



FACULTAD DE INGENIERIA Y CIENCIAS AGROPECUARIAS

DISEÑO DE UNA SOLUCIÓN INALÁMBRICA Y CABLEADO
ESTRUCTURADO PARA EL IDE BUSINESS SCHOOL

Trabajo de Titulación presentado en conformidad con los requisitos
establecidos para optar por el título de Ingenieras en Redes y
Telecomunicaciones

Profesor Guía

Ms. Luis Santiago Criollo Caizaguano

Autores

Stefany Alejandra Acuña García

Diana Margarita Herrera Núñez

Año

2016

DECLARACIÓN PROFESOR GUÍA

“Declaro haber dirigido este trabajo a través de reuniones periódicas con las estudiantes, orientando sus conocimientos y competencias para un eficiente desarrollo del tema escogido y dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación”

Luis Santiago Criollo Caizaguano
Magister en Redes de Comunicaciones
CI. 1717112955

DECLARACIÓN DE AUTORÍA DE LAS ESTUDIANTES

“Declaramos que este trabajo es original, de nuestra autoría, que se han citado las fuentes correspondientes y que en su ejecución se respetaron las disposiciones legales que protegen los derechos de autor vigentes.”

Stefany Alejandra Acuña García
CI. 171881282-7

Diana Margarita Herrera Núñez
CI. 050318842-7

AGRADECIMIENTO

A mi madre Consuelo por todo el apoyo incondicional en toda mi vida, a mi hermana Gissela por siempre escucharme y darme ánimos, a toda mi familia. Al IDE Business School, especialmente al Ing. Alejandro Ribadeneira rector, por la apertura y facilidades para realizar el diseño de la red inalámbrica y cableado estructurado de la institución.

A mi compañera de tesis por todos los obstáculos superados y al ingeniero Santiago Criollo por su guía durante la elaboración de la tesis. A Dios por bendecir cada día de mi vida.

Stefany Acuña

AGRADECIMIENTO

Quedo especialmente agradecida con mis padres por su paciencia, comprensión y amor que me brindaron a cada momento.

Agradezco a mis hermanos Katty y Edison por su incondicional ayuda hacia mi persona.

Al personal del IDE por la apertura cálida y humana que recibimos estos días.

A mi compañera de tesis por haber confiado en mí para realizar el proyecto y al Ing. Santiago Criollo por su paciencia quien supo guiarnos con sus conocimientos.

Diana Herrera

DEDICATORIA

A mí hermana Gissela y esposo Rubén para que graben en su mente las palabras: quiero, puedo entonces lo lograré, y sepan que todo en esta vida es posible; sepan además que cuentan conmigo incondicionalmente.

A mi madre Consuelo y abuelitos Simón y Estela; este no es un logro personal, sino el de todos nosotros.

Stefany Acuña

DEDICATORIA

A mis padres Fausto y María, por ser mi pilar fundamental, por su incondicional apoyo, su gran paciencia y amor.

A mis hermanos Katty y Edison por apoyarme en todo momento.

A Cristian por su apoyo Incondicional y palabras de aliento.

Diana Herrera

RESUMEN

Con la necesidad de compartir los recursos e intercambiar información nacen las redes en los 60's, pero para dicha comunicación se necesita un conjunto de elementos para interconectar los equipos de la red, es decir, la estructura del cableado, con el cuál, facilita la interconexión, administración y gestión de la red.

Otra solución para la interconexión de equipos dentro de una red es el Wi-Fi o redes inalámbricas, en donde, es utilizada en casos que no se pueda desplegar el cableado (difícil acceso al lugar) o resulte cara la implementación del cable. Actualmente muchos edificios inteligentes, oficinas, campus académicos, etc., cuentan con un cableado estructurado estandarizado y una red inalámbrica eficiente, lo cual permitió reducir costos, compartir información y recursos.

IDE Business School es una escuela de negocios que nació en 1992 se encuentra en la ciudad de Quito, en dicha escuela se presentan problemas de cobertura inalámbrica, además no cuenta con escalabilidad en la parte cableada de la red, por ende actualmente posee una red ineficiente, no cubre con las expectativas de los estudiantes y del personal administrativo, por ende este proyecto se enfoca a analizar la infraestructura del campus y así diseñar el cableado estructurado con sus debidos estándares, diseñar la estructura de la red Wi-Fi que permitan brindar un óptimo servicio a los estudiantes y personal administrativo, analizar y presentar los equipos idóneos para el diseño de la red tanto cableado como inalámbricamente y para concluir el cálculo del ancho de banda de las diversas áreas del campus.

ABSTRACT

With the need to share resources and exchange information networks are born in the 60s, but for such communication a set of elements needed to interconnect the computers on the network, the wiring structure, with which facilitates networking, administration and network management.

Another solution for interconnecting computers within a network is wireless or wireless networks, where it is used in cases that cannot be deployed wiring (difficult access to the site) or is face the implementation of the cable.

Currently many intelligent buildings, offices, academic campus, etc., have structured cabling standardized and efficient wireless network, enabling to reduce costs, share information and resources.

IDE Business School is a business school founded in 1992 is located in the city of Quito, in the school problems wireless coverage present, also has no scalability in the wired part of the network, currently therefore it has an inefficient network It does not cover the expectations of students and administrative staff, therefore this project focuses on analyzing the campus infrastructure and thus design structured with due standard cabling, design the structure of the wireless network that allow provide optimal service to students and administrative staff, analyze and present the appropriate equipment the network design and both wired and wirelessly to complete the calculation of the bandwidth of the various areas of the campus.

ÍNDICE

1. Capítulo I. Marco Teórico	1
1.1. Redes de Computadoras.....	1
1.1.1. Clasificación de las redes	1
1.1.1.1. Por su alcance	1
1.1.1.1.1. Red de Área Personal (PAN).....	1
1.1.1.1.2. Red de Área Local(LAN).....	1
1.1.1.1.3. Red de Área Metropolitana (MAN).....	2
1.1.1.1.4. Red de Área Amplia (WAN)	2
1.1.1.2. Por Medios Guiados.....	2
1.1.1.2.1. Cable Coaxial.....	2
1.1.1.2.2. Cable Par Trenzado	2
1.1.1.2.3. Fibra Óptica	3
1.1.1.3. Medios Inalámbricos	3
1.1.1.3.1. Red por radio	3
1.1.1.3.2. Red por infrarrojos	3
1.1.1.3.3. Red por microondas.....	4
1.1.1.4. Por la funcionalidad.....	4
1.1.1.4.1. Cliente – Servidor.....	4
1.1.1.4.2. Peer to peer	4
1.1.1.5. Por la topología	4
1.1.1.5.1. Bus lineal	5
1.1.1.5.2. Anillo	5
1.1.1.5.3. Doble Anillo.....	5
1.1.1.5.4. Estrella.....	6
1.1.1.5.5. Híbrida	6

1.1.1.5.6.	Árbol.....	7
1.1.1.5.7.	Malla o trama	7
1.1.1.6.	Por la direccionalidad de los datos.....	7
1.1.1.6.1.	Simplex o unidireccional	8
1.1.1.6.2.	Half- Dúplex o semiduplex	8
1.1.1.6.3.	Full Dúplex o dúplex.....	8
1.1.1.7.	Por el grado de autenticación.....	9
1.1.1.7.1.	Redes Públicas	9
1.1.1.7.2.	Redes Privadas.....	9
1.1.1.8.	Por el grado de difusión	9
1.1.1.8.1.	Intranet.....	9
1.1.1.8.2.	Internet.....	9
1.1.2.	Protocolos de Comunicación	9
1.1.2.1.	Protocolo IP.....	10
1.2.	Redes inalámbricas	11
1.2.1.	Redes de Área Personal Inalámbricas (WPAN)	11
1.2.2.	Redes de Área Local Inalámbricas (WLAN)	12
1.2.2.1.	Principales características WI-FI.....	13
1.2.2.2.	Estándar inalámbrico IEEE 802.11	14
1.2.2.2.1.	IEEE 802.11 b.....	14
1.2.2.2.2.	IEEE 802.11 a.....	14
1.2.2.2.3.	IEEE 802.11 g.....	14
1.2.2.2.4.	IEEE 802.11 n.....	14
1.2.2.3.	Ventajas y Desventajas WI-FI.....	14
1.2.3.	Redes de Área Metropolitana Inalámbricas (WMAN)	15
1.2.3.1.	Principales características WI-MAX	16

1.2.3.2.	Estándar IEEE 802.16-2004.....	17
1.2.3.3.	Ventajas y Desventajas.....	17
1.2.4.	Redes de Área Amplia Inalámbricas (WWAN)	18
1.2.5.	Comparación entre Wi-Fi y Wi-Max.....	18
1.2.6.	Seguridad Comunicación Inalámbrica	19
1.2.6.1.	Tipos de Cifrado.....	19
1.2.6.1.1.	WEP.....	19
1.2.6.1.2.	WAP.....	19
1.2.6.1.3.	WAP2.....	20
1.2.6.1.4.	AES.....	20
1.2.6.1.5.	TKIP.....	20
1.3.	Cableado Estructurado	21
1.3.1.	Estándares	21
1.3.2.	Categoría de cables UTP	23
1.3.3.	Elementos del Cableado Estructurado	25
1.3.3.1.	Cuarto de Telecomunicaciones.....	25
1.3.3.1.1.	Rack.....	25
1.3.3.1.2.	Organizador Horizontal	25
1.3.3.1.3.	Switch	25
1.3.3.1.4.	Router	25
1.3.3.1.5.	Patch Pannel.....	25
1.3.3.1.6.	Cortapicos.....	26
1.3.3.1.7.	PatchCords	26
1.3.3.1.8.	Servidor.....	26
1.3.3.1.9.	PBX.....	26
1.3.3.2.	Cableado Horizontal.....	26

1.3.3.3.	Cableado vertical	27
1.3.3.4.	Área de Trabajo	27
1.3.3.4.1.	Elementos del área de trabajo	27
2.	Capítulo II. Diseño Del Cableado Estructurado	30
2.1.	Análisis de la Situación Actual del Cableado Estructurado ..	30
2.1.1	Cuarto de Telecomunicaciones	30
2.1.2	Router.....	31
2.1.3	Switch	32
2.1.4	Cable	33
2.1.5	Estaciones de Trabajo	33
2.1.6	Telefonía IP	35
2.1.7	Intranet	36
2.1.8	Equipos inalámbricos existentes.....	36
2.1.9	Administración de la Red.....	37
2.1.10	Cableado Vertical	37
2.1.11	Deficiencia de la Red Inalámbrica	37
2.2	Diseño Físico del Cableado Estructurado	38
2.2.1	Cableado Horizontal	38
2.2.1.1	Cuarto de Telecomunicaciones.....	38
2.2.1.2.	Topología	38
2.2.1.3.	Área de trabajo.....	39
2.2.1.3.1.	PatchCord	39
2.2.1.3.2.	Conectores.....	39
2.2.1.3.3.	FacePlate.....	39
2.2.1.3.4.	Patchpanel	39
2.2.1.4.	Medio de transmisión Físico.....	39

2.2.1.5.	Descripción del Cableado Horizontal	40
2.2.1.6.	Cálculo del cable	41
2.2.2	Cableado Vertical	45
2.2.2.1.	Descripción del Cableado Vertical	45
Capítulo III. Dimensionamiento de la Red		46
3.1.	Análisis de las aplicaciones y capacidad	46
3.1.1.	Promedio de las Aplicaciones de la Red	46
3.1.1.1.	Correo Electrónico	46
3.1.1.2.	Acceso a Internet	46
3.1.1.3.	Voz por Internet.....	47
3.1.1.4.	Otros servicios	47
3.1.1.5.	WhatsApp.....	47
3.1.2.	Estimación de ancho de banda	47
3.1.2.1.	Correo Electrónico	47
3.1.2.2.	Acceso a internet	48
3.1.2.3.	Voz IP	48
3.1.2.4.	Otros servicios	48
3.1.2.5.	Aplicaciones	48
3.1.2.6.	Capacidad del canal para acceder a internet.....	48
3.2.	Cálculo de la velocidad del enlace	49
3.3.	Canaletas	49
3.4.	Comparación de equipos nuevos	53
3.4.1.	Equipos de Comunicación	54
3.4.1.1.	Routers.....	54
3.4.1.1.1.	Cisco 1812	54

3.4.1.1.2. Mikrotik RB2011UAS-IN.....	56
3.4.1.2. Switches.....	57
3.4.1.2.1. Switch Cisco Catalyst 2960 48 puertos.....	57
3.4.1.2.2. Switch Cisco SF100-24.....	59
3.5. Costos de instalación	61
4. Capítulo IV. Diseño de la Red Inalámbrica	62
4.1. Soluciones inalámbricas	62
4.1.1. Soluciones Ubiquiti	62
4.1.2. Soluciones TP-link.....	64
4.1.3. Soluciones Linksys	65
4.1.4. Comparación y elección de equipos	67
4.2. Ubicación y Área de cobertura de los equipos inalámbricos	68
4.3. Consideraciones Generales.....	69
4.3.1. Interoperabilidad	69
4.3.2. Calidad de Servicio.....	69
4.4. Cálculos de pérdida de propagación	69
4.5. Seguridad de Equipos Inalámbricos	70
5. Capítulo V Conclusiones y Recomendaciones	71
5.1 Conclusiones	71
5.2. Recomendaciones.....	72
REFERENCIAS	73
ANEXOS	73

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1.</i> Comunicación Simplex.....	8
<i>Figura 2.</i> Comunicación Half-Duplex.....	8
<i>Figura 3.</i> Comunicación Full Dúplex.....	8
<i>Figura 4.</i> Formato de Paquete IP	10
<i>Figura 5.</i> Tipos de redes inalámbricas	11
<i>Figura 6.</i> Diagrama de una red Wi-Fi.	13
<i>Figura 7.</i> Diagrama de una red Wi-Fi.	16
<i>Figura 8.</i> Norma T568B.....	22
<i>Figura 9.</i> Norma T568A.....	23
<i>Figura 10.</i> Puerto RJ45	28
<i>Figura 11.</i> Conectores de F.O.	28
<i>Figura 12.</i> Cuarto de Telecomunicaciones.....	31
<i>Figura 13.</i> Cisco 800	32
<i>Figura 14.</i> Switch Cisco SG 200-26	32
<i>Figura 15.</i> Cables categoría 5e	33
<i>Figura 16.</i> Estaciones de trabajo.....	34
<i>Figura 17.</i> Sistema operativo de las estaciones de trabajo.	34
<i>Figura 18.</i> Telefonía IP.....	35
<i>Figura 19.</i> Router inalámbrico Trendnet vista frontal.....	36
<i>Figura 20.</i> Diagrama del cableado vertical IDE	37
<i>Figura 21.</i> Diagrama del nuevo diseño del cableado vertical	45
<i>Figura 22.</i> Canaleta Escalera	50
<i>Figura 23.</i> Canaleta Plástica	50
<i>Figura 24.</i> Canaleta Cerrada	51
<i>Figura 25.</i> Canaleta Salvacables.....	51
<i>Figura 26.</i> Canaleta especial.....	51
<i>Figura 27.</i> Router 1812	55
<i>Figura 28.</i> Swicht Cisco SF100-24	59
<i>Figura 29.</i> Router Tp-Link.....	65
<i>Figura 30.</i> Router Linksys.....	67

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Comparación Wi-Fi vs. Wi-Max	18
Tabla 2. Comparación de las categorías de los cables UTP	40
Tabla 3. Aplicaciones utilizadas	48
Tabla 4. Diámetros de los cables según la categoría	52
Tabla 5. Características de Cisco 1812.....	55
Tabla 6. Características de router MK RB2011	56
Tabla 7. Comparación de routers	57
Tabla 8. Especificaciones técnicas Switch Cisco Catalyst	59
Tabla 9. Especificaciones Técnicas Switch Cisco SF100-24	60
Tabla 10. Comparación de swicht	60
Tabla 11. Costos de los equipos y materiales	61
Tabla 12. Comparación de los productos Unifi AP	64
Tabla 13. Características Técnicas TP-link	65
Tabla 14. Comparación de los equipos Linksys	66
Tabla 15. Comparación de los equipos	67

1. Capítulo I. Marco Teórico

1.1. Redes de Computadoras

Son un conjunto de equipos (dispositivos, computadores) vinculados mediante cables, ondas, señales u otro tipo de transmisión de datos, para compartir archivos, discos, impresoras, programas, servicios, etc. También es conocida como redes de ordenadores o red de informática. (Mansilla, sf., p. 2-14).

1.1.1. Clasificación de las redes

Para la clasificación se consideran varios aspectos como es el alcance, el tipo de conexión, la funcionalidad, la topología, direccionalidad de los datos, grado de autenticación y grado de difusión.

A continuación detallaremos según los aspectos la clasificación de las redes. (Cruz, 2011)

1.1.1.1. Por su alcance

Se detallan a continuación dependiendo el tamaño físico o el área que ocupen.

1.1.1.1.1. Red de Área Personal (PAN)

Es una red de acceso inalámbrico con una cobertura muy limitada, es solo para uso personal, comunica dispositivos cercanos al punto de acceso, por ejemplo celulares, PDA's, impresoras, etc.(Cruz, 2011)

1.1.1.1.2. Red de Área Local(LAN)

Es una red que se limita a un área dentro del rango de 1 a 10 kilómetros, la velocidad de transmisión de los datos es de 10 Mbps hasta 10 Gbps. En este tipo de redes es común utilizar enlaces de radio (WIFI), el cual ayuda con la movilidad de los usuarios dentro de un área limitada como es en edificios, hogares, empresas, oficinas, etc., para compartir recursos e intercambiar aplicaciones y datos. Mediante esta red existen ahorros, tanto en tiempo y en dinero a comparación de las otras tecnologías. Una red LAN grande se divide en segmentos llamados grupos de trabajo (Solsona, 2006, pp. 11-18).

Facilitanservicios como correo, control de impresión y ficheros compartidos como también la intercomunicación de toda una empresa, edificio, etc.

1.1.1.1.3. Red de Área Metropolitana (MAN)

Es una red de banda ancha, por ende, el área geográfica extensa, cubriendo el entorno de una ciudad. Tiene la capacidad de integrar varios servicios mediante la transmisión de voz, datos y video. Trabaja con velocidades de 10Mps, 20Mbps, 45 Mbps, 75 Mbps sobre par de cobre y 1 Gbps a 10 Gbps con fibra óptica.(Toro, 2009).

1.1.1.1.4. Red de Área Amplia (WAN)

Es una red amplia que cubre en un rango de 100 a 1000 kilómetros, se apoyan en estas redes los proveedores de servicios como los proveedores de servicio de internet (ISP), dando servicio a una ciudad, país o un continente. La función principal de este tipo de red está encaminada a la interconexión de terminales o redes LAN y MAN que se encuentren a grandes distancias, tienen carácter público porque el tráfico que se transporta por esta red proviene de diversos lugares.(Toro, 2009).

1.1.1.2. Por Medios Guiados

1.1.1.2.1. Cable Coaxial

Es un cable que tiene dos conductores concéntricos, el central (un alambre sólido o hilos de cobre) es denominado positivo o vivo y está delegado en llevar la información. El otro conductor conocido como malla o blindaje sirve de referencia tierra, entre estos dos conductores existe el dieléctrico o capa aislante, del cual dependerá la calidad del cable, es utilizado para trasladar señales eléctricas de alta frecuencia. Una característica singular de este tipo de cable es que no se ve afectado por interferencias externas y alcanza altas velocidades de transmisión. (Toro, 2009).

1.1.1.2.2. Cable Par Trenzado

Este cable está hecho por hilos de cobre o aluminio, se encuentran trenzados para evitar el ruido electromagnético (diafonía), se conforma de un conductor

interno aislado con una capa de polietileno, bajo de este se encuentra otra capa del mismo material para evitar la corrosión. Alcanza velocidades de hasta 1 Mbps en 100 metros. Los cables UTP son considerados pares trenzados y son muy utilizados en las redes de área local, necesitan de regeneradores de señal para grandes distancias. (Toro, 2009).

1.1.1.2.3. Fibra Óptica

Es un hilo fino transparente de vidrio o materiales de plástico en donde se envían señales o pulsos de luz, tiene gran capacidad de transmitir datos a grandes velocidades (10 Tbps), permiten enviar hasta 100 haces de luz al mismo tiempo en diferente longitud de onda, cada haz tiene una velocidad de 10 Gbps. Es inmune a las interferencias electromagnéticas por ende permite instalar el cable en diversos lugares, también presentan bajas pérdidas, gran ancho de banda, flexibilidad, seguridad, etc. (Cardenas, 2015)

1.1.1.3. Medios Inalámbricos

Los medios no guiados poseen varias ventajas a comparación de los guiados como es la accesibilidad, gran movilidad, productividad, etc.

Se clasifican en:

1.1.1.3.1. Red por radio

Las ondas de radio son fáciles de generarlas, dichas ondas llegan a lugares de gran distancia penetrando edificios u obstáculos sumamente grandes, por esta razón es muy utilizada en las comunicaciones interiores y exteriores. Tiene limitadamente un rango de ancho de banda entre 3 Khz y los 300 GHz Las ondas también viajan a todas las direcciones lo que se denomina omnidireccional. (Muñoz, 2013, p. 27-33)

1.1.1.3.2. Red por infrarrojos

Son ondas incapaces de traspasar objetos sólidos, sirven para transmisiones de corta distancia. Está muy limitado por su longitud de onda es de 850 – 900 nm(Gonzalez C. , 2010). Son susceptibles a la interferencia y a la iluminación fluorescente. Admiten la comunicación entre dos nodos usando varios LEDs infrarrojos. (Alfonso, 2013)

1.1.1.3.3. Red por microondas

Es la transmisión de información mediante longitudes de onda del tipo microondas (por encima de los 100MHz), sus longitudes de onda son de baja frecuencia, por lo que tienen dificultad en atravesar edificios. Las ondas viajan en línea recta por lo que debe estar correctamente alineado el receptor como el transmisor. (Tanenbaum, 2003).

1.1.1.4. Por la funcionalidad

1.1.1.4.1. Cliente – Servidor

Es una red de comunicaciones en la que en un servidor está conectado a varios clientes, es decir, se centraliza las aplicaciones y recursos. Este es un programa que recoge una solicitud, procesa el servicio requerido y devuelve los datos como respuesta. (Urrutia, 2015).

1.1.1.4.2. Peer to peer

Es una red que conectan un gran número de ordenadores o nodos e intercambia información. Posee diversas ventajas como: mayor velocidad de transferencia, robustez, descentralizada, seguridad, escalable, etc. (Ingeniatic, s.f.).

1.1.1.5. Por la topología

Es la forma en la que cada equipo de red se conecta con su correspondiente, de manera lógica o física.

- Topología física: es la disposición real de las máquinas, cableado y los dispositivos de red.
- Topología lógica: Es la forma cómo se comunican a través del medio físico, las más comunes son Ethernet y token ring. (Vinueza, 2011)

Según la topología las redes pueden ser:

1.1.1.5.1. Bus lineal

Esta topología es la manera más simple en la que se puede organizar una red. En esta topología, todos los equipos están conectados a la misma línea de transmisión mediante un cable (CCM, s.f.).

Ventajas

Es la más fácil de implementar, más económica, fácil escalamiento, sí es necesario se utilizan repetidores para robustecer la señal (CCM, s.f.).

Desventajas

Velocidades menores, mayor tráfico en la red ya que aumenta el número de colisiones entre los mensajes. No es eficiente (si un cable se rompe toda la red deja de funcionar), no es recomendable utilizar la topología con un número grande de ordenadores en la red LAN(Cruz, 2011).

1.1.1.5.2. Anillo

Están asociadas con las tecnologías Token Ring y FDDI, usualmente presentan una topología física en estrella. Las estaciones transmiten utilizando un permiso o token que circula por la red. Solo la estación que tiene el token puede transmitir(Vinueza, 2011).

Ventajas

- Es una arquitectura muy sólida.
- Rendimiento óptimo
- El acceso es equitativo para todas las PC's
- Utiliza menos cable que la topología en estrella

Desventajas

- La ruptura o falla de algún cable afecta a toda la red
- No es una red escalable, no es recomendable que trabaje con muchas estaciones
- Lentitud en la transmisión del canal. (Mohini, 2009, p. 1)

1.1.1.5.3. Doble Anillo

Consta de dos anillos concéntricos, en donde, cada estación se encuentra conectada con los dos anillos. Es similar a la topología anteriormente descrita como es el anillo simple, cabe recalcar que

incrementa la confiabilidad y la flexibilidad de la red, también es redundante y cada anillo trabaja individualmente (Slideshare, s.f.).

Ventajas

- Trabajan con tokens y el acceso es equitativo.
- Es escalable mientras más usuarios haya, se hará más lenta y trabajará normalmente
- Es redundante

Desventajas

- Para añadir o eliminar estaciones se debe detener la red (Slideshare, s.f.).

1.1.1.5.4. Estrella

Es una red en donde todas las estaciones están conectadas directamente a un equipo o punto central (Nodo), comúnmente es más utilizado en redes LAN. Presenta una buena flexibilidad para incrementar el número de equipos, la caída de un equipo no percute a toda la red sin embargo si se cae el equipo central afecta a todas las estaciones (Cruz, 2011).

Ventajas

- Es escalable
- El hub puede actuar como repetidor de señal
- Detectar problemas con facilidad

Desventajas

- Si se cae el equipo central afecta a toda la red
- Requiere mayor cableado

1.1.1.5.5. Híbrida

Anillo en estrella: Facilita la administración de la red, físicamente se encuentra conectado como estrella y lógicamente como anillo.

Bus en Estrella: la topología físicamente es bus y la lógica en estrella mediante concentradores o Hubs.

Estrella Jerárquica: se compone de varios concentradores y así formar una cascada (Gonzalez M. , 2011).

1.1.1.5.6. Árbol

Los nodos están distribuidos en forma de árbol, es similar a una serie de redes estrellas enlazadas pero no poseen un nodo central sino varios. Combina la topología de estrella con la de bus.

Ventajas

- Cableado punto a punto para segmentos individuales
- Escalable
- No se cae toda la red si falla algún subnodo

Desventajas

- Es más complicada su configuración
- Si falla el segmento principal se cae toda la red (Cruz, 2011).

1.1.1.5.7. Malla o trama

Es una red descentralizada, se conectan a diferentes nodos por lo cual un mensaje puede viajar por diversos caminos. Es necesario de un router para entregar servicios de internet. Es típica en las redes WAN y para ciertas aplicaciones en las redes LAN.

Ventajas

- Es muy robusta ante fallos
- Es segura y confiable
- Llevar mensajes por varios caminos
- No hay interrupciones en las comunicaciones

Desventajas

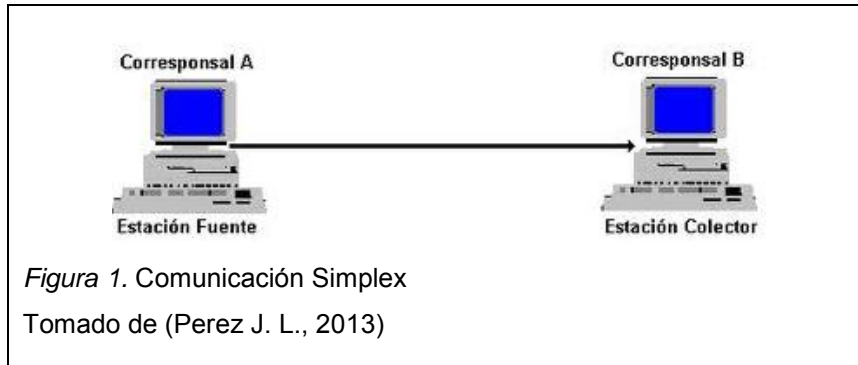
- Es compleja es su instalación
- Es costosa
- Utiliza más cable (Cruz, 2011).

1.1.1.6. Por la direccionalidad de los datos

A continuación se describe la clasificación de las redes según la direccionalidad:

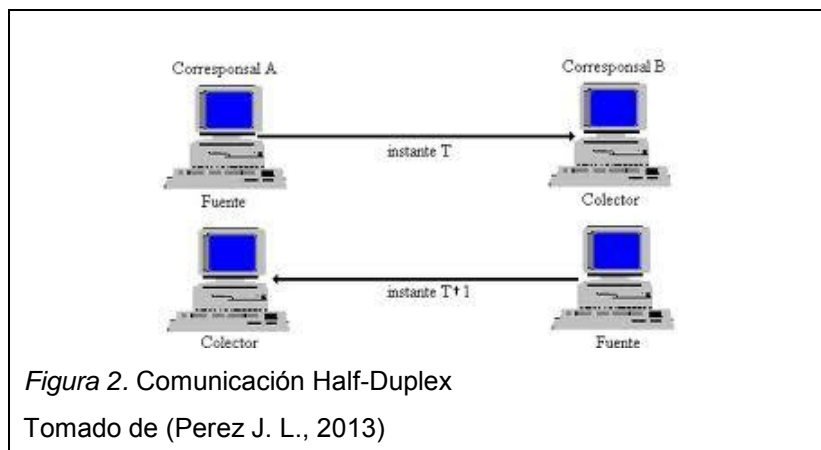
1.1.1.6.1. Simplex o unidireccional

Solo un equipo terminal puede transmitir pero no el receptor se deshabilita.



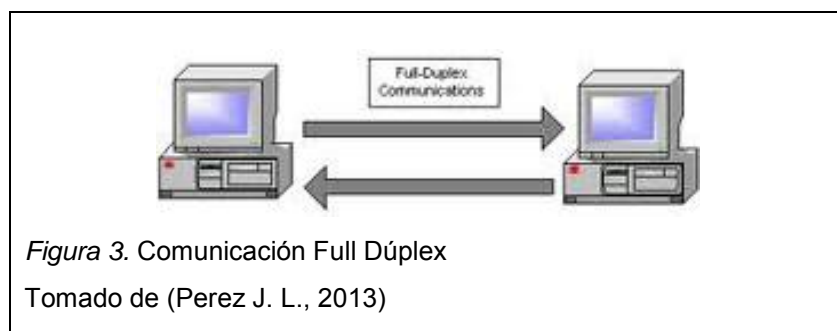
1.1.1.6.2. Half- Dúplex o semiduplex

Es bidireccional pero no simultánea, solo transmite un equipo a la vez.



1.1.1.6.3. Full Dúplex o dúplex

Es bidireccional y simultánea, es decir, pueden ser transmitidos en ambas direcciones mediante una transportadora de señales al mismo tiempo.(Perez J. L., 2013)



1.1.1.7. Por el grado de autenticación

1.1.1.7.1. Redes Públicas

Disponibilidad a todos los usuarios al utilizar un servicio, es una red que interconecta a computadoras, idóneo para compartir información sin importar la ubicación geográfica. Por ejemplo una red pública es la telefonía fija, televisión por cable, televisión por satélite, etc.

1.1.1.7.2. Redes Privadas

Es administrada por una organización en particular, es más segura porque no está muy expuesta, pero para ciertos servicios es necesario que se interconecte con una red pública que podría correr cierto riesgo en la seguridad (Eveliux, s.f.).

1.1.1.8. Por el grado de difusión

1.1.1.8.1. Intranet

Es una herramienta para la comunicación interna las empresas a bajo costo. Bebe ser diseñada para la comunicación entre diferentes departamentos y así anunciar información útil, no comparte recursos con diferentes redes (Informática Hoy, s.f.).

1.1.1.8.2. Internet

Es una red de redes, una nueva forma de comunicación, sencilla, a tiempo real. Está conectado previamente con redes WAN. Utilizan la familia de protocolos TCP/IP, garantizando que las redes funcionen de manera correcta y es de alcance mundial. (Caruso, 2005).

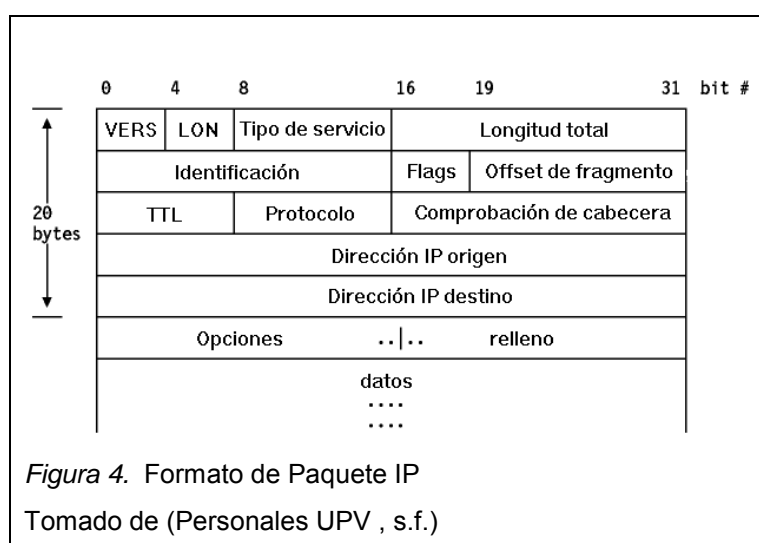
1.1.2. Protocolos de Comunicación

Los protocolos son reglas para establecer una comunicación, en el caso de las redes es cuando dos equipos se conectan estableciendo procedimientos y reglas técnicas para que exista interacción y comunicación entre estos equipos.

Existen un sin número de protocolos que cumplen con un propósito diferente, realizan diferentes tareas, tienen sus ventajas y limitaciones, los protocolos también trabajan juntos en conjunto para un fin en común(Vinueza, 2011).

1.1.2.1. Protocolo IP

El protocolo diseñado para la transmisión de la información definido en la capa de red en donde es necesario utilizar un direccionamiento para llegar hacia el destino. Es denominado como el protocolo del mejor esfuerzo por el hecho que no cumple con una característica que confirme si ha llegado la información a su destino, este trabajo lo realizan los protocolos de las capas superiores. Los campos que posee un paquete IP son las direcciones de origen, direcciones de destino, tiempo de vida (TTL). Este protocolo tiene una capacidad para ser utilizado sobre cualquier medio físico de transmisión.(Vizuet, 2014)



El protocolo permite la fragmentación de la información como parte del envío, esto se logra con los campos de identificador en los que el primer bit no es utilizable, el segundo DF indica si existe o no la fragmentación, el tercero MF indica si hay fragmentos del datagrama. Dentro del campo protocolo se definen diferentes protocolos y los más utilizados son el ICMP, TCP y UDP (Vizuet, 2014).

Para brindar conectividad entre redes de datos nace una tecnología en donde cada equipo es identificado por una dirección IP que tiene un tamaño de 32 bits y separado en 4 octetos de valores desde 0 a 255(Vizuet, 2014).

El direccionamiento aparece con clase, para pruebas de funcionamiento en las tarjetas de red utiliza la dirección de red 127.0.0.0(Vizuet, 2014).

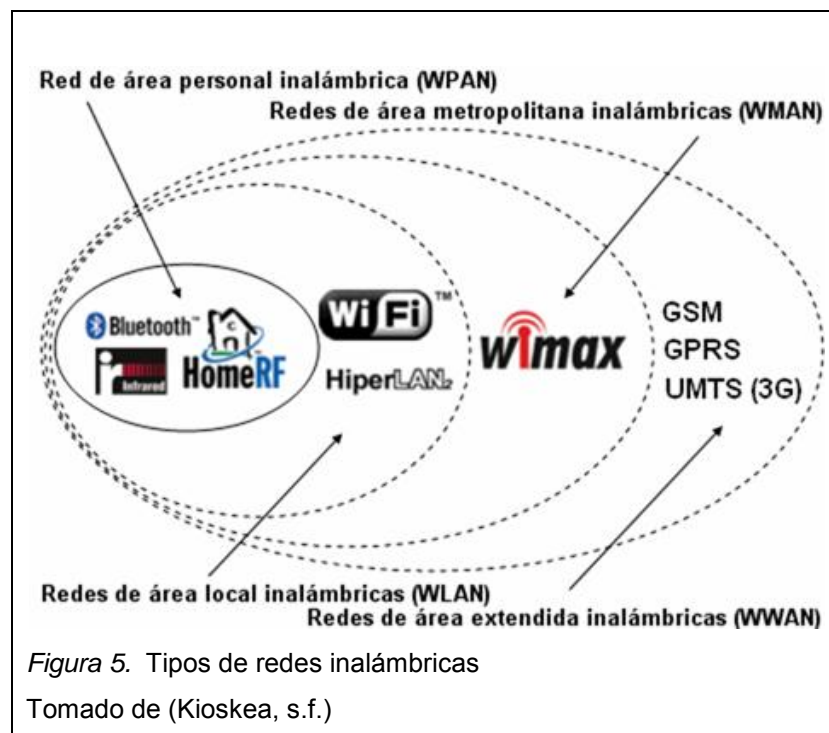
La clasificación de redes privadas es:

- Clase A: 10.0.0.0 a 10.255.255.255.
- Clase B: 172.16.0.0 a 172.31.255.255.
- Clase C: 192.168.0.0 a 192.168.255.255.

También se implementa el direccionamiento sin clase, este tipo de direccionamiento evita la escasez de direcciones IP y mejora la administración de los recursos(Vizuete, 2014).

1.2. Redes inalámbricas

Las redes inalámbricas se dividen según el área de cobertura en:



1.2.1. Redes de Área Personal Inalámbricas (WPAN)

Son redes de área muy pequeña como es una habitación, oficina, etc. Los estándares para este tipo de redes son: Bluetooth, ZigBee, HomeRF, RFID (Velez, 2015).

1.2.2. Redes de Área Local Inalámbricas (WLAN)

Una red inalámbrica de área local es aquella que comunica a una serie de dispositivos mediante emisiones radioeléctricas que viajan en el aire, sin necesidad de cables (Andreu, Pellejero, & Lesta, 2006, p. 2-4).

Las bandas inalámbricas usadas se denominan Industrial Scientific Medical (ISM) son bandas de frecuencias para el uso comercial y gratuita, es decir, sin licencias. En este caso 802.11 utiliza el rango de frecuencias de 2,4 a 2,4835 GHz y la divide en canales (11 para EEUU y 9 para Europa), definiendo unos anchos de banda de 11, 5, 2 y 1 Mbps por canal. También utiliza el rango de 5,8GHz no utiliza canales compartidos garantiza una mejor velocidad que el 2,4GHz (Andreu, Pellejero, & Lesta, 2006, p. 2-4).

A nivel mundial regulatorio no es necesario una licencia para la instalación, por que operan con frecuencias libres que están en la banda ISM, no requiere licencia para la transmisión de datos, sin embargo la ARCOTEL (Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones) es el organismo de regulación del sector de las telecomunicaciones del país, reglamenta el uso de la banda a través de autorizaciones de redes privadas, con trámites sencillos, que corresponden a este tipo de redes, lo cual reduce el costo final de la implementación. El sistema que está imponiendo las WLAN se denomina Wireless Fidelity (WI-FI), llegando a velocidades hasta los 54 Mbps, se caracteriza por un sistema de envío de datos que utilizan las ondas de radio WI-FI, es una marca de la WI-FI Alliance que precedentemente era nombrado como Wireless Ethernet Compatibility Alliance (WECA), organización mundial que acoge, experimenta y certifica que los equipos cumplan con los estándares 802.11(Caballar, 2005).

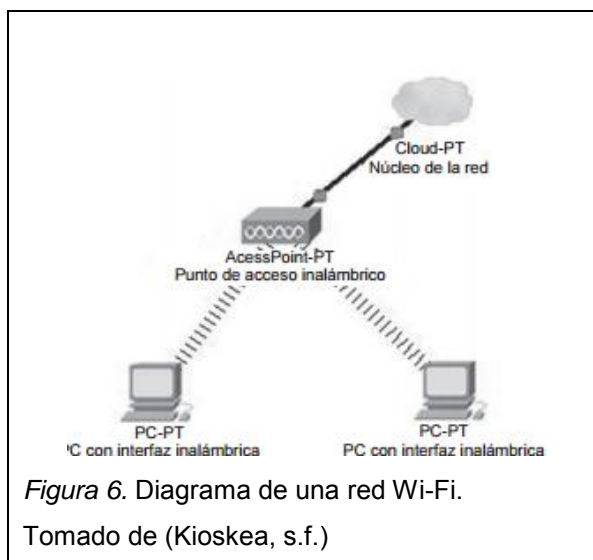
WI-FI fue pensado para conectar redes locales pero en la actualidad también es utilizada para el acceso de internet. Opera con modulaciones PSK, QPSK y OFDM. Es una plataforma de fácil instalación pero no garantiza calidad de servicio ni brinda seguridad a la información que transmite(Lozano Garzón, Vilorio Núñez, & Cardona Peña, 2009).

1.2.2.1. Principales características WI-FI

Posee un sin número de características que benefician para la comunicación.

- Movilidad y productividad
- Permite desde cualquier lugar acceder a la información de manera rápida gracias a la movilidad incrementa la productividad.
- Flexibilidad
Permite estar conectados mientras se encuentra en movimiento y llega hasta donde el cable no.
- Escalabilidad
Permite añadir más dispositivos sin la necesidad de una configuración compleja, es decir, se puede ampliar fácilmente una red ya existente.
- Reducción de costes
La instalación resulta más económica que ha comparación de la red cableada, también se ahorrará la gestión de red en la ampliación y movimiento.
- Facilidad de instalación

Elimina pasar cables por ductos, techos falsos, por sitios difíciles de acceder, la instalación es sumamente sencilla sin complejidad de configuración en los dispositivos (Andreu, Pellejero, & Lesta, 2006, p. 2-4).



1.2.2.2. Estándar inalámbrico IEEE 802.11

La familia 802.11 define estándares en la capa física y en la subcapa Mac de enlace, los que se detallan a continuación.

1.2.2.2.1. IEEE 802.11 b

Es el estándar más utilizado en Europa, funciona en la banda de 2,4 GHz a una velocidad de transmisión de 11 Mbps (TCP: 5,9 Mbps y UDP: 7,1 Mbps) con el método de acceso CSMA/CA, es una extensión de la técnica de modulación DSSS (Método de modulación en espectro ensanchado). Los primeros equipos comerciales aparecieron el año 1999. (Galeón, s.f.).

1.2.2.2.2. IEEE 802.11 a

Es un estándar que aparece al mercado en 2001, opera en la banda de 5 GHz, al trabajar en esta banda tiene varias ventajas como desventajas, presenta menos interferencias y lo negativo es que solo funcionan en equipos que tengan línea de vista, tampoco no es compatible con el estándar 802.11b. Tiene 12 canales no solapados, 8 para redes inalámbricas y 4 para conexiones de punto a punto. Las velocidades alcanzan hasta 54 Mbps. (Galeón, s.f.).

1.2.2.2.3. IEEE 802.11 g

Es una mejora del 802.11 b, opera en la banda de 2,4 Mbps con una velocidad teórica máxima de los 54 Mbps, es compatible con el IEEE 802.11b. Muchos productos son dual 802.11a/b a modo triple ya que soportan estándares a, b y g. (Galeón, s.f.).

1.2.2.2.4. IEEE 802.11 n

La velocidad de transmisión puede llegar hasta los 500 Mbps, es 10 veces más rápida que los anteriores estándares, su desventaja es que por saturación de la banda 2,4 GHz existen interferencias entre equipos que trabajan a dicha frecuencia. (Galeón, s.f.).

1.2.2.3. Ventajas y Desventajas WI-FI

Las Ventajas de utilizar una red inalámbrica las describimos a continuación:

- No existen cables físicos para que no entorpezcan la transitividad o que sea antiestético.
- La instalación de redes inalámbricas son más económicas y es más sencilla.
- Permiten mayor alcance; las redes LAN inalámbricas suelen tener hasta 100 metros desde la base transmisora.
- Admite la conexión de varios dispositivos móviles. Si se compara con las redes cableadas es más complicado integrar nuevos equipos mediante un cable.
- Admite la conexión de nodos a grandes distancias sin cableado, en el caso de enlaces corporativos.
- Permiten movilidad de los usuarios conectados mediante una red inalámbrica.
- Permite conectar a lugares dificultosos o muy caros de conectar con cables.
- Aumenta una red cableada en caso de redes mixtas.

Las desventajas de las redes inalámbricas son:

- Son más inseguras que las redes cableadas, y es necesario asegurar la información que se trasmite inalámbricamente.
- El ancho de banda de las redes inalámbricas es menor que las cableadas, la velocidad es mucho menor que las redes cableadas.
- Son un poco más inestables, pueden ser afectada por otras ondas electromagnéticas o aparatos electrónicos cercanos, puede existir interferencias.
- La señal inalámbrica puede ser interrumpida por objetos sólidos como árboles, paredes, espejos, etc. (Alegsa, s.f.).

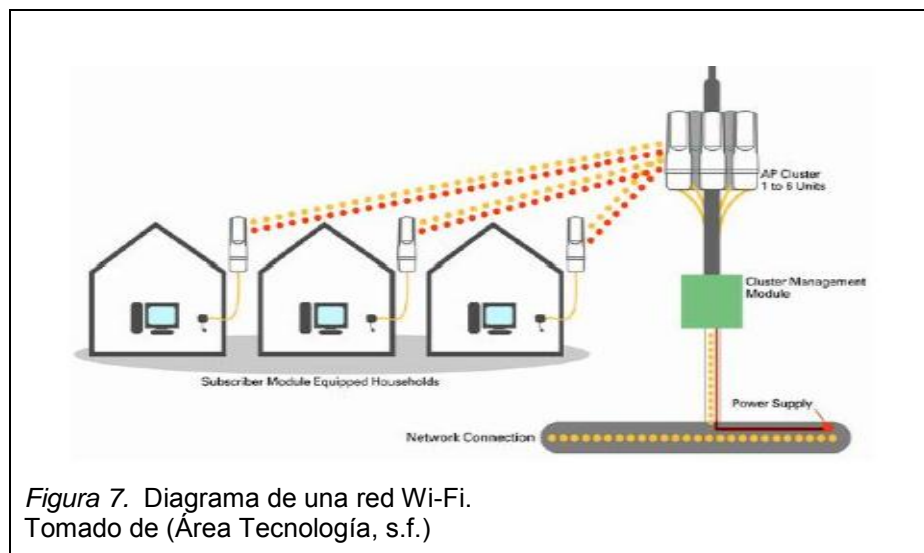
1.2.3. Redes de Área Metropolitana Inalámbricas (WMAN)

Las WMAN tienen una cobertura mayor que las anteriores redes, logrando cubrir áreas de varios kilómetros que representa a una ciudad. Los estándares para este tipo de redes es el WI-MAX.

1.2.3.1. Principales características WI-MAX

Una red WI-MAX es aquella que comunica a una serie de dispositivos inalámbricos mediante microondas, evitando el uso de cables, conocida como tecnología de última milla. Lo que se permite dar solución a grandes áreas que no sean aptas para una red cableada. Permiten el envío de tráfico de voz, como de video y de datos, asegurando la baja latencia, las razones por las cuales se hace necesaria la disposición de una red de área metropolitana (WAN), es decir, a nivel corporativo, para empresas que cuentan con varias dependencias en la misma área metropolitana (Toro, 2009).

Para que trabaje esta tecnología es necesaria la instalación de antenas repetidoras ubicadas para dar servicio a determinadas zonas estratégicas. La parte más importante de la tecnología es el transceptor de la estación base, una antena central que realizan una comunicación entre las antenas de los abonados. La expresión enlace punto a multipunto se usa para relatar el método de comunicación de WI-MAX, la comunicación es similar de un nodo, el cual transmite hacia las antenas receptoras (Toro, 2009).



Con una sola antena existe cobertura mayor que los 30 kilómetros a la redonda. Esta ventaja relativa ha hecho que algunos operadores apuesten por esta tecnología para ofrecer Internet de alta calidad a las zonas rurales (Área Tecnología, s.f.).

WI-MAX depende de un consorcio multiempresas que toman el nombre de WI-MAX fórum y se delegan para diseñar los estándares y normas de la tecnología WI-MAX y afirmar los nuevos componentes que van surgiendo. Es el único organismo autorizado para certificar el cumplimiento del estándar y la interoperabilidad del equipamiento de distintos fabricantes, todo equipamiento que no tenga esta certificación no consigue garantizar la interoperabilidad con otros productos. (Área Tecnología, s.f.). Se tiene dos tipos de red el fijo cuyo estándar es IEEE 802.16-2004 y el móvil que una versión posterior con su estándar IEEE802.16e (Ibersystems, sf).

1.2.3.2. Estándar IEEE 802.16-2004

WI-MAX usa una norma de transmisión de datos que manipula las ondas de radio en diversas frecuencias de 2.3 a 3.5 GHz fue diseñado para el acceso fijo. En esta forma de red denominada fijo inalámbrico porque se usa una antena que está en un lugar estratégico (Ibersystems, sf).

Esta antena se ubicada generalmente en el techo de una habitación con mástil, es similar a un plato de la televisión o del satélite. También se ocupa de instalaciones interiores, en cuyo caso no necesita ser tan robusto como al aire libre (Ibersystems, sf).

Se podría indicar que WI-MAX Fijo, perteneciente al estándar IEEE 802.16-2004, es un medio inalámbrica para ingresar al Internet de banda ancha (también conocido como Internet Rural). Trabaja desde 2.5-GHz autorizado, 3.5-GHz y 5.8-GHz exento de licencia. Esta tecnología suministra una opción inalámbrica al módem cable y al ADSL (Ibersystems, sf).

1.2.3.3. Ventajas y Desventajas

Las Ventajas de WI-MAX:

- Adaptable a diferentes topologías de red.
- Tiene anchos de banda configurables
- Soporta múltiples servicios simultáneamente y a muchos usuarios por canal, por el ancho de banda.

Las desventajas principalmente son:

- Los dispositivos finales deben tener una suscripción de pago, es decir, depende del según el uso, o bien, se puede conectar a una red mantenida por un proveedor de servicios que ofrezca servicio de WI-MAX dentro de tu área.
- Los dispositivos también deben contar con un software de recepción de red, en donde, regularmente proporcionado por la compañía suministradora.
- La seguridad aún está en análisis por parte de la IEEE y WI-MAX Fórum (Ibersystems, sf).

1.2.4. Redes de Área Amplia Inalámbricas (WWAN)

Las Wireless Wide Area Networks (WWANs) están destinadas a cubrir áreas grandes con numerosos kilómetros, como un país, continentes o incluso la tierra. (wikispaces, 2016). Tecnologías de red celular de comunicaciones móviles como Universal Mobile TelecommunicationsSystem (UMTS), GPRS, EDGE, CDMA2000, GSM, CDPD, Mobitex, HSPA y 3G para transferir los datos(Velez, 2015).

1.2.5. Comparación entre Wi-Fi y Wi-Max

A continuación se detallaran las comparaciones de las dos tecnologías.

Tabla 1. Comparación Wi-Fi vs. Wi-Max

Características	 802.11	 802.14-2004
Velocidad	70 Mbps	11-54 Mbps
Cobertura	40-70 Km	300 m
Licenciamiento	Si / No	No
Principal Ventaja	Alcance	Precio
Inconveniente	Interferencias	Bajo alcance

Nota: Se comparan diferentes características entre dos tecnologías inalámbricas como es WI-MAX con WI-FI. Tomado de "WI-MAX la revolución inalámbrica", 2016 .

El estándar inalámbrico que se va a utilizar para el diseño es 802.11 definido para WI-FI, ya que las características que brinda son idóneas para diseñar la solución inalámbrica para la Institución. Otro de los aspectos que se analizó es el costo de los equipos y se dedujo que la tecnología WI-MAX sobrepasa considerablemente al costo de la otra tecnología.

1.2.6. Seguridad Comunicación Inalámbrica

Un aspecto que pasa desapercibido por varias ocasiones es la seguridad de los métodos de encriptación, existen varios tipos de cifrado como pueden ser WEP, WPA, WPA2, AES, TKIP (Lehembre, sf.). Parte importante de la seguridad es brindar confidencialidad lo que permite que solo personal autorizado tenga acceso a ella, mientras que la integridad de la información nos asegura que la misma no ha sufrido cambio ni alteraciones, la seguridad también garantiza que la autenticación de cada usuario sea la correcta evitando acceso a intrusos o personal no autorizado y requiera robar la información de la red inalámbrica.

Se describe a continuación los tipos de cifrado más conocidos actualmente.

1.2.6.1. Tipos de Cifrado

1.2.6.1.1. WEP

Privacidad Equivalente al Cableado, primer protocolo de encriptación, fundado en el algoritmo de encriptación RC4, existen dos tipos, la primera que utiliza claves de 64 bits y la otra que utiliza 128 bits. La segunda opción es la más robusta al comparar las dos.

Actualmente es un protocolo con varias debilidades a ciertos ataques conocidos. La estructura básica de las contraseñas son en hexadecimal, así, solo se puede utilizar letras de la A a la F y números del 0 al 9, siendo vulnerable para descifrar una contraseña con este tipo de cifrado(Carbajo, 2013).

1.2.6.1.2. WAP

Acceso Wi-Fi Protegido, es una alternativa para mejorar al primer protocolo WEP. La importancia de este tipo de cifrado radica en un sistema de

encriptación dinámica, el cual va cambiando según el uso. No se debe confundir con que una contraseña se va a cambiar cada cierto tiempo, se refiere que la encriptación cambia debido al uso de un servidor (habitualmente alojado en el router) que actualiza la encriptación de manera dinámica.

WPA se basa en el algoritmo TKIP.

Para las contraseñas se puede utilizar caracteres especiales, números y letras (Carbajo, 2013).

1.2.6.1.3. WAP2

Se integró cuando apareció el protocolo 802.11ie, es decir, es una versión certificada del estándar de la IEEE de WPA con cifrado AES que se explicará en el siguiente ítem (Quijanor, 2015).

WAP2 soporta 63 caracteres, lo que implica el uso de letras mayúsculas, minúsculas, números y caracteres especiales, siendo la clave más robusta y fuerte que los otros tipos de cifrado, es la más recomendada por la longitud de caracteres que proporcionan mayor seguridad versus los otros tipos de cifrado anteriormente descritos (ADSLZONE, sf.).

1.2.6.1.4. AES

Estándar de Cifrado Avanzado, es un protocolo más seguro, hay diversas longitudes de las claves como es AES128, AES192 y AES256.

Para descifrar las contraseñas, es demasiado complicado, ya que, se necesitaría una súper computadora. Actualmente no existe un posible ataque contra este estándar (boxcryptor, s.f.).

1.2.6.1.5. TKIP

Protocolo de integridad de clave temporal, protocolo provisional integrado en WPA. No es fiable para proteger el entorno WLAN, por tal motivo solo es un mecanismo adicional de seguridad. Fue diseñado para la seguridad en equipos antiguos con WEP(Hita, 2014).

1.3. Cableado Estructurado

Conjunto de elementos pasivos, genéricos, independientes, etc., que sirve para la interconexión de los equipos activos, permitiendo la integración de comunicación, control y administración de información como es datos, voz, video (Universidad Azuay, s.f.).

Para el cableado estructurado existen organismos encargados de aprobar las normas que se deben cumplir para garantizar la instalación y comunicación entre dispositivos que se conectan a través de un cableado.

Los principales organismos son los siguientes:

- “Telecommunications Industry Association (TIA), fundada en 1985 después del rompimiento del monopolio de AT&T. Desarrolla normas de cableado industrial voluntario para muchos productos de las telecomunicaciones y tiene más de 70 normas preestablecidas” (UNITEL , s.f.).
- “American National Standards Institute (ANSI), es una organización sin ánimo de lucro que supervisa el desarrollo de estándares para productos, servicios, procesos y sistemas en los Estados Unidos. ANSI es miembro de la Organización Internacional para la Estandarización (ISO) y de la Comisión Electrotécnica Internacional (IEC)”(UNITEL , s.f.).
- “Electronic Industries Alliance (EIA), es una organización formada por la asociación de las compañías electrónicas y de alta tecnología de los Estados Unidos, cuya misión es promover el desarrollo de mercado y la competitividad de la industria de alta tecnología de los Estados Unidos con esfuerzos locales e internacionales de la política”(UNITEL , s.f.).

1.3.1. Estándares

Mientras que las principales normas que se deben tener en cuenta para el diseño son las siguientes:

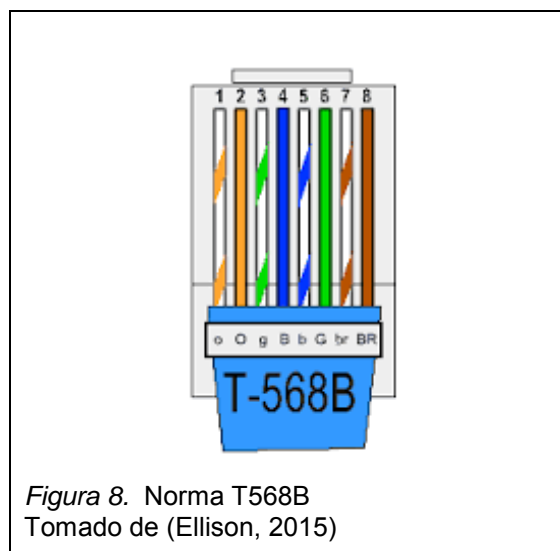
- ANSI/TIA/EIA-568-B

También denominado cable cruzado, el cual sirve para conectar: un router con un switch, un router con un router, un hub con un hub y un switch con un switch.

Para verificar que sea este tipo de cable se puede observar los colores de los cables (Lastcpu, s.f.).

Pin color de hilo

1. blanco-naranja
2. naranja
3. blanco-verde
4. azul
5. blanco-azul
6. verde
7. blanco-marrón
8. marrón

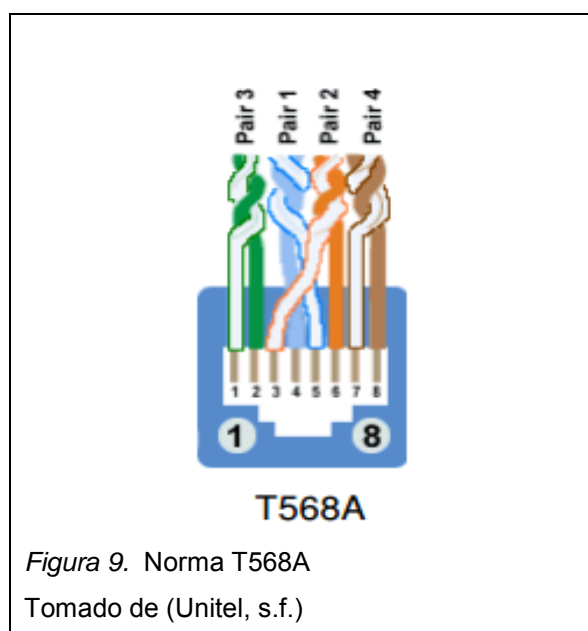


- ANSI/TIA/EIA-569-A:

También denominado cable directo el cual sirve para conectar: un router con un switch, un router con un hub, un hub con una computadora y un switch con una computadora. Para verificar que sea este tipo de cable se puede observar los colores de los cables (Lastcpu, s.f.).

Pin color de hilo

1. blanco-verde
2. verde
3. blanco-naranja
4. azul
5. blanco-azul
6. naranja
7. blanco-marrón
8. marrón



1.3.2. Categoría de cables UTP

Según la norma ANSI/TIA/EIA-568 se utilizan cables con la siguiente descripción:

Par trenzado de 4 pares: – Unshledded Twisted Pair (UTP): Par trenzado sin blindaje) - 100 ohm, 22/24 AWG. Shielded Twisted Pair (STP): Par trenzado con blindaje - 150 ohm, 22/24 AWG.

Fibra óptica multimodo 62.5/125 y 50/125 μm de 2 fibras.

Se compone de una variedad de cables como los del tipo montables, cables cruzados, etc. Según el estándar define los siguientes cables:

- Cable UTP de 100 ohmios sin malla y par trenzado, D= 800metros en Voz, D= 90 en datos.
- Fibra multimodo de 50/125 um y 62.5/125 um D= 2000 metros en datos y fibra monomodo D=3000 metros. en datos
- Cable STP-A de 150ohms con malla y par trenzado, D= 90 en datos (Joskowicz, 2013).

Se clasifica según las categorías:

- Categoría 1
Descrito en las normas EIA/TIA 568B. El cableado es usado para comunicaciones telefónicas pero no es apropiado para la transmisión de datos.
- Categoría 2
El cableado puede transferir datos hasta velocidades de 4 Mbps.
- Categoría 3
El cableado se usa en redes 10BaseT y logra transmitir datos hasta velocidades de 10 Mbps.
- Categoría 4
El cableado se usa en redes Token Ring y transmite datos hasta velocidades de 16 Mbps.
- Categoría 5
Este tipo de cableado logra transferir datos hasta velocidades de 100 Mbps.
- Categoría 6
Este tipo de cableado es para redes de alta velocidad y transmite hasta 1Gbps.
- Categoría 7
Se transmite hasta una velocidad los 10-gigabit Ethernet (XGbE o 10GbE), que es el más rápido de los estándares Ethernet pero en el

país aún no es utilizado para realizar trabajos de cableado en empresas grandes (Joskowicz, 2013).

1.3.3. Elementos del Cableado Estructurado

1.3.3.1. Cuarto de Telecomunicaciones

Es un área exclusiva de un edificio, oficina, etc., donde se alojarán varios equipos de telecomunicaciones, el cableado de interconexión, etc. No debe ir junto a las instalaciones eléctricas.

1.3.3.1.1. Rack

Es un soporte metálico que sirve para colocar equipos electrónicos como servidores, routers, switch, etc., de comunicaciones e informático. Las medidas son normalizadas para que sean compatibles con los equipos de los diversos fabricantes (Dns-System, s.f.)

1.3.3.1.2. Organizador Horizontal

Diseñados para cumplir la instalación con la norma ANSI/TIA/EIA para cableado y fibra de Categoría 6a. Es una forma de ser más organizados con el cableado para crecimiento futuro y evitar un cableado desordenado e ineficaz (Chatsworth, s.f.)

1.3.3.1.3. Switch

Es un dispositivo lógico para la conexión de equipos que trabajan en la capa enlace (capa 2) dentro de una red (Sánchez, 2015).

1.3.3.1.4. Router

Dispositivo que enruta los paquetes entre diversas redes independientes, opera en la capa 3 (capa de red), funcionan con direcciones IP para saber a dónde deben ir los paquetes (Sánchez, 2015).

1.3.3.1.5. Patch Pannel

Concentrador pasivo de conexiones de red, son como unos puertos de red que realizan cambios de forma rápida y fácil conectando y desconectando cables de parcheo, es otro dispositivo para ordenar los cables (Informática Moderna, s.f.).

1.3.3.1.6. Cortapicos

Es un dispositivo que elimina las variaciones altas de tensión y así proteger los equipos que se conecten en este, es de gran importancia este dispositivo para proteger a los equipos para la comunicación de una red (choloweb, 2009).

1.3.3.1.7. PatchCords

Es un cable que sirve para interconectar varios dispositivos electrónicos, no sobrepasa los 100 metros de longitud, tiene conectores RJ45(Muñoz J. , 2012).

1.3.3.1.8. Servidor

Es un equipo robusto informático que cumple la función de proveer servicios a otros clientes o usuarios, existen un sin número de servidores como son de archivos, impresión, correo, proxy, base de datos, DHCP, DNS, etc. (Sierra, s.f.)

1.3.3.1.9. PBX

Es una central telefónica privada usada dentro de una empresa. La PBX conecta las extensiones internas dentro de una empresa y simultáneamente las conecta con la red pública conmutada PSTN (3cx, s.f.).

1.3.3.2. Cableado Horizontal

Es el cableado que va desde el cuarto de Telecomunicaciones a la toma del usuario final. No se aceptan puentes, empalmes y derivación esa lo largo del trayecto del cableado.

Es necesario considerar la cercanía con el cableado eléctrico que cual genera niveles altos de interferencia electromagnética (motores, elevadores, transformadores, etc.) y cuyas limitaciones se encuentran en el estándar ANSI/EIA/TIA 569.

La máxima longitud permitida independientemente del tipo de medio de T_{utilizado} = 100m = 90 m + 3 m usuario + 7 m patchpanel. (UNITEL , s.f.).

1.3.3.3. Cableado vertical

Es una conexión entre los armarios de telecomunicaciones, cuarto de equipos y entrada de servicios. Se utiliza un cableado Multipar UTP y STP, también, Fibra óptica Multimodo y Monomodo.

La Distancia Máximas sobre Voz, es de: UTP 800 metros; STP 700 metros; Fibra MM 62.5/125um 2000 metros. (UNITEL , s.f.).

Se compone de una variedad de cables como son los del tipo montables, cables cruzados, etc. Según el estándar define los siguientes cables:

- Cable UTP de 100 ohmios sin malla y par trenzado, D= 800metros en Voz, D= 90 en datos (Joskowicz, 2013).
- Fibra multimodo de 50/125 um y 62.5/125 um D= 2000 metros en datos y fibra monomodo D=3000 metros. en datos
- Cable STP-A de 150ohms con malla y par trenzado, D= 90 en datos

1.3.3.4. Área de Trabajo

El área de trabajo comprende la parte de la terminación del cableado horizontal

1.3.3.4.1. Elementos del área de trabajo

- Cables:

Patchcore

La máxima longitud del patchcord es de 3m.

Cuando se utilizan “puntos de consolidación”, el cable puede tener hasta 20m(Universidad Azuay, s.f.).

Fibra óptica

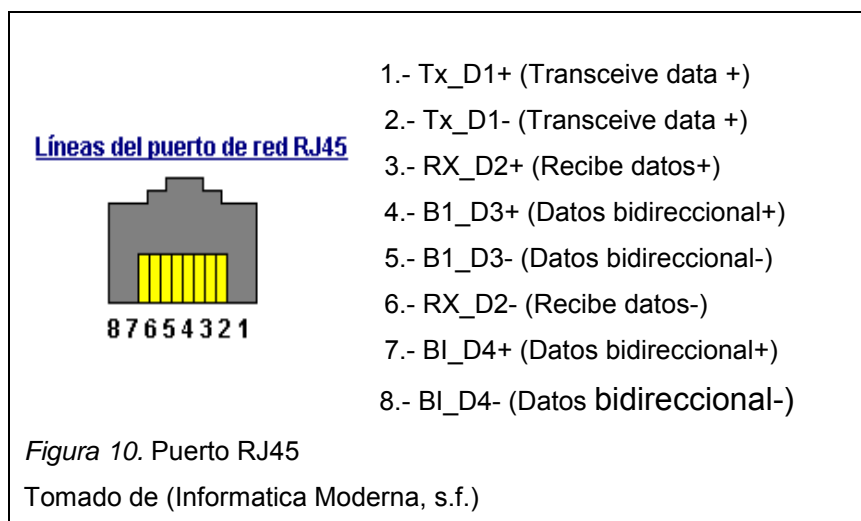
Monomodo o multimodo de 2 o más fibras para interiores.

Deber ser del mismo tipo que la utilizada en todo el sistema de cableado (Universidad Azuay, s.f.).

- Conectores para el patchcore:

El conector Registered Jack 45 (RJ45) es uno de los primeros conectores usados con tarjetas de red Ethernet, transmite información a través de cables de par trenzado.(Kioskea, s.f.) Es un conector de forma

semi-rectangular con 8 terminales, que son utilizados para conectar computadoras y establecer redes de datos de área local.



- Conectores de Fibra óptica

Actualmente existen una gran variedad de terminales de fibra óptica, se describirán a continuación los comercialmente más conocidos.

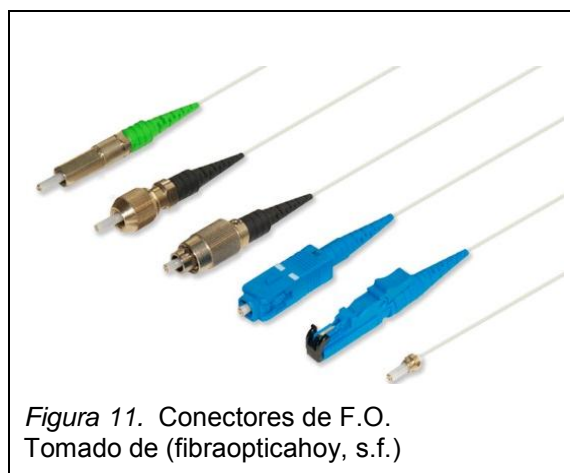
ST (Straight Tip ó Punta Recta).

SC (Subscriber Connector or "Square Connector" ó Conector de Suscriptor).

LC (Lucent Connector or "Little Connector" ó Conector piquant).

FC (Ferule Connector ó Conector Férula).

SMA (Sub Miniature ó Conector Sub Miniatura A). (fibraoptica hoy, s.f.).



- Faceplate

Son las tapas plásticas que se encuentran comúnmente en las paredes y en donde se empotra el cable junto con el conector RJ45 para conectar la máquina en la red.(Hernandez, 2013).

2. Capítulo II. Diseño Del Cableado Estructurado

2.1. Análisis de la Situación Actual del Cableado Estructurado

En este capítulo se describe la situación actual de la red cableada del IDE Business School, describiendo ciertas características de cada equipo para de esta forma decidir si es o no posible reutilizar los equipos, además de identificar las mejoras necesarias.

IDE Business School no cuenta con un mapa que permita identificar la ubicación de los equipos instalados, tampoco cuenta con un diagrama del cableado estructurado (vertical - horizontal) y red inalámbrica de tal manera que el primer paso es realizar el levantamiento de los planos.

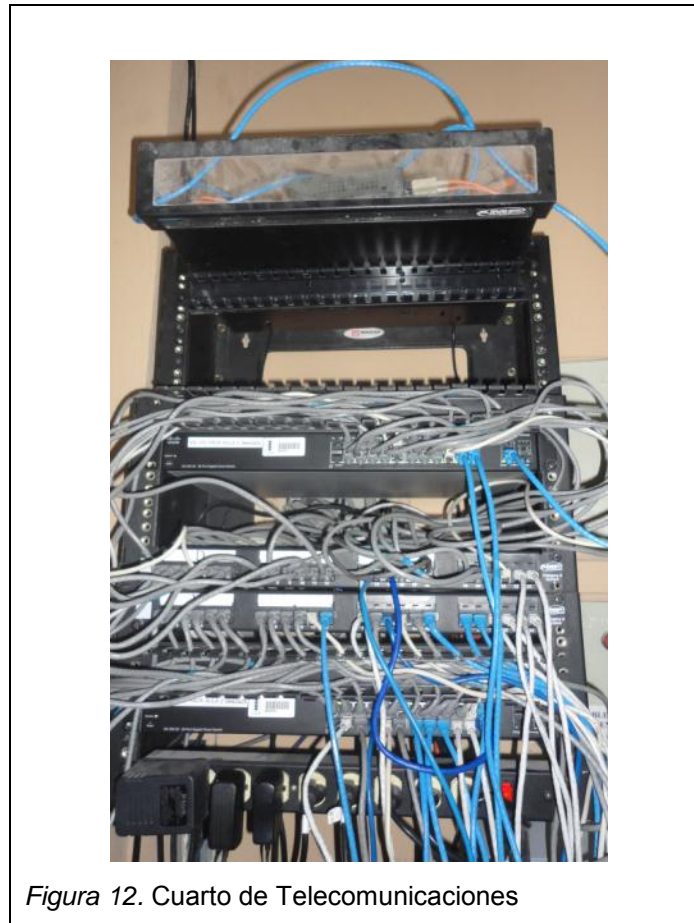
Debido a la falta de documentación sobre el diseño de la red actual, se efectúa una inspección en el sitio de los equipos de telecomunicaciones. El IDE tiene contratado 10Mbps de ancho de banda con la compañía Movistar, sin embargo, los equipos que al momento se encuentran instalados no logran cubrir toda el área física de la institución.

La cantidad de estudiantes que maneja la institución es variable cada año porque depende del número de seminarios y programas que se abren. Se puede detallar con la información brindada por el área académica sobre los estudiantes conectados simultáneamente en un total de 150 direcciones ip posibles, esto se debe a que los estudiantes de maestría son de 30 a 50 estudiantes por módulo los cuales no todos tienen clases el mismo día y a la misma hora, mientras que los participantes de programas y seminarios varían entre 15 a 40 estudiantes, todo esto por día.

2.1.1 Cuarto de Telecomunicaciones

Se encuentra ubicado cerca al patio principal en una habitación de 1.70m por 2.8m aquí se encuentra un Rack de piso que brinda un soporte metálico para colocar varios equipos, entre los cuales se observa, un router para la conexión con el proveedor, una central telefónica (PBX), switch, organizadores horizontales diseñados para cumplir la instalación con la norma ANSI/TIA/EIA para cableado y regletas para conexiones eléctricas, a pesar de esto se

observa que las conexiones realizadas no cumplen con ninguna norma de cableado estructurado como se observa en la siguiente imagen.



También se observa 2 patch panel de 24 puertos cada uno, en donde no se está dando un uso correcto por el desorden del cableado y tampoco es una red escalable ya que todos los puertos se encuentran ocupados.

2.1.2 Router

Actualmente tienen un router CISCO 800, el mismo que se encuentra en el cuarto de telecomunicaciones, este tipo de router proporciona conectividad WAN, permite integrar telefonía, voz mientras que en la parte de seguridad proporciona cifrado, VPN y filtrado para ayudar a proteger al cliente. Lastimosamente este diseño no cuenta con ventilador (Cisco, sf.). Por lo cual este equipo puede llegar a presentar problemas de recalentamiento.



Figura 13. Cisco 800

2.1.3 Switch

Otro equipo que se visualiza en el cuarto de telecomunicaciones y en el aula 2 se observa un switch Cisco SG 200-26 (SW-A y SW-B), este es el equipo de mayor capacidad que se encuentra dentro de la institución, dentro de las características principales se encuentran las siguientes: es administrable, alimentación por Ethernet (PoE), de fácil configuración, administración y configuración de seguridad y calidad de servicio. Funciona con soluciones inalámbricas de Cisco y de terceros para extender el alcance de su red, también ofrece las funciones de rendimiento, confiabilidad. Debido a las características que presenta el equipo es posible reutilizar el switch en el nuevo diseño. (Cisco, sf.).

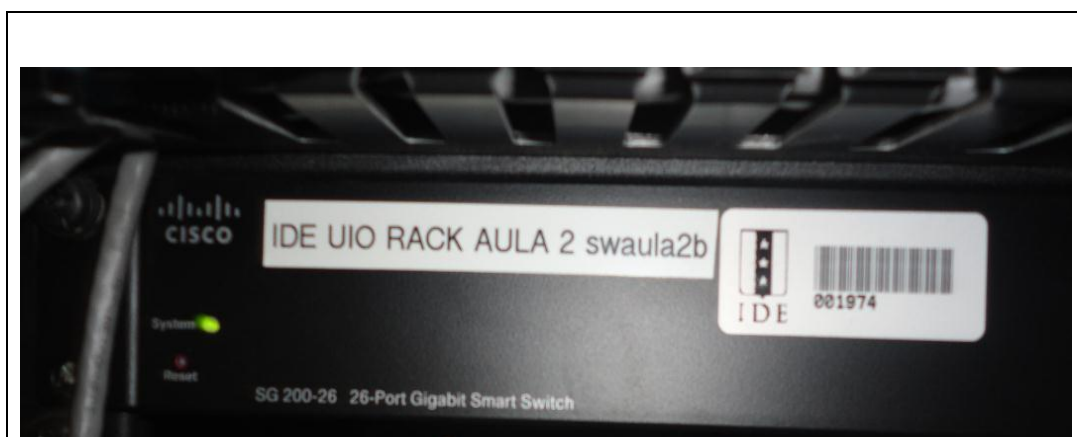


Figura 14. Switch Cisco SG 200-26

2.1.4 Cable

Todo el cableado de la institución está realizado con UTP categoría 5e (Cat-5e), permite a una red operar a velocidades cercanas al gigabit, aunque técnicamente no están certificados para garantizar estas velocidades, los cables Cat-5e ofrecen una alternativa económica. ("Cables Ethernet CAT-5e Vs. CAT-6", sf.). No se observa todo el cableado de la institución pero se observa varios cables sin ningún tipo de protección, identificación y tampoco se conoce si los mismos fueron certificados para garantizar su operabilidad. La instalación del cableado estructurado no cumple con las normas mínimas para garantizar el correcto funcionamiento del mismo. El conector utilizado en las instalaciones Registered Jack 45 (RJ45) es el principal dentro de esta red Ethernet.



Figura 15. Cables categoría 5e

2.1.5 Estaciones de Trabajo

También denominado área de trabajo, es el espacio en donde el usuario final tiene acceso a la red y a sus aplicaciones, en el diseño se considera mínimo como 2 puntos de conexión en cada área de trabajo, las medidas presumidas sobre este tipo de espacio es de 3x3 metros.

La institución cuenta con 47 estaciones de trabajo, sin embargo no todas se utilizan al mismo tiempo, las estaciones de trabajo fijas son solo 20 y cada una de estas tiene un teléfono, en las aulas 1, 2 y 3 también tiene línea telefónica, mientras que las 27 estaciones de trabajo restantes no tienen línea telefónica.

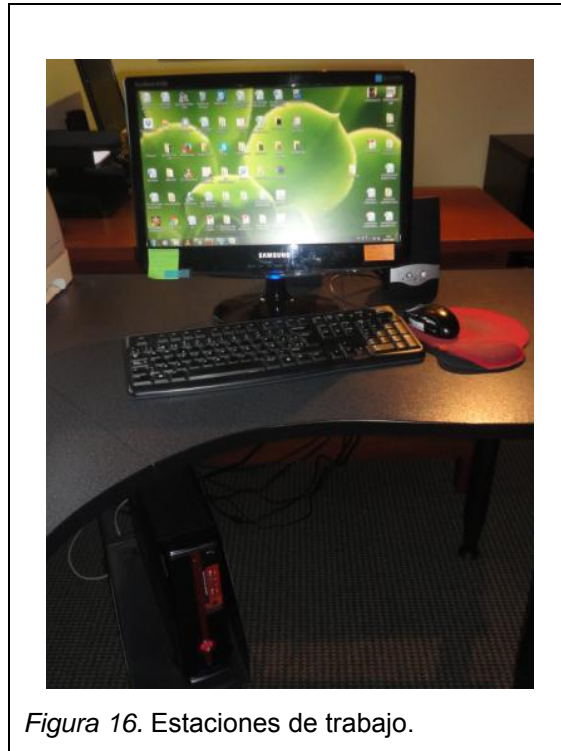


Figura 16. Estaciones de trabajo.

Dentro de las características principales de cada equipo que se encuentra en las estaciones de trabajo se puede mencionar que no tienen adaptadores para Wi-Fi, se conectan por medio de cable UTP (Cat. 5e), las características del sistema operativo se puede observar en la siguiente imagen.

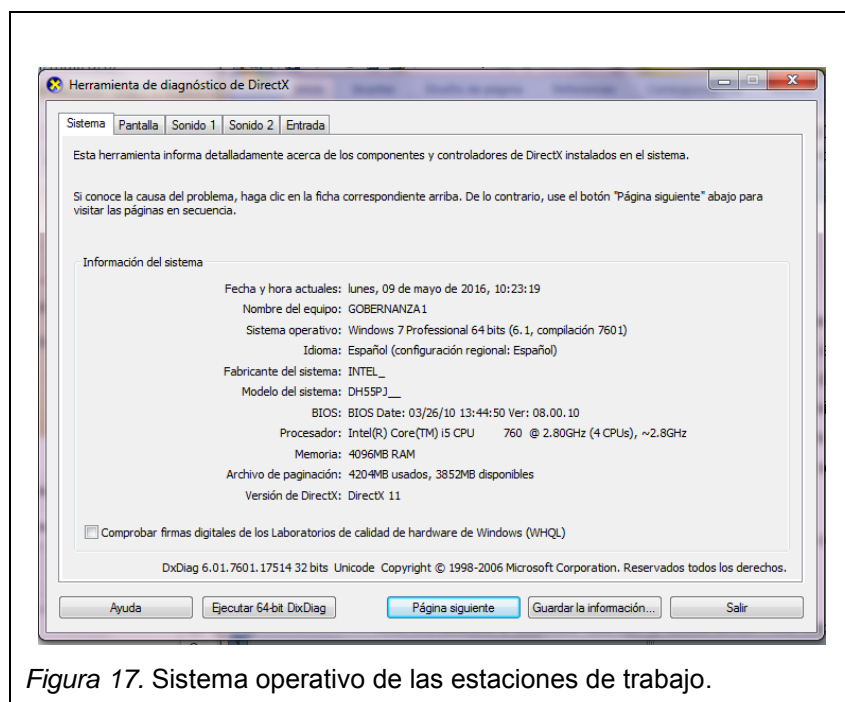


Figura 17. Sistema operativo de las estaciones de trabajo.

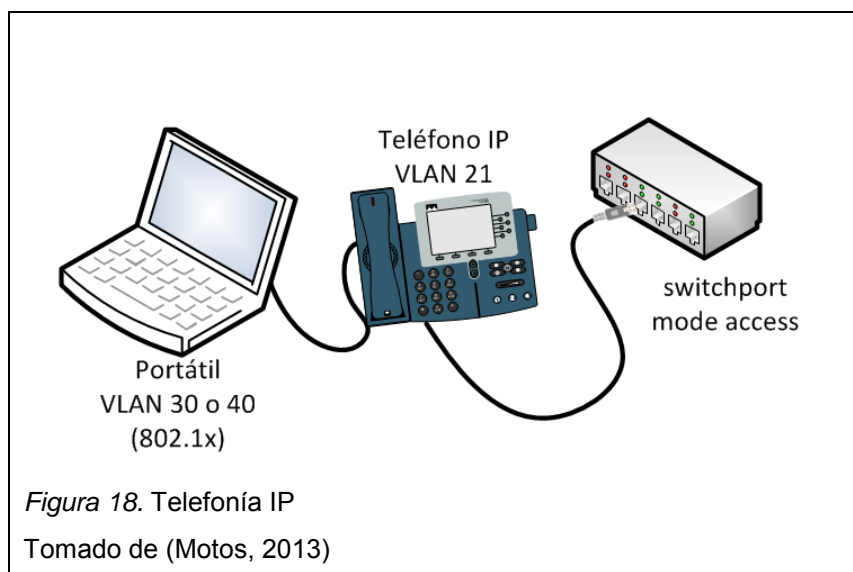
En el aula 1 se observa alrededor de 70 puntos de red, cuando se realizó el cableado no existía redes inalámbricas, en esta aula se debe realizar un rediseño ya que en estos días no es necesario conectarse por cable. Además en cada una de las aulas existen dos proyectores conectados a la red, en el aula 2 y 3 existen cámaras IP con las cuales graban ciertas clases.

2.1.6 Telefonía IP

En telefonía IP normalmente tiende a separar las redes de voz (teléfonos IPs y resto de componentes de la plataforma) de las de datos (PCs, servidores, impresoras, etc.).

Las estaciones de trabajo tienen conectado un teléfono IP, desde el cual se conecta el computador y a su vez ese teléfono IP conectado a un punto de red, de esta manera se usa un único puerto de un switch por puesto (teléfono + PC) y se ahorra en cableado estructurado.

A continuación se presentará una figura para el mejor entendimiento de la red.



Esto es viable porque un puerto de acceso obtiene dos VLANs: la VLAN de acceso (datos) y la VLAN de voz (voz) para una mejor administración. También los switches proporcionar alimentación a los teléfonos vía Ethernet (Powerinline, PoE). (Motos, 2013).

2.1.7 Intranet

Es la red privada de la institución en la cual se comparte información de carácter no público, el ingreso es por la página web del IDE, su uso es principalmente para compartía a los estudiantes los casos que van a ser estudiados en clase.

2.1.8 Equipos inalámbricos existentes

La red inalámbrica en este momento se ha centrado solo para el personal que trabaja en la Institución, sin pensar en los estudiantes que reciben clases y necesitan de esta herramienta primordial que es el Internet.

Para la red inalámbrica el equipo que se utiliza es marca TRENDNET con las siguientes características:

- 1x botón de configuración protegida Wi-Fi (WPS)
- Transmite hasta por 4 SSID con diferente cifrado inalámbrico
- Soporta (WMM) Wi-Fi Multimedia y (QoS) Quality of Service
- Soporta 64/128-bit WEP, WPA/WPA2-Radius (Modo AP únicamente) y WPA-PSK/WPA2-PSK
- Cobertura en interiores hasta 100 metros y en exteriores hasta 300metros.
- Tiene 2 antenas removibles de 2bdi
- Es un router doméstico



Figura 19. Router inalámbrico Trendnet vista frontal

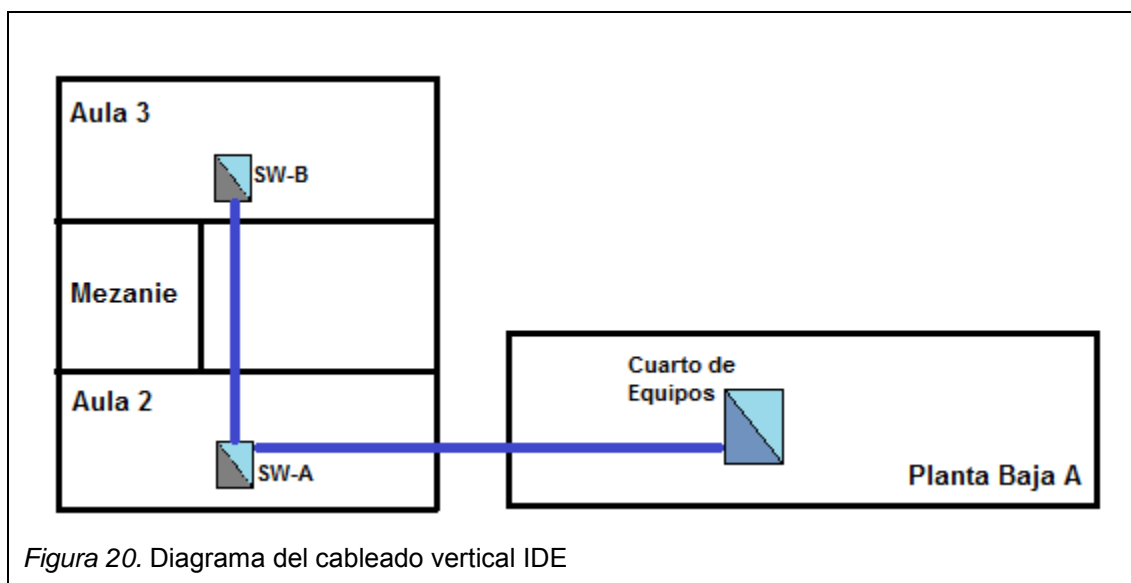
Aproximadamente se tiene unos 10 equipos Trendnet para cubrir las áreas necesarias dentro del campus, también se puede mencionar que los equipos son movidos de un lugar a otro, por el personal cuando hace falta cobertura.

2.1.9 Administración de la Red

La institución no cuenta con personal interno que administre la red, es decir no existe un departamento de tecnología de la información, cuando se presenta algún tipo de dificultad el personal debe comunicarse con técnicos externos para solucionar el problema.

2.1.10 Cableado Vertical

En el cuarto de equipos se encuentra el router principal, de este se conecta a dos switches ubicados en el aula 1 y el segundo en el aula 2 como se observa en la siguiente figura.



Como se puede apreciar con el actual diseño no se cumplen con las normas de cableado ya que superan los 100 metros de distancia desde el cuarto de comunicaciones hacia las diferentes áreas de la planta A.

2.1.11 Deficiencia de la Red Inalámbrica

Actualmente presentan serias deficiencias de cobertura porque no toda la institución tiene una buena señal, existen varias oficinas en donde se ha optado

por colocar equipos inalámbricos enfocados a redes home, sin tener en cuenta que dichos equipos no tienen gran cobertura, generando gastos innecesarios al momento de adquirirlos. Al tener equipos diseñados para casas, cuando se presentan lluvias fuertes, neblina la cobertura de cada equipo se ve afectada a tal punto que no se puede navegar. En la parte seguridad se puede verificar que no existe una red segmentada para estudiantes y otra para el personal fijo, ocasionando que la clave de internet sea la misma para todos.

2.2 Diseño Físico del Cableado Estructurado

Los datos recopilados y el análisis que se realizó de forma física en la institución nos permiten plantear un nuevo diseño tanto para el cableado estructurado como para la red inalámbrica, enfocados a mejorar la comunicación inalámbrica y optimizar los recursos existentes.

2.2.1 Cableado Horizontal

El cableado horizontal se extiende desde el área de trabajo de telecomunicaciones hasta el cuarto de telecomunicaciones, contiene más cable que el cableado del backbone y es menos accesible que el cableado del backbone. (Livacic , Pérez, Cantero, Lemarchand, & Teppa, 2005).

2.2.1.1 Cuarto de Telecomunicaciones

Se decide no cambiar de lugar el cuarto de telecomunicaciones, ya su ubicación es céntrica para toda la institución, además cuenta con un rack que va a ser reutilizado, se añadirá un ventilador de tamaño medio como medida de prevención para la temperatura.

2.2.1.2. Topología

La topología que vamos a utilizar en este diseño es estrella de acuerdo a las características que detallamos en el capítulo anterior, ya que en caso de requerir algún cambio ya sea por ubicación del área de trabajo o escalabilidad esta topología brinda todas las facilidades necesarias sin causar afectaciones o cambios drásticos en la infraestructura.

2.2.1.3. Área de trabajo

Las áreas de trabajo tampoco se van a cambiar, cuentan con el espacio suficiente además ya que son las suficientes tanto para el personal fijo como para los estudiantes y profesores.

2.2.1.3.1. PatchCord

Va a ser igual que la categoría utilizada para el cableado, y con una longitud de 2m para las estaciones de trabajo se va a necesitar 47 patchcord, sin embargo se adquirirán 55 como una medida de prevención.

2.2.1.3.2. Conectores

De acuerdo a las características mencionadas en el capítulo anterior los conectores que se van a utilizar son los RJ45 nuevos (cat. 5e), el número de conectores debe ser más de los puntos contemplados para el diseño y teniendo en cuenta que los mismos vienen por cajas se recomienda adquirir dos cajas de conectores.

2.2.1.3.3. FacePlate

Son las tapas plásticas que van ubicadas en la pared, donde se insertará el patchcord, se utilizará faceplate de 2 puestos.

2.2.1.3.4. Patchpanel

Se reutilizarán los existentes ya que se encuentran en buen estado, sin embargo también es necesario adquirir uno adicional.

2.2.1.4. Medio de transmisión Físico

La categoría con la se decide trabajar para el nuevo diseño es de categoría 5e, puede ser posible que parte del cable instalado sea reutilizado sin embargo la decisión tomada se basa en las características mencionadas en el capítulo 1.

Para tomar esta decisión acerca del cable, se realiza una comparación entre las categorías 5e y 6 como se observa en la siguiente tabla, en donde se realizan comparaciones de frecuencias con las que opera el equipo, cual es la atenuación, alcance máximo.

Tabla 2. Comparación de las categorías de los cables UTP

Características	Cable UTP categoría 5E	Cable UTP categoría 6
Compatible con redes	10BASE-T y 100BASE-TX	10BASE-T, 100BASE-TX y 1000BASE-TX
Frecuencias	100 MHz	250 MHz
Atenuación	22db	19.8db/100M@100MHz32.8 db/100M@250MHz
Perdida en retorno	19db	19db@100MHz15.6db@250 MHz
Retardo	45ns	45ns
Alcance Max	90 metros	100 metros
Precio	\$90 por rollo 305mts	\$200 por rollo 305mts

Nota: Descripción de las características técnicas del SW Cisco SF100-24t. Tomado de "Cableado Estructurado", sf., pág. 1

Luego de analizar las características presentadas, se decide mantener la categoría del cable es decir 5e, principalmente por el costo, además se puede reutilizar el cable previamente instalado luego de verificar su estado físico y la distancia máxima de cobertura.

2.2.1.5. Descripción del Cableado Horizontal

El cuarto de equipos va estar situado en una zona céntrica de la institución del mismo se derivaran 4 switch administrables, los mismos que permitirán la distribución a las diferentes zonas de la institución. La mayoría del cableado se recomienda realizar por el techo falso, de acuerdo a las normas requeridas la protección que se va a utilizar es manguera de polietileno de 3/4" pulgadas esta manguera permite el paso de hasta tres cables UTP además de brindar protección contra humedad y posibles roedores he insectos.(Universidad Central Carácas-Venezuela, sf.).

El primer switch (SW-1) administrable se ubicará en la bodega del aula que por nombre lleva IPAD Colombia¹, con esto conseguimos cubrir el área 1, que está

¹ IPAD Colombia: Nombre de una bogeda del IDE Business School, situada cerca del patio principal.

conformada por la recepción, 3 oficinas y 3 salas de trabajo y el aula 1. En esta área se colocarán 19 puntos de red para las estaciones de trabajo.

El segundo switch (SW-2) administrable se ubicará en el cuarto de la cafetería, con esto conseguimos cubrir el área 2, que está conformada por la sala de reuniones, 5 oficinas, 2 salas de trabajo, el aula 1, el área de gobernanza e investigación y el área comercial. Cabe recalcar que en el área 2 no se va a instalar puntos de red en la capilla, es necesario 35 puntos de red.

El tercer grupo de switch (SW-A y SW-B) administrables se ubicarán en el aula 2 y el aula 3 respectivamente, con esto conseguimos cubrir el área 3, que está conformada por el aula 2, aula 3, 10 salas de trabajo, 2 cámaras IP y 4 proyectores. Para el área 3 en la planta baja es necesario 9 puntos de red tanto para el aula como para las salas de reuniones, también es necesario para el mecánico 7 puntos de red y para el aula 3 es necesario 5 puntos más. (ANEXO A).

Los switch son administrables ya que facilitan el ingreso al personal que se encuentra en la ciudad de Guayaquil, para esto el acceso se debe realizar a través de Secure Shell (SSH) ya que todas las comunicaciones que se realicen son encriptadas con algoritmos muy seguros de forma que es prácticamente imposible descifrar la información.

2.2.1.6. Cálculo del cable

Para las tres áreas designadas el primer paso es medir la distancia más lejana ($d_{máx}$) y luego la correspondiente a la más cercana al switch ($d_{mín}$) con esto obtenemos una distancia promedio (D_{pr}), para más adelante realizar los cálculos de la cantidad promedio de cable que se va a necesitar en este diseño. Cabe recordar que parte del cableado se realizará por el techo falso, con la protección mencionada anteriormente.

Área 1:

$$D_{pr} = \frac{d_{máx} - d_{mín}}{2} m \quad (\text{Ecuación 1})$$

$$D_{pr} = \frac{24.3 - 3.3}{2} m$$

$$Dpr = 10.5m$$

Se añade un 10% de holgadura con la cual se corrige posibles errores de medición y diferentes trayectos, obtenemos la distancia promedio corregida ($Dprc$). Este proceso se realiza para cada área que se ha designado (Leidy, 2013).

$$Dprc_1 = Dpr * 10\% \quad \text{(Ecuación 2)}$$

$$Dprc_1 = 1.05 * 10.5m$$

$$Dprc_1 = 11.025m$$

Área 2:

$$Dpr = \frac{dmáx - dmín}{2} m$$

$$Dpr = \frac{32.5 - 5.90}{2} m$$

$$Dpr = 19.2m$$

$$Dprc_2 = 1.92 * Dpr$$

$$Dprc_2 = 1.92 * 19.2m$$

$$Dprc_2 = 36.864m$$

Área 3:

$$Dpr = \frac{dm \ x - dm \ n}{2} m$$

$$Dpr = \frac{19.7 - 3.5}{2} m$$

$$Dpr = 8.1m$$

$$Dprc_3 = 0.81 * Dpr$$

$$Dprc_3 = 0.81 * 8.1m$$

$$D_{prc_3} = 6.56m$$

A las distancias promedio corregidas D_{prc_1} , D_{prc_2} y D_{prc_3} se añade la holgura de terminación (3m) para después multiplicar por el número de puntos de asignado a cada área (Leidy, 2013).

Área 1:

$$TotalD_{prc_1} = D_{prc_1} + 3m \quad (\text{Ecuación 3})$$

$$TotalD_{prc_1} = 11.025m + 3m$$

$$TotalD_{prc_1} = 14.025m$$

Para el área 1 se han asignado 19 puntos de red, dentro de estos se encuentran los punto para telefonía IP. Con estos datos obtenemos el cable necesario para dicha área (C_{A1}).

$$C_{A1} = TotalD_{prc_1} * 19 \quad (\text{Ecuación 4})$$

$$C_{A1} = 14.025m * 19$$

$$C_{A1} = 266.475m$$

Área 2:

Para el área 2 se han asignado 35 puntos de red, las estaciones de trabajo van a tener telefonía IP. Con estos datos obtenemos el cable necesario para dicha área (C_{A2}).

$$TotalD_{prc_2} = D_{prc_1} + 3m$$

$$TotalD_{prc_2} = 36.864m + 3m$$

$$TotalD_{prc_2} = 39.864m$$

$$C_{A2} = TotalD_{prc_1} * 35$$

$$C_{A2} = 39.864 * 35m$$

$$C_{A2} = 1395.24m$$

Área 3:

Para el área 3 se han asignado 20 puntos de red.

Se ha pensado en la posibilidad de tener telefonía IP solo en la recepción de cada aula. Con estos datos obtenemos el cable necesario para dicha área (C_{A3}).

$$TotalDprc_3 = Dprc_3 + 3m$$

$$TotalDprc_3 = 6.56m + 3m$$

$$TotalDprc_3 = 9.56m$$

$$C_{A3} = TotalDprc_3 * 20$$

$$C_{A3} = 9.56m * 20$$

$$C_{A3} = 191.2m$$

Es de conocimiento que cada rollo de cable tiene alrededor de 305 metros, para conocer cuántos cables van a ser necesarios sumamos las cantidades de cada área y dividimos para la cantidad de cable que tiene cada rollo.

$$SumaC_{A1,2,3} = C_{A1} + C_{A2} + C_{A3} \quad (\text{Ecuación 5})$$

$$SumaC_{A1,2,3} = 266.475m + 1395.24m + 191.2m$$

$$TotalC = 1852.915$$

Cantidad de rollos de cable requerido:

$$\# \text{ derollos} = \frac{1852.915}{305} \quad (\text{Ecuación 6})$$

$$\# \text{ derollos} = 6.07$$

Se necesita 6 rollos de cable UTP para realizar el cableado estructurado de la institución.

2.2.2 Cableado Vertical

Para el diseño del cableado vertical es necesario realizar el cálculo de la cantidad de cable para cada área, tal y como se ha calculado anteriormente, a continuación se describirá la nueva propuesta para la del nuevo diseño.

2.2.2.1. Descripción del Cableado Vertical

De acuerdo a las características que presentan los switch A y B se mantienen pero se decide añadir dos más como se puede observar en el diseño, para así cubrir toda el área del Instituto bajo los estándares ya mencionados anteriormente.

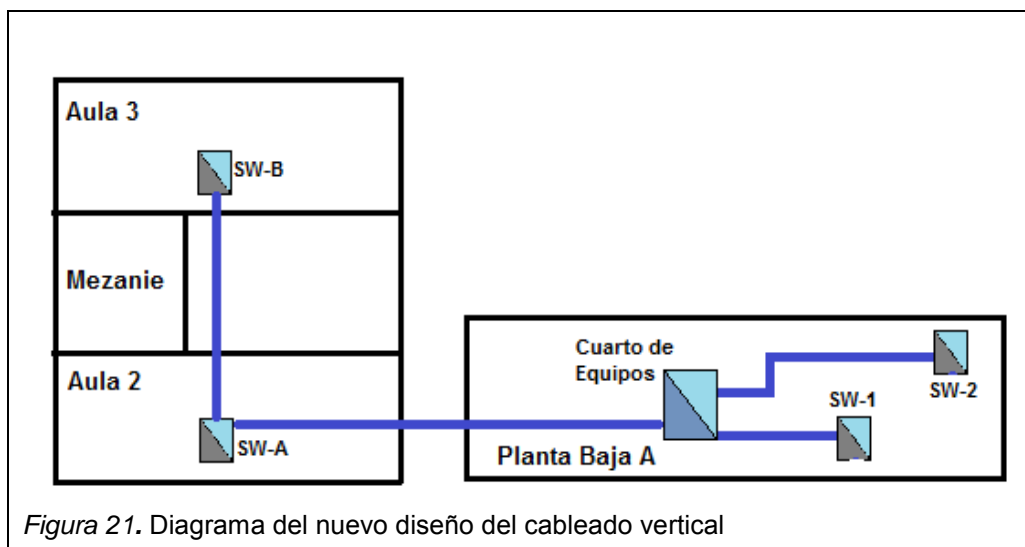


Figura 21. Diagrama del nuevo diseño del cableado vertical

3. Capítulo III. Dimensionamiento de la Red

Es este capítulo se detallarán los cálculos del cableado, el análisis de las aplicaciones utilizadas en la institución, el cálculo del ancho de banda y los precios de los equipos.

3.1. Análisis de las aplicaciones y capacidad

Es de gran importancia analizar todo el tráfico que va a pasar sobre la red y así calcular el ancho de banda necesario para el campus, como también analizar todas las aplicaciones utilizadas, existen aplicaciones muy sensibles al rendimiento que se ven afectadas por la demora o pérdida de paquetes como es el video(Charro & Erazo, 2006).

Las aplicaciones que se utilizan a menudo en la Institución son las siguientes:

3.1.1. Promedio de las Aplicaciones de la Red

3.1.1.1. Correo Electrónico

La información que se transfiere por correo electrónico corresponde a informes, estadísticas, cronogramas, invitaciones, etc. Aproximadamente un texto pequeño es 25 Kbytes, mientras tanto un documento gráfico tiene mayor tamaño aproximadamente de 450 Kbytes, para el presente estudio el tamaño promedio es de 550 Kbytes(Charro & Erazo, 2006). Para el acceso del correo se estima que cada usuario revisa un promedio de 7 correos, entonces tenemos los siguientes:

$$V_{CO} = \frac{550 \text{ Kbytes}}{1 \text{ correo}} * \frac{8 \text{ bits}}{1 \text{ byte}} * \frac{7 \text{ correos}}{1 \text{ hora}} * \frac{1 \text{ hora}}{3600 \text{ seg}} \quad (\text{Ecuación 7})$$

$$V_{CO} = 8,55 \text{ Kbps}$$

3.1.1.2. Acceso a Internet

Actualmente las páginas web tienen un peso aproximado de 110 Kbytes (usabilidad, s.f.), incluyendo imágenes, textos, etc. Además el tiempo estimado para acceder a una página web es de 10 segundos, en una hora aproximadamente se accederán a 20 páginas, se detalla la ecuación:

$$V_{ai} = \frac{110 \text{ Kbytes}}{1 \text{ página}} * \frac{8 \text{ bits}}{1 \text{ byte}} * \frac{1 \text{ páginas}}{10 \text{ seg}} \quad (\text{Ecuación 8})$$

$$V_{ai} = 88 \text{ Kbps}$$

3.1.1.3. Voz por Internet

Para la transferencia de voz sobre el internet es necesario un ancho de banda de 31,2 Kbps si utilizamos el códec G.729, por cada usuario del servicio (Rojano, 2015). Ver Anexo C.

3.1.1.4. Otros servicios

Entre los servicios adicionales como impresión, scanner, fax, etc. En donde cada uno aproximadamente ocupará 9.6 Kbps (Charro & Erazo, 2006).

3.1.1.5. WhatsApp

Las conversaciones de esta aplicación se han analizado en el cual los mensajes enviados no llegan ni a 1Kbyte, mensajes recibidos son aproximadamente 2 Kbytes(Pérez D. , 2014), para las llamadas aproximadamente consume un promedio de 700Kbytes (Sei, 2015).

$$V_{WC} = \frac{3 \text{ Kbytes}}{1 \text{ conversación}} * \frac{8 \text{ bits}}{1 \text{ byte}} * \frac{1 \text{ conversación}}{60 \text{ seg}} = 0.4 \text{ Kbps} \quad (\text{Ecuación 9})$$

$$V_{WL} = \frac{700 \text{ Kbytes}}{1 \text{ llamada}} * \frac{8 \text{ bits}}{1 \text{ byte}} * \frac{1 \text{ llamada}}{60 \text{ seg}} = 93.3 \text{ Kbps} \quad (\text{Ecuación 10})$$

3.1.2. Estimación de ancho de banda

De acuerdo con las aplicaciones que utilizan los usuarios. Para la determinación del ancho de banda se analizará por cada aplicación (Charro & Erazo, 2006).

3.1.2.1. Correo Electrónico

Son 190 usuarios de la red de los que se estiman el 10% utilizará simultáneamente la aplicación 19 usuarios, por lo que requerirá 162.45 Kbps.(Charro & Erazo, 2006).

3.1.2.2. Acceso a internet

Para acceder al internet se estima que el 25% de usuarios lo utilizarán simultáneamente, es decir, 48 usuarios que requerirán 4224 Kbps.(Charro & Erazo, 2006).

3.1.2.3. Voz IP

Se tomará el 5% de los usuarios, es decir, 10 usuarios requieren de 312 Kbps.(Charro & Erazo, 2006).

3.1.2.4. Otros servicios

EL 5% de usuario requerirán 96 Kbps.(Charro & Erazo, 2006).

3.1.2.5. Aplicaciones

Para llamadas en WhatsApp se tomarán el 5% de usuarios (10) y conversaciones se tomarán el 10% de usuarios (19) lo que se requerirá 933 Kbps y 7.6 Kbps respectivamente.(Charro & Erazo, 2006).

3.1.2.6. Capacidad del canal para acceder a internet

$$C_{canal} = C_{co} + C_{cai} + C_{cvoip} + C_o + C_{wc} + C_{wl} \quad (\text{Ecuación 11})$$

$$C_{canal} = 162.45 \text{ Kbps} + 4224 \text{ Kbps} + 312 \text{ Kbps} + 96 \text{ Kbps} + 933 \text{ Kbp} + 7.6 \text{ Kbps}$$

$$C_{canal} = 7.75 \text{ Mbps}$$

Tabla 3. Aplicaciones utilizadas

Aplicaciones	Tamaño Promedio
Correo Electrónico	162.45 Kbps
Acceso a Internet	4224 Kbps
Voz IP	312 Kbps
Otros Servicios	96 Kbps
WhatsApp Conversación	933 Kbps
WhatsApp Llamadas	7.6 Kbps
Total	7.75 Mbps

Nota: Descripción de las aplicaciones más utilizadas.

3.2. Cálculo de la velocidad del enlace

Como antecedente para el diseño cableado es necesarios 50 puntos de red, lo que equivale a la utilización del personal de la Institución.

Aproximadamente el número total de las personas que se conectan sea cableada (50, personal administrativo) como inalámbricamente (140 estudiantes) son 190 como caso crítico. (ayuda-it, s.f.)

$$AB = G * C \quad \text{(Ecuación 12)}$$

En donde:

AB: Ancho de Banda a contratar

G: Ancho de banda a garantizar por usuario es aproximadamente de 128Kbps, este valor hace referencia a Latinoamérica y también puede depender del tipo de aplicativo que se desea utilizar. (ayuda-it, s.f.).

C: Concurrencia de personas.

Entonces:

$$AB = 100 * 128\text{Kbps}$$

$$AB = 12.8 \text{ Mbps}$$

Se debe contratar un enlace de 13 Mbps para que no exista latencia en la red y pérdidas de paquetes en el campus.

No es necesario contratar una mayor velocidad ya que las aplicaciones que se van a utilizar no son críticas.

3.3. Canaletas

Por disposición de la Institución solo se van a colocar canaletas en las estaciones de trabajo, ya que el cableado pasará sobre el techo falso para que el cableado no estropee la decoración del campus.

A continuación se detallaran los diversos tipos de canaletas, y al final se realizará el cálculo de la canaleta específica a utilizar.

- Tipo escalera

Son bandejas flexibles de acero galvanizado, se utilizan para las zonas techadas son de 1.5 Mm y 2 Mm de espesor, de gran utilidad para que pase gran cantidad de cables.



Figura 22. Canaleta Escalera
Tomado de (López, 2012)

- Tipo Plásticas

Es idónea para la fijación en paredes, chasis y paneles tanto vertical como horizontalmente.

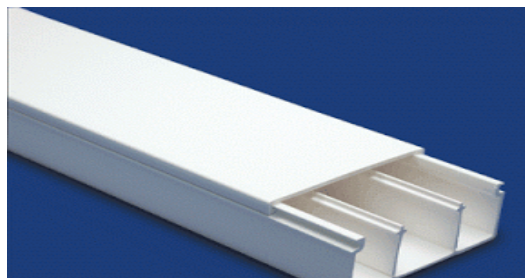


Figura 23. Canaleta Plástica
Tomado de (López, 2012)

- Tipo Cerrada

Es una bandeja en forma de U, se puede utilizar sin y con tapa, son para instalaciones que se ven en el techo falso.



Figura 24. Canaleta Cerrada
Tomado de (López, 2012)

- Canal Salva cables

Creado para proteger y adornar el paso de los cables de telefonía, UTP, electricidad, etc. Tienen 3 aperturas para diferenciar los circuitos.



Figura 25. Canaleta Salvacables
Tomado de (López, 2012)

- Tipos especiales

Son bandejas con pintura electrostática en polvo, pueden ser del tipo colgantes o para adosar en la pared.



Figura 26. Canaleta especial
Tomado de (López, 2012)

Una vez analizando los tipos de canaletas para el diseño, en donde, no se permite el uso de canaletas metálicas en las instalaciones ocultas, se debe asegurar la continuidad mecánica y eléctrica, deben estar sólidamente montadas y con un encerramiento completo. (Inarias, 2013)

Para calcular el tamaño de la canaleta se procede con las siguientes ecuaciones:

$$\text{Areacables} = \text{AreaUTP} * 2 * \text{N}^{\circ} \text{ ordenadores} + \text{Areacable corriente}$$

(Ecuación 13)

En donde:

Área UTP, el valor saldrá dependiendo de la siguiente tabla, es decir, del tipo de cable UTP.

Tabla 4. Diámetros de los cables según la categoría

	Tipo de Cable	Diámetro exterior (mm)	Sección (mm ²)
Telefonía	1 par EV 0,51 mm	3,7	13,7
	2 pares EV 0,51 mm	4,0	16,0
Datos	UTP 4 pares Clase D/Cat. 5e	5,1	26,0
	FTP 4 pares Clase Cat. 5e	6,2	38,4
	STP 4 pares Clase Cat. 5e	6,5	42,3
	UTP 4 pares Clase D/Cat. 6	6,4	41,0
	FTP 4 pares Clase Cat. 6	7,2	51,8
	STP 4 pares Clase Cat. 6	7,4	54,8
TV	Coaxial	7,0	49,0

Nota: Tabla con descripción técnica de diversos cables. Tomado de Pérez M. , 2011

Como hemos escogido el cable categoría 5e para el diseño ya que luego de realizar pruebas de certificación los resultados fueron positivos, se puede reutilizar parte del cableado existente.

Entonces el valor del AreaUTP = 26 mm²

$$N^{\circ}\text{ordenadores} = 1$$

$\text{Areacablecorriente} = 0 \rightarrow$ El cableado eléctrico ya se encuentra por otro ducto.

$$\text{Areacables} = 26 * 2 * 1 + 0$$

$$\text{Areacables} = 52\text{mm}^2$$

$$\text{Areacanaleta} = \text{Areacables} * K * R \quad (\text{Ecuación 14})$$

En donde:

K: Coeficiente corrector de llenado siempre es 1,4.

R: Coeficiente corrector, siempre es el 30% representado como 1,3.

$$\text{Areacanaleta} = 52 * 1,4 * 1,3$$

$$\text{Areacanaleta} = 94.64\text{mm}^2$$

Para cada estación de trabajo se colocará una canaleta plástica desde el techo hacia el punto de red, la cual será de 2,5 metros de alto y de ancho 100mm^2 . (Perez M. , 2011).

Para el cableado que pasa sobre el techo falso se utilizará manguera de polietileno que es muy útil para alojar al cable UTP, esta manguera es flexible y en un metro permite hacer giros de 360 grados sin que colapse y tiene una gran resistencia a la humedad, a la compresión y el aplastamiento. Al utilizarlo disminuye el costo de instalación considerablemente como también ahorra el tiempo de trabajo.

3.4. Comparación de equipos nuevos

Una vez analizada la capacidad, ancho de banda, etc., se puede escoger los equipos a utilizar en este diseño, cabe recalcar que estos equipos son nuevos, ninguno se posee actualmente en la institución. A continuación se realizan comparaciones entre diversos equipos.

3.4.1. Equipos de Comunicación

3.4.1.1. Routers

3.4.1.1.1. Cisco 1812

El router Cisco 1812 es orientado de una forma segura, rápida y de alta calidad de servicios múltiples, para las pequeñas y medianas empresas. El router ofrece encriptación de 128 bits basada en hardware habilitado por un facultativo de la imagen de seguridad de Cisco IOS Software.

Mejora el rendimiento de VPN con un módulo de aceleración VPN opcional, también abastece de un sistema de prevención de intrusiones (IPS) y las funciones de firewall. Este equipo brinda varios servicios que por lo general son realizados por equipos separados.

Tiene una amplia gama de interfaces de conectividad, así, como un rendimiento y densidad suficientes para la ranura de expansión de la red futura y aplicaciones avanzadas.

Es un router multi-servicio que presenta configuraciones fijas y modulares, es decir, permite añadir más tecnología mediante tarjetas de expansión, brindando escalabilidad a la red (Ferreiro, 2012).

Para la conectividad el equipo contiene un puerto para backup. Para enlaces WAN redundantes, sea la última milla radio, fibra, cobre, etc. Tiene altos niveles de seguridad, como también un switch de 8 puertos 10/100Mbps, en los que podemos conectar varios equipos además de tener la opción de suministrar energía (PoE), también Permite el 802.1q encapsulación VLAN. (Cisco, Cisco, 2007)

A continuación se describen las características importantes del cisco 1812, mencionando lo general, la parte de la comunicación, la alimentación, el peso, etc.

Tabla 5. Características de Cisco 1812

General	
Tipo de dispositivo	Router - conmutador de 8 puertos (integrado)
Tecnología de conectividad	Cableado
Protocolo de interconexión de datos	Ethernet, Fast Ethernet
Velocidad de transferencia de datos	100 Mbps
Rendimiento	Capacidad VPN: 40 Mbps
Capacidad	Túneles VPN: 50
	Interfaces virtuales (VLAN) : 8
Red / Protocolo de transporte	RSVP, IP/IPX, IPSec
Protocolo de direccionamiento	OSPF, RIP-1, RIP-2, BGP, EIGRP
Protocolo de gestión remota	SNMP, HTTP
Algoritmo de cifrado	DES, Triple DES, AES
Método de autenticación	Secure Shell v.2 (SSH2)
Características	Balanceo de carga, soporta VLAN, Sistema de prevención de Intrusos (IPS), filtrado de URL, Low-latency queuing (LLQ), Class-Based Weighted Fair Queuing (CBWFQ), Weighted Fair Queuing (WFQ), Weighted Random Early Detection (WRED), Committed Access Rate (CAR).
Cumplimiento de normas	IEEE 802.1Q, IEEE 802.3af , ETSI, EN 60950, EN 61000-3-2, IEC 60950, EN 61000-3-3, EN55022 clase A, UL 60950, CSA 22.2 No. 60950, EN 61000-4-4.
Memoria RAM	128 MB (instalados) / 384 MB (máx.) - SDRAM

Nota: Se detallan características técnicas del equipo cisco. Tomado de "Cisco, CISCO 1812 Integrated Services Router", 2016.

Como se puede apreciar en la tabla el equipo es robusto y útil para el diseño de la red en el campus.

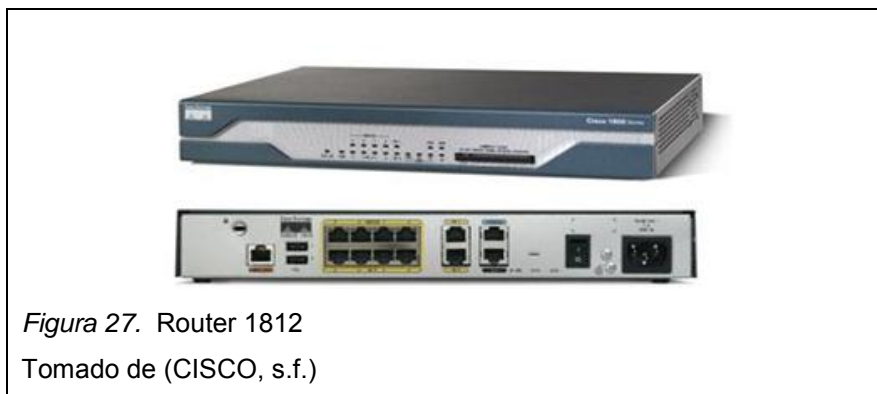


Figura 27. Router 1812

Tomado de (CISCO, s.f.)

3.4.1.1.2. Mikrotik RB2011UAS-IN

Algunas características soporta Router como son; ruteo dinámico, hotspot, firewall, MPLS, VPN, calidad de servicio avanzado, balanceo de carga y bonding, configuración y monitoreo en tiempo real.

Comprende 5 puertos Gigabit y 5 puertos Fast Ethernet LAN también de un puerto serial RJ45. (Ds3comunicaciones, s.f.).

Tabla 6. Características de router MK RB2011

CPU	Atheros AR9344
Velocidad del CPU	600 MHz
RAM	128 Mb
Puertos LAN	5
Gigabit	5
Puertos SFP	1
Wireless integrado	No
Los estándares inalámbricos	802.11b/g/n
USB	microUSB
Soporte 802.3	No
PoE	8 - 28V DC
Monitor de voltaje	Si
Temperatura del CPU del monitor	No

Nota: Se detallan características técnicas del equipo Mikrotik. Tomado de "Router RB2011UAS-IN", 2016.

Para el diseño de la red se analizado dos routers de diferentes fabricantes como es Cisco y Mikrotik como se observa en la tabla 7, se ha analizado las características de cada uno de estos y para este diseño se escoge el router cisco por sus diversas ventajas como es la capacidad y el rendimiento. Mikrotik también presenta equipos con características interesantes pero no son las necesarias, Cisco provee equipos robustos, confiables y escalables para trabajar en empresas medianas y grandes empresas, mientras que Mikrotik aún está enfocado para empresas pequeñas, oficinas.

Tabla 7. Comparación de routers

	Cisco 1812	Mikrotik RB2011
Tipo de dispositivo	Router - conmutador de 8 puertos (integrado)	Router - conmutador de 10 puertos
Tecnología de conectividad	Cableado	Cableado
Protocolo de interconexión de datos	Ethernet, Fast Ethernet	Ethernet, Fast Ethernet, gigaethernet
Velocidad de transferencia de datos	100 Mbps	-
Memoria RAM	128 MB (instalados) / 384 MB (máx.) – SDRAM	128 Mb
Características	Balanceo de carga, soporta VLAN, Stateful Packet, Sistema de prevención de Intrusos (IPS), filtrado de URL, Low-latency queuing (LLQ), Class-Based Weighted Fair Queuing (CBWFQ), Weighted Fair Queuing (WFQ), Weighted Random Early Detection (WRED), Committed Access Rate (CAR), Link Fragmentation and Interleaving (LFI).	Potenciado por la nueva Atheros 600MHz 74K MIPS procesador de red, con 128 de memoria ram, cinco puertos Gigabit, cinco puertos Fast Ethernet LAN y carcasa SFP
Cumplimiento de normas	IEEE 802.1Q, IEEE 802.3af , ETSI, EN 60950, EN 61000-3-2, IEC 60950, EN 61000-3-3, EN55022 clase A, UL 60950, CSA 22.2 No. 60950, EN 61000-4-4, EN 61000-4-2, EN 61000-4-3, EN 61000-4-6, ICES-003 clase A, EN 61000-4-5, EN 61000-6-2, EN 61000-4-11	2GHz dual chain 802.11b/g/n
Precio	\$ 550	\$ 125

Nota: Se comparan las características técnicas de los equipos. Tomado de "Cisco, CISCO 1812 Integrated Services Router", 2016.

3.4.1.2. Switches

3.4.1.2.1. Switch Cisco Catalyst 2960 48 puertos

Los switches son administrables, permiten un rendimiento eficaz de la red, confiabilidad, además estos equipos brindan varias funciones como control de aplicaciones, Cisco FlexStack-Plus, operaciones inteligentes. Presentan conectividad Gigabit Ethernet, consumen menos energía, brindan una conectividad confiable y sólida, además de admitir funciones avanzadas como calidad de servicio (QoS) (Cisco, s.f.).

Los switches ofrecen varias ventajas como se las describe a continuación:

- Escalable

Son escalables y flexibles, gracias al apilamiento FlexStack-Plus se puede apilar hasta 8 equipos.
- Configuración sencilla

Permite apilar varios equipos, con solo una configuración.
- Son compatibles con NetFlow-Lite, puede usarse para controlar, capturar y registrar los flujos de tráfico a través de la red.
- Alto rendimiento

Brindan el rendimiento que se requiere para ejecutar las aplicaciones utilizadas en el campus, como también el servicio de video con un uso intenso de la red, y así evadir redes lentas.
- Consumo de energía reducida.

Reduce la utilización de energía a través del control de la cantidad de tráfico en un enlace activo y si existe inactividad en el enlace cambiará el estado al de inactividad, consumen hasta el 80% menos de energía.
- Alimentación por Ethernet

Los equipos vienen con Power-over-Ethernet (PoE). Esta capacidad facilita la implementación de telefonía IP, video vigilancia, tecnología inalámbrica, etc., porque permite enviar datos y la alimentación por el cable de red Ethernet.
- Compatibilidad con tecnologías avanzadas

Gracias al recurso de QoS que tienen integrado prioriza los servicios más sensibles a los retrasos como son el video y la voz.
- Seguridad

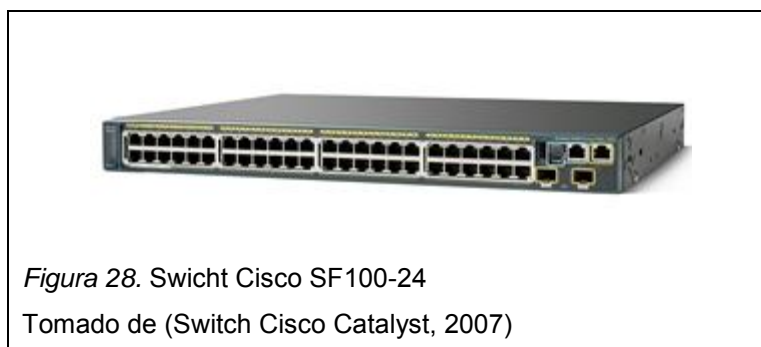
Tiene una serie de características para limitar el acceso a la red como es la autenticación flexible, radius, etc. También se puede proteger de amenazas con seguridad portuaria, Dynamic ARP Inspection, etc.
- Mejora la calidad de servicio

Gestión inteligente del tráfico de la red, mecanismos de marcado y clasificación del tráfico (Cisco, s.f.).

Tabla 8. Especificaciones técnicas Switch Cisco Catalyst

Puertos	48 conectores RJ-45 para 10BASE-T/100-TX/1000BASE-T
Capacidad de Conmutación	176Gbps
Capacidad de Envío	Rendimiento de reenvío (tamaño de paquete de 64 bytes) : 77.4 Mbps
Normas	802.3 Ethernet 10 Base-T
	802.3u Fast Ethernet 100 Base-TX
	802.3x control de flujo
	prioridad 802.1p
Alimentación Interna	Poe – CA 120/230 V (50/60 Hz)
Características	Conmutación, auto-sensor por dispositivo, asignación dirección dinámica IP, soporte ARP, equilibrio de carga, soporte VLAN, señal ascendente automática, snooping IGMP, DiffServ, Ipv6, admite Rapid SpanningTreeProtocol

Nota: Descripción de las características técnicas del switch cisco catalyst. Tomado de Cisco, 2012.



3.4.1.2.2. Switch Cisco SF100-24

No son administrables pero brindan un rendimiento eficaz de la red y confiabilidad para pequeñas empresas en crecimiento, estos equipos brindan varias funciones como es la capacidad de expansión, no es necesario un software de instalación, ni configurar el switch, solo se debe conectar a las computadoras y los equipos de oficina. Brindan conectividad Fast Ethernet y Gigabit Ethernet Consumen menos energía y brindan la conectividad confiable y sólida además de admitir funciones avanzadas como calidad de servicio. (Cisco Small Business, s.f.)

Tabla 9. Especificaciones Técnicas Switch Cisco SF100-24

Puertos	24 conectores RJ-45 para 10BASE-T/100-TX
Capacidad de Conmutación	4,8Gbps
Normas	802.3 Ethernet 10 Base-T
	802.3u Fast Ethernet 100 Base-TX
	802.3x control de flujo
	prioridad 802.1p
Alimentación Interna	100 a 240 v CA, 50 a 60 Hz

Nota: Descripción de las características técnicas del SW Cisco SF100-24t. Tomado de Cisco Small Business SF 100-24 24", sf.

Se han examinado las características entre los dos tipos de switch tabla 10 y el que se escoge para el diseño es el equipo administrable ya que nos da la facilidad de configurar y segmentar la red para que no haya degradación de la señal por el número de usuarios que se tienen dentro de la Institución y así tener mayor administración de la misma, aunque en costos la administrable supera al equipo que no lo es. Solo se deberán adquirir 2 swicht ya que se reutilizaran los dos que se tiene actualmente y se describe en la página 48.

Tabla 10. Comparación de swicht

	Cisco SF100-24	Cisco Catalyst 2960
Puertos	24 conectores RJ-45 para 10BASE-T/100-TX	48 conectores RJ-45 para 10BASE-T/100-TX/1000BASE-T
Capacidad de Conmutación	4,8Gbps	176Gbps
Capacidad de Envío	Millones de paquetes por segundo (MPPS), sobre la base de paquetes de 64 bytes.	Rendimiento de reenvío (tamaño de paquete de 64 bytes) : 77.4 Mbps
Administrable	No	Si
Normas	802.3 Ethernet 10 Base-T	802.3 Ethernet 10 Base-T
	802.3u Fast Ethernet 100 Base-TX	802.3u Fast Ethernet 100 Base-TX
	802.3x control de flujo	802.3x control de flujo
	prioridad 802.1p	prioridad 802.1p
Precio	\$ 750	\$ 1.675

Nota: Descripción de las características técnicas del SW Cisco SF100-24t. Tomado de Cisco Small Business SF 100-24 24", sf.

3.5. Costos de instalación

En este ítem se va a publicar el costo total aproximado de la instalación para el IDE Business School, tanto de los equipos que son cableados como para los inalámbricos.

Tabla 11. Costos de los equipos y materiales

# de Dispositivos	Dispositivos	Precio
1	Router Cisco 1812	\$550
2	SW Catalyst 2960	\$1675
16	Unifi UAP PRO	\$ 350
6	Rollo Cable UTP Cat5e	\$90
200	Conectores RJ45	\$0,25
50	Canaletas	\$ 40
50	Rosetas de dos puertos	\$ 22
	Total aproximado	\$ 12746

Nota: Tabla con descripción de precios de los equipos principales.

El costo del router reduciría ya que los proveedores de internet al momento de realizar un contrato empresarial prestan el router cisco en este caso es el mismo del estudio realizado el Cisco 1812.

Como se observa es un costo no muy elevado del diseño, la red va a ser robusta y no va a tener problemas de cobertura, saturación y latencia al momento de navegar en internet, como también es escalable para poder añadir más en un futuro cercano.

4. Capítulo IV. Diseño de la Red Inalámbrica

En este capítulo se presentará la situación actual de la empresa, la nueva solución, cálculos de las pérdidas de propagación y los equipos óptimos para el diseño.

4.1. Soluciones inalámbricas

4.1.1. Soluciones Ubiquiti

La compañía estadounidense distribuidora de tecnología para la creación de las redes inalámbricas, también propone diseños de hardware innovadores y económicos para de redes inalámbricas tanto para comunicaciones de larga distancia y para pequeñas redes Wi-Fi.

Provee de una gran diversidad de productos, cada uno con su tarea específica como se detalla a continuación:

- EdgeMAX: Serie de enrutadores con propiedades de altas prestaciones.
- airMAX: Serie de productos Wi-Fi para el exterior (outdoor).
- airFiber: Serie de productos inalámbricos, para conexiones troncales o de Backbone.
- UniFi: Serie de productos Wi-Fi de exterior e interior para edificaciones o pequeños espacios abiertos.
- UniFi Video: Serie de cámaras de vídeo vigilancia IP.
- UniFi VoIP: Línea de teléfonos con VoIP.
- mFi: Serie de sensores para el control y automatización(Ubiquiti Network , 2016).

Para el caso del diseño se ha pensado utilizar el producto Unifi por poseer un sin número de características efectivas que se detallan a continuación:

- Sistema Inalámbrico unificado de nivel corporativo.
- Sin limitación en crecimiento de Puntos de Acceso ni usuarios ni administradores.
- La Gestión y Administración a través de un Software, así, evitando adquirir hardware innecesario y reducir costos,

- Cumple con protocolos de redes Corporativas
- Certificado Wi-fi.org Certification ID: WFA9602

Estos equipos presentan un software gratuito llamado UniFiController de gran administración y gestión de la red inalámbrica, ya que, genera reportes de los usuarios y puntos de acceso, también crea reportes del consumo del tráfico y el número de usuarios conectados, máximo nos presenta de un mes (30 días), permite subir mapas de Google para ubicar los AP de una manera adecuada y así no sobredimensionar la red inalámbrica con muchos Aps dentro de la institución.

Obtiene diferentes SSID, por ejemplo, un mismo equipo generará dos SSID con sus debidas limitaciones y las claves de forma centralizada, el software es gratuito se observa mediante un sistema web multiplataforma que permite la actualización de los puntos de acceso.

Admite el roaming al momento de desplazarse el usuario, accede a crear hotspot para invitados en los cuales puede limitar el tiempo de conexión en horas, minutos además restringe el número de accesos de los usuarios desde 1 a 3000 veces, admite el balanceo de usuario si un AP está en el límite de usuarios este va a expulsar al nuevo usuario para que busque otro AP.

Aplica restricciones en el tráfico IP dependiendo a que SSID está conectado optimizando los recursos de la red sin necesidad de añadir otro equipo de control adicional.

Para la instalación del software se requiere ciertas características básicas como es: trabaja con una arquitectura cliente/servidor a nivel de web, puede operar en un servidor virtual o físico, es compatible con los sistemas operativos Windows, Mac o Linux.

También existe la Central de Gestión de redes UniFi de las Empresas en un NOC de soporte y Monitoreo, es decir, la gestión de redes Unifi es por medio de la nube, por ejemplo, un proveedor de servicios ISP utiliza este software en la nube para verificar que la zona WIFI de varios clientes con dicho servicio,

valida el correcto funcionamiento y no se encuentren desconectados los puntos de acceso. (Ortega, sf.).

Tabla 12. Comparación de los productos Unifi AP

	UAP	UAP-LR	UAP-PRO	PICOM2HP
Potencia(TX)	20dBm	27dBm	30dBm a 2.4Ghz 22dBm a 5Ghz	28dBm
Sensibilidad(RX)	-92dBm	-96dBm	-96dBm	-96dBm
Antenas	2	2	03 a 2.4Ghz, 02 a 5Ghz	1
Ancho de Canal	20/40Mhz	20/40Mhz	20/40Mhz	40Mhz
MIMO	2x2	2x2	2x2 y 3x3	NO(SISO)
# SSID	04 SSID con VLANS	04 SSID con VLANS	8 SSID, 4 en 2,4Ghz y 4 en 5Ghz	04 SSID con VLANS
# Usuarios	son + de 100	son + de 100	son + de 250	son + de 100
Interior/Exterior	Interior	Interior	Interior/Exterior	Interior
802.3af Compliant	No	No	Si	Si
Alcance	122m	182m	122m	183 m
Nota	Incluye Inyector Poe 24v – 0.5A	Incluye Inyector Poe 24v – 0.5A	Incluye Inyector Poe 48v – 1A	Incluye Inyector Poe 24v – 0.5A

Nota: Descripción técnica de los diversos equipos inalámbricos Ubiquiti. Tomado de Ubiquiti Network , 2016.

Para el diseño se escogerá al modelo Unifi UAP-AC PRO por sus ventajas, el costo del equipo aproximadamente está en \$350 en el Ecuador.

4.1.2. Soluciones TP-link

Tp-link también ofrece una variedad de equipos inalámbricos innovadores tanto para hogares como corporativos, para el estudio revisaremos el router TP-LINK TL-WR941ND. Es un router con Modem incorporado, cumple con la norma IEEE 802.11n con la tecnología MIMO, el router crea un rendimiento inalámbrico avanzado, lo que es excelente para la difusión de vídeo de alta definición, realizar llamadas VoIP y juegos online. Para la instalación el dispositivo incluye un CD de asistente de configuración. (Tp-Link, s.f.)

La ventaja de estos equipos es el costo bajo aproximadamente \$50 pero no son muy robustos, ya que están diseñados para redes de hogares, las cuales no pueden cubrir grandes distancias como para un campus o instituto como es el caso del presente diseño.

Tabla 13. Características Técnicas TP-link

Características	Descripción
Velocidades de banda individual	2.4GHz: 450Mbps
Puertos Ethernet	4 puertos LAN 10/100Mbps + 1 puerto WAN 10/100Mbps
Extensión de WLAN	Muy buena
Red de invitado	No
Estándares Inalámbricos	IEEE 802.11n, IEEE 802.11g, IEEE 802.11b
Antenas	3 antenas desmontables omnidireccionales de 5 dBi
Frecuencia	2.4-2.4835GHz

Nota: Descripción técnica del equipo inalámbrico Tp-Link. Tomado por Tp-Link, 2016.



4.1.3. Soluciones Linksys

Linksys provee varios productos para redes domésticas y empresariales, han sobresalido los equipos routers ya que son accesibles económicamente y son fáciles de usar e instalar, a continuación se detallaran las características más importantes del equipo LAPN600; es de doble banda (2,4 GHz + 5 GHz) y

velocidad de hasta 600 (300 + 300) Mbps, alimentación a través de Ethernet (PoE), un puerto Giga bit Ethernet, seguridad y prevenciones avanzadas (suplicante 802.1X, SSID para asignación VLAN, control de acceso MAC y detección de puntos de acceso no autorizados)(Belkin, 2014).

Tabla 14. Comparación de los equipos Linksys

Características	LAPN300	LAPN600
Estándares	IEEE 802.11n, 802.11g, 802.11b, 802.3, 802.3u, 802.3af, y 802.3at	IEEE 802.11n, 802.11g, 802.11b, 802.11a, 802.3, 802.3u y 802.3at
Frecuencia	2,4 GHz	Doble banda simultánea de 2,4 GHz y 5 GHz
MIMO	2 x 2	2 x 2
Potencia de salida de radiofrecuencia	Amplificador de alta potencia PA	Amplificador de alta potencia PA
PoE	802.3af/802.3at	802.3at
Luz	Un sistema LED	Un sistema LED
Banda de frecuencia y canales operacionales	De 2,412 a 2,462 GHz; 11 canales	De 2,412 a 2,462 GHz; 11 canales
		De 5,180 a 5,240 GHz; 4 canales
		De 5,745 a 5,825 GHz; 5 canales
Ganancia de antena en dBi	1,8 dBi	1,8 dBi a 2,4 GHz
		3,5 dBi a 5 GHz
Potencia transmitida	802 Mbps a 11 Mbps 21 dBm	802 Mbps a 11 Mbps 21 dBm
	802.11g a 54 Mbps: 20 dBm	802.11g a 54 Mbps: 20 dBm
	802.11n a HT20/HT40 MCS7/15: 19 dBm	802.11n a HT20/HT40 MCS7/15: 19 dBm
Sensibilidad de recepción	802 Mbps a 11 Mbps -85 dBm	802 Mbps a 11 Mbps -85 dBm
	802.11g a 54 Mbps: -70 dBm	802.11a/g a 54 Mbps: -70 dBm
	802.11n a HT20 MCS7/15: -65 dBm	802.11n a HT20 MCS7/15: -65 dBm
	802.11n a HT40 MCS7/15: -62 dBm	802.11n a HT40 MCS7/15: -62 dBm
SSIDs múltiples	8	16
# de VLANs	9	17

Nota: Comparación entre los equipos LAPN300 vrs LAPN600. Tomado de Belkin, 2014.



Figura 30. Router Linksys
Tomado de (Belkin, s.f.)

El costo de este equipo en el Ecuador es aproximadamente de \$ 300, es un equipo enfoca a soluciones wifi empresariales.

4.1.4. Comparación y elección de equipos

A continuación se presentará una tabla detallada con las características importantes de cada equipo.

Tabla 15. Comparación de los equipos

	UAP-PRO	TP-link	Linksys LAPN600
Potencia(TX)	30dBm a 2.4Ghz 22dBm a 5Ghz	20dBm (100mW)	21 dBm
Sensibilidad(RX)	-96dBm	-68 / -90dBm	-62/ -85dBm
Antenas	03 a 2.4Ghz, 02 a 5Ghz	3 antenas de 5 dBi	1.8 dBi a 2.4 GHz 3.5 dBi a 5 GHz
Ancho de Canal	20/40Mhz	20Mhz	40Mhz
MIMO	2x2 y 3x3	2x2	2x2
# SSID	8 SSID, 4 en 2,4Ghz y 4 en 5Ghz	1	16
# Usuarios	aproximadamente 250	aproximadamente 16	aproximadamente 25
Interior/Exterior	Interior/Exterior	Interior	Interior
802.3af Compliant	Si	No	Si
Alcance	122m	20 m	100 m
Nota	Incluye Inyector Poe 48v – 1ª	Soporta PPPoE	Soporta PoE
Precio	\$ 350	\$ 50	\$ 300

Nota: Se compara los 3 equipos de diferentes proveedores.

El costo del equipo está aproximadamente en \$ 350 en el Ecuador.

Después de haber analizado 3 tipos de routers inalámbricos según sus características técnicas más no por su costo, se elige al equipo Unifi UAP-AC PRO del fabricante Ubiquiti Networks por las ventajas que proporciona, entre la más sobresaliente es la administración total de la red mediante un software amigable al usuario que permite efectuar diversas configuraciones como limitaciones de IP's, dividir las redes para los invitados y los usuarios de la institución, visibilidad de los equipos conectados en la red, analizar el número de AP's sin sobredimensionar la red, etc.

Si se realizara el análisis basándonos en los precios se escogería al Tp-link, pero este equipo se enfoca a lo que son las redes de hogar, no cubre un área grande, por ende, se necesitará un mayor número de AP's para cubrir con toda el área de la institución lo que significaría mayores costos de implementación.

4.2. Ubicación y Área de cobertura de los equipos inalámbricos

A continuación se detallará la ubicación de los AP's en toda la Institución, al igual que el cableado se ha dividido por áreas.

Para el área 1 se considerarán 7 equipos inalámbricos, los cuales cubrirán toda el área de color verde. (Anexo B)

Para el área 2 se considerarán 5 AP's, los cuales cubrirán toda el área de color tomate. (Anexo B)

Para el área 3 se considerarán 5 AP's, los cuales cubrirán toda el área de color rojo. (Anexo B)

En los pasillos para mayor cobertura se podría utilizar los equipos que poseen en dicho lugar y así reutilizar los AP's enfocados para hogares. Es de gran importancia describir que las paredes son muy gruesas para realizar el análisis del diseño inalámbrico.

Cabe recalcar que los equipos son robustos y brindan mayor cobertura en el campus a pesar de la infraestructura colonial, el gran espesor que tienen las paredes degrada la señal wifi, por tal motivo se ha realizado el análisis exhaustivo de la ubicación de cada AP.

4.3. Consideraciones Generales

4.3.1. Interoperabilidad

Permite que dentro de la red dos o más equipos, aplicaciones y servicios puedan interactuar, realizando peticiones, transferencias de datos para comunicar y compartir información de una forma precisa, efectiva y consistente; así como integrarse con otras organizaciones diversas y empresas para ofrecer servicios de administración electrónica. (EcuRed, 2015).

4.3.2. Calidad de Servicio

El crecimiento de las redes han hecho que en estos días sean necesario brindar calidad de servicio a ciertas aplicaciones según sea el requerimiento del cliente, cada uno puede dar prioridad a voz IP, videoconferencias, navegación en internet, correo electrónico y más cada uno de estos tipos de tráfico requieren diferente ancho de banda, por tal motivo la calidad de servicio busca objetivos principales como: control sobre recursos, es decir se puede limitar el ancho de banda asignado a cada aplicación; otra es que permite utilizar eficientemente los recursos de red, se busca tener el control sobre el tiempo de respuesta (Erazo, 2009).

Como ya conocemos las redes inalámbricas no ofrecen una buena calidad de servicio, por este motivo en caso de que la institución lo requiera la configuración de calidad de servicio se la debe realizar en los routers.

4.4. Cálculos de pérdida de propagación

Se analizará la cantidad de señal que se va a perder al atravesar un espacio denominado pérdidas de propagación.

Para el cálculo no se consideraran todos los posibles obstáculos, ya que es complejo analizarlos. Por lo tanto se calculará al espacio libre sin obstáculos.

La frecuencia a utilizar es la 2,4Ghz.

$$P_p = 20 \log(d/1000) + 100$$

(Ecuación 15)

Con d=30 metros

$$P_p = 20\text{Log}(30/1000) + 100$$

$$P_p = 69,54 \text{ dB}$$

Con $d=20$ metros

$$P_p = 20\text{Log}(20/1000) + 100$$

$$P_p = 66,02\text{dB}$$

Con $d=15$ metros

$$P_p = 20\text{Log}(15/1000) + 100$$

$$P_p = 63,52 \text{ dB}$$

Es complejo realizar un cálculo exacto de las pérdidas que existe en un enlace inalámbrico y tener un buen nivel de señal. Es importante conocer que también depende del equipo receptor para una buena recepción (hwagm, s.f.).

4.5. Seguridad de Equipos Inalámbricos

Se puede combinar los diversos tipos de cifrados para brindar mayor seguridad, el tipo de cifrado que se piensa utilizar en el proyecto es WPAWPA2-PSK (TKIP / AES), este cifrado admite WPA y WPA2 con TKIP y AES, lo que aumenta la compatibilidad con los dispositivos antiguos que haya en una red, también certifica que un intruso no pueda acceder tan fácilmente (HostDime, 2015).

Con Unifi a parte de la seguridad del cifrado de la clave se tiene el bloqueo por Mac, SSID ocultos, segmentación por VLAN los SSID (HostDime, 2015).

La contraseña va a seguir un estándar para mejorar la seguridad en la red inalámbrica como es: 8 caracteres mínimo, utilizar letras mayúsculas, minúsculas, números y símbolos especiales, no contener el nombre de la institución, cambiar las contraseñas periódicamente. Se crearan dos SSID uno para el personal administrativo mientras que el otro será para los estudiantes cada uno con su contraseña robusta.

5. Capítulo V Conclusiones y Recomendaciones

5.1 Conclusiones

Para el análisis de la red que posee el IDE Business School en Quito, es importante obtener los planos de toda la infraestructura, por este motivo se realizó el levantamiento de los planos de forma manual, para posteriormente pasar al programa Autocad y poder realizar un diseño óptimo de la red, como se observa en el Anexo A.

Se realizó el nuevo diseño del cableado estructurado de tal forma que cumpla con las normas ANSI/EIA/TIA 569, se verificó que los cables no superen la distancia máxima permitida, permitiendo obtener una mejor administración.

Se realizó un diseño óptimo de la red WIFI, cubriendo las zonas muertas del campus. Actualmente no existen redes inalámbricas disponibles para todos los estudiantes, es decir, tienen equipos inalámbricos básicos los cuales cubren pequeñas áreas y no son eficientes para todas las aulas y salas de reuniones.

Se realizó los cálculos para el ancho de banda, velocidad, capacidad, cantidad de cable que se utilizará para el nuevo diseño y el tipo de canaleta, esto se realizó para no sobredimensionar la red y generar gastos innecesarios, además se ha diseñado una red escalable, fiable, redundante, eficaz, como se observa en la página 64.

Los equipos para la nueva red serán de marca Cisco en la parte cableada y Ubiquiti para la parte inalámbrica, de acuerdo a las características de cada equipo, como se observa en la tabla 7 del Capítulo 3 y tabla 15 del Capítulo 4 correspondientemente.

El cableado actual es de categoría 5e, el cual en nuestro nuevo diseño puede ser reutilizado luego de cumplir los mínimos estándares. Se utilizarán VLANS para una mejor administración de la red y evitar tráfico broadcast innecesario. Las VLANS serán para voz y datos.

5.2. Recomendaciones

Contratar una persona capacitada para que administre la red de la institución, de tal manera, que responsabilice de la red y solucione posibles problemas que puedan presentarse.

Realizar la certificación de todos los puntos de red, para garantizar el correcto funcionamiento.

Utilizar direccionamiento estático en toda la red, no DHCP y así no se permitirá el acceso a otros dispositivos que no pertenezcan a la red.

Adquirir un servidor Firewall o un equipo Meraki de Cisco para obtener mayor administración y seguridad en la red.

La persona encargada de administrar la red, debe programar posibles mantenimientos preventivos además de analizar si es necesario o no, configurar calidad de servicio para VoIP y futuras aplicaciones. .

Realizar la implementación de este proyecto lo antes posible ya que uno de los beneficios es la mejora del servicio de Internet.

Analizar la posibilidad de adquirir un servidor réplica para la ciudad de Quito, este servidor puede manejar todos los usuarios de la red inalámbrica y contraseñas, además se puede realizar ciertas configuraciones que emitan alertas de seguridad.

Capacitar a los usuarios permanentes de la institución, sobre el uso correcto de la tecnología inalámbrica para crear una "cultura tecnológica" de tal manera que en caso de que se presente una emergencia y al no disponer de una persona que los ayude, sean capaces de desconectar el equipo para reiniciar o desinhibir el equipo.

Para mayor seguridad sería recomendable tener un servidor de autenticación y así eliminar a los posibles intrusos de la red.

Referencias

- (s.f.). Cableado Estructurado. Recuperado el 20 de Abril de 2016, de http://materias.fi.uba.ar/6679/apuntes/CABLEADO_ESTRUC.pdf
- 3cx. (sf.). 3cx Central Telefónica. Recuperado el 20 de Mayo de 2016, de <http://www.3cx.es/voip-sip/central-telefonica-pbx/>
- ADSL ZONE. (sf.). Diferencias entre WEP y WPA2-PSK ENTRE WEP Y WPA2-PSK. Recuperado el 20 de Mayo de 2016, de <http://www.adslzone.net/tutorial-44.18.html>
- Alegsa. (s.f.). Ventajas Redes Inalámbricas. Recuperado el 1 de Abril de 2016, de http://www.alegsa.com.ar/Respuesta/ventajas_y_desventajas_de_usar_redes_inalambricas.htm
- Andreu, F., Pellejero, I., & Lesta, A. (2006). *Fundamentos y aplicaciones de seguridad en redes WLAN: de la teoría a la práctica*. Marcombo.
- Área Tecnología. (s.f.). *Area Tecnología*. Recuperado el 28 de Marzo de 2016, de <http://www.areatecnologia.com/informatica/wimax.html>
- Ayuda-it. (s.f.). Calculos ancho de banda. Obtenido de <http://www.ayuda-it.com/2014/08/como-determinarcalcular-el-ancho-de.html>
- Belkin. (2014). *Puntos de acceso Wireless-N de Linksys para empresas*.
- Blogspot. (s.f.). Cortapicos. Recuperado el 19 de Mayo de 2016, de <http://choloweb.blogspot.com/2009/12/cortapicos.html>
- Boxcryptor. (sf.). Cifrado. Recuperado el 20 de Mayo de 2016, de <https://www.boxcryptor.com/es/cifrado>
- Bretó, E. (2009). Area de trabajo. Recuperado el 20 de Abril de 2016, de http://emibreto.byethost18.com/123_el_rea_de_trabajo.html?ckattempt=1
- Caballar, J. A. (2005). *Wi-Fi Cómo construir una red inalámbrica*. Alfaomega.

Carbajo, A. (16 de Junio de 2013). *Seguridad wifi*. Recuperado el 20 de Mayo de 2016, de <http://www.anexom.es/servicios-en-la-red/wpa-wep-comprendiendo-conceptos-para-tener-una-red-wifi-lo-mas-segura-posible/>

Cardenas, O. (28 de Febrero de 2015). *Slideshare*. Recuperado el 15 de Abril de 2016, de <http://es.slideshare.net/oacgajj/redes-telecomunicaciones-20151omarcardenas>

Caruso, D. (2005). *¿ QUÉ ES INTERNET?*

ccm. (Junio de 2014). Topología de la red. Recuperado el 8 de Abril de 2016, de <http://es.ccm.net/contents/256-topologia-de-red>

Charro, F., & Erazo, P. (2006). *ESTUDIO Y DISEÑO DE UNA RED LAN HÍBRIDA, UTILIZANDO LAS*. Quito.

Chatsworth. (sf.). Cableado Horizontal. Recuperado el 19 de Mayo de 2016, de <http://www.chatsworth.com.co/products/cable-management/universal-horizontal/>

Chuque, G. (12 de Noviembre de 2011). *Slideshare Estándar IEEE*. Obtenido de <http://es.slideshare.net/gchv/estandar-ieee-802-x>

Ciao. (s.f.). Cisco SF100.

Recuperado el 9 de Abril de 2016, de http://www.ciao.es/Cisco_Small_Business_SF_100_24_24__2876792

Cisco. (8 de Noviembre de 2007). *Cisco Router 1800*. Obtenido de <http://www.cisco.com/c/en/us/td/docs/routers/access/1800/1811/hardware/quick/guide/1811qsg.html>

Cisco. (2012). Switch *Cisco catalyst 2960*. Recuperado el 15 de Abril de 2016, de https://www.cisco.com/web/LA/ofertas/catalyst/pdfs/switches_cisco_catalyst_serie_2960_x.pdf

- Cisco. (2016). *Almacén Informático*. Recuperado el 15 de Abril de 2016, de http://www.almacen-informatico.com/CISCO_1812-integrated-services-router-CISCO1812-K9_32796_p.htm
- Cisco. (s.f.). *Cisco*. Recuperado el 7 de Abril de 2016, de <http://www.cisco.com/c/en/us/products/routers/800-series-routers/index.html>
- Cisco. (s.f.). *Cisco.com*. Recuperado el 7 de Abril de 2016, de http://www.cisco.com/c/dam/en/us/products/collateral/switches/small-business-100-series-unmanaged-switches/data_sheet_c78-634369_Spanish.pdf
- Cruz, J. O. (17 de Abril de 2011). *WordPress*. Recuperado el 3 de Marzo de 2016, de <https://julioorellanacruz.wordpress.com/2011/04/17/clasificacion-de-redes/>
- Dns-System. (sf.). *Armario de telecomunicaciones*. Recuperado el 19 de Mayo de 2016, de http://www.dns-system.es/que_es_un_armario_rack.php
- Ds3comunicaciones. (2007). *Router Cisco 2960*. Recuperado el 15 de Abril de 2016, de <http://www.ds3comunicaciones.com/cisco/WS-C2960S-48FPD-L.html>
- Ds3comunicaciones. (2016). Recuperado el 29 de Abril de 2016, de <http://www.ds3comunicaciones.com/mikrotik/RB2011UAS-IN.html>
- EcuRed. (2015). *EcuRed*. Recuperado el 29 de Mayo de 2016, de <http://www.ecured.cu/Interoperabilidad>
- Ehowenespanol. (s.f.). *Cable categoria 5e*. Recuperado el 7 de Abril de 2016, de http://www.ehowenespanol.com/cables-ethernet-cat5e-vs-cat6-hechos_83721/
- Elhacker. (s.f.). *Calulo alcance*. Recuperado el 10 de Mayo de 2016, de <http://hwagm.elhacker.net/calculo/calcularalcance.htm>

- Ellison, T. (Diciembre de 2015). *flexradio*. Recuperado el 20 de Abril de 2016, de <https://helpdesk.flexradio.com/hc/en-us/articles/206971923-Identifying-the-Wires-Connected-to-a-RJ-45-Connector-Terminated-Ethernet-Cable>
- Erazo, C. (2009). *Implementación de Calidad de Servicio en Redes Inalámbricas*. México D.F.
- eveliux. (s.f.). Recuperado el 18 de Marzo de 2016, de <http://www.eveliux.com/mx/concepto-de-red-publica-y-red-privada.html>
- Ferreiro, N. (Agosto de 2012). *slideshare*. Obtenido de <http://es.slideshare.net/Matiaslrc/relevamiento-sobre-routers-14684148>
- fibraopticahoy*. (Abril de 2013). Fibra óptica. Recuperado el 20 de Abril de 2016, de <http://www.fibraopticahoy.com/blog/conectores-de-fibra-optica/>
- Galeon.com*. (s.f.). Principales estándares 802.11. Recuperado el 1 de Abril de 2016, de <http://ieeestandards.galeon.com/aficiones1573579.html>
- Gonzalez, C. (2 de Noviembre de 2010). *blogspot*. Obtenido de <http://carlosjaviergonzalezdiaz.blogspot.com/2010/11/transmision-por-infrarrojos.html>
- Gonzalez, M. (27 de Agosto de 2011). *slideshare*. Recuperado el 9 de Abril de 2016, de <http://es.slideshare.net/michelarleygonzalezrojas/trabajo-de-sistemas-de-topologia-de-redes>
- Hernandez, M. (4 de Diciembre de 2013). *blogspot*. Recuperado el 19 de Mayo de 2016, de <http://instalacionderedeslocales-martin.blogspot.com/2013/12/que-es-un-face-plate.html>
- Herramientas web* . (s.f.). Cliente servidor. Recuperado el 15 de Marzo de 2016, de <http://neo.lcc.uma.es/evirtual/cdd/tutorial/aplicacion/cliente-servidor.html>

- Hita, A. (12 de Febrero de 2014). *borrowbits*. Recuperado el 20 de Mayo de 2016, de <http://borrowbits.com/2014/02/seguridad-en-wi-fi-que-cifrado-es-mejor-tkip-o-aes/>
- HostDime. (2015). *HostDime*. Recuperado el 19 de Mayo de 2016, de <http://blog.hostdime.com.co/cual-es-el-mejor-cifrado-de-seguridad-para-una-red-wi-fi/>
- Inarias, I. (20 de Junio de 2013). *Prezi canaletas en telecomunicaciones*. Recuperado el 4 de Mayo de 2016, de https://prezi.com/tzstsf_t2vin/las-canaletas-en-telecomunicaciones/
- Informatica HOY*. (s.f.). Qué es una intranet. Recuperado el 18 de Marzo de 2016, de <http://www.informatica-hoy.com.ar/aprender-informatica/Que-es-una-Intranet.php>
- Informática Moderna*. (2008). RJ45. Recuperado el 20 de Abril de 2016, de http://www.informaticamoderna.com/El_puerto_RJ45.htm
- Informatica moderna*. (sf.). Patch panel. Recuperado el 20 de Mayo de 2016, de http://www.informaticamoderna.com/Patch_panel.htm
- Ingeniatic*. (2011). Tecnologías punto a punto. Recuperado el 8 de Abril de 2016, de <http://ingeniatic.euitt.upm.es/index.php/tecnologias/item/574-redes-p2p>
- Instituto ISIV*. (26 de Mayo de 2009). Calsificación de una red según la topología. Recuperado el 14 de Marzo de 2016, de http://es.slideshare.net/isiv/informatica-iii-clasificacin-segn-su-topologa?next_slideshow=1
- Kioskea. (Junio de 2014). Kioskea.
- Kioskea. (Junio de 2014). *Kioskea Net*. Recuperado el 20 de Abril de 2016, de <http://es.ccm.net/contents/187-conector-rj45>

- Lehembre, G. (sf.). *hsc*. Recuperado el 10 de Mayo de 2016, de http://www.hsc.fr/ressources/articles/hakin9_wifi/hakin9_wifi_ES.pdf
- Leidy, M. (2013). *REDISEÑO DE LA RED DE DATOS, APLICANDO NORMAS Y ESTÁNDARES*. Quito.
- Livacic , C., Pérez, D., Cantero, J., Lemarchand, J., & Teppa, M. (Julio de 2005). Obtenido de http://www.santacruz.gov.ar/informatica/norma_cable_0905.pdf
- López, R. (31 de Octubre de 2012). *Blogspot*. Recuperado el 04 de Mayo de 2016, de <http://robertoramirezlopez.blogspot.com/2012/10/que-es-una-canaleta-es-un-canal-que.html>
- Lozano Garzón, C., Viloría Nùñez, C., & Cardona Peña, J. (Enero de 2009). Análisis comparativo de tecnologías. Barranquilla.
- Mansilla, C. (s.f.). *Fca.unl.edu.ar*. Recuperado el 3 de Marzo de 2016, de <http://www.fca.unl.edu.ar/informaticabasica/Redes.pdf>
- Mohini. (29 de Marzo de 2009). *Sabiundo*. Recuperado el 14 de Marzo de 2016, de <http://sabiundo.blogspot.com/>
- Motos, V. (4 de Junio de 2013). *hackplayers*. Recuperado el 10 de Abril de 2016, de <http://www.hackplayers.com/2013/06/como-saltar-a-la-vlan-de-voz-en-windows.html>
- Muñoz, J. (Marzo de 2012). *blogspot*. Recuperado el 19 de Mayo de 2016, de <http://juanpablo-tcr.blogspot.com/2012/03/patch-cord-y-patch-panel.html>
- Muñoz, J. (Octubre de 2013). *slideshare*. Recuperado el 15 de Marzo de 2016, de http://es.slideshare.net/JacquelineMuozAnacona/medios-de-transmision-jacqueline-muoz?next_slideshow=1
- NetDevice*. (2016). Router Cisco 1812. Recuperado el 13 de Abril de 2016, de <http://www.netdevice.ro/products.php?product=Router-Cisco-1812-8x-10%7B47%7D100%2C-Cisco1812%7B47%7DK9>

- Ortega, L. (s.f.). *Ubiquiti*. Recuperado el 03 de Mayo de 2016, de http://community.ubnt.com/ubnt/attachments/ubnt/Spanish/11838/1/UBNT_UNIFI_Taller_v2.3.9.pdf
- Pérez, D. (24 de Marzo de 2014). *elandroidelibre*. Recuperado el 1 de Junio de 2016, de <http://www.elandroidelibre.com/2016/03/cuantos-datos-consume-whatsapp.html>
- Perez, J. L. (5 de Abril de 2013). *Blogspot*. Recuperado el 16 de Marzo de 2016, de <http://porladireccionalidaddesusdatos.blogspot.com/2013/04/por-la-direccionalidad-de-los-datos.html>
- Perez, M. (25 de Octubre de 2011). *blogspot*. Recuperado el 4 de Mayo de 2016, de <http://livebits.blogspot.com/2011/10/como-calculiar-el-tamano-de-una-canaleta.html>
- Pérez, M. (25 de Octubre de 2011). *livebits*. Recuperado el 30 de Abril de 2016, de <http://livebits.blogspot.com/2011/10/como-calculiar-el-tamano-de-una-canaleta.html>
- personales.upv*. (2016). Recuperado el 1 de Abril de 2016, de <http://personales.upv.es/rmartin/Tcplp/cap02s03.html>
- Prezi*. (7 de Noveiembre de 2013). Red por infrarrojo. Recuperado el 8 de Abril de 2016, de <https://prezi.com/ognsn1aajst3/red-por-infrarrojo/>
- Quijanor, J. (14 de Octubre de 2015). *maestrodelacomputacion*. Recuperado el 20 de Mayo de 2016, de <https://www.maestrodelacomputacion.net/diferencias-entre-wep-wpa-wpa2-aes-tkip/>
- Redes Practicas*. (2010). Recuperado el 27 de Abril de 2016, de <http://www.redespracticass.com/?Njs=t&pag=txtLaboratorio.php>
- Redes WI-MAX. (s.f.). *Redes WIMAX*. Recuperado el 30 de Marzo de 2016, de <http://www.redeswimax.info/>

- Rojano, E. (18 de Agosto de 2015). *sinologic*. Recuperado el 29 de Mayo de 2016, de <https://www.sinologic.net/blog/2015-08/ancho-banda-necesario-hablar-voip.html>
- Sánchez, Á. (21 de Diciembre de 2015). *computadoras*. Recuperado el 20 de Mayo de 2016, de <http://computadoras.about.com/od/redes/a/que-Es-Un-Switch.htm>
- scribd*. (s.f.). Cable directo y cruzado. Recuperado el 9 de Abril de 2016, de <https://es.scribd.com/doc/18108013/Cable-Directo-y-cruzado-practica>
- Sei, T. (4 de Abril de 2015). *androidjefe*. Recuperado el 1 de Junio de 2016, de <http://www.androidjefe.com/uso-datos-llamadas-whatsapp/>
- Sierra, M. (sf.). *aprenderaprogramar*. Recuperado el 20 de Mayo de 2016, de http://aprenderaprogramar.com/index.php?option=com_content&view=article&id=542:que-es-un-servidor-y-cuales-son-los-principales-tipos-de-servidores-proxydns-webftppop3-y-smtp-dhcp&catid=57:herramientas-informaticas&Itemid=179
- Solsona, A. B. (2006). *Redes de área local: administración de sistemas informáticos*. Editorial Paraninfo.
- Tanenbaum, A. (2003). *Redes de Computadoras*. México: Pearson.
- TechNet, M. (Enero de 2005). *Microsoft*. Obtenido de [https://technet.microsoft.com/es-es/library/cc784756\(WS.10\).aspx](https://technet.microsoft.com/es-es/library/cc784756(WS.10).aspx)
- Toro, R. (Junio de 2009). *Slideshare redes y telecomunicaciones*. Recuperado el 3 de Marzo de 2016, de <http://es.slideshare.net/iupsmpzo/redes-y-comunicaciones-1628168>
- Tp-Link. (2016). *tp-link*. Recuperado el 03 de Mayo de 2016, de <http://www.tp-link.com/ar/products/list-9.html>
- Ubiquiti Network . (2016). *Ubiquiti Network*. Obtenido de <https://www.ubnt.com/>

UNITEL . (Noviembre de 2013). *UNITEL Soluciones tecnológicas*. Recuperado el 01 de Abril de 2016, de <http://unitel-tc.com/normas-sobre-cableado-estructurado/>

Unitel. (2016). Cable categoría 7. Recuperado el 19 de Abril de 2016, de <http://unitel-tc.com/cable-categoria-7/>

Universidad Azuay. (Junio de 2006). *Curso Cableado Estructurado*. Recuperado el 20 de Mayo de 2016, de http://www.uazuay.edu.ec/estudios/electronica/proyectos/cableado_estructurado.pdf

Universidad Central Carácas-Venezuela. (sf.). Especificaciones técnicas. Recuperado el 1 de Junio de 2016, de <https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&ved=0ahUKEwiStPFWrJnNAhWB7SYKHUdoBtUQFgg2MAE&url=http%3A%2F%2Fwww.ciens.ucv.ve%2Fccc%2Fdocumentos%2FEspecificaciones%2520Tecnicas%2520-%2520ver.%25205-11-032.doc&usg=AFQjCNGtg00u1TpgsJFYcjwLH>

Usabilidad. (2000). Tamaño de una página web. Recuperado el 29 de Mayo de 2016, de http://www.usabilidad.tv/usabilidad_web/peso_de_pagina.asp

Velez, K. (5 de Septiembre de 2015). Redes inalámbricas *blogspot*. Obtenido de <http://redesinalambricas28.blogspot.com/>

Villacis, J. L. (Mayo de 2009). *Repositorio uisek*. Obtenido de <http://repositorio.uisek.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/80/1/TESIS%20-%20JOSE%20LUIS%20VILLACIS.pdf>

Vinueza, M. (2011). *Redes de Computadores*. Quito, Pichincha, Ecuador.

Vizuite, E. (Febrero de 2014). *Biblioteca EPN*. Obtenido de <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/7155/1/CD-5352.pdf>.

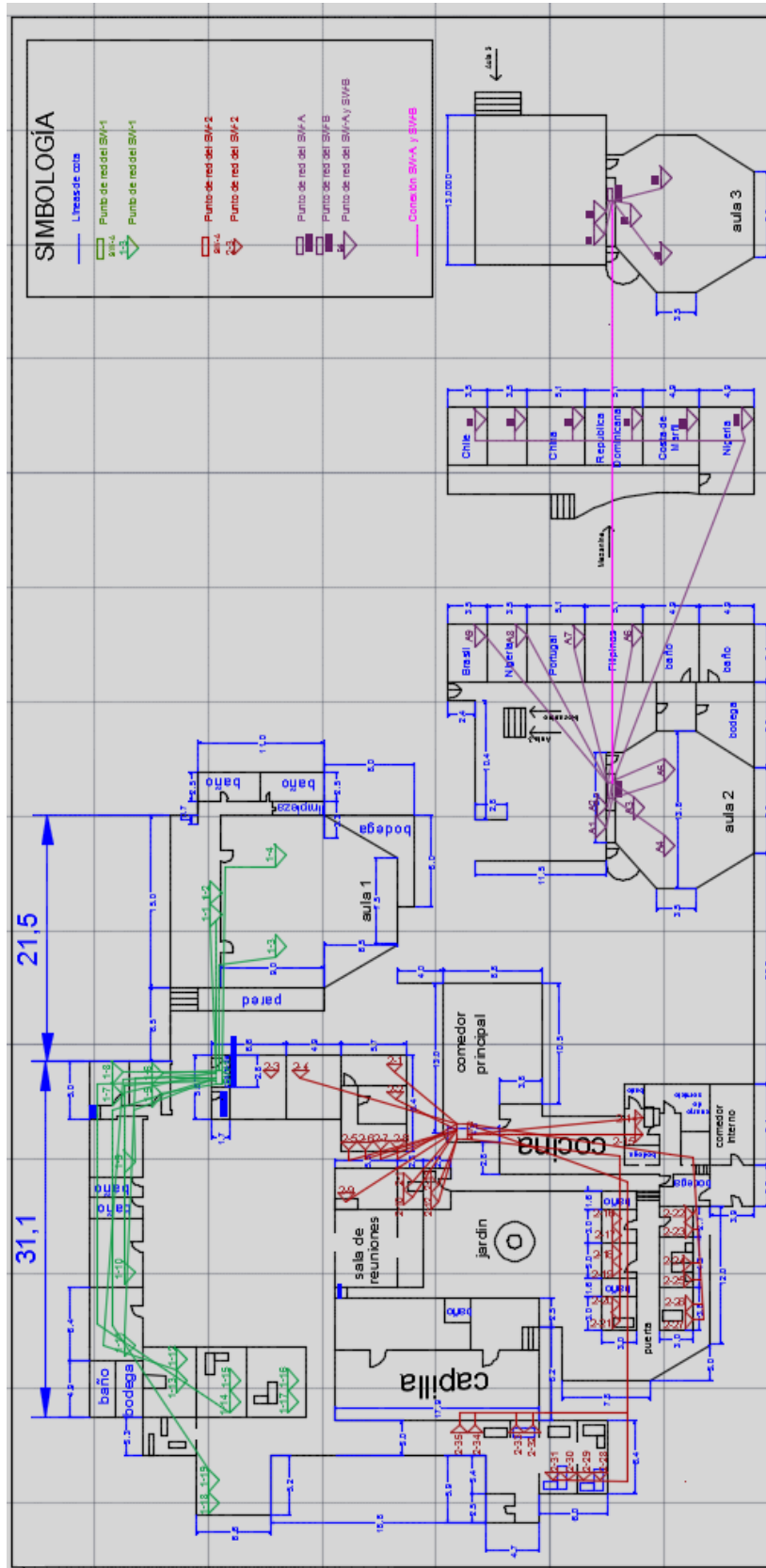
wikispaces. (2016). Redes móviles e inalámbricas. Recuperado el 20 de Mayo de 2016, de <https://redes-moviles-e->

inalambricas.wikispaces.com/Clasificaci%C3%B3n+de+las+redes+m%C3%B3viles+e+Inal%C3%A1mbricas.

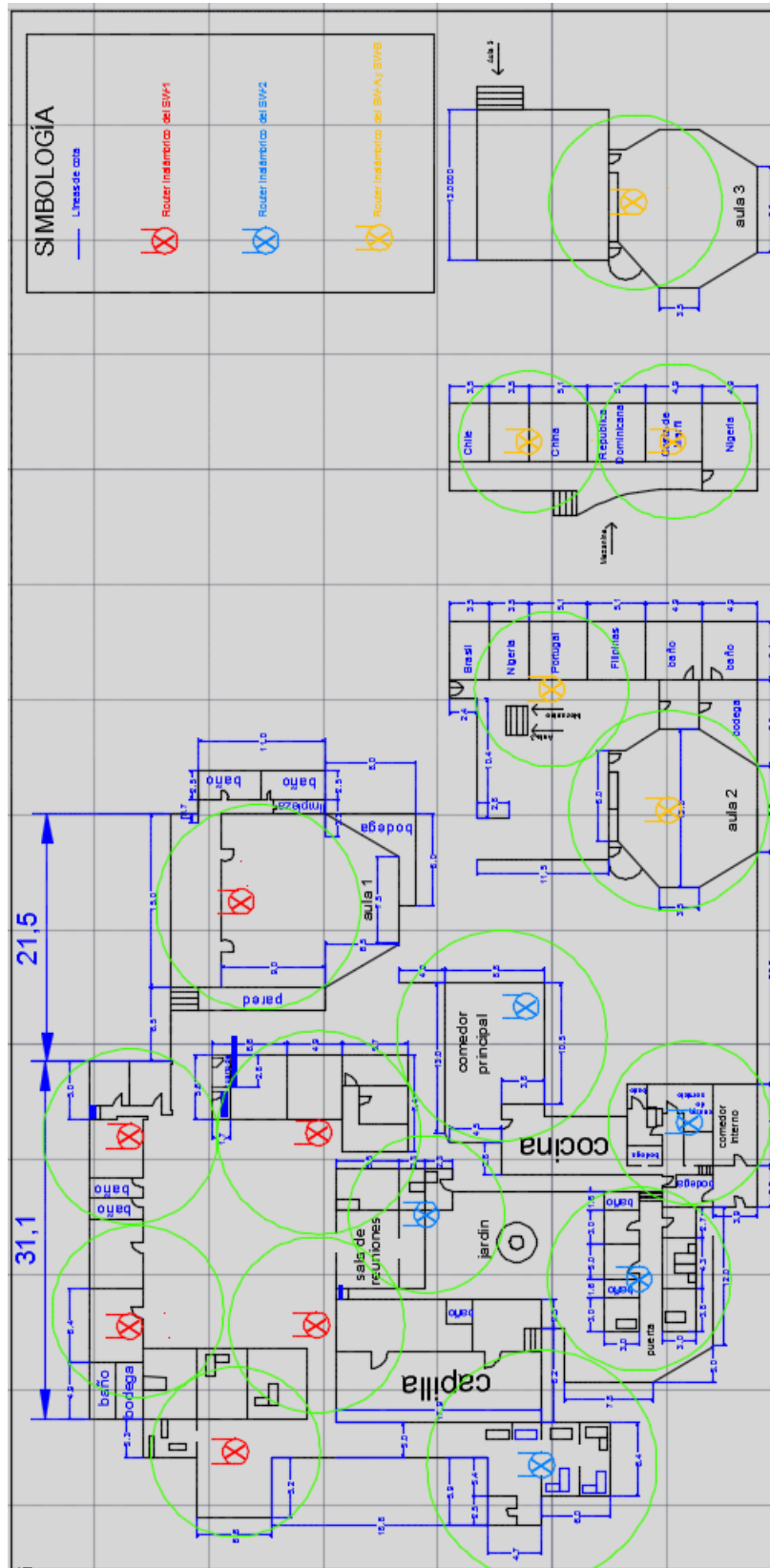
WiMax la revolución inalámbrica. (2016). Revolución Inalámbrica. Recuperado el 02 de Abril de 2016, de <http://slideplayer.es/slide/3122205/>.

ANEXOS

ANEXO A



ANEXO B



ANEXO C

Codec Information				Bandwidth Calculations					
Codec & Bit Rate (Kbps)	Codec Sample Size (Bytes)	Codec Sample Interval (ms)	Mean Opinion Score (MOS)	Voice Payload Size (Bytes)	Voice Payload Size (ms)	Packets Per Second (PPS)	Bandwidth MP or FRF.12 (Kbps)	Bandwidth w/cRTP MP or FRF.12 (Kbps)	Bandwidth Ethernet (Kbps)
G.711 (64 Kbps)	80 Bytes	10 ms	4.1	160 Bytes	20 ms	50	82.8 Kbps	67.6 Kbps	87.2 Kbps
G.729 (8 Kbps)	10 Bytes	10 ms	3.92	20 Bytes	20 ms	50	26.8 Kbps	11.6 Kbps	31.2 Kbps
G.723.1 (6.3 Kbps)	24 Bytes	30 ms	3.9	24 Bytes	30 ms	33.3	18.9 Kbps	8.8 Kbps	21.9 Kbps
G.723.1 (5.3 Kbps)	20 Bytes	30 ms	3.8	20 Bytes	30 ms	33.3	17.9 Kbps	7.7 Kbps	20.8 Kbps
G.726 (32 Kbps)	20 Bytes	5 ms	3.85	80 Bytes	20 ms	50	50.8 Kbps	35.6 Kbps	55.2 Kbps
G.726 (24 Kbps)	15 Bytes	5 ms		60 Bytes	20 ms	50	42.8 Kbps	27.6 Kbps	47.2 Kbps
G.728 (16 Kbps)	10 Bytes	5 ms	3.61	60 Bytes	30 ms	33.3	28.5 Kbps	18.4 Kbps	31.5 Kbps
G722_64k(64 Kbps)	80 Bytes	10 ms	4.13	160 Bytes	20 ms	50	82.8 Kbps	67.6Kbps	87.2 Kbps
ilbc_mode_20(15.2Kbps)	38 Bytes	20 ms	NA	38 Bytes	20 ms	50	34.0Kbps	18.8 Kbps	38.4Kbps
ilbc_mode_30(13.33Kbps)	50 Bytes	30 ms	NA	50 Bytes	30 ms	33.3	25.867 Kbps	15.73Kbps	28.8 Kbps