

**FORMULACIÓN DE ACCIONES DE MEJORAMIENTO DE LA RED LAN EN LAS
ÁREAS DE CCTV, CONTROL DE ACCESO Y SALAS DE CÓMPUTO DEL
INSTITUTO PSICOPEDAGÓGICO JUAN PABLO II EN EL MUNICIPIO DE
SOACHA, CUNDINAMARCA**



**NATALY PINZÓN CASTILLO
HUGO ANDRÉS GONZÁLEZ MARCELO**

**UNIVERSIDAD COOPERATIVA DE COLOMBIA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA INGENIERÍA DE TELECOMUNICACIONES
PROGRAMA INGENIERÍA DE SISTEMAS
BOGOTÁ
2019**

**FORMULACIÓN DE ACCIONES DE MEJORAMIENTO DE LA RED LAN EN LAS
ÁREAS DE CCTV, CONTROL DE ACCESO Y SALAS DE CÓMPUTO DEL
INSTITUTO PSICOPEDAGÓGICO JUAN PABLO II EN EL MUNICIPIO DE
SOACHA, CUNDINAMARCA**

NATALY PINZON CASTILLO

HUGO ANDRES GONZALEZ MARCELO

**Modalidad de grado Seminario de perfeccionamiento Requisito Parcial para
obtener el título de Ingeniera en Telecomunicaciones e ingeniero en
Sistemas**

Director

YOVANY LAURENO VELA SAENZ

**UNIVERSIDAD COOPERATIVA DE COLOMBIA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA INGENIERÍA DE TELECOMUNICACIONES
PROGRAMA INGENIERÍA DE SISTEMAS
BOGOTÁ
2019**



NOTA DE ACEPTACION

PRIMER JURADO

SEGUNDO JURADO

OBSERVACIONES

Bogotá, mayo, 2019

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos principalmente a la Universidad Cooperativa de Colombia por brindarnos la oportunidad de conocer docentes quienes con su ayuda, tiempo y experiencia, nos orientaron e introdujeron en el área de conectividad formando así profesionales responsables y dignos a ser Ingenieros, siendo esta una experiencia enriquecedora para nuestras vidas, sin dejar atrás aquellos compañeros semestrales con los que entendimos el concepto de trabajo en equipo, por ultimo pero no menos importantes damos las gracias a nuestros padres quienes se han esforzado por animarnos y apoyarnos en los momentos difíciles.

CONTENIDO

LISTA DE FIGURAS	6
LISTA DE TABLAS.....	7
RESUMEN	8
ABSTRACT	8
INTRODUCCION	9
GLOSARIO.....	10
DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	11
PLANTEAMIENTO DEL PROYECTO.....	11
OBJETIVOS	12
<i>OBJETIVO GENERAL</i>	12
<i>OBJETIVOS ESPECIFICOS</i>	12
JUSTIFICACIÓN	13
MARCO TEORICO.....	14
REDES LAN.....	14
TOPOLOGIAS DE RED	14
TOPOLOGIAS FISICAS	15
TOPOLOGIAS LOGICAS	16
REDES WAN	16
MODELO DE REFERENCIA OSI	17
ETHERNET.....	18
BROADCAST.....	19
RED DE TELECOMUNICACIONES	20
REDES CONMUTADAS	20
REDES DE DIFUSION	21
NORMAS EIA/TIA 568A-568B.....	22
CABLEADO ESTRUCTURADO.....	22
CATEGORIA DEL CABLEADO	23
CABLE COAXIAL	24
CABLES-TENDIDO ELECTRICO	25

FIBRA OPTICA	25
CABLEADO HORIZONTAL	26
CABLEADO VERTICAL O BACKBONE	27
CUARTO DE TELECOMUNICACIONES.....	28
ROUTER	29
SWITCH	30
VLAN.....	30
RACK	30
PATCH PANEL	31
JACK	32
PONCHADORAS	33
CONECTOR RJ-45	33
CANALETAS	34
FORMULACION DEL PROBLEMA	35
ANTECEDENTES	35
SITUACIÓN ACTUAL	35
ALCANCES Y LIMITACIONES	35
DISEÑO DE INGENIERIA	36
ANALISIS FINANCIERO	43
CONCLUSIONES.....	44
BIBLIOGRAFIAS	45

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1. RED LAN	14
FIGURA 2. TOPOLOGIAS DE RED	15
FIGURA 3. REDES WAN	16
FIGURA 4. CAPAS DEL MODELO OSI	18
FIGURA 5. ETHERNET IEEE 802.3	19
FIGURA 6. PARTES DEL CABLE COAXIAL	24
FIGURA 7. CABLEADO RESIDENCIAL.....	24
FIGURA 8. FIBRA MONOMODOFIGURA.....	25
FIGURA 9. FIBRA MULTIMODO	25
FIGURA 10. CABLEADO HORIZONTAL	26
FIGURA 11. CABLEADO VERTICAL.....	27
FIGURA 12. CUARTO DE TELECOMUNICACIONES.....	28
FIGURA 13. ROUTER TP-LINK.....	29
FIGURA 14. SWITCH TP-LINK.....	29
FIGURA 15. RACK SERVER	30
FIGURA 16. PATCH PANEL.....	30
FIGURA 17. JACK.....	31
FIGURA 18. PONCHADORA	31
FIGURA 19. RJ-45	32
FIGURA 20. CONEXIONES RJ-45FIGURA.....	32
FIGURA 21. EJEMPLO DE CANALETAS.....	33
FIGURA 22. DISEÑO RED ACTUAL	38
FIGURA 23. REDISEÑO DE LA RED	39

LISTA DE TABLAS

TABLA 1. CATERGORIAS DEL CABLE ESTRUCTURADO

TABLA 2. RED ACTUAL DEL INSTITUTO PSICOPEDAGOGICO JUAN PABLO II

TABLA 3. INVENTARIO DE LA RED

TABLA 4. RED DIVIDIDA

TABLA 5. SEGMENTACION DE RED

TABLA 6 DIRECCION IP

TABLA 7 UBICACIÓN EN LOS RACK

TABLA 8. COSTOS

RESUMEN

En este proyecto se realizará un mejoramiento de la situación actual del diseño de red en el que se encuentra el Instituto Psicopedagógico Juan Pablo II, ubicado en el municipio de Soacha-Cundinamarca, Se conocerán las condiciones actuales de la red y equipos que lo conforman, especificando la ubicación y función de cada uno de ellos, dando así las correspondientes recomendaciones para obtener un mayor aprovechamiento de las instalaciones de red en la institución.

ABSTRACT

This project is an improvement of the current situation of network design in the Psychopedagogical Institute Juan Pablo II, located in the municipality of Soacha-Cundinamarca, will know the current conditions of the network and the equipment that make up, Specify the location and function of each one of them, as well as the recommendations to obtain a better use of the network facilities in the institution.

INTRODUCCION

El Instituto Psicopedagógico Juan Pablo II empezó a dar clases en el año 1993 con una nómina de cinco personas que acoge a 120 alumnos, al año siguiente fueron 280 y así sucesivamente fue creciendo el instituto, basados en la ley general de educación en 1996 comienza una nueva etapa ya que se da inicio al ciclo de educación básica secundaria, tiempo en el cual ya se contaba con un amplio patio, biblioteca, laboratorio de ciencias, un salón de profesores, enfermería y una sala de sistemas. En el año 2001 con el ánimo de mejorar las condiciones tecnológicas se implementa el INTERNET a la sala y se actualizan algunos equipos de cómputo. En los últimos años se han implementado nuevas tecnologías de la información y de la comunicación que han evolucionado correcta y especialmente a su capacidad de interconexión a través de la red [1]. Es necesario realizar un diseño innovador y seguro a la red LAN del instituto, el cual garantice en un futuro el préstamo de un servicio adecuado a las necesidades de los estudiantes, aunque el instituto ha realizado mejoras en sus instalaciones, no se encontró documentación de estas.

Se brinda una propuesta de mejoramiento de la red de la institución y una verificación para que se cumplan las normas estipuladas, generando el bienestar para la institución en el momento que decidan llevar a cabo la implementación del diseño propuesto.

GLOSARIO

Red de comunicaciones: Es un conjunto de computadores o terminales conectados mediante una o más vías de transmisión y con determinadas reglas para comunicarse.

Servidor: Es el computador que acepta conexiones de clientes y se encarga de administrarlos o proporcionarles seguridades

Clientes: Computadora que se encarga de iniciar una conexión con un servidor.

Túnel: Porción de la conexión en la que los datos son encapsulados.

Conexión: Datos encriptados para lograr una conexión segura.

Seguridad: Proceso que se implementa hasta los servidores de autenticación de usuarios.

Confiabilidad: Requisito que la red debe poseer y se ve afectada en los accesos a la red de forma remota en donde puede haber interrupciones en los servidores y no podemos hacer nada hasta que nuevamente el servidor brinde servicio al cliente.

LAN (Local Area Network) Red de área local

WAN (Wireless Local Área Network) Red de área Local

EIA/TIA (Electronic Industries Association/ Telecommunications Industry Association)

STP (Shielded Twisted Pair- Par trenzado apantallado)

UTP (Unshielded Twisted Pair – Par trenzado no apantallado)

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

PLANTEAMIENTO DEL PROYECTO

Teniendo en cuenta que hoy en día es necesario contar con buenas herramientas para el aprendizaje de los estudiantes, los institutos e instituciones educativas se desempeñan para que las redes de comunicaciones se encarguen de todo el funcionamiento en sus diferentes áreas, cumpliendo entonces con las normas que garanticen el buen desempeño del sistema de telecomunicaciones. El instituto psicopedagógico Juan Pablo II genera educación a niveles de preescolar, primaria y bachillerato, debe garantizar una buena capacitación, lo que quiere decir que su infraestructura debe ser adecuada. Aunque el principal inconveniente que les aflige en este momento es que el direccionamiento DHCP no está funcionando correctamente, generando conflictos de direcciones IP duplicadas, además de que en la misma red se encuentran tanto los equipos de estudiantes y personal administrativo, como las cámaras de videovigilancia y el control de acceso, lo que ocasiona fallas constantes por no tener una segmentación adecuada del tipo de información que es transportada a través de la red.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Formular acciones de mejoramiento de la red LAN en las áreas de CCTV, control de acceso y salas de cómputo del Instituto Psicopedagógico Juan Pablo II en el municipio de Soacha, Cundinamarca que aseguren el correcto funcionamiento y rendimiento de sus sistemas de información.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Identificar la distribución actual de los equipos presentes en la infraestructura de red del Instituto Psicopedagógico Juan Pablo II.
- Diseñar la distribución de los equipos de red existentes de tal manera que se cumpla con los requerimientos de la institución.
- Definir la relación de costos necesaria para la implementación del diseño planteado.

JUSTIFICACIÓN

El Instituto Psicopedagógico Juan Pablo II como entidad prestadora de servicios educativos debe estar en la capacidad de brindar a sus estudiantes, docentes y personal administrativo, herramientas de calidad para llevar a cabo sus actividades diarias. Parte fundamental de estas herramientas es la infraestructura de red, que debe estar en la capacidad de integrar las diversas áreas de la institución (salones, aulas múltiples, etc) pero al mismo tiempo separarlas de procesos tales como sistemas de CCTV y control de acceso.

El centro educativo cuenta actualmente con una red LAN basada en equipos no administrables, routers inalámbricos enfocados en el mercado Hogar, un solo router para el manejo de servicios DHCP, cámaras de vigilancia en la misma red que los equipos PC al igual que el sistema de control de acceso. Todo esto reunido conlleva a una vorágine de conflictos como duplicidad de direcciones IP, alta latencia en cámaras de seguridad y sistema de control de acceso con demoras, ocasionado por un mal diseño y asesoría al momento de dimensionar el escalamiento de la red en miras de la expansión que la institución enfrentó en los últimos años.

Es por esto, que el producto final, expondrá un modelo de red que supla las necesidades encontradas, para ello se presentará entonces una simulación de la propuesta en el software Cisco Packet Tracer donde se observen los elementos de conexión, la distribución de los equipos y la interacción de los mismos.

MARCO TEORICO

REDES LAN

Según los resultados que mostraron diferentes universidades y laboratorios las redes LAN iniciaron como una idea de conectar los dispositivos que se utilizaban

para trabajar, conectando entonces uno o más ordenadores dentro de un ámbito pequeño y limitado. Este tipo de tecnología se empezó a implementar en redes militares, llegando a las escuelas y hospitales. Todo esto fue posible por medio de un cable Ethernet, que en otras palabras se refiere a que todos los dispositivos se interconectan mediante un router [2].

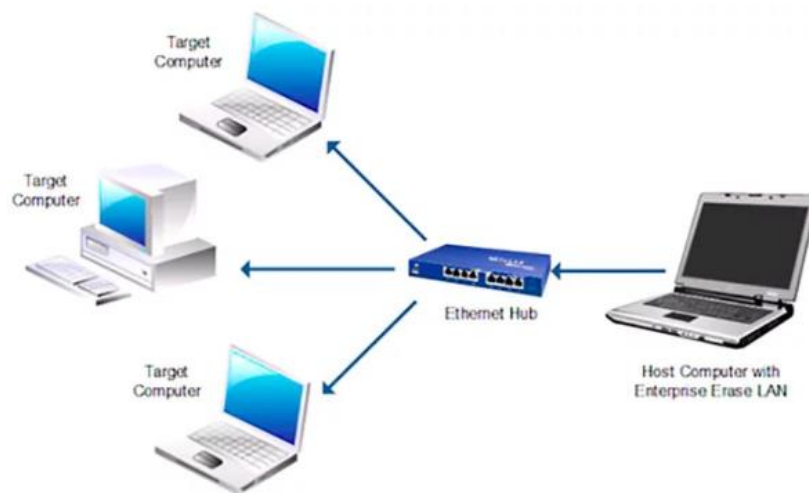


Fig. 1 Red LAN

Fuente: <https://netcloudengineering.com/funcionamiento-redes-lan/>

TOPOLOGIAS DE RED

Es la distribución geométrica de las distintas conexiones entre los dispositivos o nodos de una red que pueden ser físicas refiriéndose a la configuración de cables, antenas, computadores entre otros, o lógicas que es un nivel más abstracto como por ejemplo el método y flujo de la información transmitida entre nodos [3].

A continuación, se muestran las diferentes clases que hay entre estos dos tipos de topologías.

TOPOLOGIAS FISICAS

- Bus: Usa un solo cable backbone que debe terminarse en ambos extremos. Todos los hosts se conectan directamente a este backbone.
- Anillo: Conecta un host con el siguiente al último host con el primero. Esto crea un anillo físico de cable.
- Estrella: Conecta todos los cables con un punto central de concentración.
- Estrella extendida: Conecta redes estrella individuales entre si mediante la conexión de hubs o switches. Esta topología puede extender el alcance y la cobertura de la red
- Jerárquica: Es similar a una estrella extendida. Pero en un lugar de conectar los hubs o switches entre sí, el sistema se conecta con un computador que controla el tráfico de la topología.
- Malla: Se implementa para proporcionar la mayor protección posible para evitar una interrupción del servicio, cada host tiene sus propias conexiones con los demás host. Aunque la internet cuenta con múltiples rutas hacia cualquier ubicación, no adapta la topología de malla completa.

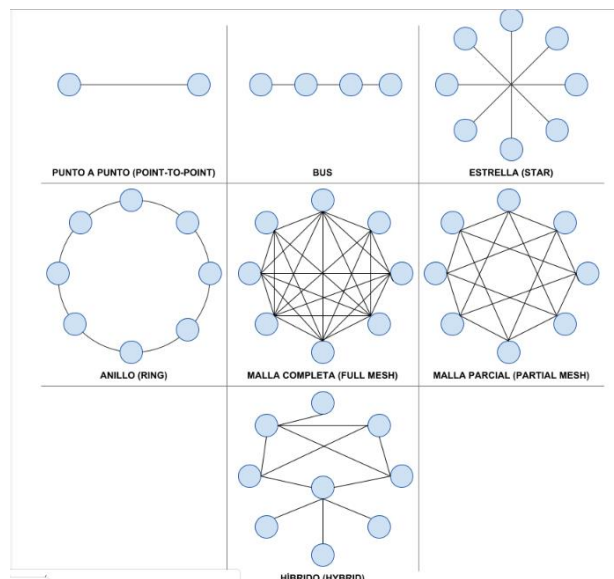


Fig. 2 TOPOLOGIAS DE RED
Fuente: <https://ccnadesdezero.com/cursos/topologias/>

TOPOLOGIAS LOGICAS

Se refiere a la transmisión de tokens, quien controla el acceso a la red mediante la transmisión de un token electrónico a cada host de forma secuencial. Cuando un host recibe el token, ese host puede enviar datos a través de la red. Si el host no tiene ningún dato para enviar, trasmite al siguiente host y el proceso se repite. Dos ejemplos de redes que utilizan la transmisión tokens son Token Ring y a la interfaz de datos distribuida por la fibra (FDDI) [4].

REDES WAN

Es una red de ordenadores con la capacidad de cubrir una distancia que va desde los 100 km hasta los 1000 km, incluso este tipo de redes son utilizadas para conectar distintas regiones con una gran capacidad de cubrir grandes distancias geográficas.

Las redes WAN son utilizadas por muchas empresas y compañías dedicadas a la distribución del servicio de internet, así como clientes u organizaciones que requieren gran poder de tráfico y cubrir grandes distancias [5].



Fig. 3 REDES WAN

Fuente: <http://serviciotecnico.over-blog.com/article-utilizacion-funcionamiento-88153039.html>

MODELO DE REFERENCIA OSI

Se hizo evidente la necesidad de crear un sistema que interconectase ordenadores para poder compartir recursos. A medida de los años 70, varios fabricantes empezaron a desarrollar sus propios sistemas de red local. Los primeros frutos se obtuvieron a lo largo de los años 80, aparecieron los sistemas de red más populares, tales como Ethernet (1980, Xerox, Intel y Digital Equipment Corporation) o Token Ring (1986, IBM.)

El avance fue evidente, ya que los costes de la administración se redujeron notablemente, pero aun así existían problemas: las redes creadas de determinados sistemas, como por ejemplo Token Ring, eran incompatibles con las redes basadas en los estándares, o lo que impedía la comunicación entre ellas. Se hizo la necesaria la creación de una arquitectura de red con un modelo común que hiciera posible interconectar varias redes sin problemas.

En 1984, la Organización internacional para la Normalización (ISO) creó un modelo que permitía a las distintas redes interoperar entre ellas, Así nació el modelo de referencia OSI (Open Systems Interconnection Reference Model.)

Se creó en base a un sistema basado en niveles o capas, cada uno de las cuales realiza una función específica. Cada uno de estos niveles define los protocolos que los subsistemas de comunicación deben seguir para comunicarse con sus análogos en otros sistemas. Para la creación de dicho modelo OSI, se basaron en unos condicionantes que debían cumplirse: Cuando se precise un nuevo grado de abstracción, deberá crearse un nuevo nivel. Cada nivel deberá tener bien definidas sus funciones propias. La función de cada nivel debe desarrollarse con capacidad de adaptación a una estandarización internacional de protocolos. Los límites de los niveles se diseñarán para minimizar el flujo de información a través de la interfaz que los Curso de Administrador de Servidores Internet / Extranet / Intranet Redes

TCP/IP comunica. El número de niveles será el adecuado para no solapar distintas funciones en una misma capa, y que sea manejable en la práctica. No debemos

olvidar que El modelo OSI es una referencia abstracta en la que se basan pilas de protocolos reales, tales como TCP/IP p IPX/SPX. Los niveles o capas del modelo de referencia OSI son: nivel físico, de enlace, de red, de transporte, de sesión, de presentación, de aplicación. Solo los niveles que tengan un equivalente en el ordenador remoto podrá comunicarse entre sí [6].

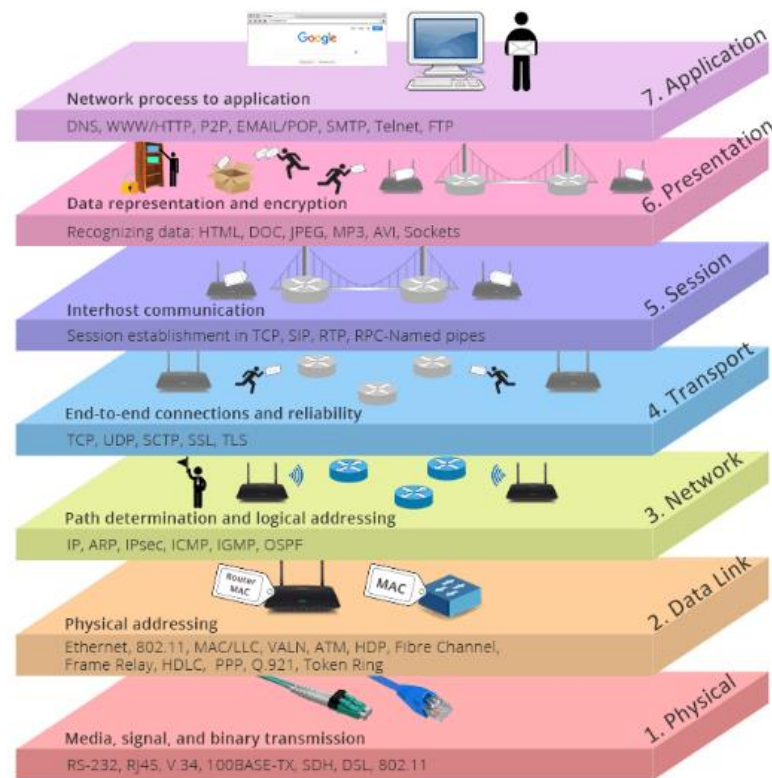


Fig. 4 CAPAS DEL MODELO OSI

Fuente: <https://medium.com/@xxamin1314/cu%C3%A1-es-la-diferencia-entre-modelo-osi-y-modelo-tcp-ip-83829bbd484d>

ETHERNET

Se puede definir como el modelo más básico que hace que podamos estar conectadas a través de redes locales con varios ordenadores a la vez, siempre

mediante la utilización de un cable, en las oficinas es muy común ver un ejemplo de ello para que todos los departamentos estén conectados entre sí y puedan suministrarse información en el menor tiempo posible.

Gracias a esto podemos recibir y mandar datos a todos los dispositivos externos sin la necesidad de utilizar una USB, sin importar si ese otro ordenador está o no conectado a internet, pero si deben tener una conexión LAN entre los ordenadores que están comunicados entre los mismos [7].

En otras palabras, se refiere a la tecnología de red de área local que se utiliza en la actualidad, esta funciona en la capa de enlace de datos y la capa física del modelo de referencia OSI y es definida dentro del estándar IEEE 802.2 Y 802.3, los anchos de banda que admite Ethernet están entre 10 Mb/s hasta 100 Gb/s.

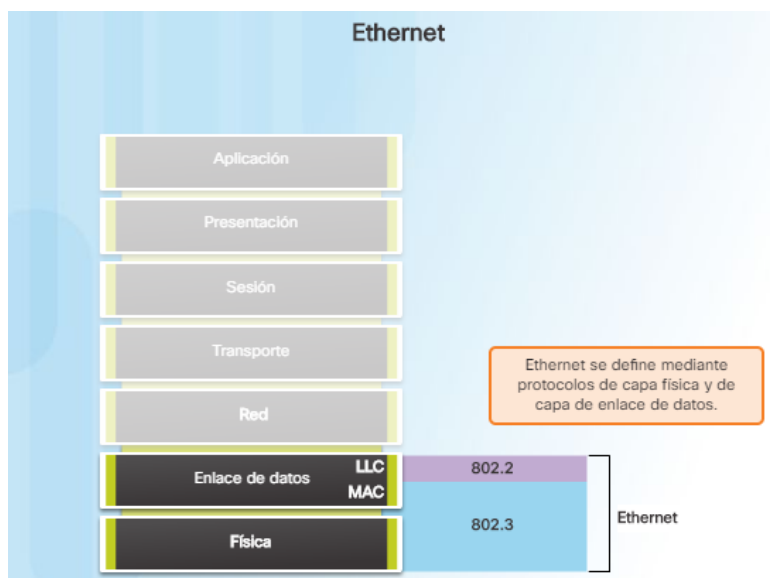


Fig. 5 ETHERNET IEEE 802.3

Fuente: <https://static-course-assets.s3.amazonaws.com/ITN6/es/index.html#5.1.1.1>

BROADCAST

Es la difusión masiva de la información o paquetes de datos a través de redes informáticas, forma de transmisión de información donde un nodo emisor envía

información a una multitud de nodos receptores de manera simultánea, sin necesidad de reproducir la misma transmisión nodo por nodo [8]. El término se utiliza en redes informáticas y en las telecomunicaciones según la materia en que se emplee varía un poco en su definición.

RED DE TELECOMUNICACIONES

Se entiende por redes de telecomunicaciones al conjunto de medios (transmisión y conmutación), tecnologías (procesado, multiplexación, modulaciones), protocolos u facilidades en general, necesarios para el intercambio de información entre los usuarios de la red, para que esto sea posible el usuario recibe un servicio de telecomunicaciones que utiliza un equipo terminal a través de este se obtiene una entrada a la red por medio de un canal de acceso. Cada servicio de telecomunicaciones tiene distintas características y diferentes redes de transporte, por tanto, el usuario requiere de distintos equipos terminales [9].

El desarrollo de las redes de telecomunicaciones se debe a que el establecer un enlace dedicado entre dos o más usuarios de la red saldría demasiado costoso considerando de que los usuarios no todo el tiempo se están comunicando entre sí. Contar con una conexión dedicada para que cada usuario tenga acceso a la red a través de su equipo terminal, pero una vez dentro de la red los mensajes utilizan enlaces que son compartidos con otras comunidades de otros usuarios [9].

Existen distintos tipos de redes de telecomunicaciones, Según la forma en que transportan la información y la estructura que posean, se clasifican en:

REDES CONMUTADAS

la comunicación se establece por la transmisión de la información a través de una sucesión de canales y nodos. Cuando la información llega a un nodo, éste la procesa y la envía a través de otro canal hasta llegar al próximo nodo, en él se vuelve a procesar y se continúa de esta manera hasta llegar a destino. Estas redes pueden ser de dos tipos:

- **Conmutación de Paquetes:** es el procedimiento mediante el que cuando un nodo quiere enviar información a otro, la divide en paquetes. Cada paquete es enviado por el medio con información de cabecera. En cada nodo intermedio por el que pasa el paquete se detiene el tiempo necesario para procesarlo.
- **Conmutación de circuitos:** es el procedimiento por el que dos nodos se conectan, permitiendo la utilización de forma exclusiva del circuito físico durante la transmisión. En cada nodo intermedio de la red se cierra un circuito físico entre un cable de entrada y una salida de la red. La red telefónica es un ejemplo de conmutación de circuitos.

REDES DE DIFUSION

Las redes de difusión tienen un solo canal de difusión compartido por todas las máquinas de la red. Los mensajes cortos (paquetes) que envía una máquina son recibidos por todas las demás. Un campo de dirección dentro del paquete especifica a quien se dirige. Al recibir un paquete, una máquina verifica el campo de dirección. Si el paquete está dirigido a ella, lo procesa; si está dirigido a otra máquina lo ignora.

Los sistemas de difusión generalmente también ofrecen la posibilidad de dirigir un paquete a todos los destinos colocando un código especial en el campo de dirección. Cuando se transmite un paquete con este código, cada máquina lo recibe y lo procesa. Este modo de operación se le llama difusión (broadcasting). Algunos sistemas de difusión también contemplan la transmisión a un subconjunto de las máquinas, algo conocido como multidifusión [10].

NORMAS EIA/TIA 568A-568B

Son asociaciones de comercio que desarrollan y publican juntas una serie de estándares que abarcan el cableado estructurado de voz y datos para las LAN. Estos estándares de la industria evolucionaron después de la desregulación de la industria telefónica de los EE. UU en 1984, que transfirió la responsabilidad del cableado de las instalaciones al dueño del edificio. Antes de eso AT&T utilizaban cables y sistemas propietarios

Aunque hay muchos estándares y suplementos. Los siguientes son los que los instaladores de cableado utilizan con más frecuencia [11].

CABLEADO ESTRUCTURADO

Cuando se habla del cableado estructurado nos referimos a un sistema de conectores, cables, dispositivos y canalización que forman la infraestructura que implementa una red de área local en un edificio o recinto, y sus funciones es transportar señales desde distintos emisores hasta los receptores correspondientes.

Su estructura contiene una combinación de cables de par trenzado protegidos o no (STP Y UTP) y en algunas ocasiones de fibras ópticas y cables coaxiales. Sus elementos principales son el cableado horizontal, el cableado vertical y el cuarto de telecomunicaciones [12].

Las principales ventajas que presenta el cableado estructurado son:

- Son un sistema abierto que acepta conexión con dispositivos de cualquier fabricante o proveedor.
- Se caracteriza por su enorme flexibilidad en el momento de hacer reformas y o reestructuración del cableado.

- La expansión de la red es sencilla, sin tener necesidad de realizar cambios en las instalaciones ya existentes.
- Es fácil de mantener y de administrar, tanto del punto de vista de la instalación como del software.
- En la búsqueda de problemas o de averías se pueden aislar zonas de la instalación dejando en funcionamiento las zonas no afectadas.

CATEGORIA DEL CABLEADO

Entendemos que las redes de datos son el punto crítico donde se soportan todos los procesos y sistemas tecnológicos de una compañía. Los servicios de datos deben ser ágiles, confiables y seguros, para lo cual tu compañía debe contar con una red de cableado estructurado capaz de soportar todos los servicios que requieren usuarios, colaboradores, proveedores y clientes de organización. Es habitual encontrar la denominación de categoría. Los cables de red están diseñados para trabajar en una categoría determina de este modo se puede saber si un elemento puede integrarse en una instalación normalizada de cableado estructurado, a continuación, se observa la tabla de frecuencias según su categoría.

CATEGORIAS	APLICACIONES	VELOCIDAD DE TRASMISION
CAT. 1	Voz solamente (cable telefónico)	0.4 MHz
CAT. 2	Datos hasta 4 Mbps (Localtalk, Apple)	4 MHz
CAT. 3	Datos hasta 10 Mbps (Ethernet 10Base-T)	16 MHz
CAT. 4	Datos hasta de 20 Mbps (Token Ring)	20 MHz

CAT. 5	Datos hasta 100 Mbps (FastEthernet 100Base-T)	100 MHz
CAT. 5e	Datos hasta de 1000 Mbps (Gigabit Ethernet 1000Base-T)	100 MHz
CAT. 6	Datos hasta 10 Gigabits (10Gbase-T)	250 MHz
CAT. 6A	Datos 10 Gb Ethernet (55m)	500 MHz
CAT. 7	Datos 10 Gb Ethernet (100m)	600 MHz
CAT. 7A.	40/100 Gb Ethernet	1000 MHz
Todas las especificaciones están a 100 metros		

Tabla 1 CATERGORIAS DEL CABLE ESTRUCTURADO

CABLE COAXIAL

Común en redes viejas (Ethernet 10BASE5 y 10BASE2) o en ciertas aplicaciones. Mejor apantallamiento y más ancho de banda en distancias largar que el cable de par trenzado. Se utiliza en televisión por cable, comunicaciones de larga distancia, Etc [13].

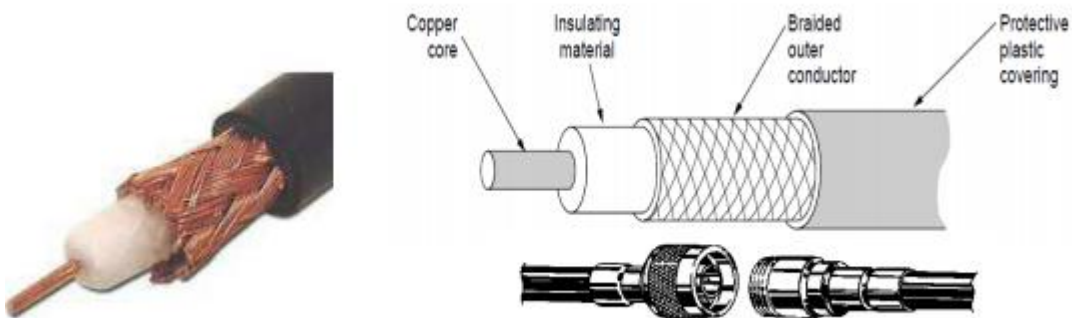


Fig. 6 PARTES DEL CABLE COAXIAL

Fuente: <https://www.alfarsl.es/composicion-cables-coaxiales/>

CABLES-TENDIDO ELECTRICO

El cableado residencial eléctrico es otro ejemplo de cableado. Su uso es muy conveniente, sin embargo, su rendimiento es malo (de momento)

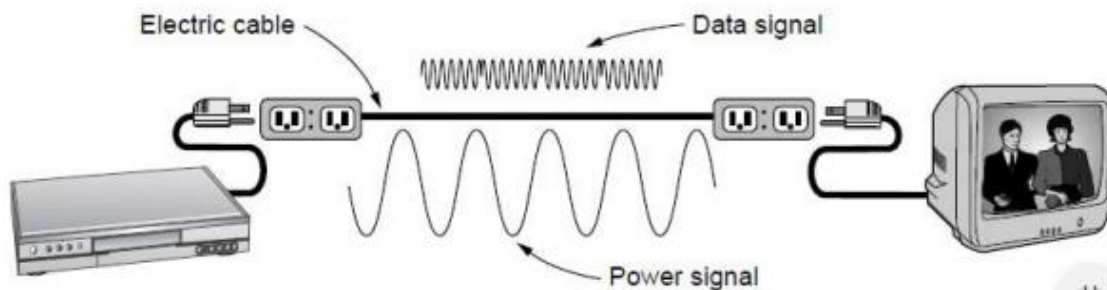


Fig. 7 CABLEADO RESIDENCIAL

Fuente: <http://www.labc.usb.ve/paginas/EC5751/Cableado.pdf>

FIBRA OPTICA

- Monomodo o (TV, Telefonía, datos grandes distancias)
 - Núcleo pequeño (10 μ m). La luz no puede rebotar
 - Usado con láseres para largas distancias, e.g., 100km

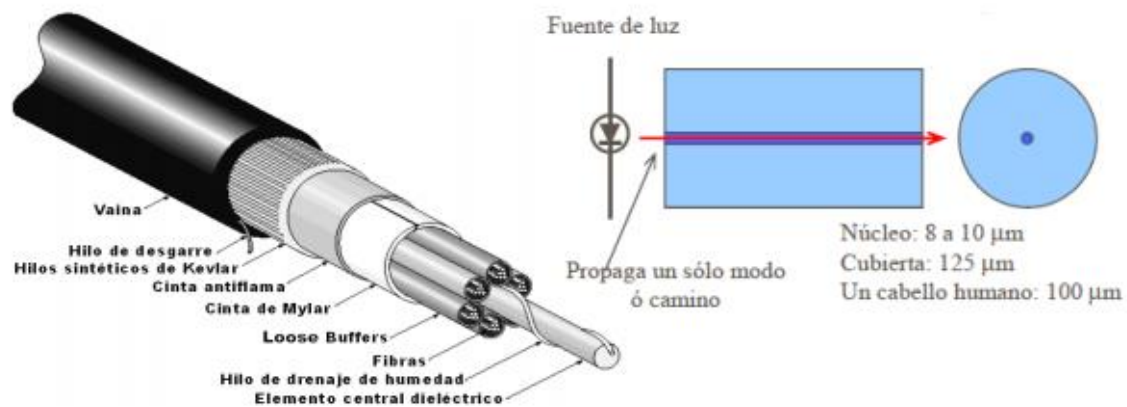


Fig. 8 FIBRA MONOMODO

Fuente: <http://www.labc.usb.ve/paginas/EC5751/Cableado.pdf>

- Multimodo o (Transmisión de datos)
 - Fibra más gruesa (núcleo de 50 μ m). La luz puede rebotar
 - Usado con LEDs para enlaces más baratos y distancias más cortas.

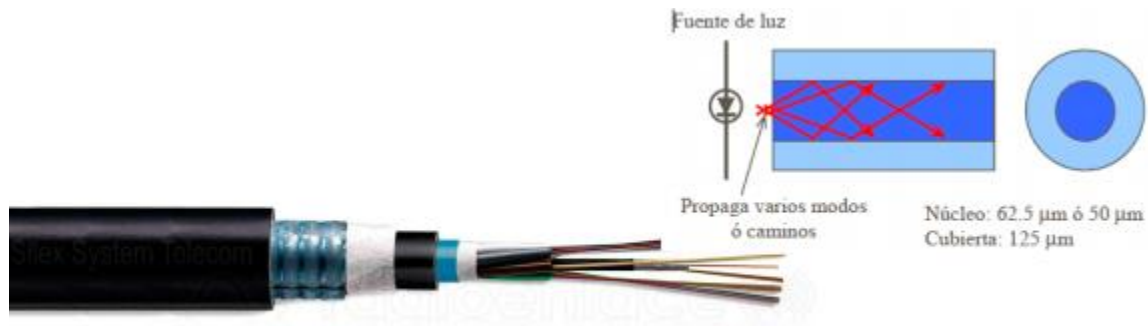


Fig. 9 FIBRA MULTIMODO

Fuente: <http://www.labc.usb.ve/paginas/EC5751/Cableado.pdf>

CABLEADO HORIZONTAL

Este es el encargado de llevar la información desde el distribuidor de piso hasta los usuarios. La norma EIA/TIA 568A lo define como “la porción del sistema de cableado de telecomunicaciones que se extiende del área de trabajo al cuarto de telecomunicaciones”. El cableado horizontal posee un núcleo sólido normalmente hecho de cobre, por lo tanto, se deberá evitar que este se tuerza y deberá estar ubicado detrás de muros para no tener contacto con él. Este tipo de cableado incluye:

- Cables horizontales.
- Tomas/conectores de telecomunicaciones en el área de trabajo.
- Terminación mecánica

- Interconexiones horizontales localizadas en el cuarto de telecomunicaciones

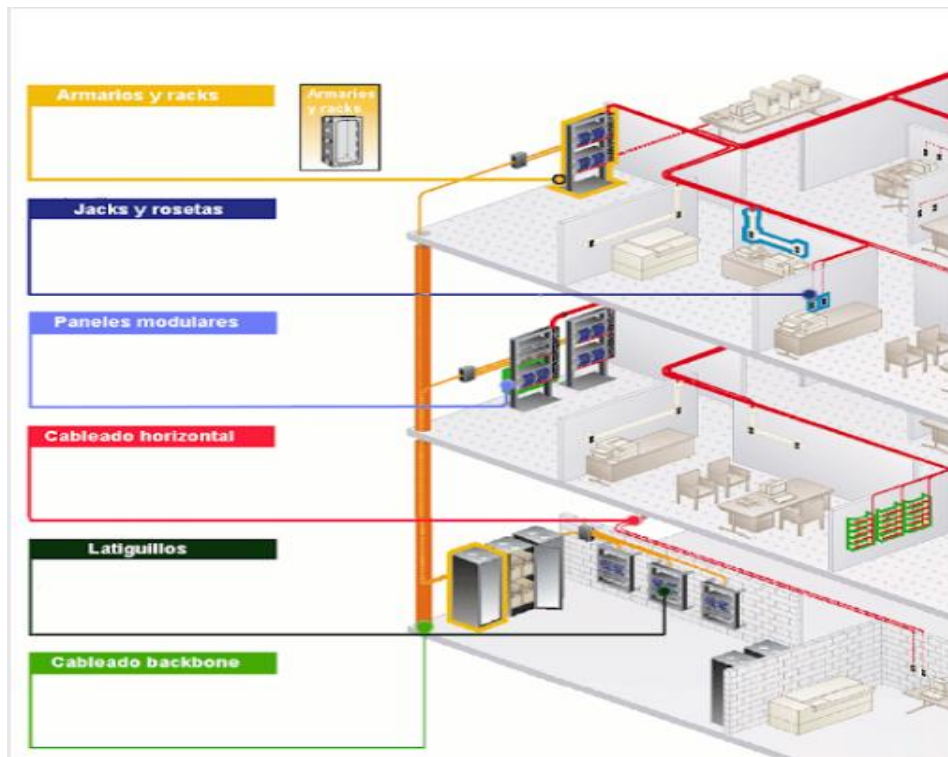


Fig. 10 CABLEADO HORIZONTAL

Fuente: <http://telecos327313.blogspot.com/>

CABLEADO VERTICAL O BACKBONE

Es el encargado de Interconectar dos closets de telecomunicaciones, los cuartos de equipos y entrada de servicios, también incluye cableado entre edificios. Se acepta cable UTP, STP y fibra óptica monomodo y multimodo.

- Cables: utilizados y distancias
 - UTP: (Voz) 80 mts - F.O multimodo: 2000 mts
 - STP: (Voz) 700 mts – F.O monomodo: 3000 mts
 - UTP: (Datos) 90 mts

Se mantiene la topología en estrella, máximo dos niveles jerárquicos de cros conexión: principal e intermedio y máximo un cros conexión entre el principal y el closet.



Fig. 11 CABLEADO VERTICAL

Figura: <http://www.nethumans.com/solutions/cabling/verticalcabling.aspx>

CUARTO DE TELECOMUNICACIONES

Es el espacio utilizado para alojar los elementos de terminación del cableado estructurado y los equipos de telecomunicaciones, el diseño de estos cuartos debe considerar, además de voz y datos por cable (CATV), alarmas, seguridad, audio y otros sistemas críticos. Todo edificio debe contar con al menos un cuarto de telecomunicaciones o cuarto de equipo. No hay un límite máximo en la cantidad de cuartos de telecomunicaciones que pueda hacer ven un edificio [14].

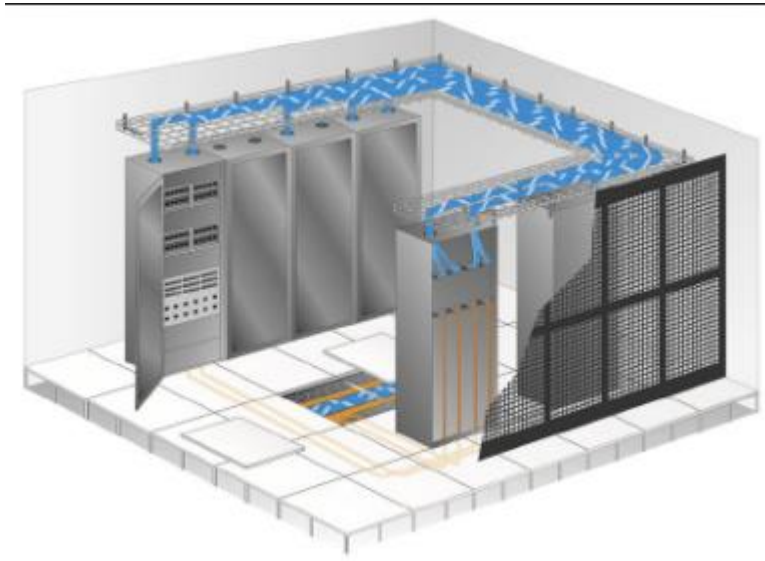


Fig. 12 CUARTO DE TELECOMUNICACIONES

Fuente: <https://www.c3comunicaciones.es/data-center-el-estandar-tia-942/>

ROUTER

Es un dispositivo dedicado a la tarea de administrar el tráfico de información que circula por una red de computadoras. Existen dispositivos específicamente diseñados para la función de router, sin embargo, una computadora común puede ser transformada en un router, tan solo con un poco de trabajo, conocimiento y paciencia.

En la actualidad un router puede ser usado para compartir internet, a través de cable, ADSL o WIFI con otras computadoras, proveer protección de firewall, controlar la calidad del servicio y otras varias tareas, principalmente en el ámbito de la seguridad.



Fig. 13 ROUTER TP-LINK



Fig. 14 SWITCH TP-LINK

Fuente: <https://www.tp-link.com/co/>

SWITCH

Se trata de un dispositivo inteligente utilizado en redes de área local (LAN -Local Área Network), una red local es aquella que cuenta con una interconexión de computadoras relativamente cercanas por medio de cables. La función primordial del switch es unir varias redes entre sí, sin examinar la información lo que le permite trabajar de manera muy veloz, ya que solo evalúa la dirección de destino, aunque actualmente se combinan con la tecnología router para actuar como filtros y evitar el paso de tramas de datos dañadas. Ver Figura 14. [15].

VLAN

se basa en agrupar los dispositivos conectados al switch en subredes virtuales o segmentos VLAN dichos segmentos, a todos los efectos, se comportan como subredes diferentes y forma dominio de difusión separado.

RACK

Son un espacio fabricado en metal a modo de armario en el cual se introduce una serie de dispositivos informáticos o de comunicaciones, así como electrónicos. Estos armarios rack están fabricados con el objetivo de permitir la introducción de equipamiento de diversos estilos y marcas. Las medidas, debido a ello, siguen unas líneas estandarizadas, con 600 milímetros como anchura y un fondo que puede ser

de un máximo de 1000 milímetros, pero que también tiene tendencia a resultar de 800 milímetros.

- Gabinete con separación estándar de 19"
- Abiertos o cerrados
- Variedad de tamaños
- Arreglo de conectores hembra RJ 45.
- Permite fácil manejo y administración de los servicios de la red.



Fig. 15 RACK SERVER

Fuente: <https://www.cordobavende.com/ficha/8724517-rack-server-de-todos-los-tamanos.html>

PATCH PANEL

Sirve como un organizador de las conexiones de la red, para que los elementos relacionados de la red LAN y los equipos de la conectividad puedan ser fácilmente incorporados al sistema

- Arreglo de conectores hembra RJ 45.
- Permite fácil manejo y administración de los servicios de la red.

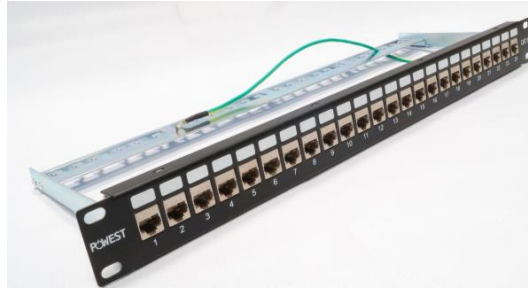


Fig. 16 PATCH PANEL

Fuente: <https://articulo.mercadolibre.com.co/MCO-447541765-patch-panel-cat-6a-24-puertos-original-powest-mas-envio-JM?quantity=1>

JACK

Son los conectores que se utilizan en la salida de telecomunicaciones, en el patch panel y en los equipos activos. Es el conector hembra (DCE) del sistema de cableado. Está compuesto por ocho contactos de tipo deslizante dispuestos en fila y recubiertos por una capa fina de oro de aproximadamente 50um para dar una menor pérdida por reflexión estructural a la hora de operar con el conector macho [16].



Fig. 17 JACK

Fuente: <https://chuchuflais.es.tl/Conseptos-basiscos%2C-tipos-de-cableado%2C-jacks-rocetas-etc.htm>

PONCHADORAS

- Herramienta para acoplar los cables de cobre a los Jacks de conexión y a las conexiones posteriores de los patch panel.
- Son conexiones permanentes y no configurables como las terminaciones en RJ-45.



Fig. 18 PONCHADORA

Fuente: <http://www.labc.usb.ve/paginas/EC5751/Cableado.pdf>

CONECTOR RJ-45

Es una interfaz física comúnmente utilizada para conectar redes de computadoras con cableado estructurado (categorías 4, 5, 5e, 6 y 6a). Posee ocho pines o conexiones eléctricas, que normalmente se usan como extremos de cables de par trenzado (UTP).

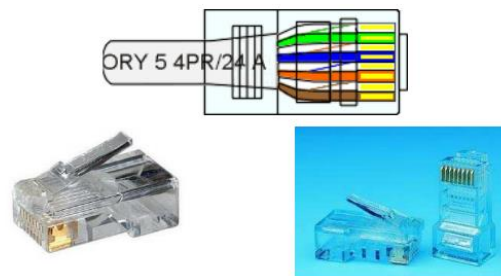


Fig. 19 RJ-45

Fuente: <https://katalog.we-online.de/en/pbs/WE-LAN-RJ45>

Es utilizada comúnmente con estándares como TIA/EIA-568-B, que define la disposición de los pines. Ver Figura 11. Una aplicación común es su uso en cables de red Ethernet, donde suelen usarse 8 pines (4 pares). Otras aplicaciones incluyen terminaciones de teléfonos (4 pines o 2 pares).

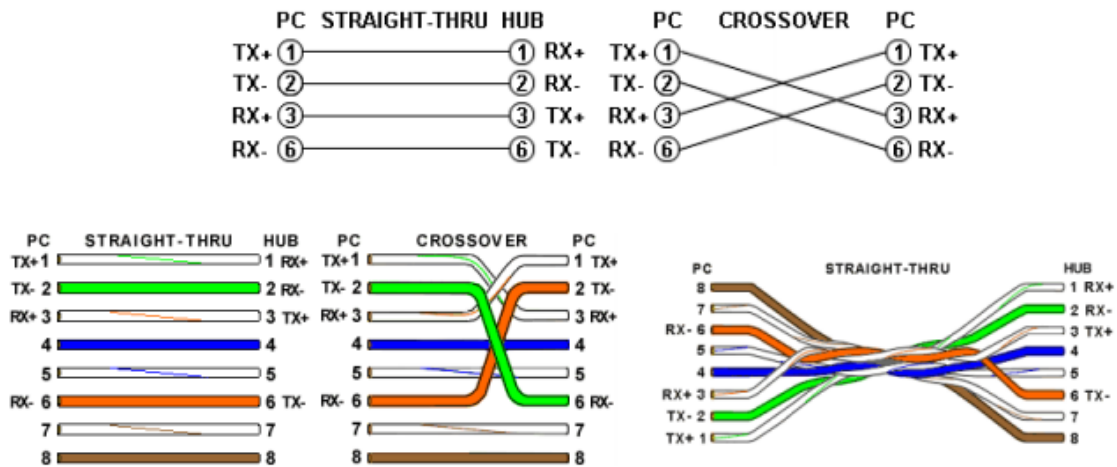


Fig. 20 CONEXIONES RJ-45

Fuente: <http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/handle/11059/4198/6213821A478.pdf?sequence=1>

CANALETAS

Las canaletas son tubos metálicos o plásticos que conectados de forma correcta proporcionan al cable una mayor protección en contra de interferencias electromagnéticas originadas por los diferentes motores eléctricos.

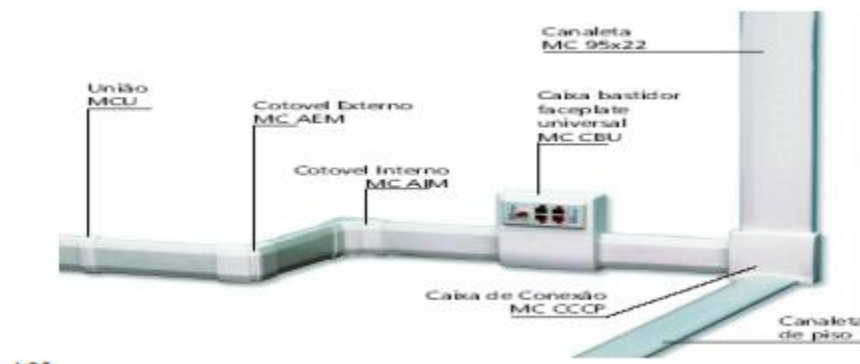


Fig. 21 EJEMPLO DE CANALETAS

Fuente:

https://www.sucop.gov.co/formulacion/Procesos/Reglamento%20T%C3%A9cnico%20para%20Redes%20Internas%20de%20Telecomunicaciones%20RITEL%20R2/Proy_Res%20Mod%20RITEL.pdf

FORMULACION DEL PROBLEMA

ANTECEDENTES

Fundado en 1992, el establecimiento educativo Instituto Psicopedagógico Juan Pablo II ha prestado por cerca de 27 años los servicios de educación Inicial, Preescolar, Básica y Media para la población de la Comuna 1 de los municipios de Soacha y Sibaté [17]. Debido a la expansión de la población estudiantil a lo largo de los años, se dispuso de una infraestructura de red que abarca tres torres (Primaria, Sistemas y Aula Múltiple), un sistema CCTV y control de acceso.

SITUACIÓN ACTUAL

La institución educativa cuenta actualmente con 125 puntos de red, divididos en 62 puntos para la torre de Primaria, 60 puntos para la torre de Sistemas y 3 puntos para el Aula Múltiple. La infraestructura de red cuenta con switch no administrables, routers WiFi para hogar y un router Core, todos de la marca TPLink.

ALCANCES Y LIMITACIONES

Este proyecto tiene como alcance el rediseño y modelación de la red LAN que el Instituto Psicopedagógico Juan Pablo II posee, permitiendo la migración de asignaciones IP dinámicas a estáticas para una mejor administración de los equipos conectados en cada una de las torres (Primaria, Sistemas, y Aula Múltiple), tales

como equipos PC, cámaras CCTV y dispositivos de control de acceso. Así mismo se realizarán sugerencias en lo que respecta a la adquisición de nuevos equipos del tipo administrable, así como la distribución de estos como de los ya existentes dentro de la infraestructura de red.

Dentro del análisis de proyecto se encontraron dos limitaciones relevantes:

- Debido al alto costo que esto representa se pierde el interés y no es tomado en cuenta en el presupuesto anual.
- El centro educativo no posee documentación de los equipos instalados, sus interconexiones o de los servicios usados dentro de la red tales como DHCP.

DISEÑO DE INGENIERIA

En esta parte se realizó un análisis de las necesidades de la Institución, además de ver como requisito el diseño para futuras ampliaciones de la red, sabiendo que pueden aparecer nuevas tecnologías con el transcurso del tiempo. Se requiere también de un cableado estructurado de calidad ya que el actual no cumple con las condiciones adecuadas y por ello el funcionamiento no es óptimo, al contar con una red definida en la que todos los usuarios de la administración, las salas de sistemas, cámaras, teléfonos entre otros están ocasionando demasiado tráfico en la comunicación saturando el ancho de banda.

El cable que están utilizando es de una categoría 5 el cual no tiene la capacidad para transmitir los datos que se requieren como se mencionó anteriormente, no están protegidos y no están certificados produciendo falla en la red. Algunas de las cámaras están en mal estado y la resolución es mala con demasiada interferencia.

Como se expresó en este documento una de las principales limitaciones que tuvimos para el desarrollo de este proyecto fue el no tener acceso a la información de redes y sistemas en la institución ya que contaban con ciertos criterios de

confiabilidad. Teniendo en cuenta las cantidades de equipos que se tiene en cada área se realiza la expansión de la red utilizando la topología en Árbol, la cual se manejará con conexiones al router y switch y en cada uno de los switch habrá una topología de tipo árbol.

Todo esto nos conlleva a una reestructuración a nivel físico comenzando por la distribución de los equipos de comunicación, junto con una segmentación lógica que permita adaptar el funcionamiento de otros servicios con la misma infraestructura física, logrando establecer la cantidad de equipos a nivel de capa 2 y capa 3 que componen la red LAN

Actualmente la institución educativa cuenta con equipos descritos en la *tabla 2*.

Torre	Área	Cantidad	Tipo de dispositivo
Primaria	Administrativa	12	Computadores
		2	Impresoras
		3	Cámaras de Seguridad
		3	Teléfonos
	Sala sistemas	40	Computadores
		2	Cámaras de Seguridad
Sistemas	Rectoría y Coordinación	3	Computadores
		2	Teléfonos
		1	Impresoras
		2	Cámaras de Seguridad
	sala sistemas	39	Computadores
		2	Cámaras de Seguridad
	Biblioteca	2	Computadores
		1	Cámaras de Seguridad
	Laboratorio	6	Computadores
		2	Cámaras de Seguridad
Aula múltiple	Sistemas	1	Teléfonos
		1	Servidores
		1	Access Point

TABLA 2 RED ACTUAL DEL INSTITUTO PSICOPEDAGOGICO JUAN PABLO II

Fuente: Autores

De esta información se puede realizar un inventario de información de la red existente encontrando el total de los dispositivos finales e intermedios distribuidos en toda la planta física del colegio.

Equipos	Total
Computadores	102
Impresoras	3
Servidores	1
Access Point	1
Cámaras de Seguridad	12
Teléfonos	6
Switch	4 de 24 Puertos
DVR	1 de 24 Canales
HUB	2 de 8 Puertos 2 de 4 Puertos

TABLA 3. INVENTARIO DE LA RED

FUENTE: Autores

Basándonos en esta información podemos decir que los dispositivos de la red del instituto psicopedagógico Juan Pablo II se encuentra dividido en tres redes (Datos, Voz, Seguridad) como lo podemos observar en la siguiente tabla.

Tipo de Red	Torre			Total, de dispositivos por red
	1	2	3	
Datos	54	51	2	107
Voz	3	2	1	12
Seguridad	5	7		6
Total, por torre	62	60	3	125

TABLA 4. RED DIVIDIDA

FUENTE: Autores

En la siguiente imagen se muestra el esquema de la topología de red que existe actualmente en el Instituto psicopedagogo Juan Pablo II con ayuda del programa cisco Packet Tracer.

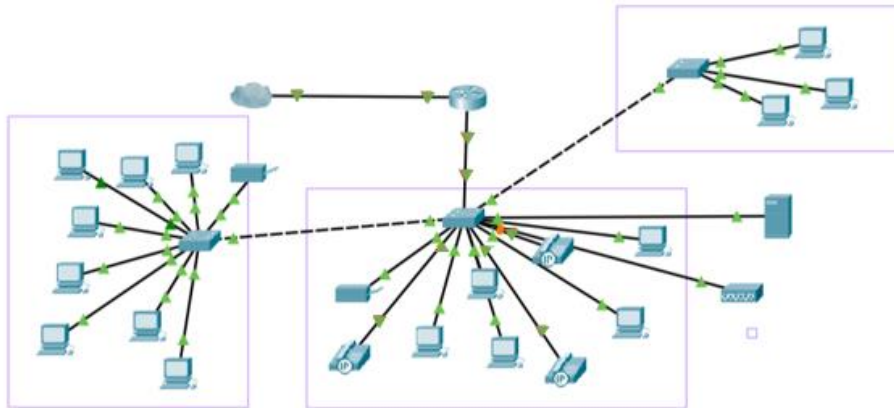


Fig. 22 DISEÑO DE LA RED ACTUAL

FUENTE: Autores

Para el proceso de diseño de la red LAN en el Instituto Psicopedagógico Juan Pablo II, se propone unificar la administración e infraestructura de las redes de datos, seguridad y telefonía accediendo así a las necesidades primarias del proyecto como establecer las políticas necesarias de la red implementando la seguridad sin que la información se vea afectada y la evolución de la comunicación telefónica análoga a telefonía IP. No obstante, también se pretende ampliar la red inalámbrica en cuanto a la distancia y velocidad ya que actualmente el servicio es limitado.

Se debe realizar una intervención al cableado estructurado y la reubicación del centro principal de cableado y comunicaciones junto con la ubicación de nuevos Patch Panel, como se muestra a continuación.

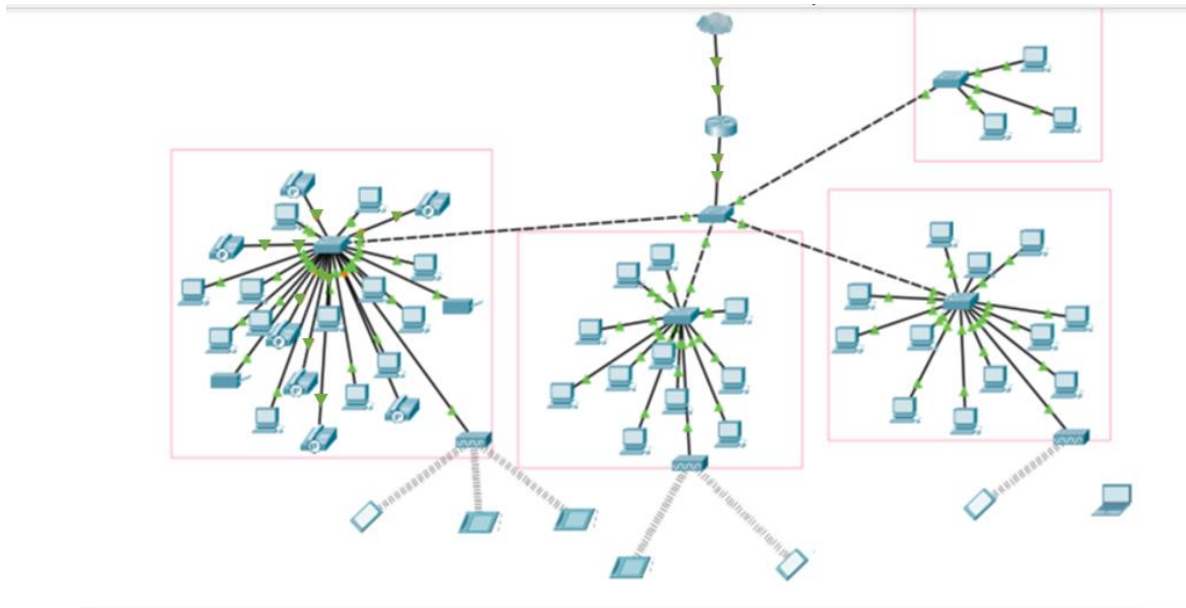


Fig.23 REDISEÑO DE LA RED

Fuente: Autores

Como se puede observar hay un crecimiento en la red, para ello es necesario realizar una segmentación lógica haciendo uso de las VLAN para escalar, mayor seguridad y administrar el flujo del tráfico, facilitando el diseño de la red dando soporte a los objetos de la organización. Por este motivo nos proponemos a realizar la creación de las VLANs teniendo en cuenta las áreas de operación

#	VLAN	DISPOSITIVOS POR VLAN
1	ESTUDIANTES	150
2	AADMINISTRATIVA	20
3	VOZ	15
4	SEGURIDAD	15
5	ADMRED	8

6	INALAMBRICA	3
---	-------------	---

TABLA 5. SEGMENTACION DE RED

Fuente: Autor

Con la segmentación de la red iniciamos realizando el cálculo de las direcciones IP en las diferentes subredes y para realizar el subnetting se toma la dirección IP 172.16.0.0.

VLAN	DIRECCION IP	BROADCAST	MASCARA	HOST		
				RED	ACTUALES	DISPONIBLES
1	172.16.0.0	172.16.0.127	255.255.255.128	126	80	46
2	172.16.0.128	172.16.0.159	255.255.255.224	30	20	10
3	172.16.0.160	172.16.0.191.	255.255.255.224	30	15	15
4	172.16.0.192	172.16.0.223	255.255.255.224	30	15	15
5	172.16.0.224	172.16.0.239	255.255.255.240	14	6	8
6	172.16.0.240	172.168.0.248	255.255.255.248	6	3	3

TABLA 6 DIRECCION IP

Fuente: Autores

Según la información que se recopiló por medio del levantamiento de información realizada a la red se establece que los tipos de dispositivos son necesarios para la implementación de este proyecto. Se pretende identificar las ubicaciones físicas que logren satisfacer todas las necesidades del proyecto sin afectar las instalaciones ya existentes.

En la tabla 7 podemos evidenciar la cantidad de puertos reservados para las diferentes VLAN creadas en los switch y la ubicación física.

VLANS								
TORRE	ESTUDIANTES	ADMINISTRATIVA	V OZ	SEGURIDAD	ADMRED	INLAMB RICA	PUERTOS RESERVADOS	CAPACIDAD SWITCH
ADMINISTRATIVA	0	19	14	7	3	1	44	1*48
PRIMARIA	50	0	0	3	2	1	56	1*48+1*24
SISTEMAS	60	0	0	3	2	1	66	1*48+1*24
AULA MULTIPLE	0	1	1	2	1	0	5	1*24

TABLA 7 UBICACIÓN EN LOS RACK

Fuente: autores

Podemos observar que la red contara con 3 dispositivos switch de 48 puertos y 3 switch de 24 puertos que suplen con la necesidad de todos los equipos interconectados a la red LAN, haciendo uso de un 90% en los dispositivos teniendo en cuenta que no se ocuparan todos los puertos reservados. Se implementará una nueva distribución física de los racks de cableado en la institución permitiendo una mayor cobertura de la red LAN, eliminando las limitaciones de distancias que tienen actualmente, siguiendo las normas del cableado dadas por el IEEE (Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos) norma 568A-568B de cableado EIA/TIA.

Incluso, se implementará seguridad y administración a los dispositivos de la red, configurando los switches que componen la infraestructura con el protocolo SSH, que permite una conexión remota a los equipos con un nivel de seguridad y encriptación de claves, para evitar posibles configuraciones o fugas de información, asignándolo por medio de la interfaz VLAN 5 utilizando la dirección 172.16.0.240/28.

Finalmente será necesario implementar al servidor, DNS y DHCP para que el direccionamiento automatizado de dominio y de direcciones IP, incluyan las consultas sobre los formatos, respuestas de datos.

ANALISIS FINANCIERO

Para la elaboración del presupuesto del proyecto se contó con la cotización de un proveedor se realizaron los estudios correspondientes a los precios unitarios de la instalación de cada ítem, de esta forma poder tener finalmente el presupuesto del proyecto.

PRODUCTO	CANTIDAD	PRECIO UNIDAD	TOTAL
Switch de capa 3 de 48 puertos	3	1.800.000	5.400.000
Switch de capa 3 de 24 puertos	3	1.700.000	5.100.000
servidor	1	2.500.000	2.500.000
Grabador para las cámaras NVR	1	1.960.000	1.960.000
AP-Punto de Acceso	2	460.000	920.000
Jack CAT 6A	300	10.000	3.000.000
Patch panel de 48 puertos	3	160.000	480.000
Patch panel de 24 puertos	3	173.000	519.000
Cable UTP CAT 6A	10 ROLLOS	550.000	5.500.000
TOTAL			25.379.000

TABLA 8. COSTOS

Fuente: Autores

CONCLUSIONES

- Tras el análisis efectuado en la arquitectura de red actual del Instituto Psicopedagógico Juan Pablo II, se pudieron identificar claras falencias en el diseño de la infraestructura de red, esto debido a una definición irregular del alcance y escalamiento que la red podría tener a través de los años.
- Una vez planteado el rediseño de la arquitectura de red, se pudieron disgregar diversos escenarios de escalamiento donde no se ve afectada la calidad del servicio, y con ella, una mejor interacción de los usuarios para con la red.
- Aunque a priori, el valor de implementar el rediseño planteado se antoja elevado, se debe ver como una inversión que a futuro no solo podrá ser recuperada, sino que evitara incurrir en gastos mayores ocasionados por el deterioro de la arquitectura actual o el incremento en la demanda de los servicios ofrecidos.

BIBLIOGRAFIAS

- [1] I. P. J. P. II, «RESEÑA HISTORITCA,» 2014. [En línea]. Available: <http://www.iejuanpabloiisoacha.edu.co/pdf/historia%20instittucioal.pdf>.
- [2] netcloud, «NetCloud Engineering,» 01 01 2016. [En línea]. Available: <https://netcloudengineering.com/funcionamiento-redes-lan/>.
- [3] A. E. P. Sebastian Buettrich wire.less.dk, « Topología e Infraestructur estructura Básica,» TRICALCAR, 2007.
- [4] E. A. A. CASTRUCCIO, «Optimizacion e implementacion de la red lan del instituto de electricidad y electronica UACH,» UNIVERISIDAD AUSTAL DE CHILE , VALDIVIA , 2006.
- [5] M. Angel, «overblog,» serviciotecnico, 11 07 2011. [En línea]. Available: <http://serviciotecnico.over-blog.com/article-utilizacion-funcionamiento-88153039.html>. [Último acceso: 02 05 2019].
- [6] ANONIMO, «CURSO DE ADMINISTRADOR DE SERVIDORES INTERNET,» [En línea]. Available: http://www.juntadeandalucia.es/empleo/recursos/material_didactico/especialidades/materialdidactico_administrador_servidores/Content/2-redes_tcp/2-ElModeloDeReferenciaOSI.pdf. [Último acceso: 25 05 2019].
- [7] «GLUPPI,» Copyright 2019 Gluppi , 19 09 2018. [En línea]. Available: <https://gluppi.com/que-es-ethernet-y-como-funciona/>. [Último acceso: 26 05 2019].
- [8] «wikipedia,» 06 06 2018. [En línea]. Available: https://es.wikipedia.org/wiki/Difusi%C3%B3n_amplia. [Último acceso: 30 05 2019].
- [9] E. H. Pérez, Tecnologías y redes de transmisión de datos, Mexico: . Editorial Limusa 2003., 2003.
- [10] S. V. VILLALOBOS, «ESPECIALIDAD EN REDES,» BLOGGER, 21 11 2015. [En línea]. Available: <http://especialidadenredes.blogspot.com/2015/11/redes-conmutadas-y-redes-de-difusion.html>. [Último acceso: 31 05 2019].
- [11] anonimo, «guia para aplicar la norma TIA/EIA 568 para cableado estructurado,» [En línea]. Available:

<https://tabasco.gob.mx/sites/default/files/Manual-para-aplicar-la-norma-TIA-EIA-para-Cableado-Estructurado.pdf>. [Último acceso: 31 05 2019].

- [12] next_u, «next_u,» Tecnología de la Información (TI), [En línea]. Available: <https://www.nextu.com/blog/cableado-estructurado-que-es-y-cuales-son-sus-elementos/>. [Último acceso: 31 05 2019].
- [13] M. Arias, «labc.usb.ve,» [En línea]. Available: <http://www.labc.usb.ve/paginas/EC5751/Cableado.pdf>. [Último acceso: 31 05 2019].
- [14] «AXIOMA UNIONDO GENTE Y TECNOLOGIA,» AXIOMA, [En línea]. Available: https://www.axioma.co.cr/cuartos_telecomunicaciones.html. [Último acceso: 31 05 2019].
- [15] A. L. S. Iglesias, «aboutespañol,» 22 03 2019. [En línea]. Available: <https://www.aboutespanol.com/que-es-un-switch-841388>. [Último acceso: 04 06 2019].
- [16] «chuchuflais,» [En línea]. Available: <https://chuchuflais.es.tl/Conceptos-basiscos%2C-tipos-de-cableado%2C-jacks-rocetas-etc.htm>. [Último acceso: 31 05 2019].
- [17] C. V, 2015. [En línea]. Available: <http://www.iejuanpabloiisoacha.edu.co/pdf/historia%20institucional.pdf>.