dando un total de 90 usuarios fijos (100% de peticiones), cuyo ancho de banda es 100 Kbps más los 16 kbps requeridos en tiempo real, para lo cual la capacidad del enlace a internet es:

$$C_{total} = C_a + C_b$$

Siendo:

$C_a$  = Ancho de banda de n usuario fijos para navegar.

$C_b$  = Ancho de banda de n usuarios fijos para chatear.

$$C_{total} = C_a(www + Email + otros) + C_b(Chat)$$

$$C_{total} = 100 Kbps (70 + 35 + 15)usuarios + 16 Kbps(20)usuarios$$

$$C_{total} = 12000 Kbps + 320 Kbps$$

$$C_{total} = 12320Kbps$$

Como se puede apreciar el ancho de banda requerido sería de 12 Mbps con una cantidad de 90 máquinas conectadas simultáneamente (navegando y chateando), aunque lo ideal sería que la FETD cuente con un ancho de banda de 18 Mbps, de los cuales 12 Mbps sean destinados a docentes y estudiantes (pregrado y posgrado) y los otros 6 Mbps para la parte administrativa de la FETD.

### 3.2.3. Modelo de puntos de acceso propuesto

Para los Access Point (AP) o puntos de acceso que se proponen corresponden al modelo Cisco Aironet 1250 Series Access Point, tal como se ilustra en la figura 3.4.

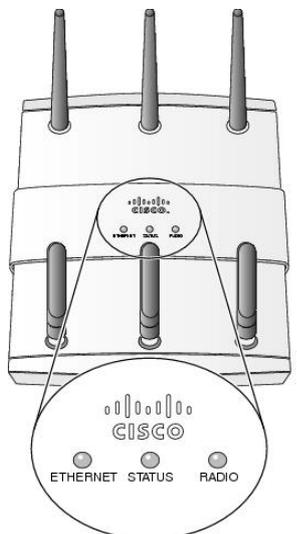


Figura 3. 4: Cisco Aironet 1250 Series Access Point .

Fuente:

[http://www.cisco.com/en/US/docs/wireless/access\\_point/1250/quick/guide/ap1250qs.html](http://www.cisco.com/en/US/docs/wireless/access_point/1250/quick/guide/ap1250qs.html)

### **Especificaciones**

El Cisco Aironet 1250 Series es un punto de acceso para entornos empresariales de la clase 802.11n designado para entornos RF desafiantes. Es un punto de acceso para interiores que provee una banda dual, soporta tasas de datos de hasta 600 Mbps para proporcionar a los usuarios una cobertura segura y predecible con gran ancho de banda para aplicaciones de datos, voz y video. Las características técnicas del dispositivo electrónico se pueden ver en el Anexo 8.

El Aironet 1250 Series permite que una WLAN coexistan los clientes 802.11a, 802.11b, 802.11g y los 802.11n. En la figura 3.5 se muestra un ejemplo de conexión de este AP, logrando que los usuarios se conecten al punto de acceso mediante la especificación inalámbrica 802.11n, lo que mejorará la velocidad en transmisión de datos.

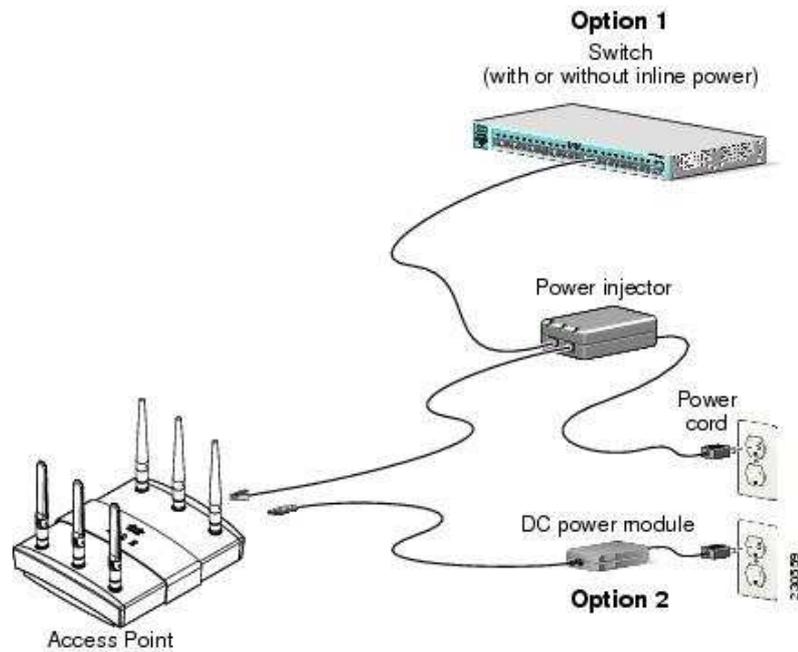


Figura 3. 5: Configuración básica de Cisco Aironet 1250 Series.

Fuente: Coello, J. y García, H. FTD

Mediante el incremento de los Access Point (AP) que llegarían a 24 AP's, para lo cual el dispositivo utilizado que controla el Wi-Fi de la FET, debe también ser sustituido, el mismo permite conectar 25 AP, aunque hay disponible para un AP, es necesario el cambio.

El controlador Wi-Fi que se recomienda para la ampliación de la red de comunicaciones de datos, es el dispositivo AIR-WLC4402-50-K9 (ver figura 3.6), cuya características son similares al que se encuentra actualmente operando, la diferencia es que permite conectar máximo 50 AP, por lo que puede dar cobertura a los 24 AP que existirán con esta nueva propuesta y a futuro quedan disponibles 26 AP para ampliaciones posteriores de la red de datos, para lo cual deberán incrementar el ancho de banda.



Figura 3. 6: Controlador Wireless modelo WLC 4402-50-K9.

Fuente: Cisco.

En la Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo, debe cubrirse la comunicación inalámbrica en forma de óvalo, tal como se ilustra la figura 3.7



Figura 3. 7: Área de cobertura de la FET.

**Fuente:** Coello, J. y García, H. FTD

El estado de los paquetes conmutados en cada uno de los servidores de seguridad, permiten controlar el tráfico entre las VLAN y a la vez posibilita la implementación de un diseño de gran seguridad que sólo permite dispositivos internos acceder a datos fundamentales o confidenciales. A continuación se exponen aspectos claves para el diseño de VLAN's:

- Reglas creadas para asegurar que sólo los equipos necesarios puedan comunicarse desde la VLAN DMZ a la VLAN de infraestructura y a las VLAN de datos y administración a través del servidor de seguridad interno.
- Una VLAN dedicada, creada como VLAN privada y aislada, únicamente para las placas de administración de servidores.
- Los servidores multitarjeta de aplicaciones para el usuario deben configurarse para deshabilitar el reenvío IP.

- Listas de control de acceso que se aplican a los enrutadores de acceso y al enrutador de conmutación.
- El servidor de seguridad interno debe permitir la inspección de estados entre la VLAN DMZ y las VLAN de infraestructura y de datos y administración.

### Ubicación de los AP:

La ubicación de los Access Point en cada bloque o piso, va a depender del diámetro mayor del óvalo formado por los 3 AP's, siendo este el diámetro del área a cubrir por cada uno de los AP's sin solapamiento. Adicional, esto permite el Roaming, es decir, que los estudiantes o usuarios puedan trasladarse a cualquier punto de la FET sin perder la comunicación o conexión inalámbrica, en la figura 3.8 se muestra la manera que deben ubicarse los AP's.

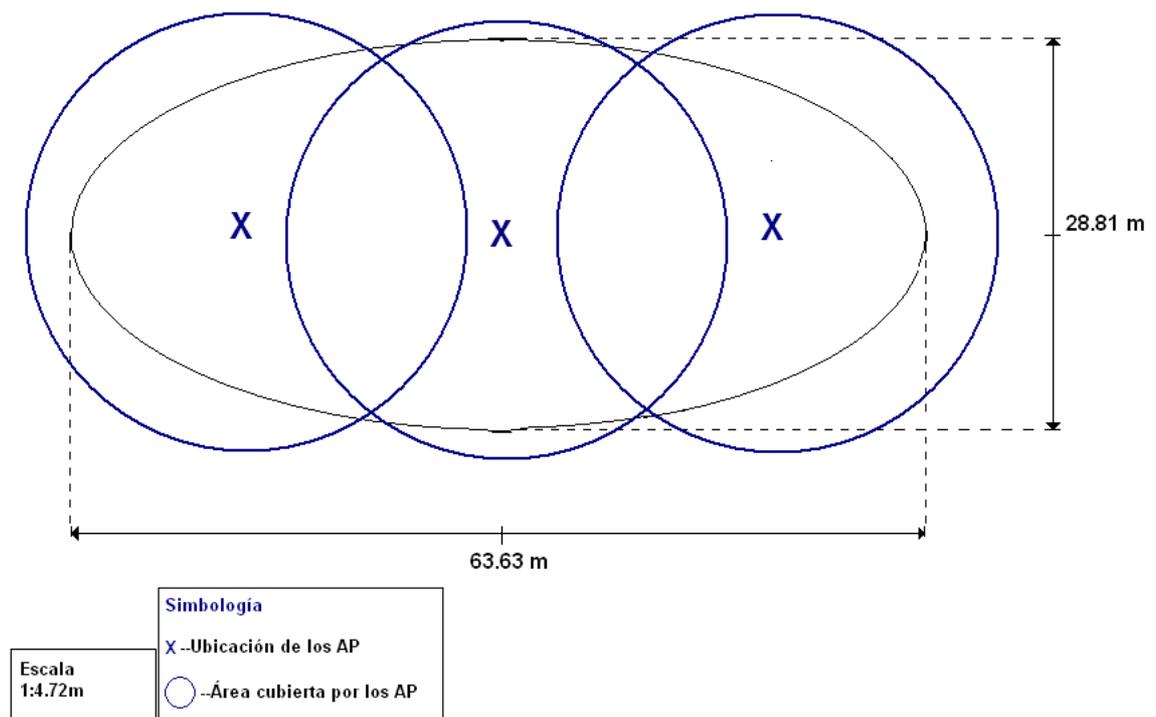


Figura 3. 8: Distribución de AP's en cada bloque o piso.

**Fuente:** Coello, J. y García, H. FTD

Como se puede observar la distribución nos garantizará la cobertura en toda el área de cada bloque o piso, y el solapamiento de las áreas vecinas posibilita el servicio de Roaming. El área de cobertura es:

$$A_{TC} = \sum \pi r^2 = 70,65 \text{ km}^2$$

### 3.2.4. Esquema de direcciones TCP/IP

Para el esquema de direcciones IP interno que se asignará a la infraestructura, se basa en el estándar de direcciones privadas RFC 1597. Cualquier esquema de direcciones privadas funcionaría en la arquitectura pero, por motivos de sencillez, se han seleccionado direcciones privadas de Clase C y se han asignado a las VLAN.

Los intervalos de subred de Clase C disponibles abarcan desde la dirección 192.168.0.0 hasta la dirección 192.168.255.0, lo que es más que suficiente (256 subredes) para este diseño. Se han asignado a las VLAN las subredes indicadas en la tabla siguiente (cada dispositivo de la subred tiene asignada la máscara estándar de la Clase C, 255.255.255.0):

Tabla 3. 5: Asignación de subred VLAN.

Asignación de subred	VLAN	Propósito
192.168.11.0	VLAN 11	Red interna para los servidores IIS y DNS
192.168.12.0	VLAN 12	Red de datos y administración
192.168.13.0	VLAN 13	Red de infraestructura
192.168.14.0	VLAN 14	Red de tarjetas de administración de servidores
192.168.15.0	VLAN 15	Red de servidor de seguridad interno
192.168.21.0	VLAN 21	Interfaz de servidor de seguridad de perímetro de servicios de fondo y DNS
192.168.22.0	VLAN 22	Interfaz de aplicaciones para el usuario del clúster Web 1
192.168.23.0	VLAN 23	Interfaz de aplicaciones para el usuario del clúster Web 2

El esquema de direcciones IP de la arquitectura de Internet Data Center se define del modo siguiente:

- Red: 192.168.x.0
- Máscara de subred: 255.255.255.0
- Puerta de enlace predeterminada: 192.168.x.253
- Dirección de difusión: 192.168.x.255
- DNS principal: 192.168.13.20
- DNS secundario: 192.168.13.21

Donde x se refiere a cada red VLAN de la tabla anterior. Con este esquema, cada VLAN puede contener hasta 254 nodos. Si son necesarios más de 254 nodos por cada VLAN, puede usarse una máscara de subred distinta.

Las placas de administración de servidores situadas en la red VLAN 14 no tienen configurada ninguna entrada de puerta de enlace predeterminada, ni de servidor DNS. Ello se debe a motivos de seguridad, pues de este modo estas placas no tienen acceso a dispositivos situados fuera de su subred.

### **3.2.5. Tráfico de red entre las VLAN**

Por motivos de seguridad, todo el tráfico innecesario entre los puertos TCP se bloquea o se deshabilita en los servidores, en los dispositivos de red y en los servidores de seguridad.

### **3.2.6. Requisitos de tráfico de Internet**

Los servidores expuestos en Internet se han separado en VLAN diferentes en función de los distintos requisitos del tráfico. Los puertos TCP 80 y 443 se redirigen desde el servidor de seguridad de perímetro a ambas matrices de servidores IIS agrupadas en la VLAN 22 y la VLAN 23. El puerto UDP 53 del tráfico DNS y todos los demás protocolos de Internet, si se usan en el entorno, se dirigen a la VLAN 21.

Todos los demás requisitos de puertos, incluidos los de tráfico de Internet, y se refieren a las siguientes VLAN de la arquitectura de Internet Data Center:

- VLAN 22 y 23: sistema de aplicaciones para el usuario en matriz Web con IIS y equilibrio de carga.
- VLAN 21: servidor de seguridad de perímetro de Internet de servicios de fondo, DNS.
- VLAN 11: sistema de servicios de fondo en matriz Web con IIS, sistema de aplicaciones para el usuario en servidor de seguridad interno.
- VLAN 12: base de datos y administración.
- VLAN 13: aplicación, infraestructura, Active Directory y controladores de dominio.
- VLAN 15: sistema de servicios de fondo en servidor de seguridad interno.

## **Conclusiones**

1. A partir del trabajo realizado, podemos concluir que, a través del estado del arte de las comunicaciones de datos, se pudo determinar los parámetros necesarios para el presente trabajo, donde dichas características resultaron decisivas en las investigaciones realizadas.
2. La fundamentación teórica mostrada en el presente trabajo de tesis brindó el soporte para el diseño e implementación de las mejoras a desarrollar, en este caso, en la red LAN y WLAN de la Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo.
3. En el diagnóstico se caracterizó en la red de datos de la Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo, determinándose en cada bloque o piso las necesidades de satisfacer a los estudiantes con el acceso al internet.
4. La propuesta analizada para dar solución al problema presentado de ampliación de la red existente en el edificio de la Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo, con lo que se dará cumplimiento al objetivo planteado, es una idea factible que beneficiará tanto a estudiantes, docentes y la parte administrativa.

## Recomendaciones

- ✓ A futuro la red de comunicaciones de datos debe ampliarse, para lo cual es importante se tome en cuenta la ampliación de la red en el rack de datos de la FETD mediante un switch adicional.
  
- ✓ Al realizar la ejecución de la propuesta de ampliar la red de datos de la FETD, se sugiere ejecutar las pruebas y mediciones de campo, determinando y corrigiendo posibles problemas de cobertura.
  
- ✓ Solicitar al Centro de Cómputo de la UCSG el aumento del ancho de banda de 18 Mbps, para tener una mejor cobertura y calidad.
  
- ✓ Finalmente, al aumentar los equipos en el cuarto de rack de la FETD, es necesario mejorar el sistema de climatización. En el Anexo 9 se presenta los costos para poder implementar la red ampliada.

## **Bibliografía**

- Andreu Gómez, J. (2010). *Servicios en Red: Ciclos Formativos*. Madrid: Editex.
- Blanco S., A., Huidobro M, J., & Jordán, J. (2006). *Redes de área local: administración de sistemas informáticos*. Madrid: Paraninfo.
- Carballar F., J. (2010). *Wi-Fi : lo que se necesita conocer*. Madrid: RC Libros.
- Gerlinde, B., & Antoon , R. (2008). *Guía de prácticas de ccna eXPloration. Aspectos básicos de networking*. México: Pearson Educación.
- Herrera P., E. (2003). *Tecnologías y redes de transmisión de datos*. México: Limusa.
- Huidobro M., J. (2005). *Sistemas telemáticos: sistemas de telecomunicación e informáticos*. Madrid: Paraninfo.
- Íñigo G., J., & Barceló O., J. (2009). *Estructura de redes de computadores/ Structures of Computer Networks*. Barcelona: UOC.
- Tanenbaum, A. (2003). *Redes de Computadoras*. México: Pearson Educación.
- Uyless D. , B. (2006). *Redes de transmisión de datos y proceso distribuido*. Madrid, España: Diaz de Santos.
- Zorrilla Pantaleón, M. (07 de 10 de 2012). *Sistemas Informáticos II*. Obtenido de Redes de Datos y Conectividad: <http://personales.unican.es/zorrillm/MaterialOLD/redes.pdf>

**Anexo 1. Distribución y disponibilidad de los puertos del switch en el Rack Principal de la FET.**

RED DE DATO	PATCH PANEL (24 PUERTOS)	N° PUERTO	SWITCH CISCO (48 PUERTOS)	N° PUERTO	OBSERVACIONES
WIFI TECNICA 1	DIRECTO AL SWITCH		SWITCH CISCO(1) 48 PUERTOS	1	OK
WIFI PARQUEO TECNICA	DIRECTO AL SWITCH		SWITCH CISCO(1) 48 PUERTOS	2	OK
DECANATO	PATCH PANEL (3) 24 PUERTOS	2	SWITCH CISCO(1) 48 PUERTOS	3	OK
ECON. GLADYS CONTRERAS	PATCH PANEL (2) 24 PUERTOS	5	SWITCH CISCO(1) 48 PUERTOS	4	OK
DIRECTOR ITT	PATCH PANEL (3) 24 PUERTOS	21	SWITCH 3COM (2) 24 PUERTOS	5	OK
ING. LUIS VALLEJO	PATCH PANEL (1) 24 PUERTOS	19	SWITCH CISCO(1) 48 PUERTOS	5	OK
CONTROL DE CATEDRA	PATCH PANEL (2) 24 PUERTOS	15	SWITCH CISCO(1) 48 PUERTOS	6	OK
DIRECTOR DE CARRERA	PATCH PANEL (2) 24 PUERTOS	11	SWITCH CISCO(1) 48 PUERTOS	7	OK
MAESTRIA AGROPECUARIO	PATCH PANEL (1) 24 PUERTOS	21	SWITCH CISCO(1) 48 PUERTOS	9	OK
MAESTRIA TELECOMUNICACIONES	PATCH PANEL (1) 24 PUERTOS	22	SWITCH CISCO(1) 48 PUERTOS	10	OK
OFIC. LIMONSITO	PATCH PANEL (2) 24 PUERTOS	16	SWITCH CISCO(1) 48 PUERTOS	11	OK
SECRETARIA DECANO	PATCH PANEL (1) 24 PUERTOS	20	SWITCH CISCO(1) 48 PUERTOS	12	OK
ORIENTADORA ESTUDIANT	PATCH PANEL (1) 24 PUERTOS	24	SWITCH CISCO(1) 48 PUERTOS	13	OK
DVR AVTECH	DIRECTO AL SWITCH		SWITCH CISCO(1) 48 PUERTOS	14	OK
SECRETARIA 1 (CARNICOS)	PATCH PANEL (1) 24 PUERTOS	12	SWITCH CISCO(1) 48 PUERTOS	15	OK
SECRETARIA 2 (CARNICOS)	PATCH PANEL (1) 24 PUERTOS	11	SWITCH CISCO(1) 48 PUERTOS	16	OK
RELOJ BIOMETRICO	PATCH PANEL (2) 24 PUERTOS	17	SWITCH CISCO(1) 48 PUERTOS	19	OK
CAMARA IP	PATCH PANEL (1) 24 PUERTOS	7	SWITCH CISCO(1) 48 PUERTOS	20	OK
CASCADA DE RED SWITCH DLINK	DIRECTO AL SWITCH		SWITCH CISCO(1) 48 PUERTOS	21	OK
LABORATORIO DE ELECTRICIDAD	PATCH PANEL (1) 24 PUERTOS	10	SWITCH CISCO(1) 48 PUERTOS	30	OK
CASCADA DE RED SWITCH (N° 3)	DIRECTO AL SWITCH		SWITCH CISCO(1) 48 PUERTOS	31	
OFICINAS SECRETARIA (PLC)	PATCH PANEL (3) 24 PUERTOS	10	SWITCH CISCO(1) 48 PUERTOS	35	OK

RED DE DATO	PATCH PANEL (24 PUERTOS)	N° PUERTO	SWITCH CISCO (48 PUERTOS)	N° PUERTO	OBSERVACIONES
OFICINA DOCTORA	PATCH PANEL (1) 24 PUERTOS	13	SWITCH CISCO(1) 48 PUERTOS	36	OK
FIBRA SALA DE LECTURA	DIRECTO AL TRANSCEIVER		SWITCH CISCO(1) 48 PUERTOS	40	OK
CASCADA DE RED SWITCH (Nº2)	DIRECTO AL SWITCH		SWITCH CISCO(1) 48 PUERTOS	44	OK
ING. FRANCO	DIRECTO AL SWITCH				OK
CASCADA DE RED	SWITCH 3COM (3) 24 PUERTOS	24	SWITCH CISCO(1) 48 PUERTOS	31	OK
RED DE DATO	SWITCH 3COM (24 PUERTOS)	N° PUERTO	SWITCH CISCO (48 PUERTOS)	N° PUERTO	OBSERVACIONES
CASCADA DE RED	SWITCH 3COM (2) 24 PUERTOS	24	SWITCH CISCO(1) 48 PUERTOS	44	OK
RED DE DATO	SWITCH DLINK (8 PUERTOS)	N° PUERTO	UBICACIÓN	N° PUERTO	OBSERVACIONES
CASCADA DE RED	SWITCH DLINK 8 PUERTOS	8	SWITCH CISCO (1) 48 PUERTOS	18	OK
PUERTO LIBRE	SWITCH DLINK 8 PUERTOS	7			
PUERTO LIBRE	SWITCH DLINK 8 PUERTOS	6			
PUERTO LIBRE	SWITCH DLINK 8 PUERTOS	5			
PUERTO LIBRE	SWITCH DLINK 8 PUERTOS	4			
	SWITCH DLINK 8 PUERTOS	3	PATCH PANEL (3) 24 PUERTOS	6	OK
	SWITCH DLINK 8 PUERTOS	2	PATCH PANEL (3) 24 PUERTOS	9	OK
	SWITCH DLINK 8 PUERTOS	1	PATCH PANEL (3) 24 PUERTOS	5	OK
PROF. TELECOMUNICACIONES	PATCH PANEL (1) 24 PUERTOS	1	SWITCH 3COM (3) 24 PUERTOS	1	OK
LABORATORIO DE ELECTRONICA	PATCH PANEL (1) 24 PUERTOS	3	SWITCH 3COM (3) 24 PUERTOS	2	OK
PROF. ELECTRONICA	PATCH PANEL (1) 24 PUERTOS	4	SWITCH 3COM (3) 24 PUERTOS	3	OK
ENLACE DE RED LAB. VETERINARIO	PATCH PANEL (1) 24 PUERTOS	5	SWITCH 3COM (3) 24 PUERTOS	4	OK
CONTROL DE CATEDRA CONTROL Y MOVIM	PATCH PANEL (1) 24 PUERTOS	6	SWITCH 3COM (3) 24 PUERTOS	5	OK
PROF. LAB INDUSTRIAL	PATCH PANEL (1) 24 PUERTOS	8	SWITCH 3COM (3) 24 PUERTOS	6	OK
DISPOSITIVO POE	DIRECTO AL SWITCH		SWITCH 3COM (3) 24 PUERTOS	16	OK

RED DE DATO	PATCH PANEL (24 PUERTOS)	N° PUERTO	SWITCH CISCO (48 PUERTOS)	N° PUERTO	OBSERVACIONES
ENLACE DE RED CONTROL Y MOVIMIENTO	PATCH PANEL (2) 24 PUERTOS	23	SWITCH 3COM (2) 24 PUERTOS	19	OK
MULTIPAR TELEFONICO	DIRECTO AL SWITCH		SWITCH 3COM (2) 24 PUERTOS	22	OK
CASCADA DE RED SWITCH (N° 1)	DIRECTO AL SWITCH		SWITCH 3COM (2) 24 PUERTOS	24	OK
VIVIANA DACI	PATCH PANEL (3) 24 PUERTOS	12	SWITCH 3COM(2) 24 PUERTOS	1	OK
SALA DE PROFESORES	PATCH PANEL (3) 24 PUERTOS	15	SWITCH 3COM(2) 24 PUERTOS	2	OK
BANCO PICHINCHA	DIRECTO AL SWITCH		SWITCH 3COM(2) 24 PUERTOS	11	OK
CASCADA DE RED SWITCH (N° 1)			SWITCH 3COM (3) 24 PUERTOS	24	OK

**Tabla A.1:** Distribución de los puertos del switch y el patch panel en el Rack Principal.

**Fuente:** Coello, J. y García, H. FTD

**Anexo 2. Distribución y disponibilidad de los puertos del switch y el patch panel en el subnodo del laboratorio de control y movimiento.**

<b>RED DE DATO</b>	<b>PATCH PANEL (24 PUERTOS)</b>	<b>N° PUERTO</b>	<b>SWITCH CISCO (48 PUERTOS)</b>	<b>N° PUERTO</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
DATO 03	PATCH PANEL QCOM (2) (16 PUERTOS)	1	SWITCH TP-LINK (2) 16 PUERTOS	1	OBSERVACION
DATO 04	PATCH PANEL QCOM (2) (16 PUERTOS)	2	SWITCH TP-LINK (2) 16 PUERTOS	2	OK
DATO 02	PATCH PANEL QCOM (2) (16 PUERTOS)	3	SWITCH TP-LINK (2) 16 PUERTOS	4	OBSERVACION
DATO 01	PATCH PANEL QCOM (2) (16 PUERTOS)	4	SWITCH TP-LINK (2) 16 PUERTOS	3	OK
DATO 08	PATCH PANEL QCOM (2) (16 PUERTOS)	5	SWITCH TP-LINK (2) 16 PUERTOS	5	OK
DATO 06	PATCH PANEL QCOM (2) (16 PUERTOS)	6	SWITCH TP-LINK (2) 16 PUERTOS	7	OK
DATO 07	PATCH PANEL QCOM (2) (16 PUERTOS)	7	SWITCH TP-LINK (2) 16 PUERTOS	6	OK
DATO 05	PATCH PANEL QCOM (2) (16 PUERTOS)	8	SWITCH TP-LINK (2) 16 PUERTOS	8	OK
DATO 12	PATCH PANEL QCOM (2) (16 PUERTOS)	9	SWITCH TP-LINK (2) 16 PUERTOS	11	OBSERVACION
DATO 09	PATCH PANEL QCOM (2) (16 PUERTOS)	10	SWITCH TP-LINK (2) 16 PUERTOS	10	OK
DATO 11	PATCH PANEL QCOM (2) (16 PUERTOS)	11	SWITCH TP-LINK (2) 16 PUERTOS	9	OK
DATO 10	PATCH PANEL QCOM (2) (16 PUERTOS)	12	SWITCH TP-LINK (2) 16 PUERTOS	12	OK
ENRIQUE	PATCH PANEL QCOM (1) (16 PUERTOS)	13	SWITCH TP-LINK (1) 16 PUERTOS	15	OK
ENLACE DE RED	PATCH PANEL QCOM (2) (16 PUERTOS)	13	SWITCH TP-LINK (1) 16 PUERTOS	16	OK
CAMARA IP	PATCH PANEL QCOM (1) (16 PUERTOS)	14	SWITCH TP-LINK (2) 16 PUERTOS	16	OK

RED DE DATO	PATCH PANEL (24 PUERTOS)	N° PUERTO	SWITCH CISCO (48 PUERTOS)	N° PUERTO	OBSERVACIONES
PUERTO LIBRE	PATCH PANEL QCOM (2) (16 PUERTOS)	14	SWITCH TP-LINK (1) 16 PUERTOS	13	
PUERTO LIBRE	PATCH PANEL QCOM (1) (16 PUERTOS)	15	SWITCH TP-LINK (2) 16 PUERTOS	13	
PUERTO LIBRE	PATCH PANEL QCOM (2) (16 PUERTOS)	15			
PUERTO LIBRE	PATCH PANEL QCOM (1) (16 PUERTOS)	16			
PUERTO LIBRE	PATCH PANEL QCOM (2) (16 PUERTOS)	16			
DVR AVTECH	DIRECTO AL SWITCH		SWITCH TP-LINK (2) 16 PUERTOS	15	OK
CONTROL DE CATEDRA	DIRECTO AL SWITCH		SWITCH 3COM (2) 24 PUERTOS	7	OK

**Tabla A.2:** Distribución de los puertos del switch y el patch panel en el subnodo del segundo piso.

**Fuente:** Coello, J. y García, H. FTD

**Anexo 3. Distribución y disponibilidad de los puertos del switch y el patch panel en la Asociación de Estudiantes y Laboratorio de Veterinario.**

RED DE DATO	SWITCH DLINK (16 PUERTOS)	N° PUERTO	OBSERVACIONES
PUERTO LIBRE	SWITCH DLINK (16 PUERTOS)	1	OK
PC 1	SWITCH DLINK (16 PUERTOS)	2	OK
PUERTO LIBRE	SWITCH DLINK (16 PUERTOS)	3	OK
PC 2	SWITCH DLINK (16 PUERTOS)	4	OK
PC 3	SWITCH DLINK (16 PUERTOS)	5	OK
PC 4	SWITCH DLINK (16 PUERTOS)	6	OK
PC 5	SWITCH DLINK (16 PUERTOS)	7	OK
PC 7	SWITCH DLINK (16 PUERTOS)	8	OK
PUERTO LIBRE	SWITCH DLINK (16 PUERTOS)	9	OK
PC 9	SWITCH DLINK (16 PUERTOS)	10	OK
PUERTO LIBRE	SWITCH DLINK (16 PUERTOS)	11	OK
PC 8	SWITCH DLINK (16 PUERTOS)	12	OK
PUERTO LIBRE	SWITCH DLINK (16 PUERTOS)	13	OK
PC 6	SWITCH DLINK (16 PUERTOS)	14	OK
LABORATORIO VEGETAL	SWITCH DLINK (16 PUERTOS)	15	OK
ENLACE DE RED	SWITCH DLINK (16 PUERTOS)	16	OK
ENLACE DE RED	SWITCH DLINK (8 PUERTOS)	1	OK
PC VETERINARIO	SWITCH DLINK (8 PUERTOS)	2	OK
ENLACE ASOCIACION	SWITCH DLINK (8 PUERTOS)	3	OK
PUERTO LIBRE	SWITCH DLINK (8 PUERTOS)	4	OK
PUERTO LIBRE	SWITCH DLINK (8 PUERTOS)	5	OK
PUERTO LIBRE	SWITCH DLINK (8 PUERTOS)	6	OK
PUERTO LIBRE	SWITCH DLINK (8 PUERTOS)	7	OK
PUERTO LIBRE	SWITCH DLINK (8 PUERTOS)	8	OK

**Tabla A.3:** Distribución de los puertos del switch y el patch panel en la asociación y laboratorio veterinario.

**Fuente:** Coello, J. y García, H. FTD

**Anexo 4. Distribución y disponibilidad de los puertos del switch en el Laboratorio de Electrónica.**

RED DE DATO	SWITCH DLINK (16 PUERTOS)	N° PUERTO	OBSERVACIONES
ENLACE DE RED (SW DES-1008D)	SWITCH DLINK DES-1008D (8 PUERTOS)	1	OK
PUNTO LIBRE	SWITCH DLINK DES-1008D (8 PUERTOS)	2	OK
ENLACE DE RED (SW DES-1016D)	SWITCH DLINK DES-1016D (16 PUERTOS)	2	OK
ADMINISTRADOR 1	SWITCH DLINK DES-1016D (16 PUERTOS)	2	OK
PC 15	SWITCH DLINK DES-1008D (8 PUERTOS)	3	OK
PC 17	SWITCH DLINK DES-1008D (8 PUERTOS)	4	OK
PC 10	SWITCH DLINK DES-1016D (16 PUERTOS)	4	OK
PC 11	SWITCH DLINK DES-1016D (16 PUERTOS)	5	OBSERVACION
PUNTO LIBRE	SWITCH DLINK DES-1008D (8 PUERTOS)	5	OK
PC 6	SWITCH DLINK DES-1016D (16 PUERTOS)	6	OK
PC 5	SWITCH DLINK DES-1008D (8 PUERTOS)	6	OK
PC 13	SWITCH DLINK DES-1008D (8 PUERTOS)	7	OK
PC 3	SWITCH DLINK DES-1016D (16 PUERTOS)	7	OK
PC 14	SWITCH DLINK DES-1016D (16 PUERTOS)	8	OK
PC 16	SWITCH DLINK DES-1008D (8 PUERTOS)	8	OK
PC 4	SWITCH DLINK DES-1016D (16 PUERTOS)	9	OBSERVACION
PC 8	SWITCH DLINK DES-1016D (16 PUERTOS)	10	OK
PC 18	SWITCH DLINK DES-1016D (16 PUERTOS)	11	OK
PC 9	SWITCH DLINK DES-1016D (16 PUERTOS)	12	OK
ADMINISTRADOR 2	SWITCH DLINK DES-1016D (16 PUERTOS)	13	OK
PC 12	SWITCH DLINK DES-1016D (16 PUERTOS)	14	OK

**Tabla A.4:** Distribución de los puertos del switch y el patch panel en el laboratorio de electrónica.

**Anexo 5. Distribución y disponibilidad de los puertos del switch y el patch panel en el subnodo del Aula Virtual.**

RED DE DATO	PATCH PANEL (24 PUERTOS)	N° PUERTO	SWITCH CISCO (48 PUERTOS)	N° PUERTO	OBSERVACIONES
MAQ. PROF (AULA VIRTUAL)	PATCH PANEL SIEMON (24 PUERTOS)	1	SWITCH TRICOM (1) 24 PUERTOS	1	OK
MAQ. PROF (SALA DE LECTURA)	PATCH PANEL SIEMON (24 PUERTOS)	2	SWITCH TRICOM (1) 24 PUERTOS	13	OK
AULA T-4	PATCH PANEL SIEMON (24 PUERTOS)	3	SWITCH TRICOM (1) 24 PUERTOS	2	OK
AULA T-5	PATCH PANEL SIEMON (24 PUERTOS)	4	SWITCH TRICOM (1) 24 PUERTOS	14	OK
AULA T-6	PATCH PANEL SIEMON (24 PUERTOS)	5	SWITCH TRICOM (1) 24 PUERTOS	3	OK
AULA FT-4	PATCH PANEL SIEMON (24 PUERTOS)	6	SWITCH TRICOM (1) 24 PUERTOS	15	OK
AULA FT-5	PATCH PANEL SIEMON (24 PUERTOS)	7	SWITCH TRICOM (1) 24 PUERTOS	16	OK
AULA FT-6	PATCH PANEL SIEMON (24 PUERTOS)	8	SWITCH TRICOM (1) 24 PUERTOS	4	OK
AULA FT-7	PATCH PANEL SIEMON (24 PUERTOS)	9	SWITCH TRICOM (1) 24 PUERTOS	5	OK
AULA FT-8	PATCH PANEL SIEMON (24 PUERTOS)	10	SWITCH TRICOM (1) 24 PUERTOS	17	OK
AULA FT-9	PATCH PANEL SIEMON (24 PUERTOS)	11	SWITCH TRICOM (1) 24 PUERTOS	18	OK
PENDIENTE	PATCH PANEL SIEMON (24 PUERTOS)	12	SWITCH TRICOM (1) 24 PUERTOS	6	OK
AULA FT-10	PATCH PANEL SIEMON (24 PUERTOS)	13	SWITCH TRICOM (1) 24 PUERTOS	19	OK
AULA FT-11	PATCH PANEL SIEMON (24 PUERTOS)	14	SWITCH TRICOM (1) 24 PUERTOS	7	OK
AULA FT-12	PATCH PANEL SIEMON (24 PUERTOS)	15	SWITCH TRICOM (1) 24 PUERTOS	8	OK

RED DE DATO	PATCH PANEL (24 PUERTOS)	N° PUERTO	SWITCH CISCO (48 PUERTOS)	N° PUERTO	OBSERVACIONES
AULA FT-13	PATCH PANEL SIEMON (24 PUERTOS)	16	SWITCH TRICOM (1) 24 PUERTOS	20	OK
PUERTO LIBRE	PATCH PANEL SIEMON (24 PUERTOS)	17			
AULA FT-1	PATCH PANEL SIEMON (24 PUERTOS)	18	SWITCH TRICOM (1) 24 PUERTOS	21	OK
AULA FT-2	PATCH PANEL SIEMON (24 PUERTOS)	19	SWITCH TRICOM (1) 24 PUERTOS	22	
AULA FT-3	PATCH PANEL SIEMON (24 PUERTOS)	20	SWITCH TRICOM (1) 24 PUERTOS	10	OK
AULA A7	PATCH PANEL SIEMON (24 PUERTOS)	21	SWITCH TRICOM (1) 24 PUERTOS	11	OK
PUERTO LIBRE	PATCH PANEL SIEMON (24 PUERTOS)	22			
AULA FT-14	PATCH PANEL SIEMON (24 PUERTOS)	23	SWITCH TRICOM (1) 24 PUERTOS	12	OK
PUERTO LIBRE	PATCH PANEL SIEMON (24 PUERTOS)	24			
CASCADA DE SWITCH (2)	SOLO VA AL SWITCH		SWITCH TRICOM (1) 24 PUERTOS	23	OK
ENLACE TRANSCEIV	SOLO VA AL SWITCH		SWITCH TRICOM (1) 24 PUERTOS	24	OK
PUERTO LIBRE			SWITCH TRICOM (1) 24 PUERTOS	9	OK

**Tabla A.5:** Distribución de los puertos del switch y el patch panel en el Aula Virtual.

**Fuente:** Coello, J. y García, H. FTD

**Anexo 6. Distribución y disponibilidad de los puertos del switch y el patch panel en el subnodo del Aula Virtual.**

RED DE DATO	PATCH PANEL (24 PUERTOS)	N° PUERTO	SWITCH CISCO (48 PUERTOS)	N° PUERTO	OBSERVACIONES
PC 26	PATCH PANEL PANDUIT (24 PUERTOS)	1	SWITCH 3COM 24 PUERTOS	6	OK
PUERTO LIBRE	PATCH PANEL PANDUIT (24 PUERTOS)	2	SWITCH 3COM 24 PUERTOS		
PC 25	PATCH PANEL PANDUIT (24 PUERTOS)	3	SWITCH 3COM 24 PUERTOS	17	OK
PC 24	PATCH PANEL PANDUIT (24 PUERTOS)	4	SWITCH 3COM 24 PUERTOS	5	OK
PC 29	PATCH PANEL PANDUIT (24 PUERTOS)	5	SWITCH 3COM 24 PUERTOS	18	OK
PUNTO LIBRE	PATCH PANEL PANDUIT (24 PUERTOS)	6	SWITCH 3COM 24 PUERTOS	1	OK
MARTHA SANCHEZ	PATCH PANEL PANDUIT (24 PUERTOS)	7	SWITCH 3COM 24 PUERTOS	8	OK
PC 22	PATCH PANEL PANDUIT (24 PUERTOS)	8	SWITCH 3COM 24 PUERTOS	19	OK
PC 21	PATCH PANEL PANDUIT (24 PUERTOS)	9	SWITCH 3COM 24 PUERTOS	7	OK
PC 23	PATCH PANEL PANDUIT (24 PUERTOS)	10	SWITCH 3COM 24 PUERTOS	20	OK
PC 32	PATCH PANEL PANDUIT (24 PUERTOS)	11	SWITCH 3COM 24 PUERTOS	2	OK
PC 39	PATCH PANEL PANDUIT (24 PUERTOS)	12	SWITCH 3COM 24 PUERTOS	9	OK
PC 33	PATCH PANEL PANDUIT (24 PUERTOS)	13	SWITCH 3COM 24 PUERTOS	21	OK
PC 34	PATCH PANEL PANDUIT (24 PUERTOS)	14	SWITCH 3COM 24 PUERTOS	10	OK
PC 39	PATCH PANEL PANDUIT (24 PUERTOS)	15	SWITCH 3COM 24 PUERTOS	16	OK

RED DE DATO	PATCH PANEL (24 PUERTOS)	N° PUERTO	SWITCH CISCO (48 PUERTOS)	N° PUERTO	OBSERVACIONES
PC 38	PATCH PANEL PANDUIT (24 PUERTOS)	16	SWITCH 3COM 24 PUERTOS	22	OK
PC 36	PATCH PANEL PANDUIT (24 PUERTOS)	17	SWITCH 3COM 24 PUERTOS	11	OK
PUERTO LIBRE	PATCH PANEL PANDUIT (24 PUERTOS)	18	SWITCH 3COM 24 PUERTOS	23	OK
PC 28	PATCH PANEL PANDUIT (24 PUERTOS)	19	SWITCH 3COM 24 PUERTOS	12	OK
PC 30	PATCH PANEL PANDUIT (24 PUERTOS)	20	SWITCH 3COM 24 PUERTOS	24	OK
ENLACE DE RED (AULA VIRTUAL)	PATCH PANEL PANDUIT (24 PUERTOS)	21	SWITCH 3COM 24 PUERTOS		
PC 37	VA DIRECTO AL SWITCH		SWITCH 3COM 24 PUERTOS	13	OK
PC 27	VA DIRECTO AL SWITCH		SWITCH 3COM 24 PUERTOS	3	OK
OF. AUTOMATISMO	VA DIRECTO AL SWITCH		SWITCH 3COM 24 PUERTOS	14	CRUZADO
PUERTO LIBRE	VA DIRECTO AL SWITCH		SWITCH 3COM 24 PUERTOS	1	OK
PENDIENTE	VA DIRECTO AL SWITCH		SWITCH 3COM 24 PUERTOS	4	
PC SERVIDOR LAB. TELECOMUNICACIONES	PATCH PANEL PANDUIT (24 PUERTOS)		SWITCH 3COM 24 PUERTOS	15	OK

**Tabla A.6:** Distribución de los puertos del switch y el patch panel en la Sala de Lectura.

**Fuente:** Coello, J. y García, H. FTD

**Anexo 7. Distribución y disponibilidad de los puertos del switch y el patch panel en el subnodo del Laboratorio de Telecomunicaciones.**

RED DE DATOS	PATCH PANEL (24 PUERTOS)	N° PUERTO	SWITCH CISCO (48 PUERTOS)	N° PUERTO	OBSERVACIONES
PC 03	PATCH PANEL SIGNAMAX (24 PUERTOS)	1	SWITCH ALLIED TELESYN (A) 16 PUERTOS	1	OK
PC 04	PATCH PANEL SIGNAMAX (24 PUERTOS)	2	SWITCH ALLIED TELESYN (A) 16 PUERTOS	9	OK
PUERTO LIBRE	PATCH PANEL SIGNAMAX (24 PUERTOS)	3	SWITCH ALLIED TELESYN (A) 16 PUERTOS	2	OK
PC 07	PATCH PANEL SIGNAMAX (24 PUERTOS)	4	SWITCH ALLIED TELESYN (A) 16 PUERTOS	10	OK
PC 05	PATCH PANEL SIGNAMAX (24 PUERTOS)	5	SWITCH ALLIED TELESYN (A) 16 PUERTOS	3	OK
PC 09	PATCH PANEL SIGNAMAX (24 PUERTOS)	6	SWITCH ALLIED TELESYN (A) 16 PUERTOS	11	OK
PC 08	PATCH PANEL SIGNAMAX (24 PUERTOS)	7	SWITCH ALLIED TELESYN (A) 16 PUERTOS	4	OK
PC 02	PATCH PANEL SIGNAMAX (24 PUERTOS)	8	SWITCH ALLIED TELESYN (A) 16 PUERTOS	12	
ENLACE DE RED (SW (B) )	PATCH PANEL SIGNAMAX (24 PUERTOS)	9	SWITCH ALLIED TELESYN (A) 16 PUERTOS	13	OK
PC 01	PATCH PANEL SIGNAMAX (24 PUERTOS)	10	SWITCH ALLIED TELESYN (A) 16 PUERTOS	6	OK
PC 06	PATCH PANEL SIGNAMAX (24 PUERTOS)	11	SWITCH ALLIED TELESYN (A) 16 PUERTOS	5	OK
PUERTO LIBRE	PATCH PANEL SIGNAMAX (24 PUERTOS)	12	SWITCH ALLIED TELESYN (A) 16 PUERTOS	14	OK
PUERTO LIBRE	PATCH PANEL SIGNAMAX (24 PUERTOS)	13	SWITCH ALLIED TELESYN (A) 16 PUERTOS	7	OK
CAMARA 1	PATCH PANEL SIGNAMAX (12 PUERTOS)	1	SWITCH CNET (B) 8 PUERTOS	5	OK
CAMARA 2	PATCH PANEL SIGNAMAX (12 PUERTOS)	2	SWITCH CNET (B) 8 PUERTOS	6	OK

RED DE DATOS	PATCH PANEL (24 PUERTOS)	N° PUERTO	SWITCH CISCO (48 PUERTOS)	N° PUERTO	OBSERVACIONES
CAMARA 3	PATCH PANEL SIGNAMAX (12 PUERTOS)	3	SWITCH CNET (B) 8 PUERTOS	7	OK
PC PIZARRA	VA DIRECTO AL SWITCH		SWITCH CNET (B) 8 PUERTOS	4	OK
ENLACE DE RED (SW (A) )	VA DIRECTO AL SWITCH		SWITCH CNET (B) 8 PUERTOS	2	OK
PC SERVIDOR	VA DIRECTO AL SWITCH		SWITCH CNET (B) 8 PUERTOS	3	OK
PUERTO LIBRE			SWITCH CNET (B) 8 PUERTOS	8	OK
ENLACE DE RED (LABORA. ELECTRONICA )	VA DIRECTO AL SWITCH		SWITCH CNET (B) 8 PUERTOS	1	OK

**Tabla A.7:** Distribución de los puertos del switch y el patch panel en el Laboratorio de Telecomunicaciones.

**Fuente:** Coello, J. y García, H. FTD

## Anexo 8. Cisco 4402 wireless lan controller 25AP

El Cisco ® serie 4400 Wireless LAN Controller ofrece en todo el sistema funciones de LAN inalámbrica para medianas y grandes instalaciones de tamaño. Mediante la automatización de las funciones WLAN de configuración y administración, los administradores de red tienen el control, seguridad, redundancia y fiabilidad necesaria para escalar de forma rentable y gestionar sus redes inalámbricas con la misma facilidad, ya que escalar y gestionar sus redes tradicionales de cable.

El Cisco 4400 Series Wireless LAN Controller trabaja en conjunto con Cisco Aironet ® puntos de acceso, el Cisco Wireless Control System (WCS), y el aparato inalámbrico de Cisco para apoyar a los datos de ubicación crítica para el negocio inalámbrico, voz y aplicaciones de vídeo. Proporciona comunicación en tiempo real entre los puntos de acceso y otros controladores de LAN inalámbrica para poner en práctica políticas de seguridad centralizadas, sistema inalámbrico de prevención de intrusiones (IPS), la galardonada de gestión de RF, la calidad de servicio (QoS) y movilidad.



**Figura A.1:** Cisco 4400 Series Wireless LAN Controller

**Fuente:** [12]

Debido a que el Cisco 4400 Series Wireless LAN Controller compatible con 802.11a/b/g, y el IEEE 802.11n borrador 2.0 del estándar, las organizaciones pueden implementar la solución que mejor se adapte a sus necesidades individuales. Las organizaciones pueden ofrecer una cobertura robusta con 802.11 a / b / g, o ofrecer un mayor rendimiento con 5 veces más rendimiento y una fiabilidad sin precedentes con 802.11n, y

la próxima generación de Cisco y Cisco Wireless Solutions de malla inalámbrica de empresa.

El Cisco 4402 Controlador LAN Inalámbrico con dos puertos Ethernet de 1 GB viene en configuraciones que soportan 12, 25 y 50 los puntos de acceso. The Cisco 4404 Wireless LAN Controller with four 1 GB Ethernet ports supports 100 access points. El Cisco 4404 Controlador LAN Inalámbrico con cuatro puertos Ethernet de 1 GB compatible con 100 puntos de acceso. El Cisco 4402 controlador proporciona una ranura de expansión. El controlador Cisco 4404 proporciona dos ranuras de expansión que se pueden utilizar para agregar la terminación VPN hoy, así como la funcionalidad mejorada en el futuro. Además, cada Cisco 4400 WLAN Controller es compatible con una fuente de alimentación redundante para garantizar la máxima disponibilidad.

<b>Artículo</b>	<b>Especificación</b>
Sin hilos	IEEE 802.11a, 802.11b, 802.11g, 802.11d, 802.11h, 802.11n
Con conexión de cable / Cambio / Enrutamiento	IEEE 802.3 10BASE-T y IEEE 802.3u 100BASE-TX especificación IEEE 802.1Q VLAN tagging, y IEEE 802.1D Spanning Tree Protocol
Datos Request For Comments (RFC)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• RFC 768 UDP</li> <li>• RFC 791 IP</li> <li>• RFC 792 ICMP</li> <li>• RFC 793 TCP</li> <li>• RFC 826 ARP</li> <li>• RFC 1122 Requisitos para hosts de Internet</li> <li>• RFC 1519 CIDR</li> <li>• RFC 1542 BOOTP</li> <li>• RFC 2131 DHCP</li> </ul>

<p>Normas de Seguridad</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• WPA</li> <li>• IEEE 802.11i (WPA2, RSN)</li> <li>• RFC 1321 MD5 Message-Digest Algorithm</li> <li>• RFC 1851 El ESP Triple DES de transformación</li> <li>• el RFC 2104 HMAC: Hash con clave de autenticación de mensajes</li> <li>• RFC 2246 protocolo TLS, versión 1.0</li> <li>• RFC 2401 Arquitectura de Seguridad para el Protocolo de Internet</li> <li>• RFC 2403 HMAC-MD5-96 en ESP y AH</li> <li>• RFC 2404 de HMAC-SHA-1-96 en ESP y AH</li> <li>• RFC 2405 ESP DES-CBC Algoritmo de cifrado con el explícito IV</li> <li>• RFC 2406 IPsec</li> <li>• RFC 2407 Interpretación de ISAKMP</li> <li>• RFC 2408 ISAKMP</li> <li>• RFC 2409 IKE</li> <li>• RFC 2451 ESP CBC-Mode algoritmos de cifrado</li> <li>• RFC 3280 Internet X.509 PKI Certificado y Perfil CRL</li> <li>• RFC 3602 el algoritmo de cifrado AES-CBC y su uso con IPsec</li> <li>• RFC 3686 Uso del modo de AES contra con IPsec ESP</li> </ul>
<p>Cifrado</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• WEP y TKIP-MIC: RC4 40, 104 y 128 bits (llaves estáticas y compartidas)</li> <li>• SSL y TLS: RC4 128-bit y RSA de 1024 - y 2048-bit</li> <li>• AES: CCM, CCMP</li> <li>• IPSec: DES-CBC, 3DES, AES-CBC</li> </ul>

<p>Autenticación, autorización y contabilidad (AAA)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• IEEE 802.1X</li> <li>• RFC 2548 Microsoft atributos específicos del proveedor RADIUS</li> <li>• RFC 2716 PPP EAP-TLS</li> <li>• RFC 2865 autenticación RADIUS</li> <li>• RFC 2866 RADIUS Contabilidad</li> <li>• RFC 2867 RADIUS Contabilidad del túnel</li> <li>• RFC 2869 RADIUS Extensions</li> <li>• RFC 3576 Dynamic Autorización de extensiones a RADIUS</li> <li>• RFC 3579 RADIUS soporte para EAP</li> <li>• RFC 3580 IEEE 802.1X RADIUS Directrices</li> <li>• RFC 3748 Protocolo de autenticación extensible</li> <li>• Autenticación basada en Web</li> </ul>
<p>Administración</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• SNMP v1, v2c, v3</li> <li>• RFC 854 Telnet</li> <li>• RFC 1155 Gestión de la Información para TCP / IP basados en internets</li> <li>• RFC 1156 MIB</li> <li>• RFC 1157 SNMP</li> <li>• RFC 1213 SNMP MIB II</li> <li>• RFC 1350 TFTP</li> <li>• RFC 1643 Ethernet MIB</li> <li>• RFC 2030 SNTP</li> <li>• RFC 2616 HTTP</li> <li>• RFC 2665 Ethernet-Like MIB tipos de interfaz</li> <li>• RFC 2674 Definiciones de objetos gestionados para puentes con las clases de tráfico, filtrado de multidifusión, y LAN virtuales</li> <li>Extensiones</li> <li>• RFC 2819 MIB RMON</li> <li>• RFC 2863 Grupo de Interfaces MIB</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• RFC 3164 Syslog</li> <li>• RFC 3414 Basado en el usuario Modelo de Seguridad (USM) de SNMPv3</li> <li>• RFC 3418 MIB para SNMP</li> <li>• RFC 3636 Definiciones de objetos Gestionado por IEEE 802.3 MAU</li> <li>• Cisco MIB privada</li> </ul>
Interfaces de administración	<ul style="list-style-type: none"> <li>• basado en la Web: HTTP / HTTPS</li> <li>• Interfaz de línea: Telnet, SSH, puerto serie</li> </ul>
Interfaces e indicadores	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Uplink: 2 (4402) o 4 (4404) 1000Base-X ranuras de transceptor</li> <li>• Indicadores LED: Enlace, la actividad</li> <li>• Puerto de Servicio: 10/100 Mbps Ethernet (RJ45)</li> <li>• Indicadores LED: Enlace, la actividad</li> <li>• Utilidad de puerto: Ethernet 10/100/1000 Mbps (RJ45)</li> <li>• Indicadores LED: Enlace, la actividad</li> <li>• Las ranuras de expansión: 1 (4402) o 2 (4404)</li> <li>• Puerto de consola: RS232 (DB-9 macho, la interfaz DTE)</li> <li>• Otros indicadores: Estado, de alarma, una fuente de alimentación, fuente de alimentación 2</li> </ul>
Física y Ambiental	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dimensiones (An x P): 17,45 x 15,75 x 1,75 pulgadas (443 x 400 x 44,5 mm)</li> <li>• Peso: 15,3 libras (6,95 kg) con 2 fuentes de alimentación</li> <li>• Temperatura:</li> <li>• En funcionamiento: 32 a 104 ° F (0 a 40 ° C)</li> <li>• Almacenamiento: -13 a 158 ° F (-25 a 70 ° C)</li> <li>• Humedad:</li> <li>• Humedad: 10 95%, sin condensación</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Humedad de almacenamiento: hasta 95%</li> <li>• Potencia de entrada: 100 240 VAC, 50/60 Hz, 0,43 A a 110 VCA 0.23, A a 220 VAC, 50W.</li> </ul> <p>Opción de alimentación redundante disponible.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Disipación del calor: 171 BTU / hora</li> </ul>
Cumplimiento Normativo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Marca CE</li> <li>• Seguridad:</li> <li>• UL 60950-1:2003</li> <li>• EN 60950:2000</li> <li>• EMI y la susceptibilidad (Clase A):</li> <li>• EE.UU.: FCC Parte 15.107 y 15.109</li> <li>• Canadá: ICES-003</li> <li>• Japón: VCCI</li> <li>• Europa: EN 55022, EN 55024</li> </ul>

**Tabla A.8:** Datos técnicos del Cisco 4400 WLAN Controller(1)

**Fuente:** Cisco

Número de pieza	Nombre del producto
AIR-WLC4402-12-K9	Serie 4400 WLAN Controller para un máximo de 12 puntos de acceso Cisco
AIR-WLC4402-25-K9	Serie 4400 WLAN Controller para un máximo de 25 puntos de acceso Cisco
AIR-WLC4402-50-K9	Serie 4400 WLAN Controller para un máximo de 50 puntos de acceso Cisco
AIR-WLC4404-100-K9	Serie 4400 WLAN Controller para un máximo de 100 puntos de acceso de Cisco
AIR-PWR-4400-AC =	Serie 4400 WLAN Controller AC Fuente de alimentación (redundante)

**Tabla A.9:** Datos técnicos del Cisco 4400 WLAN Controller(2)

**Fuente:** Cisco

### Anexo 9. Valoración Económica

<b>Elementos de red</b>	<b>UM</b>	<b>Descripción del artículo</b>	<b>Precio Unitario</b>	<b>Cantidad Total</b>	<b>Costo</b>
Punto de Acceso inalámbrico	u	Cisco Aironet 1250 Series Access Point	600	9	5,400.00
Controlador Wireless	u	AIR-WLC4402-50-K9	12,500	1	12,500.00
Cable UTP cat 6	m		0,90	350	315.00
Conectores RJ-45	u		0,40	20	8.00
<b>TOTAL USD</b>					<b>18,223.00</b>