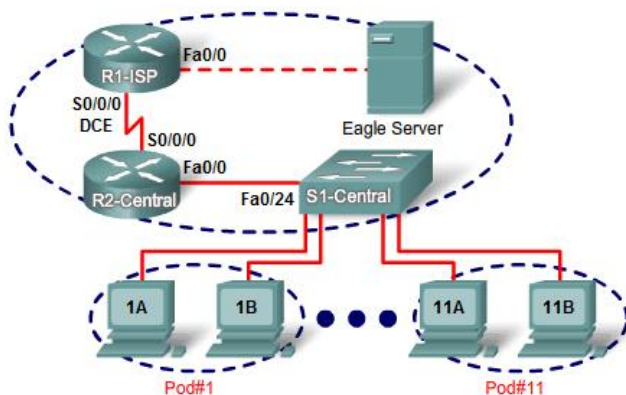


## 11.0.1 Introducción al capítulo

### Objetivos:

1. Identificación de los medios que se requieren para una conexión LAN.
2. Identificación de los tipos de conexiones para dispositivos terminales e intermedios de una red LAN.
3. Identificación de las configuraciones de los diagramas de terminaciones de alambres en los cables de conexión directa y cruzada.
4. Identificación de los diferentes tipos de cableados y puertos de conexiones a los dispositivos en las redes LAN y WAN.
5. Diseño de un esquema de direccionamiento para una inter-red compuesta por dispositivos terminales y de acceso a la red.

### Planificación y cableado de una red



### 11.1.1.1 Selección de un dispositivo LAN adecuado

En la primera gráfica, las interfaces de los switches determinará el tipo de enrutador que debe ser utilizado para la interconexión de las dos redes.

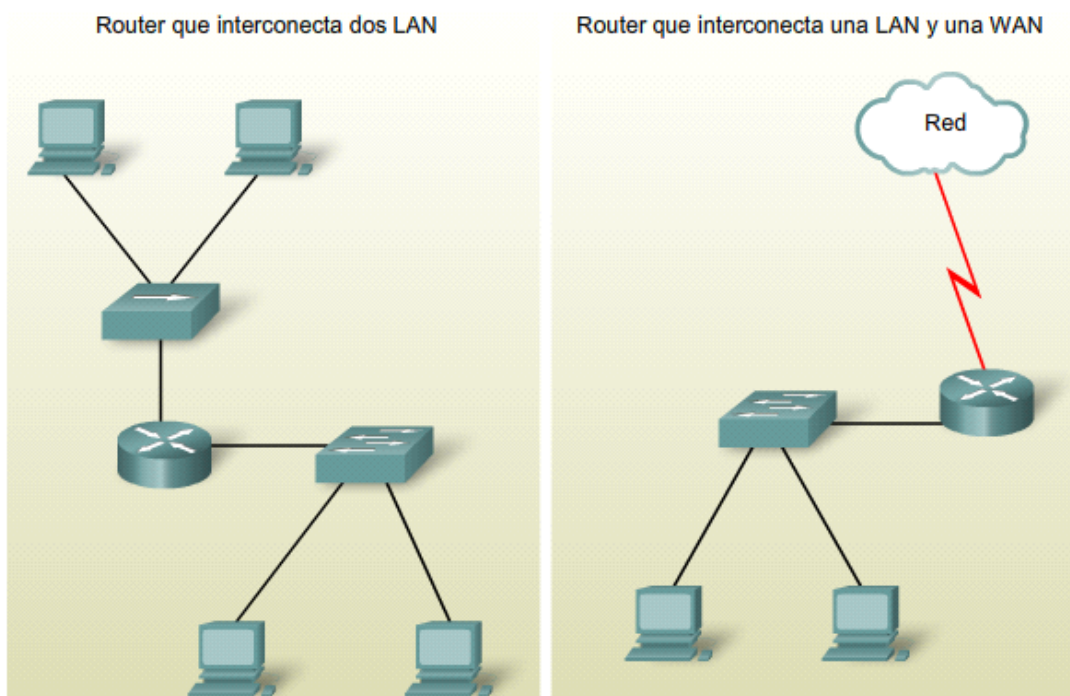
#### Dispositivos de interred

Los enrutadores pueden tener interfaces LAN y WAN.

Para las interfaces LAN se utilizan cables UTP, tecnología Ethernet y el alcance está limitado hasta 100 metros del centro de cableado.

Para las interfaces WAN se utilizan fibra óptica. El alcance varía dependiendo del tipo de fibra óptica.

Conexión de internetwork con un router



### 11.1.1.2 Selección de un dispositivo LAN adecuado

#### Dispositivos de intranetwork

##### Hubs y switches.

##### Hubs

La señal que recibe un hub es regenerada y difundida en todos los puertos del hub hacia cada uno de los dispositivos terminales.

El uso de hubs crea un bus lógico.

Los puertos funcionan con un ancho de banda compartido.

El rendimiento de la red disminuye con el aumento del número de usuarios, lo cual ocasiona un aumento en el número de colisiones y el tiempo de recuperación de cada uno de los equipos terminales.

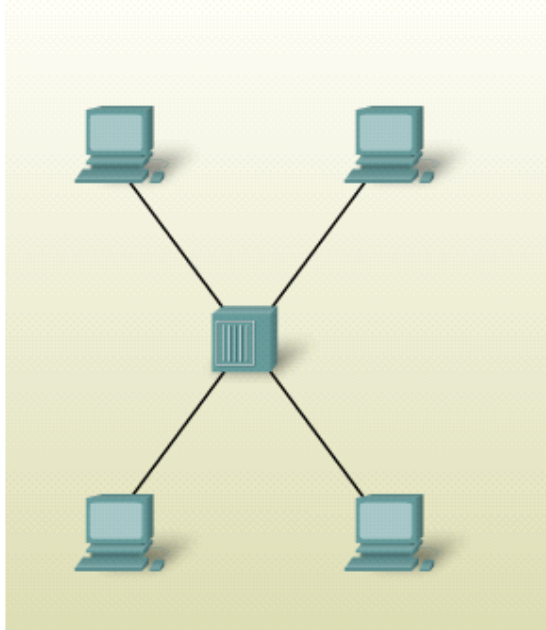
Es posible la interconexión de varios hubs, sin embargo el dominio de colisiones sigue siendo el mismo.

Los hubs son más económicos que los switches.

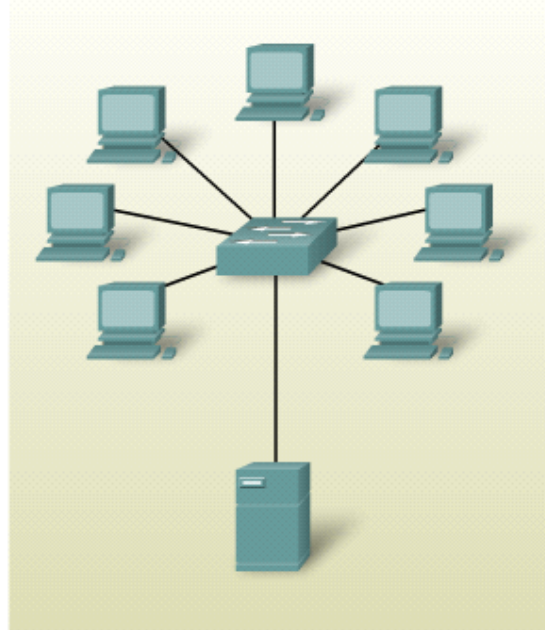
Normalmente un hub se utiliza en una red compuesta por pocos equipos terminales y donde se presume un bajo tráfico.

Conexiones de intranetwork

LAN pequeña que utiliza un hub



LAN que utiliza un switch



### 11.1.1.3 Selección de un dispositivo LAN adecuado

#### Switch

Un switch recibe una trama y cada bit lo regenera en el puerto de destino al cual está conectado el host de destino.

El switch segmenta redes en diferentes dominios de colisiones.

Cada puerto del switch crea un dominio de colisiones independiente.

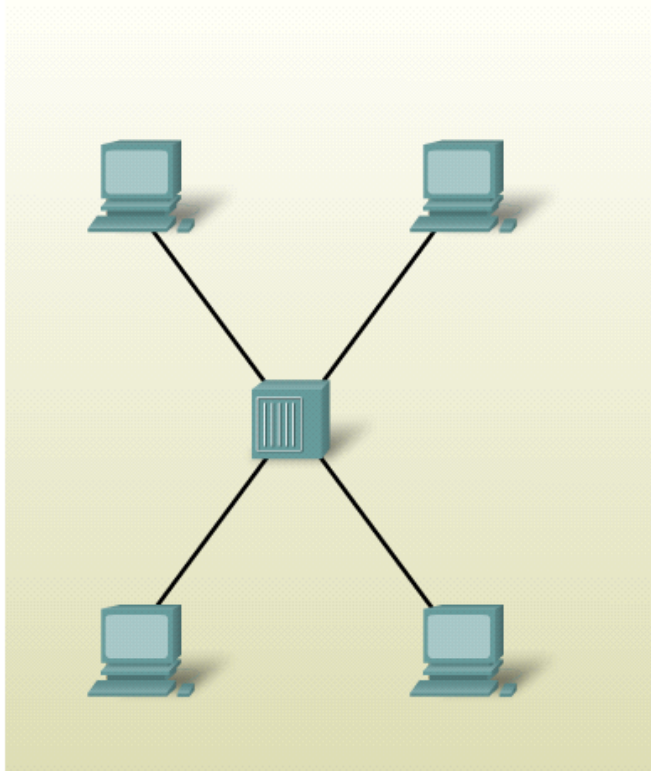
Esto crea una topología punto a punto entre cada dispositivo terminal de datos y el puerto del switch.

Un switch proporciona un ancho de banda dedicado en cada puerto.

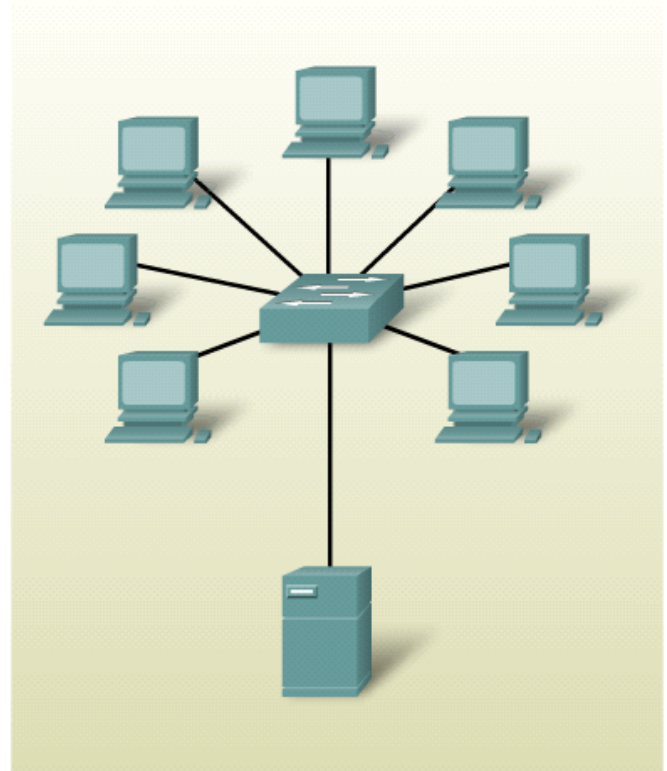
Un switch puede usarse para interconectar segmentos de red que funcionan a diferentes velocidades.

#### Conexiones de intranetwork

LAN pequeña que utiliza un hub



LAN que utiliza un switch



### 11.1.2.1 Factores de selección de dispositivos

Para la implementación de una LAN, se debe considerar

1. Costo.
2. Velocidad y tipos de interfaces.
3. Capacidad de expansión.
4. Facilidad de administración.
5. Características y servicios adicionales.

Factores que se deben tener en cuenta al momento de elegir un dispositivo



COSTO



PUERTOS



VELOCIDAD



EXPANDIBLE/ MODULAR



ADMINISTRABLE



## 11.1.2.2 Factores de selección de dispositivos

### Costo

El costo de un switch se determina conforme a las capacidades y características. La capacidad incluye el número y los tipos de puertos, la velocidad de conmutación, los tipos de puertos disponibles, la capacidad de administración, las tecnologías de seguridad incorporadas y las tecnologías de conmutación.

Es importante que sea considerado el uso de un switch centralizado de alta capacidad comparado con el uso de varios switches pequeños y distribuidos conforme a los requerimientos.

En este último caso se evalúa la cantidad de cables requerida en cada caso y la longitud de los cables en la conexión de cada dispositivo de red.

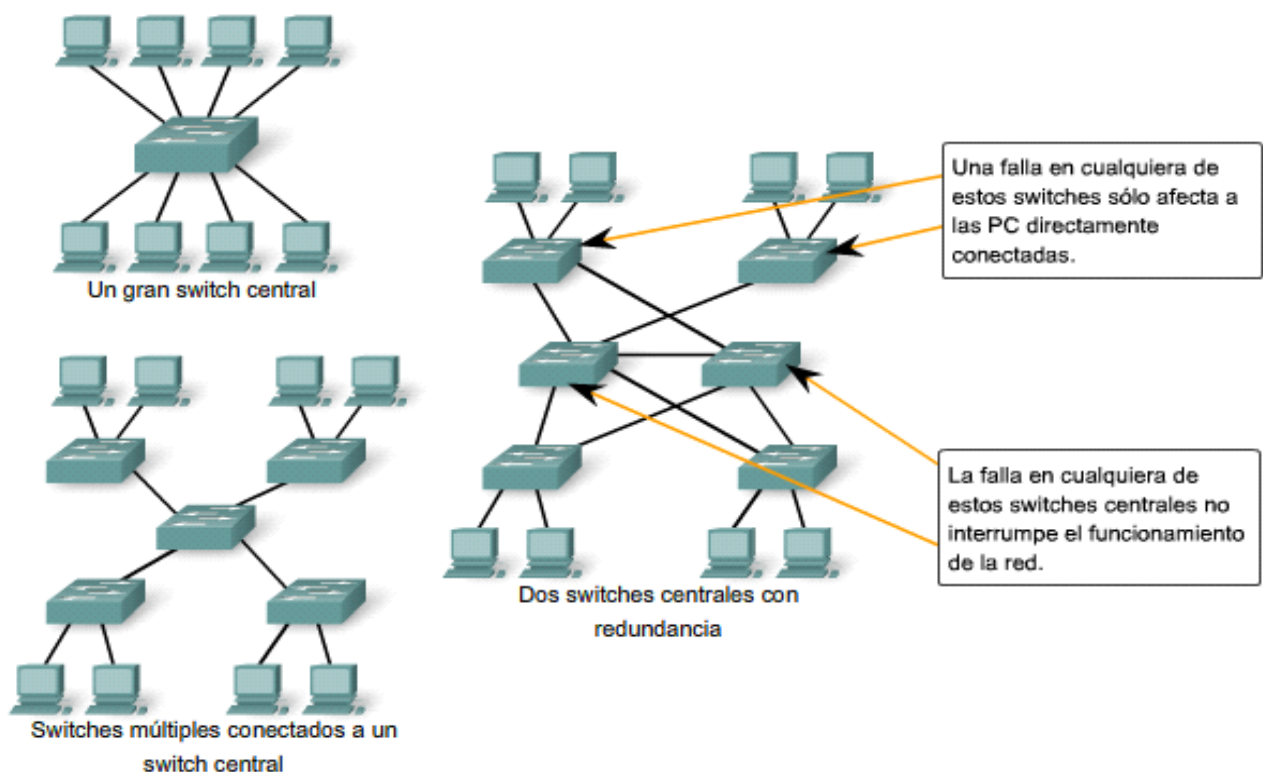
En los costos se debe considerar la redundancia de equipos. Una red queda fuera de servicio si se presenta alguna avería en un switch centralizado.

Se puede proporcionar la redundancia de varias maneras.

Es posible el uso de un switch central secundario para que funcione conectado a un switch central primario.

Es posible el uso de un cableado adicional que permita una conexión redundante entre los diferentes switches. Esta configuración permite la continuidad operativa de todos los dispositivos de la red, en caso de avería de algún switch.

Factores que determinan la elección del switch LAN



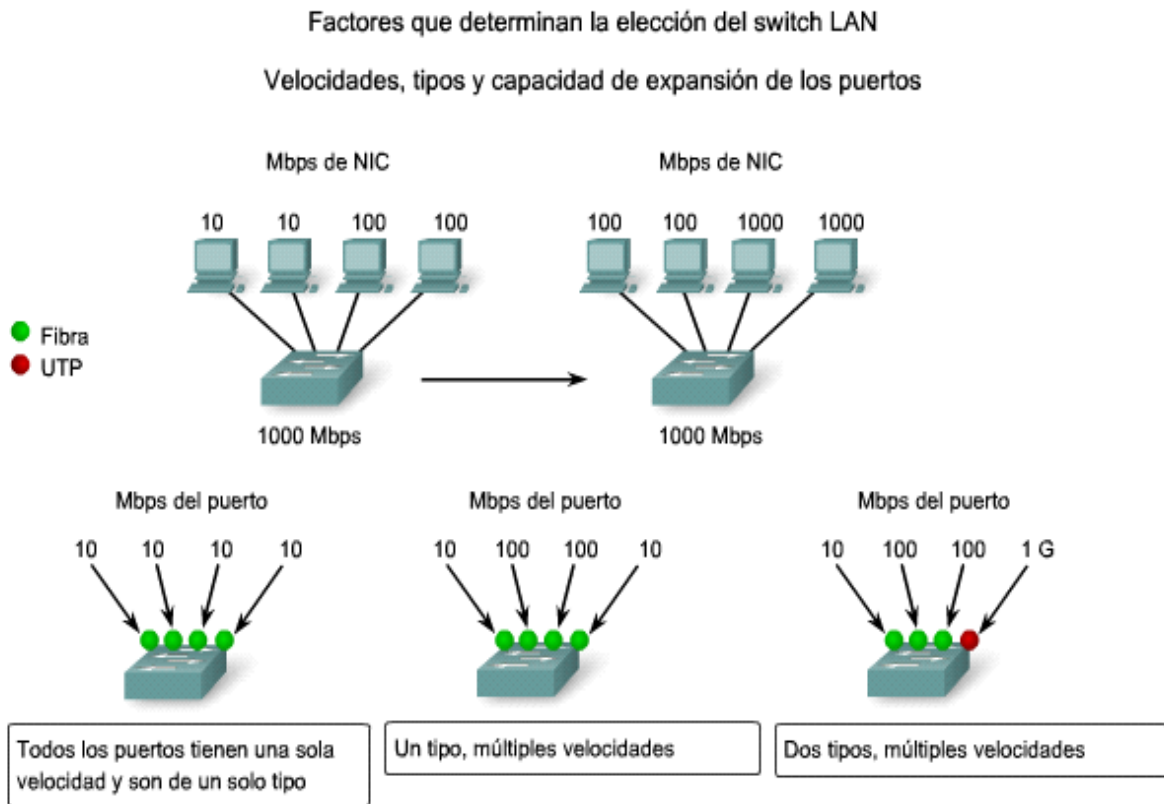
### 11.1.2.3 Factores de selección de dispositivos

#### Velocidad y tipos de puertos e interfaces

Las computadoras tienen interfaces NIC 10/100/1000 Mbps.

La selección de dispositivos de capa dos que pueden ajustarse a mayores velocidades, permite el cambio de los equipos terminales sin necesidad de cambios en los equipos de red o centrales.

Se debe tener en cuenta el número de puertos, el tipo de puertos, la velocidad de cada uno de los puertos.



Algunos switches se pueden expandir con módulos adicionales para cumplir nuevos requisitos.

#### 11.1.2.4 Factores de selección de dispositivos

##### Factores que deben ser considerados para la elección de un enrutador

Se debe considerar las velocidades, el tipo de interfaz y el costo. Adicionalmente se debe considerar

- La capacidad de expansión.
- Los medios de comunicación requeridos.
- El sistemas operativo.

##### La capacidad de expansión

Se tiene una configuración básica con un número determinado de puertos fijos. Los dispositivos modulares proporcionan ranuras de expansión que permiten la flexibilidad de agregar módulos adicionales conforme a los requerimientos.

Para la adición de los módulos requeridos, se debe tener en cuenta que el enrutador puede conectarse a redes de diferentes topologías.

##### Características del sistema operativo

Según la versión del sistema operativo, en enrutador permite el uso de determinadas características y servicios, como por ejemplo:

- Seguridad.
- Calidad de servicio.
- Voz sobre ip.
- Enrutamiento de varios protocolos de la capa tres.
- Servicios especiales como traducción de direcciones red (NAT) y Protocolo de Configuración Dinámica de Host (DHCP).

Routers Cisco



**Cada serie de router Cisco brinda capacidad de expansión, admite múltiples tipos de medios y ofrece diversos servicios y funciones de sistema.**



### 11.2.1.1 LAN y WAN: conexión

Al planificar el cableado, existen cuatro áreas físicas que deben ser considerados.

- Área de trabajo.
- Cuarto de telecomunicaciones, denominado también servicio de distribución.
- Cableado vertical (backbone).
- Cableado horizontal o cableado de distribución.

#### Longitud total del cable

El estándar ANSI/EIA/TIA-568-B establece que la longitud total del cableado UTP, incluyendo el área de trabajo, el cuarto del telecomunicaciones y el cableado horizontal no debe exceder de 100 metros.

Este estándar también establece que el cableado vertical UTP abarca hasta 90 metros.

El cableado de una fibra óptica monomodo abarca hasta 3000 metros.

#### Área de Trabajo

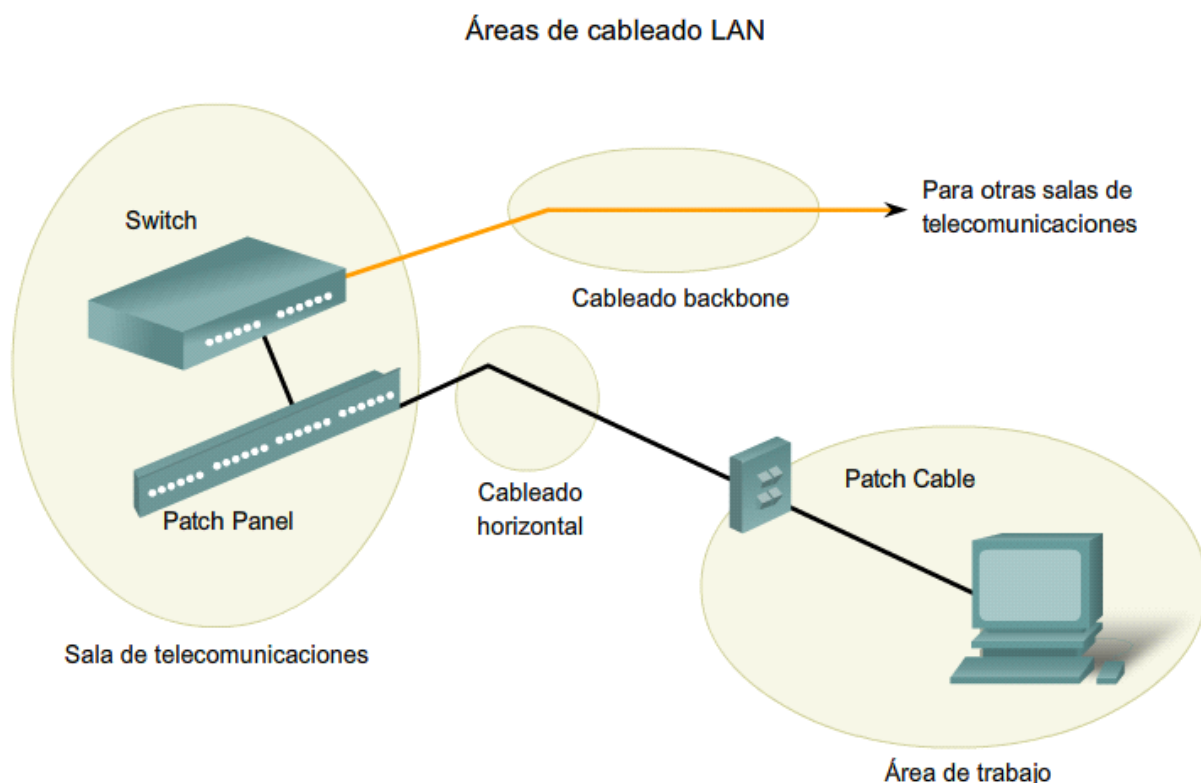
Las áreas de trabajo son las ubicaciones destinadas para los equipos finales destinados a los usuarios individuales.

En numerosas áreas de trabajo se procede a la instalación de dos conectores para el acceso de dos dispositivos a la red.

En las áreas de trabajo se usan cordones de empalme, cuya longitud puede ser de dos o tres metros. Esta longitud debe ser considerada en la longitud total de un cable UTP procedente de un cuarto de telecomunicaciones.

Se usa un cable de conexión directa para la conexión de un equipo terminal a un conector de pared.

En caso que en el área de trabajo se utilice un switch, el cable de conexión del switch al conector de pared es un cable cruzado.



### 11.2.1.2 LAN y WAN: conexión

#### Cuarto de telecomunicaciones

Es el lugar donde se realizan las conexiones a los dispositivos intermediarios.

Estos cuartos contienen dispositivos intermediarios: hubs, switches, enrutadores y unidades de servicios de datos.

En los cuartos de telecomunicaciones se usan los cordones de empalme para enlazar entre los paneles de conexión donde terminal los cables procedentes de las áreas de trabajo y los dispositivos intermediarios.

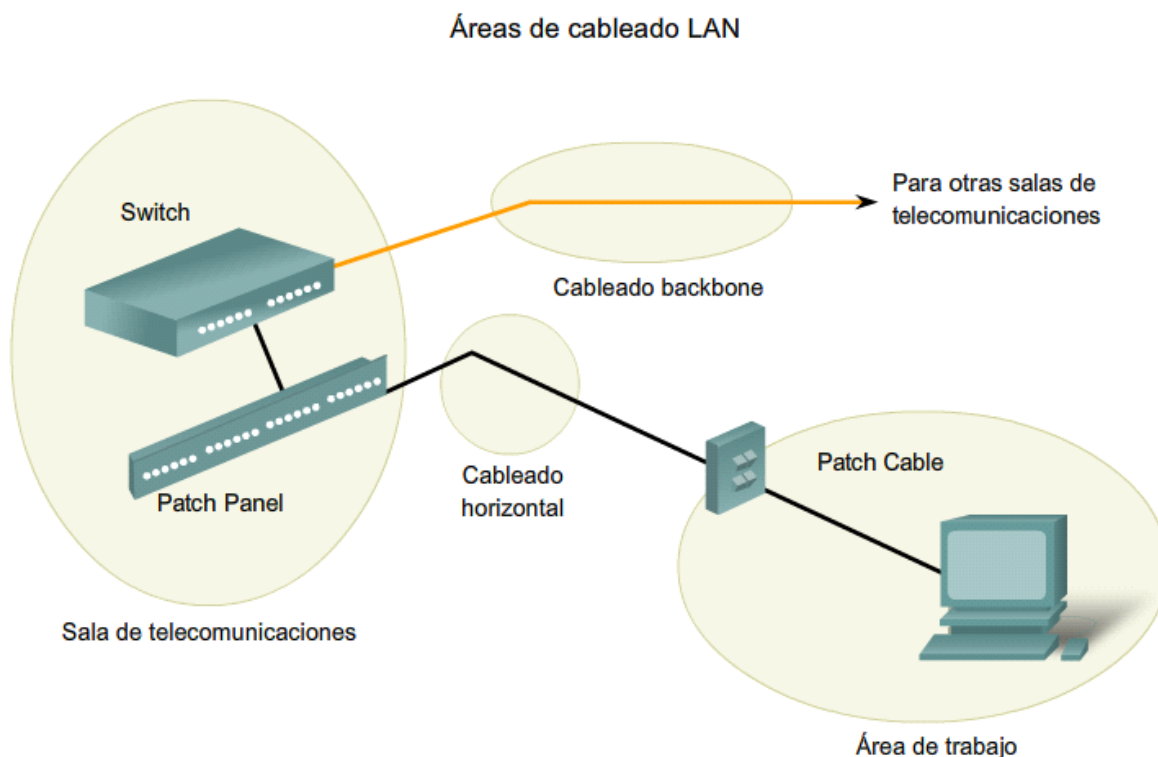
Conforme al estándar EIA/TIA, la máxima longitud permitida para los cordones de empalme es de cinco metros.

En algunas organizaciones, los cuartos de telecomunicaciones son usados para la instalación de los servidores de red.

#### Cableado horizontal

El cableado horizontal conecta los cuartos de telecomunicaciones con las áreas de trabajo. La longitud máxima del cableado horizontal entre el cuarto de telecomunicaciones y el área de trabajo es de 90 metros.

Los cables procedentes del cuarto de telecomunicaciones conectados a un panel de conexiones, terminan en un conector adosado a una pared en cada una de las áreas de trabajo.



### 11.2.1.3 LAN y WAN: conexión

#### Cableado vertical

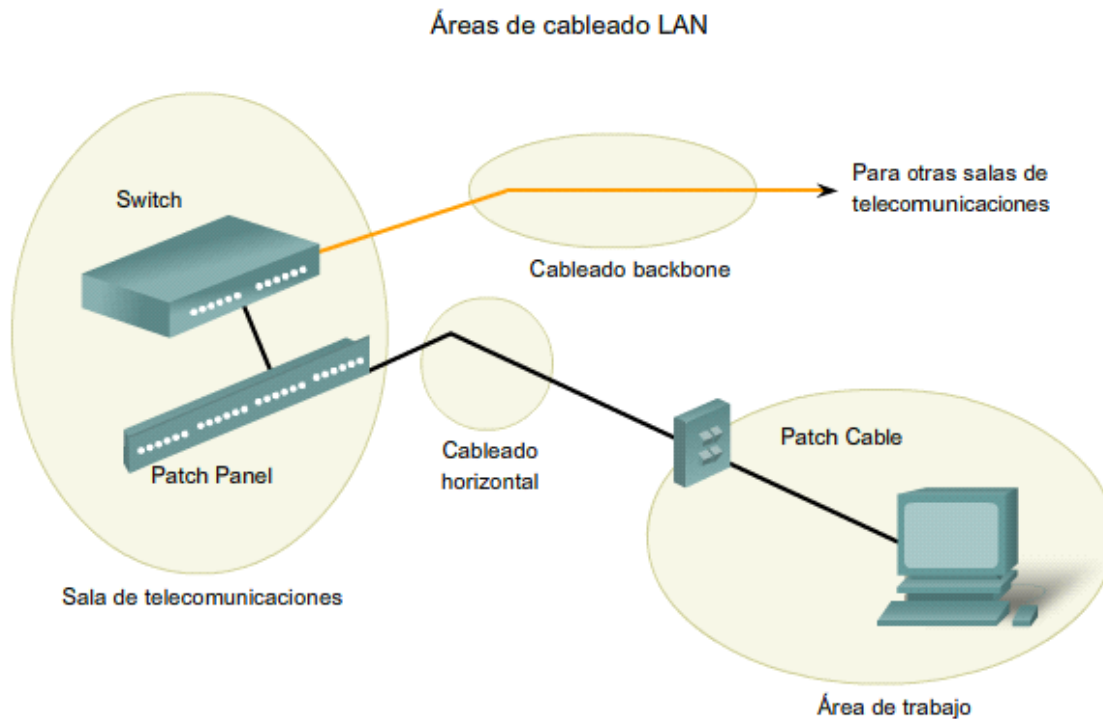
Este cableado conecta los diferentes cuartos de telecomunicaciones.

Este cableado también conecta el cuarto de telecomunicaciones con las salas de equipos donde se encuentran los servidores.

Estos cables también son utilizados para las conexiones fuera del edificio como por ejemplo en los enlaces WAN.

Este cableado se usa para el transporte del tráfico agregado o compuesto, como son los medios de transmisión de conexión a los ISP.

Este cableado requiere una gran ancho de banda.



#### 11.2.1.4 LAN y WAN: conexión

##### Tipos de medios

Existen diferentes implementaciones de la capa física que admiten múltiples tipos de medios:

- UTP: categorías 5, 6 y 7.
- Fibra óptica.
- Inalámbrico.

Cada uno de los medios tiene sus ventajas y desventajas. Se deben considerar los siguientes factores.

- Longitud del cable.
- Costo.
- Ancho de banda.
- Facilidad de instalación.
- Susceptibilidad a EMI/RFI.

Tipos de interconexión de dispositivos



Fibra



UTP



Inalámbrica

### 11.2.1.5 LAN y WAN: conexión

#### Longitud del cable

La atenuación de la señal es proporcional a la longitud del cable.

La longitud total del cable UTP desde el área de trabajo hasta el panel de conexión del cuarto de telecomunicaciones es de 90 metros.

Con adición de los cordones de empalme la longitud máxima es de 100 metros.

La fibra óptica permite un alcance mayor, desde 400 metros hasta 10 Km, dependiendo del tipo de fibra óptica y de la velocidad de transmisión.

#### Costo

El costo del cableado esta función de las velocidades de operación de los equipos terminales de datos y de los equipos de red.

El costo de instalación de la fibra óptica es superior al costo del cable UTP.

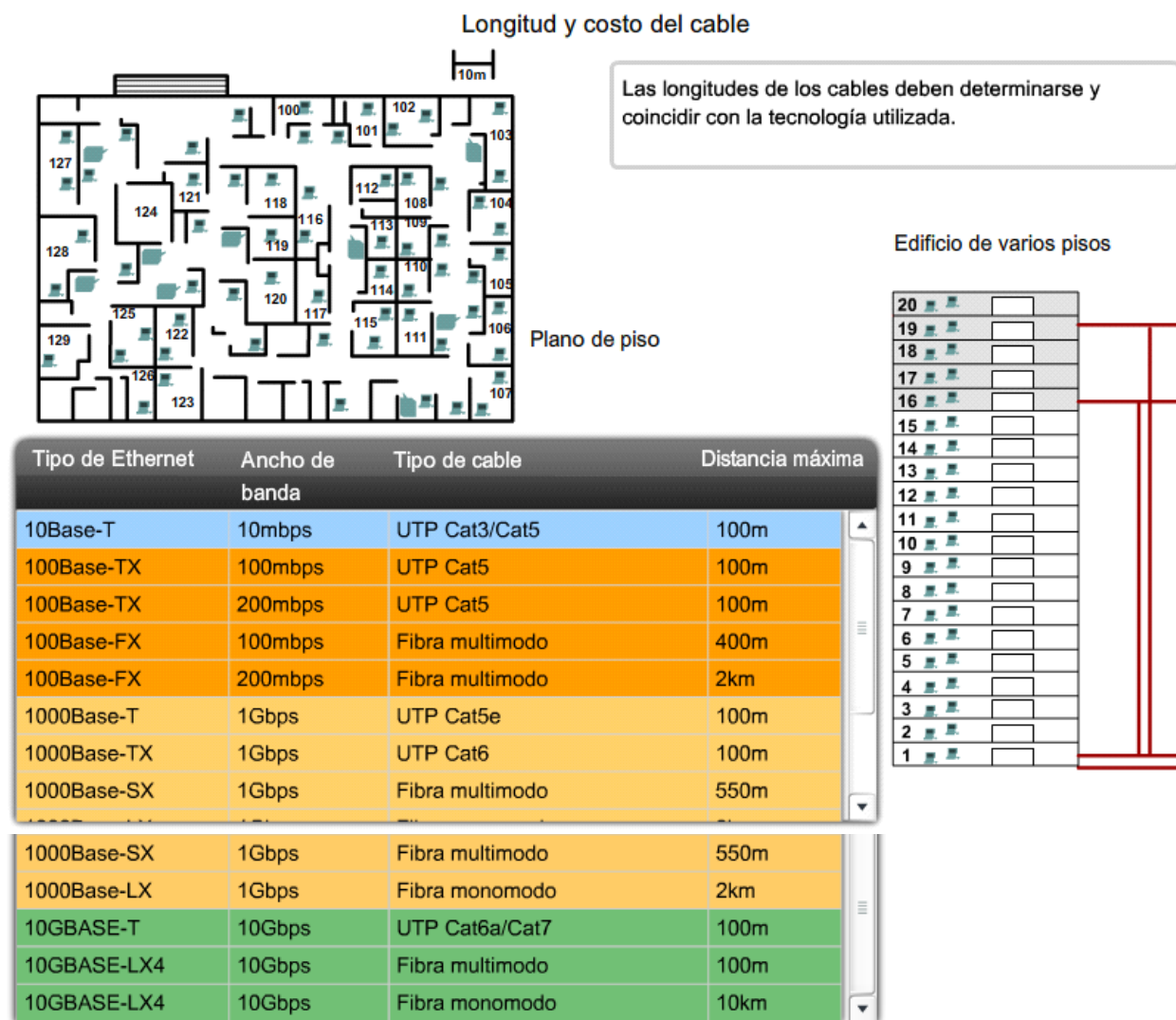
#### Ancho de banda

Los dispositivos de una red presentan requisitos de ancho de banda diferentes.

Un servidor requiere mayor ancho de banda que un equipo terminal de un usuario.

La fibra óptica permite un ancho de banda mayor que el cable UTP.

La transmisión inalámbrica tiene un ancho de banda considerable, sin embargo su funcionamiento se encuentra limitado por la distancia de separación entre los puntos de transmisión y los equipos terminales



### 11.2.1.6 LAN y WAN: conexión

#### Facilidad de instalación

Para la protección y tendido de los conductores eléctricos y de telecomunicaciones, se usan canales.

El cable UTP es liviano, flexible y tiene un diámetro pequeño lo cual permite su instalación en lugares pequeños. El conector RJ-45 está estandarizado y es fácil de conseguir. El proceso de terminación de los cables en este conector no es dificultoso. Muchos cables de fibra óptica contienen una fibra de vidrio delgada. Esta característica genera inconvenientes en el tendido debido al requerimiento de un radio de curvatura apreciable para la fibra óptica.

La fibra óptica puede romperse al doblarla o al hacerla girar en el proceso de terminación en un conector.

La terminación de los cables en un conector ST, SC y MT-RJ son difíciles de instalarlo y requieren un equipo especial.

Las redes inalámbricas requieren de un cableado para la conexión de los puntos de acceso a la red.

Algunos tipos de materiales de construcción afectan a la señal inalámbrica.

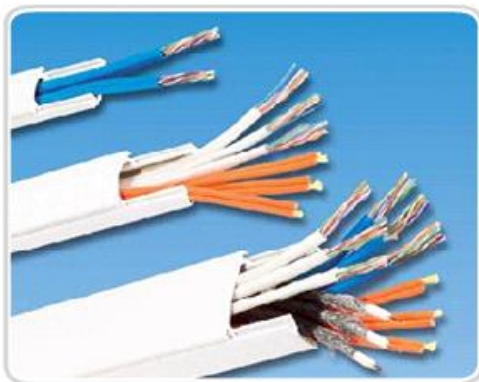
#### Interferencia electromagnética o interferencia de radiofrecuencia.

Esta interferencia es creada por los motores, los equipos de telecomunicaciones que emiten sus armónicos, la descarga atmosférica, los transformados instalados cerca a los sitios donde se encuentran los equipos de red.

Los medios alámbricos son susceptibles a este tipo de interferencia.

#### Facilidad de instalación

El UTP y la fibra tienen distintos  
requisitos de instalación.



Canal para cable UTP



Canal para cable de fibra



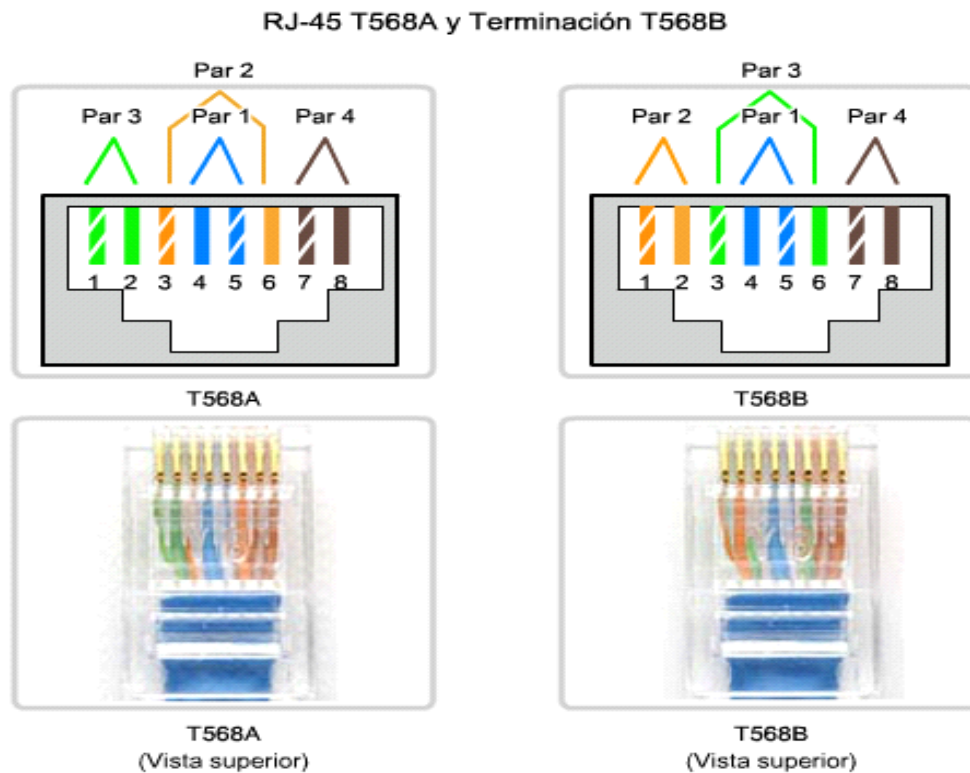
### 11.2.2.1 Realización de conexiones LAN

La asociación de las industrias electrónicas EIA y la asociación de las industrias de telecomunicaciones TIA establecen los estándares para el cableado UTP.

El extremo del cable se engarza a un conector macho RJ-45.

Cuando se observa desde arriba, con la entrada de apertura hacia el observador, los terminales se numeran de derecha a izquierda, desde el número uno hasta el número ocho.

La entrada de apertura está ubicada al lado opuesto del mecanismo de seguridad de conexión.



## 11.2.2.2 Realización de conexiones LAN

### Tipos de interfaces

En una LAN Ethernet, los dispositivos pueden usar uno de dos tipos de interfaces: MDI y MDIX.

MDI: interfaz dependiente del medio, utiliza un diagrama de terminales normales de Ethernet. Los terminales uno y dos están asignados a la transmisión y los terminales tres y seis están asignados a la recepción.

Las computadoras, servidores y enrutadores este tipo de interfaz.

MDIX: interfaz cruzada dependiente del medio. Los dispositivos que proporcionan la conectividad a la LAN utilizan la interfaz MDIX.

Los hubs y switches tienen interfaz MDIX.

La conexión MDIX intercambia los pines entre el transmisor y el receptor.

Cable de conexión directa: ambos extremos tienen la misma secuencia en los conectores extremos.

Cable de conexión cruzado: cable que intercambia los pines de transmisión y recepción.

Estos dos tipos de interfaces permiten que los computadores, servidores y enrutadores puedan ser conectados a los switches a través de un cable de conexión directa.

Cuando conecte dos dispositivos del mismo tipo, se debe usar un cable de conexión cruzado.

### Cables UTP de conexión directa

Un cable de conexión directa tiene conectores en cada extremo y su terminación es idéntica en ambos extremos, con la misma secuencia numérica, conforme a los estándares 568A o 568B.

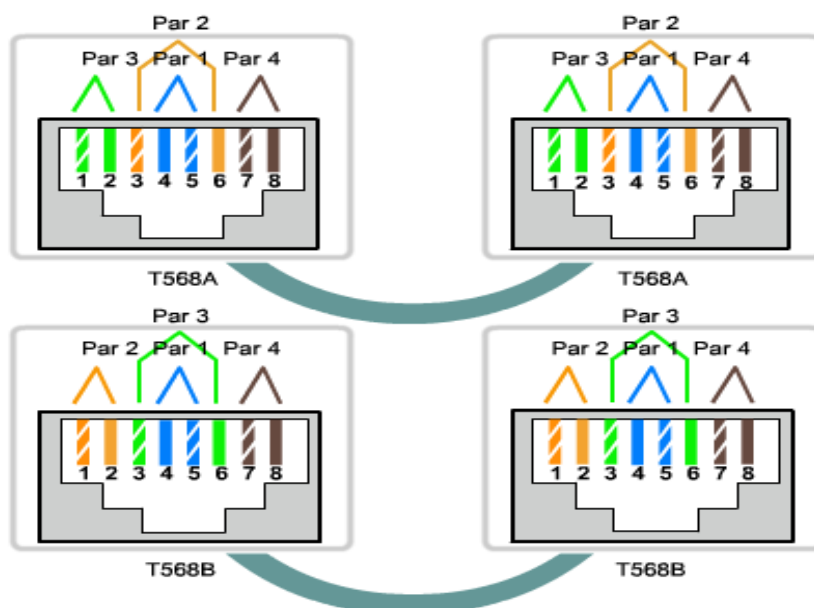
Es recomendable el uso de uno de estos dos tipos de cables en toda la LAN.

Se debe utilizar este tipo de cable para las siguientes conexiones.

- Conexión de computadores con un hub ó un switch, puertos Ethernet.
- Conexión de un enrutador con un hub ó un switch, puertos Ethernet.

#### Cable de conexión directa

Los cables de conexión directa tienen la misma terminación en cada uno de los extremos (T568A o T568B).



### 11.2.2.3 Realización de conexiones LAN

#### Cables UTP de conexión cruzada

Para que dos dispositivos puedan comunicarse a través de un cable, es necesario que los terminales de transmisión de un equipo estén conectados con los terminales de recepción en el extremo opuesto.

El cable debe tener un terminal conectado al terminal del transmisor en un extremo y un terminal conectado al receptor en el extremo opuesto.

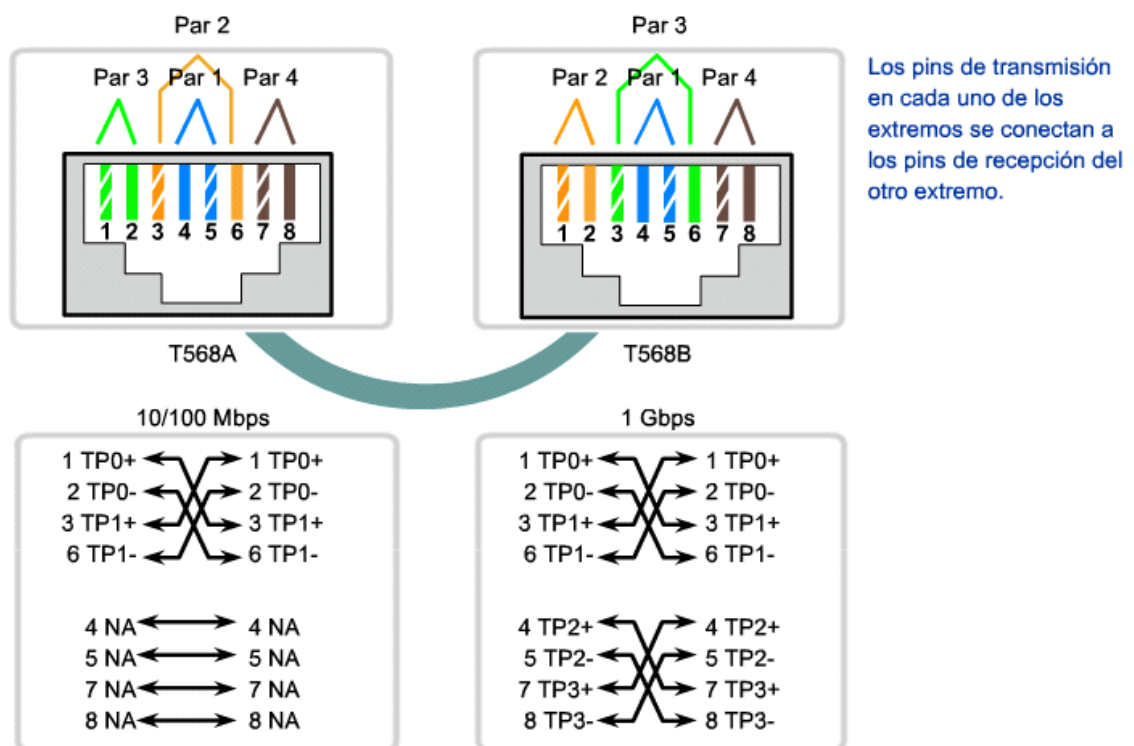
En el caso que se conecten dos equipos con el mismo tipo de interfaz, uno de los extremos del cable debe tener una terminación T568A y el otro extremo T568B.

Los cables de conexión cruzada conectan los siguientes dispositivos de red LAN.

- Switch a switch.
- Switch a hub.
- Hub a hub.
- Enrutador a enrutador, en los puertos Ethernet.
- Computador a computador.
- Computador a puerto Ethernet del enrutador.

#### Cable de conexión cruzada

Los cables de conexión cruzada tienen una terminación T568A en un extremo y una terminación T568B en el otro.



#### 11.2.2.4 Realización de conexiones LAN

##### Selección de MDI/MDIX

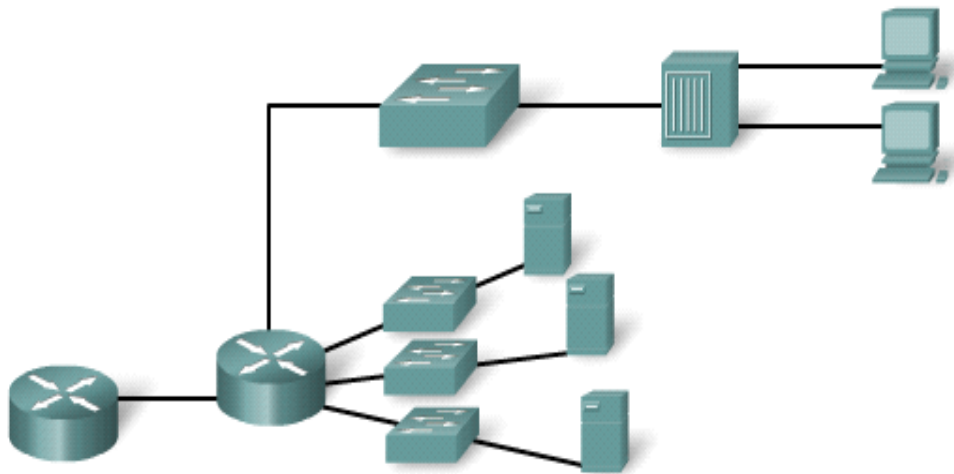
Algunos dispositivos permiten que la configuración de los puertos Ethernet en el modo MDI ó MDIX.

- Mecanismo que intercambia de manera eléctrica en los equipos los pares de transmisión y recepción en un dispositivo.
- Configuración del puerto como MDI ó MDIX.
- El dispositivo detecta el tipo de cable requerido y configura la interfaz.

Identifique el tipo de cable en cada conexión

##### Establecimiento de conexiones LAN

Identifique el tipo de cable UTP apropiado y la posible categoría para conectar diferentes dispositivos intermedios y finales en una LAN.



### 11.2.3.1 Realización de conexiones WAN

En enlace WAN puede abarcar grandes distancias. Esto permite que sea posible el acceso una diversidad de aplicaciones residentes con dispositivos ubicados en redes lejanas.

Algunos tipos de enlaces WAN:

- Conexiones por marcación telefónica a un número, conector RJ-11 o conexión a una línea DSL.
- Conexiones seriales.

Tipos de conexiones WAN

HDLC de Cisco	PPP	Frame Relay	Módem DSL	Cable módem
EIA/TIA-232 EIA/TIA-449 X.21V.24 V.35 Interfaz serial de alta velocidad (HSSI)			RJ-11 Nota: Funciona sobre línea telefónica	F Nota: Funciona sobre línea de televisión por cable



Router: Serial inteligente macho

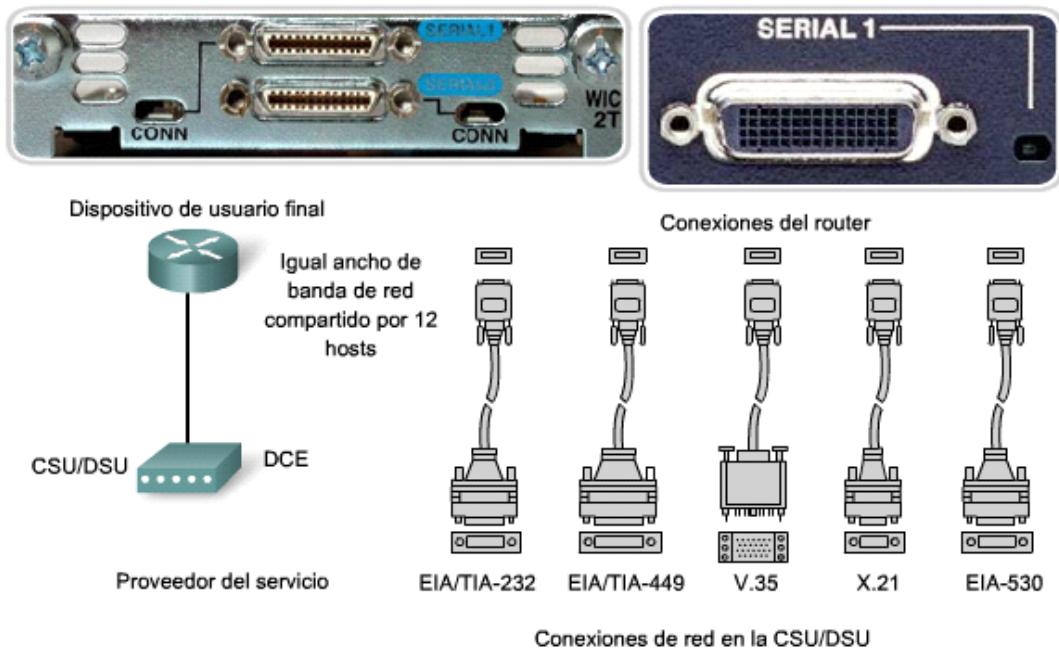


Red: Tipo de bloque Winchester macho

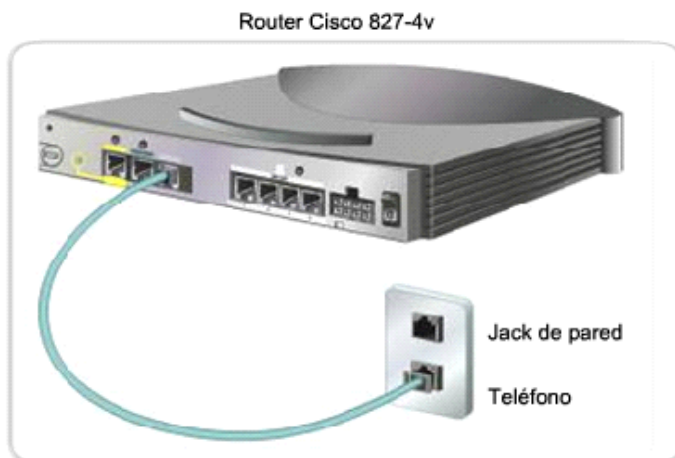
### 11.2.3.2 Realización de conexiones WAN

El conector de tipo Winchester se usa para la conexión en el equipo CSU/DSU.

#### Tipos de conexiones WAN: Serial



#### Tipos de conexiones WAN: DSL





### 11.2.3.3 Realización de conexiones WAN

#### Equipo de comunicación de datos y equipo terminal de datos

Se tiene esta clasificación conforme a su funcionamiento.

Equipo de comunicación de datos DCE: es un equipo que proporciona el servicio de temporización a otro dispositivo. Usualmente este equipo se encuentra instalado en los extremos del enlace donde se tiene acceso a la WAN.

Equipo terminal de datos DTE: es un dispositivo que recibe la temporización de otro dispositivo y se ajusta en consecuencia. Habitualmente este dispositivo se encuentra en el extremo del enlace del cliente WAN o del usuario.

Si se establece una conexión serial directa con un proveedor de servicios o un dispositivo que proporciona la temporización, como un dispositivo CSU/DSU, en este caso el enrutador se comporta como un DTE. Se utiliza un cable serial de tipo DTE entre el enrutador y el CSU/DSU. Si el enrutador suministra la frecuencia de reloj, se usa un cable DCE entre el enrutador y el equipo anexo.

Los DTE y los DCE se utilizan en los enlaces WAN. La comunicación se mantiene cuando el DCE emite una frecuencia aceptable de reloj para el emisor y el receptor.

En la mayoría de los casos el ISP o la compañía telefónica proporcionan la señal del reloj.

Si un enlace serial funciona a 1544 Mbps, cada dispositivo receptor debe enviar una señal de muestra cada 1/1544000 de segundo. Los dispositivos deben ser capaces de sincronizarse a la señal que se envía y recibe rápidamente.

Al asignar al enrutador una frecuencia de reloj, se configura la temporización. Esto le permite al enrutador el ajuste de la velocidad de sus operaciones de comunicación. De esta manera se sincroniza con los dispositivos conectados a él.

Conexiones WAN seriales para DCE y DTE

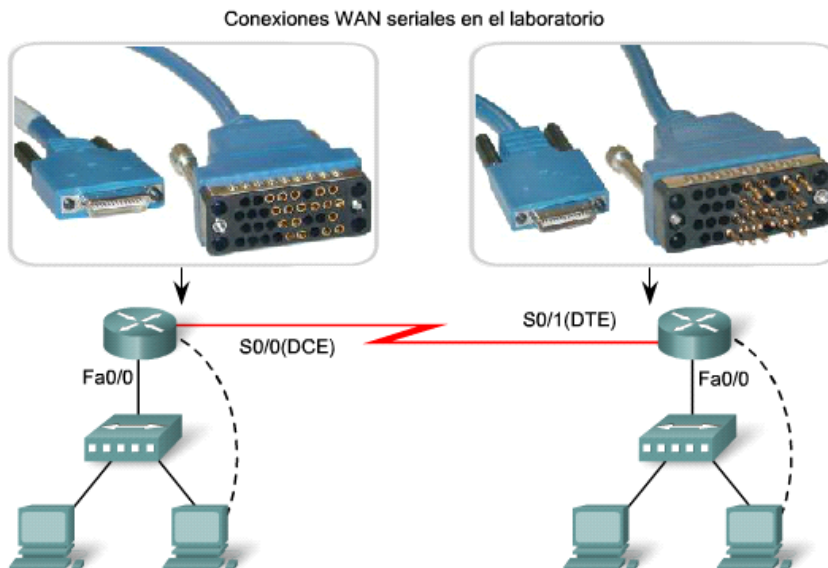


#### 11.2.3.4 Realización de conexiones WAN

Es posible la simulación de un enlace WAN por medio del uso de cables con conectores Winchester.

Los enrutadores son dispositivos DTE predeterminados, sin embargo pueden ser configurados como equipos DCE.

Los cables que funcionan con el estándar V.35 pueden ser configurados como DCE o DTE.

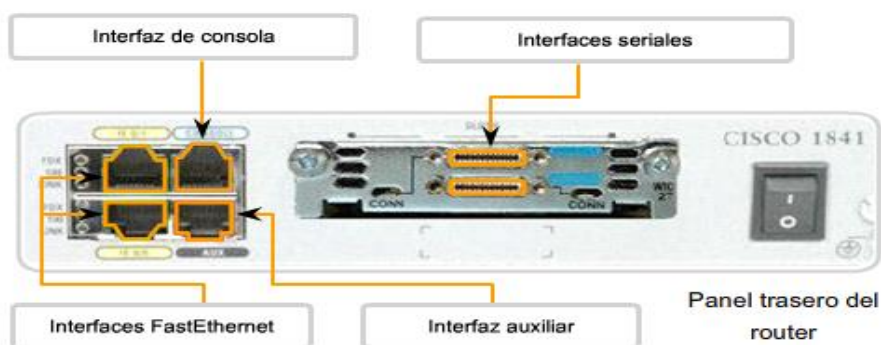


### 11.3.1 Interfaces de los equipos de acceso a la red

Los switches y enrutadores pueden estar equipadas con las siguientes interfaces o puertos.

- Interfaz LAN Ethernet: permite la conexión con las computadoras, servidores u otros equipos de acceso a la red. Dependiendo del tipo de interfaz, algunos de ellos se denominan Fast Ethernet.
- Interfaz WAN serial: permite la conexión con los CSU/DSU para el acceso a la red del proveedor de servicios. Esta interfaz permite la conexión de dos enrutadores entre sí. En este caso debe ser implementado el suministro de la señal de reloj en uno de los enrutadores.  
Esta interfaz también se utiliza para el acceso remoto a un enrutador desde una consola para el diagnóstico de la red.
- Interfaz de consola: permite la configuración y el diagnóstico del equipo. El acceso debe ser controlado para evitar cambios indebidos en el funcionamiento de la red. Esta es una conexión local.
- Interfaz auxiliar: permite el acceso remoto al switch a través de un modem con la misma finalidad que la interfaz de consola, pero con algunas restricciones en el acceso a los comandos. Se utiliza para la conexión por vía telefónica a través de un modem.

Ejemplo de interfaces de dispositivos



### 11.3.2 Conexión de administración de dispositivos

Algunos dispositivos no tienen asignado o configurado un computador o un equipo terminal de datos para el diagnóstico del dispositivo.

Para el acceso y configuración a un dispositivo se usa un computador con un programa de emulación de terminal.

El switch o el enrutador se configura por medio de un computador con un programa emulador de terminal a través del puerto serial DB-9 o DB-25, denominados COM1 o COM2.

El extremo opuesto es un conector RJ-45 el cual se conecta al switch o al enrutador.

Se utiliza un cable transpuesto, en el cual los cables se conectan a conectores RJ-45 y luego un adaptador de RJ-45 a DB-9.

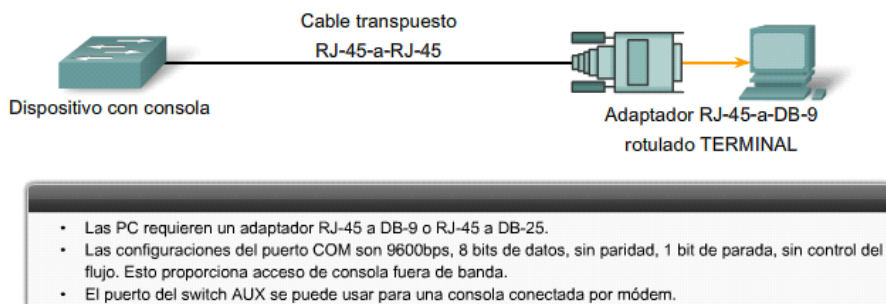
El computador debe ser configurado en el modo de hyperterminal, con los siguientes parámetros:

- Velocidad: 9600 bps.
- Bits de datos: ocho.
- Paridad: ninguno.
- Bits de parada: uno.
- Control de flujo: ninguno.

Las computadoras más recientes no tienen el puerto serial, sino el USB.

Es necesario el uso de un convertidor USB-serial.

La conexión de administración de dispositivos



### 11.4.1 Interfaz RS-232

Inicialmente se estableció una norma para un conector de 25 terminales.

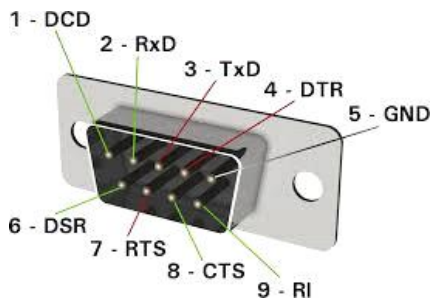
Posteriormente fue sustituido por un conector de nueve terminales.

Su uso ha sido muy amplio para la conexión de los hosts a los modems para los enlaces de larga distancia.

En los terminales del conector se tienen señales de control y señales de transferencia de datos.

Desde la perspectiva de un host, en el conector se tienen las siguientes señales.

- 1 - DCD : Data Carrier Detect.
- 2 - Rx: Received Data.
- 3 - Tx: Transmitted Data.
- 4 - DTR: Data Terminal Ready.
- 5 - SG: Signal Ground.
- 6 - DSR: Data Set Ready.
- 7 - RTS: Request to Send.
- 8 - CTS: Clear to Send.
- 9 - RI: Ring Indicator.



#### 11.4.2 Interfaz RS-232

El significado cada una de estas señales es:

- Receive Signal Line Detect (RSLD) o DCD: esta señal de control es enviada por el módem local a la computadora local e informa a la computadora que se ha establecido una conexión física con otro módem. A veces se conoce como detector de portadora (CD).
- Receive Data (RD): es la línea por donde el dato se recibe de un bits a la vez.
- Transmit Data (TD): es la línea por donde el dato se transmite de un bit a la vez.
- Data Terminal Ready (DTR): esta señal de control es enviada por la computadora, e informa al módem que la computadora está lista para recibir datos.
- Signal Ground SG: esta línea se usa como potencial de referencia para el computador y el modem.
- Data Set Ready (DSR): esta señal de control es enviada por el módem en respuesta a una señal de DTR de la computadora.
- Request To Send (RTS): esta señal de control se envía de la computadora (DTE) al módem (DCE) para indicar que se quieren transmitir datos. Si el módem decide que acepta esta señal
- Clear To Send (CTS): esta señal de control es enviado por el módem después de recibir la señal de RTS indica que la computadora puede transmitir.
- Ring Indicator (RI): esta señal de control envía el modem al computador para indicarle que se estableció una conexión con el modem remoto por vía telefónica. Muy poco se usa en la actualidad.



### 11.4.3 Interfaz RS-232

El alcance de la señal en este cable es de 15 metros.

La velocidad de transmisión utilizada para esta interfaz es de 20000 bit / s.

Tensión	Señal	Nivel Lógico	Control
---------	-------	--------------	---------

+3 a +15	Espacio	0	On
----------	---------	---	----

-3 a -15	Marca	1	Off
----------	-------	---	-----

Una señal comprendida entre -3 V y +3 V no está definida, es una región de incertidumbre. La máxima amplitud de la señal en cualquiera de los terminales no debe exceder de 25 Voltios, medido en circuito abierto.

Los diferencia de potencia de cada una de los terminales se mide con referencia a la señal de SG.

La línea de SG tiene un potencial de referencia de 0 Voltios.

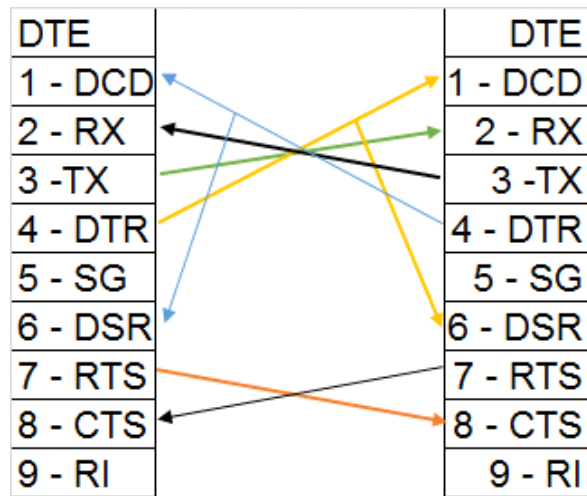
En la práctica se usan las señales de -12 Voltios y + 12 Voltios.

En la actualidad se utilizan interfaces USB en un extremo y RS-232 en el otro extremo.

Esta interfaz está asociada con los puertos COM1 y COM2 en los computadores.

#### 11.4.4 Interfaz RS-232

Es posible la conexión de dos equipos DTE por medio de una interfaz RS-232. La configuración usada se denomina null-modem.



Las señales RTS y CTS determinan el modo de funcionamiento semi-dúplex.