



Proyecto de Fin de Curso

Curso Académico 2015/2017

Diseño de una Red Telemática WAN para Empresas

Autor: *David Madrona Martínez*

Tutor del proyecto: Carlos Vállora Fernández

Índice

	Pag.
1. Introducción.....	4
1.1. Justificación y contexto del Proyecto...	5
1.2. Objetivos.....	7
1.3. Metodología.....	8
1.4. Ejemplo de una Red WAN.....	9
2. Descripción.....	10
2.1. Estructura de un Sistema Telemático...	10
2.2. Clasificación de un Sistema Telemático.....	12
2.3. Arquitectura y Modelos de Referencia	18
2.3.1. Modelo de Referencia OSI...	18
2.4.2. Arquitectura TCP/IP	20
2.4. Estandarización	23
2.4.1. Organismos de Estandarización	23
2.4.2. Normas...	25
2.4.2.1. TIA/EIA 568-B1	25
2.4.2.2. TIA/EIA 568-B2...	30
2.4.2.3. TIA/EIA 568-B3...	31
2.5. Planteamiento básico de la red	32
2.6. Requisitos del Proyecto	33
2.6.1. Requisitos generales.....	33
2.6.2. Requisitos redes locales	34
2.6.3. Requisitos red de área amplia.....	35
2.6.4. Requisitos servidores corporativos.....	35
2.6.5. Requisitos aplicaciones	36
3. Diseño.....	37
3.1. Subnetting.....	37
3.2. Infraestructura de la Red.....	40
3.2.1. Topología de la Red	42
3.2.2. Configuración de los Routers.....	43
3.2.2.1 Configuración de las IP estáticas...	46
3.2.3. Configuración de los Switches	47
3.2.4. Configuración de los PCs	50
3.2.5. Puntos de Acceso y Portátiles.....	51
3.2.6. Configuración de los Servidores...	54

327. Telefonía IP.....	59
4. Análisis Económico.....	62
4.1. Operadores.....	62
4.2. Coste Económico Total.....	64
5. Simulación.....	66
5.1. Conexión entre distintas Sedes.....	66
5.2. Acceso a Internet.....	68
5.3. Correo Electrónico.....	69
5.4. Telefonía IP.....	70
6. Entregables.....	73
6.1. Topología General de la Red.....	73
6.2. Topología detallada de cada Red Local.....	75
6.2.1 Topología Red Local de Valencia.....	76
6.2.2 Topología Red Local de Madrid.....	79
6.2.3 Topología Red Local de Barcelona.....	80
6.2.4 Topología Red Local de Paris.....	81
6.2.5 Topología Red Local de New York.....	82
6.3. Arquitectura de los Equipos de Red.....	83
6.4. Arquitectura de los Servidores.....	86
6.5. Arquitectura de los puestos de Usuario.....	88
6.6. Tablas de Encaminamiento estático de Routers.....	89
7. Conclusiones.....	91
8. Referencias.....	92

1. Introducción

La Telemática es una disciplina científica y tecnológica, originada por la convergencia entre las tecnologías de las Telecomunicaciones y de la Informática.

Así mismo, Telemática se define como el conjunto de conceptos, técnicas y servicios surgidos de la transmisión de datos, la telefonía y de su crecimiento y acercamiento natural posibilitado por el desarrollo de la microelectrónica y el uso del computador y la ingeniería del software como procesador para comunicaciones.

Cubre un campo científico y tecnológico de una considerable amplitud, englobando el estudio, diseño, gestión y aplicación de las redes y servicios de comunicaciones, para el transporte, almacenamiento y procesamiento de cualquier tipo de información (datos, voz, vídeo, etc.), incluyendo el análisis y diseño de tecnologías y sistemas de conmutación.

Entre las distintas finalidades que tiene la Telemática, las que se destacan principalmente son las siguientes:

- Aplicación de **Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC)** para la creación de distintos proyectos que busquen generar infraestructuras eficientes de Telecomunicación en distintas edificaciones, aplicables a empresas.
- Elaborar un sustento fiable para futuros desarrolladores de estas tecnologías y aplicaciones, además de **crear nuevas tecnologías** que permitan suministrar equipos y otros sistemas de telecomunicación.
- Gestionar la creación de **Redes de Área Local (LAN)**, **Redes de Área Metropolitana (MAN)** y **Redes de Área Amplia (WAN)** con la aplicación de planificaciones y gestión de nuevas tecnologías.
- Diseño de nuevas aplicaciones para sistemas, servicios correspondientes a las áreas de redes y medidas de seguridad que deriven en un desarrollo **Rápido, Fiable y Seguro** de las Telecomunicaciones entabladas.
- Brindar las normativas necesarias que permitan homologar y rectificar los criterios establecidos para las Telecomunicaciones, el desarrollo de **nuevas tecnologías** (Equipos, Sistemas) y las distintas **Certificaciones** que avalen un método determinado.
- Brindar certificaciones y protocolos que permitan identificar y clasificar la **Calidad de Servicio** para distintos medios de comunicación.

Diseño de una Red Telemática para Empresas con distintas Delegaciones

Nuestro proyecto consistirá en el diseño e interconexión de una red telemática para una empresa, que permita la comunicación entre las distintas sedes instaladas en diferentes ciudades del mundo (Red WAN).

Esta empresa contará con una sede principal en *Valencia* y con otras 4 delegaciones en las ciudades de *Madrid, Barcelona, Paris y New York*.

Se realizará el diseño de estas sedes en base a los requisitos especificados en apartados posteriores.

Para ello tendremos en cuenta los contenidos impartidos en las distintas asignaturas relacionadas con telemática, así como estándares referenciados, recomendaciones, ejemplos, ofertas comerciales de operadores, etc., que podremos conseguir vía bibliografía o a través de Internet.

1.1 Justificación y contexto del Proyecto

Este documento se presenta como parte de la memoria de Proyecto Final de Curso (PFC) de los estudios de FP de Grado Superior Sistemas de Telecomunicaciones e Informáticos.

Desde hace unos años el concepto de redes WAN ha evolucionado mucho más que cualquier otro concepto en las comunicaciones. Se hace difícil hoy en día debido al aumento de ancho de banda de los enlaces, así como la necesidad de este de las nuevas aplicaciones y el sorprendente aumento de las necesidades de los enlaces domésticos, el poder diferenciar donde llega el ámbito de trabajo de una LAN, MAN o de una red WAN.

Debido a la alta demanda de soluciones propiciada por el uso intensivo de Internet, es por lo que se hace necesario contar con las mejores soluciones para el uso de las líneas de comunicaciones y acceso a la red.

Los llamados tradicionalmente equipos WAN deben realizar varias funciones como son el control, acceso, VPN, encriptación o la compresión de los enlaces. Estas posibilidades hacen que el planteamiento de acceso remoto para el teletrabajo, Telefonía IP home desde la central de la empresa, no sea un deseo, sino soluciones actuales de mercado.

Cuando las empresas tienen varias delegaciones y factorías, se hace necesario que se pueda tener una comunicación en punto a punto y multipunto con un gran ancho de banda y calidad de servicio.

Diseño de una Red Telemática para Empresas con distintas Delegaciones

El propósito principal de este proyecto es la creación de una Empresa Multinacional con sede principal en Valencia, y con distintas delegaciones en Madrid, Barcelona, Paris y New York.

Entre los servicios obligatorios a los cuales se tendrá acceso con este diseño en todas las sedes se encuentran:

- Acceso a Internet
- Acceso WiFi en todas la sedes
- Correo electrónico
- Aplicación Web Corporativa para información de la empresa y del catalogo de productos de la misma
- Aplicación Web Corporativa propietaria para clientes
- Aplicación Web Corporativa propietaria de productos accesible mediante FTP
- Aplicación de Voz IP punto a punto

Como posibles extensiones de este proyecto se podrían instalar otros servicios útiles como:

- Aplicaciones de Seguridad (Firewall)
- Videoconferencia
- Intranet

En la presente propuesta se presentan las tecnologías de enlace adecuadas, las cuales nos permitan una mejora respecto a coste / eficiencia en nuestro proyecto, así como especificaciones técnicas, implementaciones, configuraciones, cableado, etc.

Como punto final a nuestro proyecto, presentaremos una serie de entregables, en los cuales se presentarán tanto las arquitecturas de equipos de red, servidores y puestos de usuarios, como las topologías seleccionadas para cada red local.

Así mismo se incluirá un presupuesto total del proyecto teniendo en cuenta tanto el alquiler de las líneas seleccionadas, como los diferentes componentes o equipamiento que se definan en el mismo.

1.2 Objetivos

Generales:

- Realizar el estudio, diseño y simulación de una red Telemática WAN, teniendo en cuenta los requisitos y la normativa vigente especificada a lo largo de esta memoria.
- Aprender a realizar el diseño y simulación de topologías de red con el programa Cisco Packet Tracer, así como la configuración de sus distintos componentes.

Específicos:

- Recolectar y suministrar toda la información pertinente y detallada sobre las condiciones de diseño.
- Verificar el cumplimiento de los estándares internacionales y de las leyes nacionales de acuerdo con lo especificado en el diseño del proyecto.
- Realizar la simulación del funcionamiento de los diferentes componentes de la red.
- Diseñar los ambientes con los espacios específicos en donde se ubicaran los equipos finales de los usuarios, así como los distintos componentes de la red.
- Realizar los cálculos de las necesidades del cliente para obtener los componentes necesarios para cumplir con los mismos.
- Realizar un presupuesto financiero de los costos de implementación de proyecto teniendo en cuenta los mejores componentes a utilizar para cubrir las necesidades de diseño con los mejores precios ofrecidos en el mercado y según la marca de respaldo de cada uno de dichos elementos.
- Realizar los entregables con el diseño más especificado posible de la topología general de la red, la topología detallada de cada red local, arquitectura de los equipos de red, arquitectura de los servidores, arquitectura de los puestos de usuario y de las tablas de encaminamiento estático de routers.

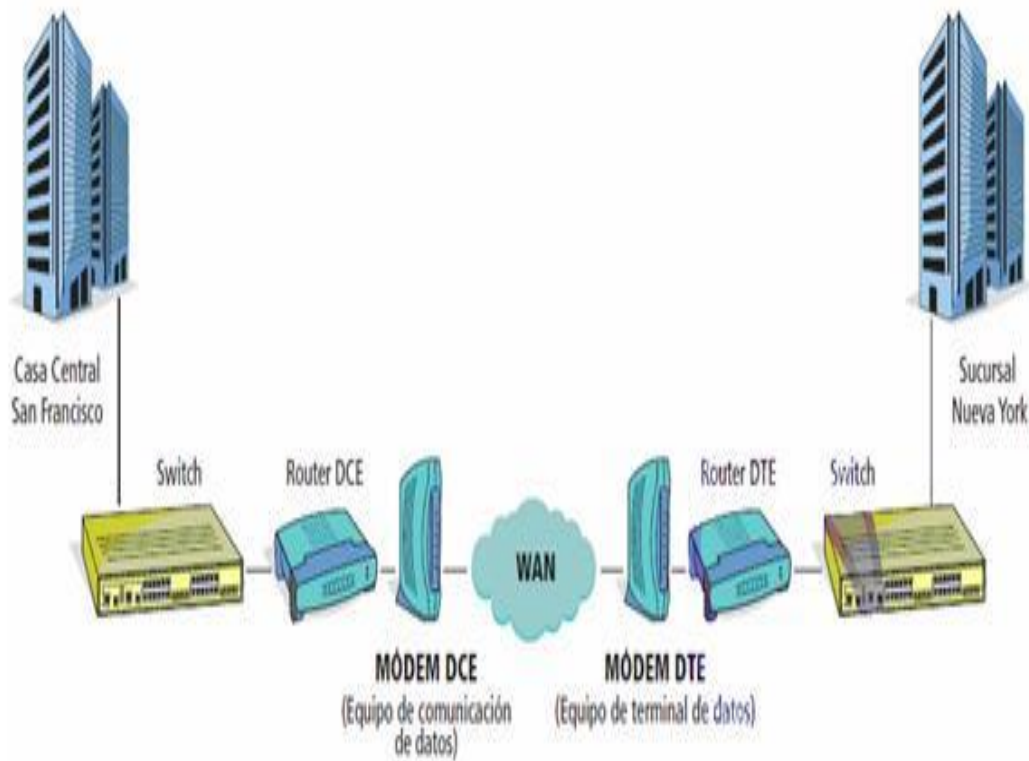
1.3 Metodología

Para cualquier proyecto necesitamos organizar un plan de trabajo el cual iremos cumpliendo conforme avanzamos en el desarrollo de dicho proyecto.

Las fases que distinguiremos a lo largo de este proyecto son las siguientes:

- 1) En primer lugar realizaremos una **introducción detallada** con un ejemplo de **una red WAN** con una imagen y breve explicación.
- 2) Pequeña **introducción de conceptos básicos** para comprender mejor el contenido de nuestro proyecto.
- 3) Descripción de los **estándares y normas** a tener en cuenta a la hora de diseñar el proyecto.
- 4) Estudio del **planteamiento básico de la red** que deseamos diseñar.
- 5) Explicación detallada punto por punto de los **requisitos del proyecto** (Requisitos generales, redes locales, redes de área amplia, servidores corporativos y aplicaciones).
- 6) Una vez aclarados los puntos anteriores, pasaremos a realizar el **subnetting** de nuestra red, para dividir nuestras sedes en subredes y asignarles las direcciones IP adecuadas.
- 7) **Diseño del proyecto** en el cual incluiremos las **topologías de red** que utilizaremos y detallaremos los **tipos de conexiones** a realizar así como los **componentes** que utilizaremos en cada sede.
- 8) **Simulación** del proyecto con **Cisco Packet Tracer**, para comprobar que no existen errores en la red planteada.
- 9) **Análisis de las zonas a cubrir**, ya sea en una misma sede o en la conectividad de estas, para poder elegir la mejor solución calidad/precio.
- 10) **Análisis económico** para realizar una aproximación de los costes aproximados que requeriría el proyecto.
- 11) Una vez realizado el diseño de la red y la simulación de esta, incluiremos los **entregables** que se nos piden como punto final a nuestro proyecto.

1.4 Ejemplo de una red WAN



Una **red de área amplia**, o **WAN**, (*Wide Area Network*), es una red de computadoras que une varias redes locales, aunque sus miembros no estén todos en una misma ubicación física.

Las WAN se utilizan para conectar redes LAN y otros tipos de redes. Así los usuarios se pueden comunicar con los usuarios y equipos de otros lugares.

2. Descripción

2.1 Estructura de un Sistema Telemático

Para definir un sistema telemático necesitaremos enumerar cada uno de sus elementos. Hay que señalar que existen diferentes formas de nombrar los elementos que componen un sistema telemático.

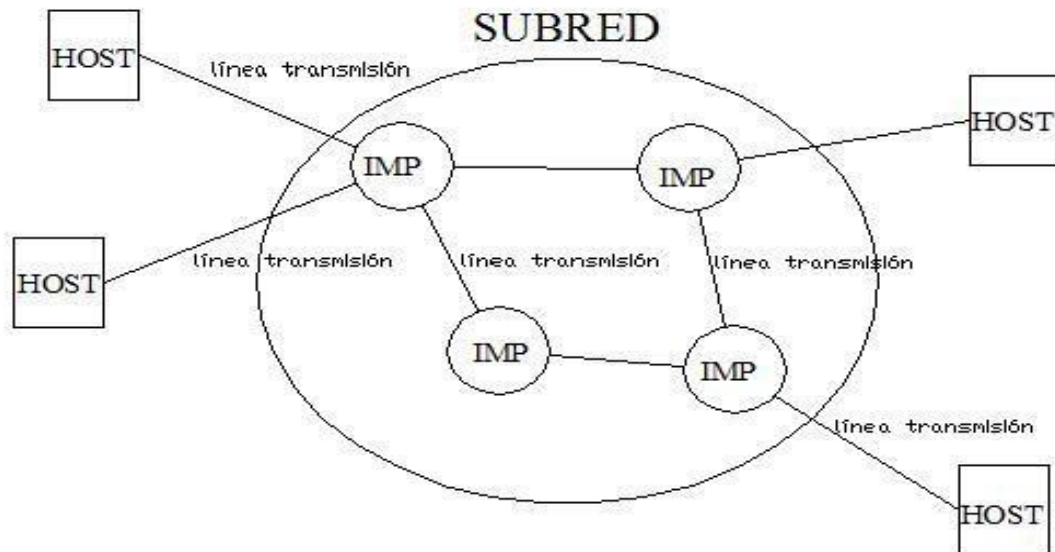
Los dos principales organismos dedicados a la telemática, DARPA y ITU-T, realizan una definición diferente de la estructura de un Sistema Telemático.

DARPA

En la arquitectura DARPA podemos diferenciar las siguientes partes:

- **Host:** Son los equipos que se encargan de ejecutar los procesos o aplicaciones que deseamos. Normalmente suelen ser ordenadores. Estos equipos son capaces de intercambiar información mediante una subred.
- **IMP:** Es un procesador de mensajes de interfaz, que se encarga de la comunicación de los equipos.
- **Líneas de transmisión:** Es el camino por el que viaja la información. Las líneas de transmisión son el medio físico que se utiliza para conectar los hosts (Equipos) con los IMP, aunque también sirven para conectar los IMP entre sí.
- **Subred:** La conexión de los IMP mediante las líneas de transmisión forman la subred, que sirve para hacer llegar de forma automática los datos entre los hosts.

Diseño de una Red Telemática para Empresas con distintas Delegaciones



ITU-T

En cambio la ITU-T diferencia entre estos elementos en un Sistema Telemático:

ETD: Equipo Terminal de Datos. Es el origen o destino de la información y tiene capacidad de procesar los datos.

- **ETCD:** Equipo Terminal del Circuito de Datos. Se encarga de conectar el ETD con la subred pública, y para ello adapta la señal a las características de ésta.
- **Subred:** Es pública, ajena al usuario. Se da libertad para implementarla como se desee.



2.2 Clasificación de un Sistema Telemático

La clasificación de un Sistema Telemático se puede realizar de tres formas distintas:

1. Según la extensión geográfica:

- **Redes de Área Local o LAN (Local Area Network):**

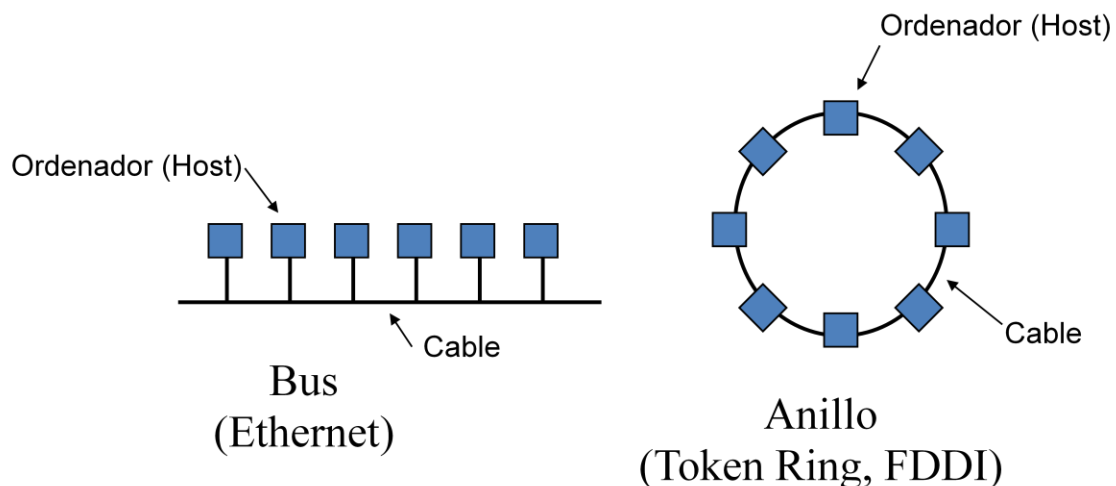
- Características:

- Generalmente son de tipo **broadcast** (medio compartido).
- Cableado normalmente **propiedad del usuario**.
- Diseñadas inicialmente para **transporte de datos**.

- **Topología en bus** (Ethernet) o **anillo** (Token Ring, FDDI)

- Ejemplos:

- Ethernet (IEEE 802.3): 10, 100, 1000 Mb/s (1 Gbps)
- Token Ring (IEEE 802.5): 1, 4, 16, 100 Mb/s
- FDDI: 100 Mb/s
- HIPPI: 800, 1600, 6400 Mb/s (en crossbar)
- Fibre Channel: 100, 200, 400, 800 Mb/s (en crossbar)
- Redes inalámbricas por radio (IEEE 802.11): 1, 2, 5.5, 11 Mb/s



Diseño de una Red Telemática para Empresas con distintas Delegaciones

La topología en bus tiene peores prestaciones que el anillo, porque en el bus todos los equipos se conectan al mismo cable y en el anillo, son conexiones punto a punto.

- **Redes de Área Metropolitana o MAN (Metropolitan Area Network):**

Comprenden una ubicación geográfica determinada "ciudad, municipio", y su distancia de cobertura es mayor de 4 km.

Una red MAN utiliza tecnologías tales como ATM, Frame Relay, xDSL (Digital Subscriber Line), WDM (Wavelength Division Modulation), ISDN, PPP, etc. para conectividad a través de medios de comunicación tales como cobre, fibra óptica, y microondas.

Las redes de área metropolitana tienen muchísimas y variadas aplicaciones, las principales son:

- Despliegue de **servicios de VoIP** (Voz sobre Protocolo de Internet), en el ámbito metropolitano, permitiendo eliminar las "obsoletas" líneas tradicionales de telefonía analógica o RDSI.
- **Interconexión de redes de área local (LAN).**
- **Interconexión ordenador a ordenador.**
- Sistemas de **video-vigilancia** municipal.
- Transmisión **CAD/CAM.**
- **Pasarelas para redes de área extensa (WAN).**

También permiten la transmisión de tráfico de voz, datos y vídeo con garantías de alta latencia, razones por las cuales se hace necesaria la instalación de una red de área metropolitana a nivel corporativo, para corporaciones que cuentan con múltiples dependencias en la misma área capital.

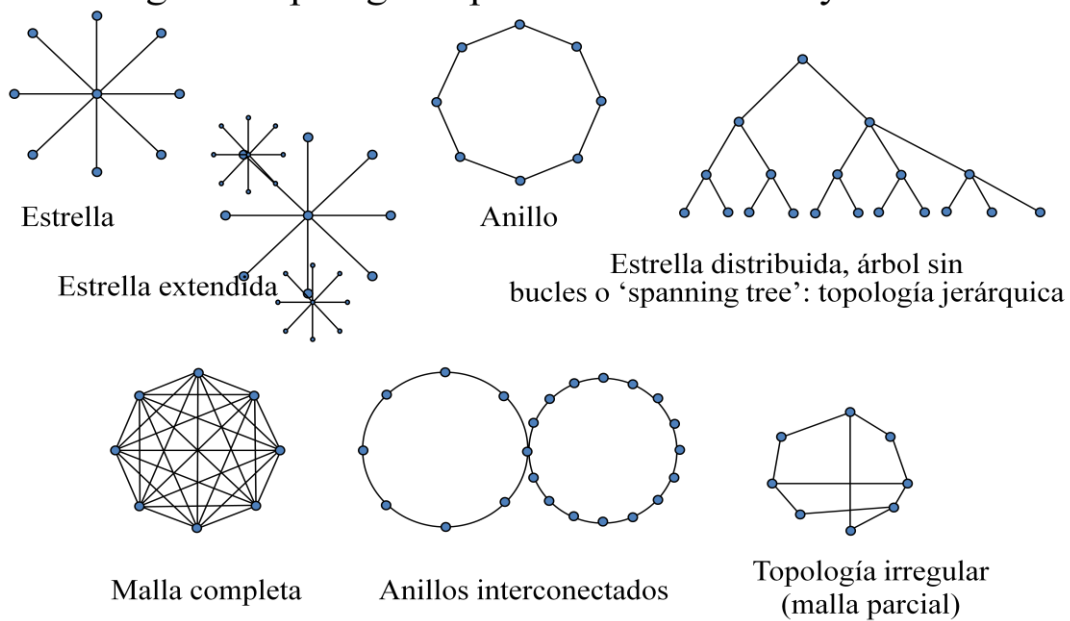
- **Redes de Área extensa o WAN (Wide Area Network):**

- Se caracterizan por utilizar normalmente **medios telefónicos**, diseñados en principio para transportar la voz.
- Son **servicios contratados** normalmente **a operadoras** (Telefónica, Retevisión, Ono, Uni2, etc.).
- Las comunicaciones tienen **un costo elevado**, por lo que se suele optimizar su diseño.
- Normalmente utilizan **enlaces (conexiones o circuitos) punto a punto "temporales" o "permanentes"**, salvo las comunicaciones vía satélite que son broadcast. También hay servicios WAN que son redes de conmutación de paquetes.
- Los **circuitos** permanentes se llaman **PVC** (Permanent Virtual Circuit) y los temporales (o conmutados, switched) se llaman **SVC**.
- Las tecnologías utilizadas para mandar la información en las redes WAN son: líneas dedicadas, conmutación de paquetes y conmutación de circuitos.

Diseño de una Red Telemática para Empresas con distintas Delegaciones

Distancia entre procesadores	Procesadores ubicados en el mismo ...	Ejemplo
1 m	Sistema	Multiprocesador
10 m	Habitación	LAN
100 m	Edificio	
1 Km	Campus	
10 Km	Ciudad	MAN (o WAN)
100 Km	País	WAN
1.000 Km	Continente	
10.000 Km	Planeta	

Algunas topologías típicas de redes LAN y WAN



2. Según la forma de conectar los sistemas:

- **Punto a punto (Conmutadas):**

- En una red punto a punto los enlaces pueden ser:
 - **Simplex:** transmisión en un solo sentido.
 - **Semi-dúplex o half-duplex:** transmisión en ambos sentidos, pero no a la vez.
 - **Dúplex o full-duplex:** transmisión simultánea en ambos sentidos.
- En el caso dúplex y semi-dúplex el enlace puede ser simétrico (misma velocidad en ambos sentidos) o asimétrico. Normalmente los enlaces son dúplex simétricos
- La velocidad se especifica en bps, Kbps, Mbps, Gbps, Tbps, ...
 - **1 Kbps = 1.000 bps (no 1.024)**
 - **1 Mbps = 1.000.000 bps (no 1.024*1.024)**Ejemplo: la capacidad total máxima de un enlace de 64 Kbps son 128.000 bits por segundo si es simétrico (64.000 bits por segundo en cada sentido).

- **Broadcast (Radiodifusión):**

- Son redes en las que la **transmisión de datos** se realiza por un sólo **canal de comunicación, compartido** entonces por todas las máquinas de la red.
- **Cualquier paquete** de datos enviado por cualquier máquina **es recibido por todas las de la red.**

Tipo	Broadcast	Enlaces punto a punto
Características	La información se envía a todos los nodos de la red, aunque sólo interese a unos pocos	La información se envía solo al nodo al cual va dirigida
Ejemplos	• Casi todas las LAN (excepto <u>LAN conmutadas</u>) • Redes de satélite • Redes de TV por cable	• Enlaces dedicados • Servicios de conmutación de paquetes (X.25, Frame Relay y ATM). • LAN conmutadas

	Redes LAN	Redes WAN
Redes broadcast	Ethernet, Token Ring, FDDI	Redes vía satélite, redes CATV
Redes de enlaces punto a punto	HIPPI, Fiber Channel LANs conmutadas	Líneas dedicadas, RDSI, Frame Relay, ATM

3. Según la forma de conmutar:

- **Conmutación de circuitos:**

- Establece un canal dedicado entre origen y destino
- Requiere **fases de establecimiento y liberación.**
- Una vez establecido el circuito se transmite **la información de forma continua.**
- Origen red telefónica (**Voz**) aunque también se utiliza para mandar datos.
- **Uso ineficiente de los recursos** cuando no se genera información de forma constante.
- Cuando la **demanda excede** los recursos disponibles **no se aceptan más llamadas.**

- **Conmutación de paquetes:**

- La información se divide en **bloques (paquetes)** para mandarse por la red.
- A los paquetes ha de añadirseles información de control (**cabeceras**).
- En cada nodo: **almacenamiento y reenvío.**
- Entre dos nodos todos los paquetes utilizan secuencialmente el mismo canal. **Colas de espera (buffers).**
- Cuando aumenta la demanda de recursos la calidad se degrada paulatinamente: **pérdidas y retardos altos.**

Diseño de una Red Telemática para Empresas con distintas Delegaciones

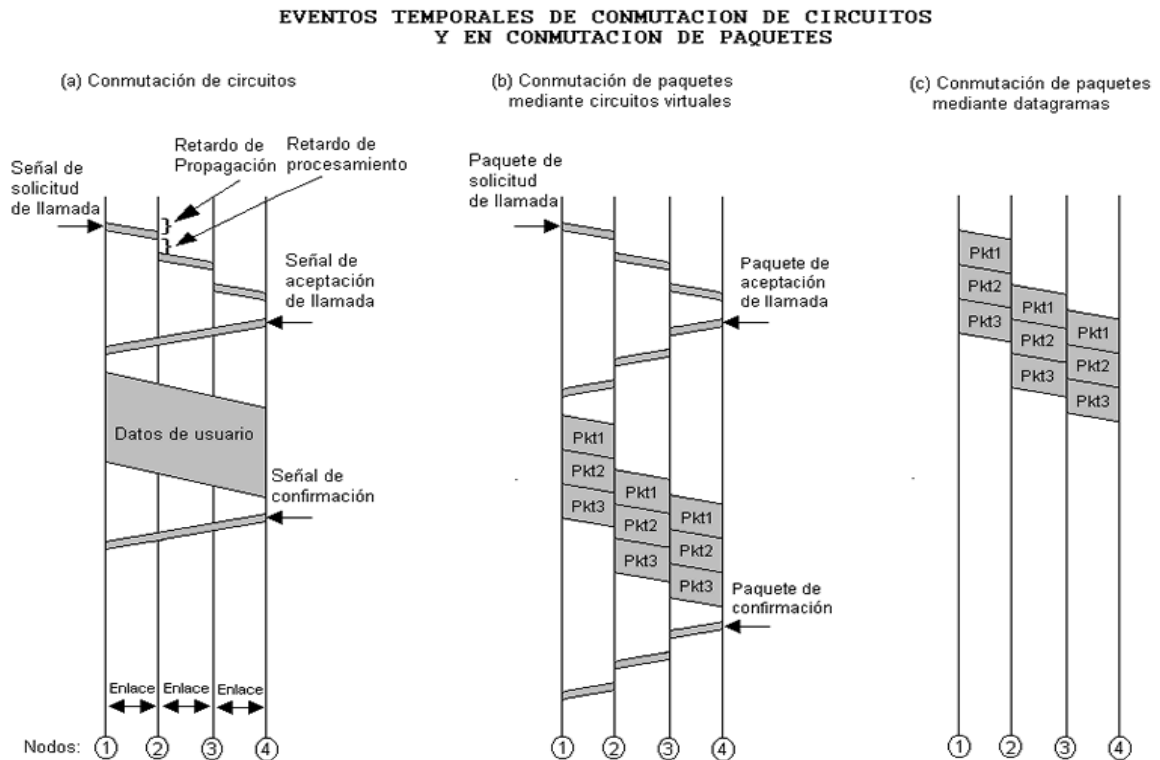
La conmutación de paquetes puede darse de dos formas distintas:

▪ ***Circuitos Virtuales:***

- Son los **más usados**.
- Su **funcionamiento es similar al de redes de conmutación de circuitos**.
- Previo a la transmisión se establece la ruta previa a la transmisión de los paquetes por medio de paquetes de ***Petición de Llamada*** (pide una conexión lógica al destino) y de ***Llamada Aceptada*** (en caso de que la estación destino esté apta para la transmisión envía este tipo de paquete); establecida la transmisión, se da el intercambio de datos, y una vez terminado, se presenta el paquete de ***Petición de Liberación*** (aviso de que la red está disponible, es decir que la transmisión ha llegado a su fin).
- Cada paquete tiene un **identificador** de circuito virtual en lugar de la dirección del destino.
- Los **paquetes se recibirán en el mismo orden en que fueron enviados**.

▪ ***Datagrama:***

- Considerado el **método más sensible**.
- **No tiene fase de establecimiento de llamada**.
- El paso de datos es **más seguro**.
- **No todos los paquetes siguen una misma ruta**.
- **Los paquetes pueden llegar al destino en desorden** debido a que su tratamiento es independiente.
- **Un paquete se puede destruir en el camino**, cuya recuperación es responsabilidad de la estación de destino.(esto da a entender que el resto de paquetes están intactos).



2.3 Arquitectura y Modelos de Referencia

2.3.1 Modelo de Referencia OSI

La necesidad de estandarización para favorecer la interconexión, llevó a la aparición de un modelo de referencia. El modelo de referencia fue publicado por ISO en 1979 con el nombre de **OSI** (Interconexión de Sistemas Abiertos).

El Modelo OSI es una arquitectura que divide la comunicación de red en **siete capas**, esta son: **Física, Enlace de datos, Red, Transporte, Sesión, Presentación y Aplicación**.

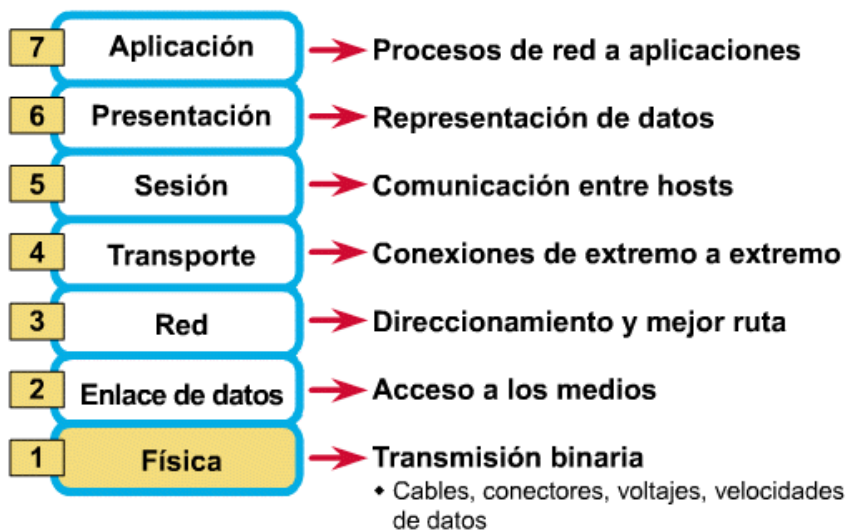
- Cada capa especifica las funciones que deben implementar un determinado protocolo o dispositivo.
- Cada capa tiene funciones bien definidas, las funciones de cada capa se comunican y funcionan con las funciones de las capas inmediatamente superior e inferior.

Diseño de una Red Telemática para Empresas con distintas Delegaciones

- Las capas físicas y de enlace de datos definen el medio de comunicación de la red y las tareas relacionadas, por ejemplo, la colocación de los bits de datos en las tarjetas adaptadoras y el cable de red.
- Cada capa proporciona algún servicio o acción que prepara los datos para entregarlos a otro equipo a través de la red.
- Las capas están separadas entre sí por límites llamados interfaces, todas las peticiones pasan de una capa a la siguiente a través de las interfaces.
- Cada capa se construye sobre los estándares y actividades de la capa inferior.
- A medida que los datos pasan de una capa a otra se dividen en paquetes. Un paquete es el nombre genérico que recibe una unidad de información transmitida como un conjunto.

Las principales funciones de las capas del modelo OSI son:

Las 7 capas del modelo OSI



2.3.2 Arquitectura TCP/IP

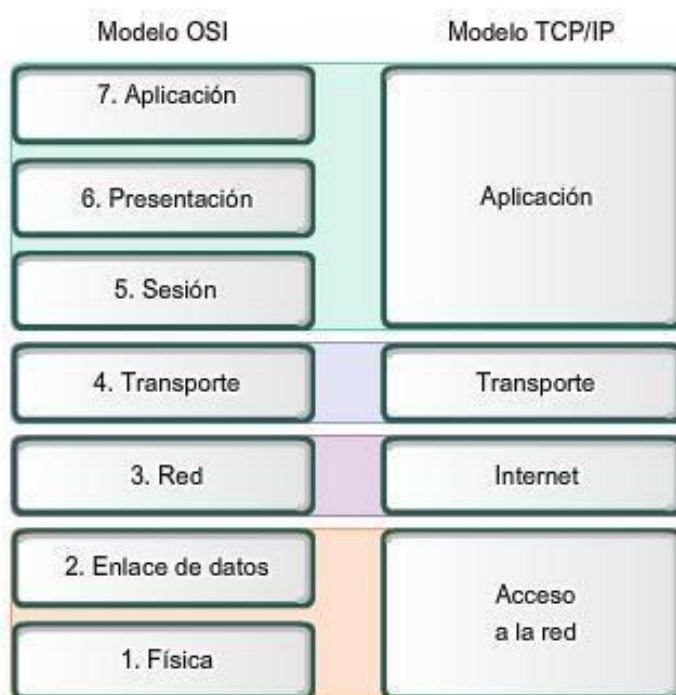
El **modelo TCP/IP** es un modelo de descripción de protocolos de red desarrollado en los años 70. Fue implantado en la red ARPANET (Advanced Research Projects Agency NET), la primera red de área amplia, desarrollada por encargo de DARPA.

El modelo TCP/IP, describe un conjunto de guías generales de diseño e implementación de protocolos de red específicos para permitir que un equipo pueda comunicarse en una red.

Este modelo provee conectividad de extremo a extremo especificando cómo los datos deberían ser formateados, direccionados, transmitidos, enrutados y recibidos por el destinatario. Existen protocolos para los diferentes tipos de servicios de comunicación entre equipos.

TCP/IP tiene **cuatro niveles** (*Aplicación, Transporte, Internet y Acceso a la Red*). Esta arquitectura de capas a menudo es comparada con el Modelo OSI de siete capas.

Comparación del modelo OSI con el modelo TCP/IP



Las semejanzas claves están en la capa de Red y de Transporte.

Diseño de una Red Telemática para Empresas con distintas Delegaciones

- **Capa 4 o capa de Aplicación -TCP/IP**

Equivale a las capas *Aplicación, Presentación y Sesión de OSI*.

Incluye protocolos destinados a ofrecer servicios, como correo electrónico (**SMTP**), gestión de nombres (**DNS**), transferencia de ficheros (**FTP, TFTP, NFS**), conexión remota (**TELNET**), protocolo **HTTP** (Hypertext transfer protocol)

- **Capa 3 o capa de Transporte -TCP/IP**

Coincide con el *nivel de Transporte OSI*.

Esta capa crea una conexión lógica entre el host emisor y el receptor, segmentando y reensamblando los datos enviados desde las capas superiores en la misma conexión lógica.

TCP y UDP, protocolos de este nivel, se encargan de aportar confiabilidad al manejo de datos y a su transporte.

- **SIN CONEXIÓN:** La transferencia de datos se realiza sin previa consulta de conexión –protocolo UDP (User Datagram Protocol).
- **ORIENTADOS A CONEXIÓN:** Precisan del establecimiento de una conexión antes de iniciar la transferencia de datos –protocolo TCP/IP- Ofrece una comunicación fiable y libre de errores. El otro no. Como ejemplo tenemos los servicios TNET y FTP.

- **Capa 2 INTERNET -TCP/IP**

Se encarga de seleccionar la mejor ruta para enviar paquetes a través de la red. IP proporciona un enrutamiento no orientado a conexión de máximo esfuerzo.

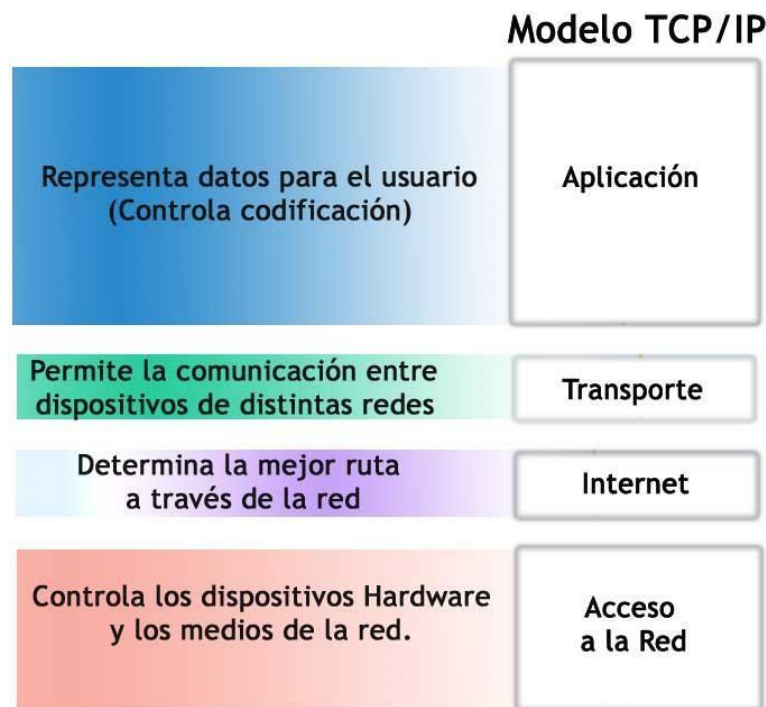
Algunos de los protocolos en esta capa son:

- **ICMP** (Protocolo de mensajes de control en Internet)
- **ARP** (Protocolo de Resolución de Direcciones) determina la dirección de la capa de Enlace de Datos (MAC) para las direcciones IP conocidas.
- **RARP** (Protocolo de Resolución inversa de Direcciones) determina la dirección IP a partir de una MAC.

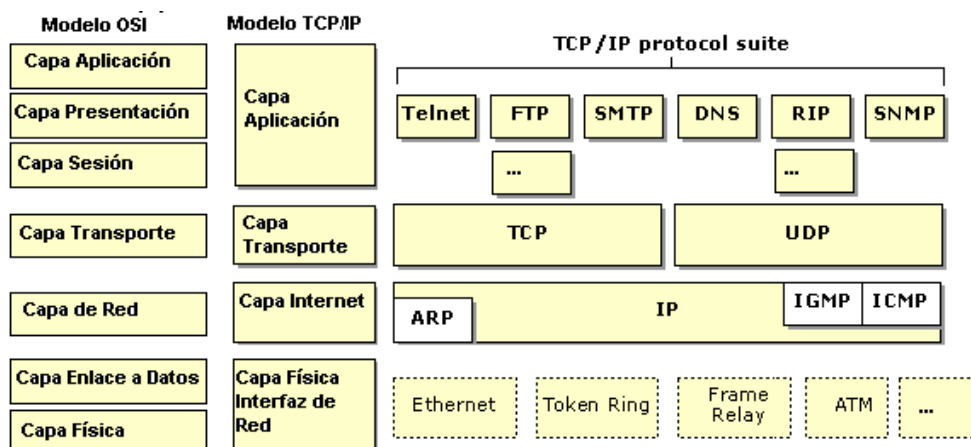
- **Capa 1 Acceso a Red -TCP/IP**

La capa de acceso de red es la capa que maneja todos los aspectos que un paquete IP requiere para efectuar un enlace físico real con los medios de la red.

Esta capa incluye los detalles de la tecnología LAN y WAN y todos los detalles de la capa física y de enlace de datos del modelo OSI.



Algunos de los protocolos que funcionan en esta capa son **Ethernet**, **Fast Ethernet**, **Frame Relay**, **CSMA/CD** o **PPP**.



2.4 Estandarización

Podemos diferenciar dos tipos de estándares:

- Los **estándares de hecho o de facto**, los cuales se caracterizan porque su aparición viene determinada por la costumbre y el uso, y en ningún caso debido al plan formal.
- Los **estándares de derecho o de jure**, que al contrario de los anteriores, sí vienen avalados por alguna entidad u organismo formal o legal que tiene algún tipo de autoridad en el campo de las comunicaciones.
Estos estándares a la vez los podemos diferenciar en los de *cumplimiento obligado*, que son los emitidos por organismos de estandarización nacidos de acuerdos entre estados, y los *cumplimiento no obligado*, que por el contrario, son emitidos por algún tipo de organización de tipo voluntario.
- Los **estándares de acuerdo**, son aquellos que son definidos por convenio, alianza o pacto entre proveedores, usuarios o fabricantes entre otros.

A continuación procederemos a explicar una serie de Organismos y Normas las cuales tendremos que tener en cuenta a la hora de la planificación y desarrollo de nuestro proyecto.

2.4.1 Organismos de Estandarización

Algunos de los estándares más utilizados en el ámbito internacional y en los cuales basaremos nuestro proyecto son:

- **The International Standards Organization (OSI):** Organización Internacional para la Estandarización. “El OSI es una organización dedicada a acuerdos mundiales sobre estándares internacionales en una amplia variedad de campos.”
- **The International Telecommunications Union-Telecommunication Standards Sector (ITU-T anteriormente el CCITT):** Unión Internacional de Telecomunicaciones – Sector de Estándares de Telecomunicaciones. “La ITU-T es una organización de estandarización internacional relacionada con las Naciones Unidas que desarrolla estándares para telecomunicaciones.”

Diseño de una Red Telemática para Empresas con distintas Delegaciones

- **The American National Standards Institute (ANSI):** Instituto Nacional Americano para la estandarización. “La ANSI es una organización sin ánimo de lucro, es el representante con derecho a voto de los Estados Unidos tanto en ISO como en ITU-T.”
- **The Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE):** Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos. “El IEEE es el grupo profesional más grande a nivel nacional involucrado en el desarrollo de estándares para la computación, comunicación, ingeniería eléctrica y electrónica.”

En concreto para nuestro proyecto nos centraremos en el **IEEE 802.3** que fue el primer intento para estandarizar Ethernet. Posteriormente ha habido ampliaciones sucesivas al estándar que cubrieron las ampliaciones de velocidad (Fast Ethernet, Gigabit Ethernet y el de 10 Gigabits Ethernet), redes virtuales, hubs, conmutadores y distintos tipos de medios, tanto de fibra óptica como de cables de cobre (tanto par trenzado como coaxial).

- **The Electronic Industries Association (EIA):** Asociación de Industrias Electrónicas. “EIA es una asociación de fabricantes de electrónica de los Estados Unidos.”
- **The Telecommunication Industry Association (TIA):** Asociación de la Industria de Telecomunicaciones. “TIA es una asociación de comercio en los Estados Unidos que representa casi 600 compañías.”

2.4.2 Normas

Las Normas que tendremos en cuenta a la hora de realizar el sistema de cableado y conexiones, serán las especificadas por el estándar **ANSI/TIA/EIA-568** y tomaremos como modelo la revisión B, ya es la más usada para el **Ambiente de Oficinas y Edificios Comerciales**.

ANSI/TIA/EIA-568-B: Cableado de Telecomunicaciones en Edificios Comerciales. (Cómo instalar el Cableado).

Tendremos en cuenta estas tres revisiones:

- **TIA/EIA 568-B1:** Requerimientos generales.
- **TIA/EIA 568-B2:** Componentes de cableado mediante par trenzado balanceado. Este estándar especifica los componentes de cableado, desempeño de transmisión y los procedimientos de prueba necesarios para la verificación.
- **TIA/EIA 568-B3:** Componentes de cableado, Fibra Óptica. Especifica los componentes y requisitos de transmisión de cableados de fibra óptica.

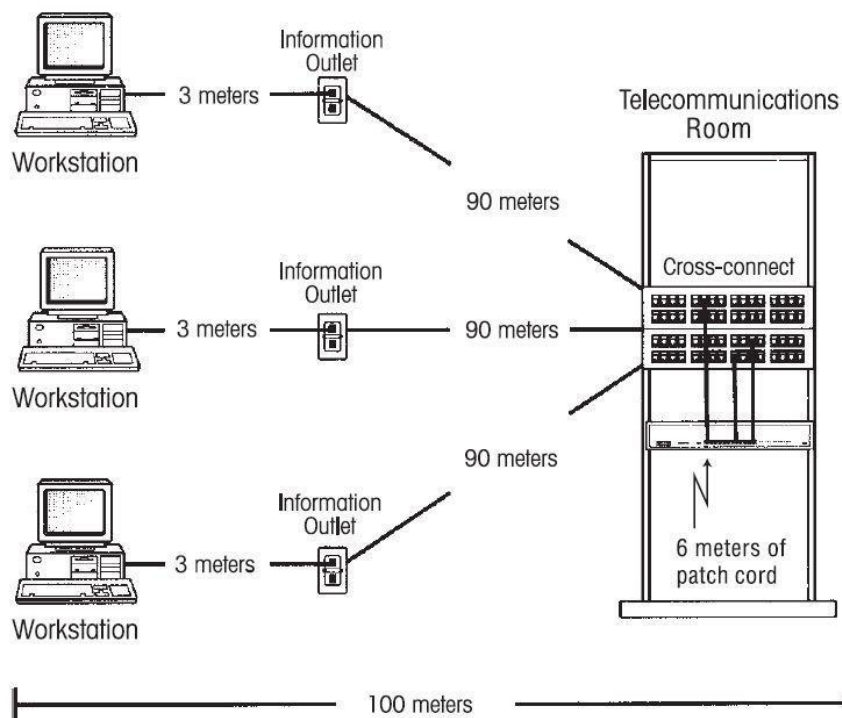
2.4.2.1 TIA/EIA 568-B1

Esta revisión especifica los requerimientos generales del *Cableado Horizontal*, *Cableado Vertical*, *Área de Trabajo* y el *Cuadro de Comunicaciones*:

- **Cableado Horizontal:** Se define desde el área de trabajo hasta el cuarto de telecomunicaciones.
 - Incluye:
 - Cable.
 - Salida/conector en el área de trabajo.
 - Terminaciones mecánicas.
 - Patch cords o jumpers en el cuarto de Telecomunicaciones.
 - Debe ser **topología estrella**.
 - Cada salida debe ser conectada a un cuarto de Telecomunicaciones.
 - Componentes eléctricos específicos de la aplicación:
 - No deben ser instalados como parte del cableado horizontal.
 - Si es necesario, deben estar expuestos (fuera de las placas de la pared).

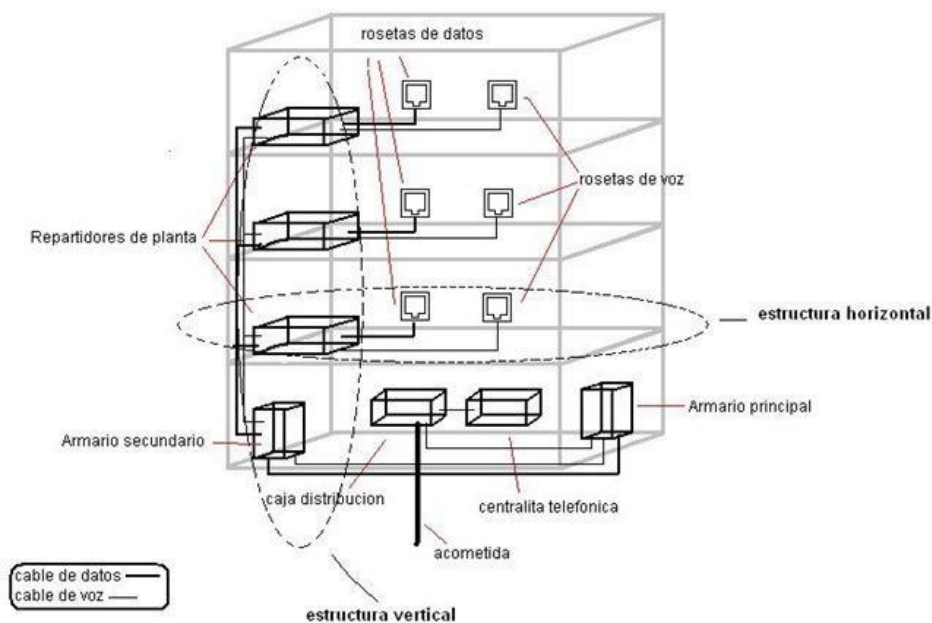
Diseño de una Red Telemática para Empresas con distintas Delegaciones

- Se permite un punto de transición o punto de consolidación en el cableado horizontal.
- Distancias Horizontales:
 - **Máximo 90 metros.**
 - Se permiten **10 metros adicionales para cables de conexión.**
- Cables reconocidos:
 - **Cuatro pares, trenzado, 100 ohm (UTP o ScTP).**
 - Cat 5E, 6, 6A.
 - Dos o más cables de **Fibra óptica Multimodo o Monomodo.**
- **Un mínimo de dos salidas por área de trabajo.** (Faceplate)



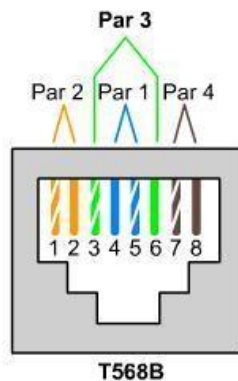
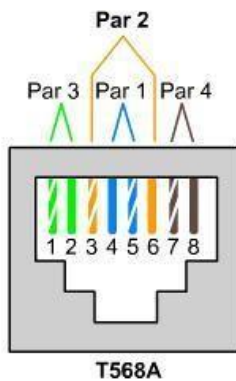
Diseño de una Red Telemática para Empresas con distintas Delegaciones

- **Cableado Vertical:** Se define como la interconexión entre cuartos de telecomunicaciones, cuarto de equipo, y de entrada de servicios. También incluye cableado entre edificios.
 - Incluye:
 - Cables.
 - Conexiones cruzadas principales e intermedias.
 - Terminaciones mecánicas.
 - Patch cords o jumpers usados para conexiones cruzadas entre cableados principales.
 - Cables reconocidos:
 - Cable **multi-par UTP** de 100 W.
 - Cat3, 5E, 6, 6A.
 - Cable de **Fibra óptica Multimodo**.
 - OM1, 2, 3.
 - Cable de **Fibra óptica Monomodo**.
 - OS1, 2.
 - Distancias máximas Voz:
 - **UTP 800 metros.**
 - **STP 700 metros.**
 - **Fibra MM 62.5/125um 2000 metros.**
 - **Fibra SM 8.3/125um 3000 metros.**
 - Distancias máximas Datos se conservan **90 metros.**



Diseño de una Red Telemática para Empresas con distintas Delegaciones

- **Área de Trabajo:** Se extiende desde la placa de pared hasta el equipo del usuario. Diseñado para cambios, modificaciones y adiciones fáciles.
- **Salida / Conector 100 ohm UTP o ScTP:**
 - El cable debe terminar en un **jack modular de 8 posiciones**.
 - Debe llenar los requisitos de **IEC 60603-7**.
 - Asignaciones pin/par:
 - **T568A**
 - T568B (Opcional)



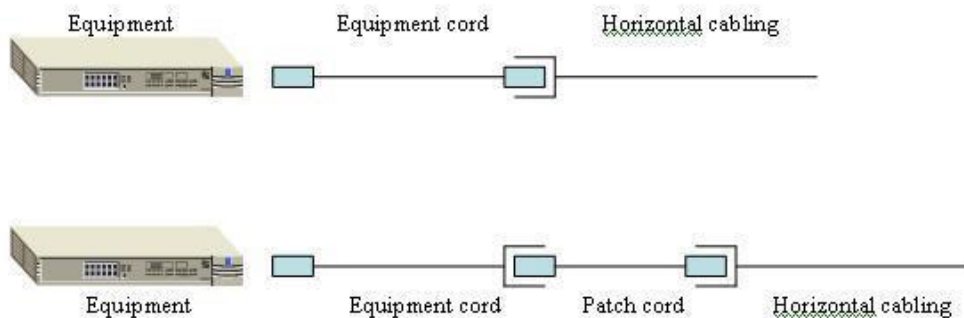
- **Salida / Conector fibra óptica:**
 - El cable debe terminar en un **conector dúplex** para fibra óptica cumpliendo requerimientos de TIA/EIA 568.



- **Cables de conexión:**
 - Patch Cords o Jumpers deben cumplir con los requisitos de desempeño.
 - La distancia máxima es de **5 metros**.

Diseño de una Red Telemática para Empresas con distintas Delegaciones

- **Cuartos de Telecomunicaciones:** Área exclusiva dentro de un edificio para el equipo de telecomunicaciones. Su función principal es la terminación del cableado horizontal y vertical.
- Todas las conexiones entre los cables horizontales y verticales deben ser **‘cross-connects’**.
- Las conexiones de los cables de equipo al cableado horizontal o vertical pueden ser **interconexiones** o **conexiones cruzadas**.
- Deben de ser diseñados de acuerdo con los **TIA/EIA-569**.



2.4.2.2 TIA/EIA 568-B2

Este estándar especifica los componentes de cableado, desempeño de transmisión y los procedimientos de prueba necesarios para la verificación.

- Categorías Reconocidas:

○ Categoría 6A	100ohms	500Mhz
○ Categoría 6	100ohms	250Mhz
○ Categoría 5e	100ohms	100Mhz
○ Categoría 3	100ohms	16Mhz

* Las categorías 1, 2, 4 y 5 no están reconocidas por lo tanto sus especificaciones de desempeño no están especificadas.

- Cable:

- Cable sólido de 22 a 24 AWG con recubierta termoplástica.
- 4 pares trenzados entre sí.
- El diámetro del conductor aislado será de 1.22mm (0.048'') máximo.
- Código de colores
- Los pares deberán estar trenzados al menos 38mm (1.5'').
- Diámetro máximo del cable 6.35mm (0.25'').
- Radio de giro mínimo 25.4mm (1'').

- Conexiones:

- El conector conocido como RJ45 está descrito en IEC 60603-7.
- Todos los cables en el área de trabajo se deberán terminar en un conector que cumpla los requerimientos especificados en IEC 60603-7 con la terminación T568-A, opcionalmente T568-B.

- Patch Cords (Jumpers):

- Estos pueden ser de cable multifilar para incrementar la flexibilidad.
- Deben cumplir con el desempeño del cable horizontal o principal excepto por la pérdida de inserción que se acepta un 20% por la construcción del cable.

2.4.2.3 TIA/EIA 568-B3

Esta última revisión especifica los componentes y requisitos de transmisión de cableados de fibra óptica.

- **Cables reconocidos:** En la tabla se especifican los tipos de fibra óptica monomodo y multimodo así como sus especificaciones.

Optical Fibre						
Medium	Standard	Maximum Rate	Maximum Distance	Maximum Bandwidth	Common Connectors	Common Applications
MMF (62.5/125 microns)	OM1	1 Gbit/sec	300m ²	200 MHz ²	LC, SC, ST, MPO	FDDI, Ethernet
MMF (50/125 microns)	OM2	1 Gbit/sec	500m ²	500 MHz ²	LC, SC, ST, MPO	SANs, High Speed Ethernet
MMF Laser Optimized (50/125 microns)	OM3	10 Gbit/sec	300m ²	2000 MHz ²	LC, SC, ST, MPO	SANs, High Speed Ethernet
		40 Gbit/sec	100m ²	2000 MHz ²		
		100 Gbit/sec	100m ²	2000 MHz ²		
MMF Laser Optimized (50/125 microns)	OM4	10 Gbit/sec	550m ²	4700 MHz ²	LC, SC, ST, MPO	SANs, High Speed Ethernet
		40 Gbit/sec	150m ²	4700 MHz ²		
		100 Gbit/sec	150m ²	4700 MHz ²		
SMF (9/125 microns)	OS1	10 Gbit/sec	40 km	Infinite	LC, SC, ST, FC, FJ, MPO	SANs, WANs, Telco

- **Conectores:**
 - Se pueden utilizar una variedad de conectores siempre y cuando cumplan con el correspondiente FOCIS (*Fiber Optic Connector Intermateability Standards*).
 - Estos son algunos de los más utilizados según el color:
 - Laser-optimizado 850 nm , fibra 50/125 µm – Aqua
 - Fibra 50/125 µm – Negro
 - Fibra 62.5/125 µm – Beige
 - Fibra monomodo – Azul
 - Conector monomodo con férula con ángulo de inclinación – Verde

2.5 Planteamiento básico de la red

A continuación definiremos los principales objetivos de dicho proyecto.

El objetivo principal es implantar una red telemática, tanto en su sede central como en sus distintas delegaciones. La sede central de la empresa estará en **Valencia** y dispondrá de delegaciones en **Madrid, Barcelona, Paris y Nueva York**.

Podemos observar que al crear esta red cubriremos tanto territorio nacional, como internacional, ya que habrá que tenerlo en cuenta a la hora de desarrollar nuestro proyecto.

La sede central de Valencia contará con puestos de trabajos fijos para **300 usuarios**, ubicados de forma distribuida en áreas diáfanas (incluyendo jefes) en **3 plantas**, cada una de ellas de 1000 m². Además se permitirá el acceso inalámbrico a la red desde cualquier zona de las 3 plantas a un número indeterminado de usuarios.

El resto de sedes contarán con puestos de trabajo fijos para **150 usuarios** en una única planta de 1500m² en cada sede. Igualmente, se permitirá el acceso inalámbrico a la red desde cualquier zona de la sede.

Sobre la red telemática se ejecutarán distintas aplicaciones corporativas, unas estándar y otras propietarias desarrolladas por el personal de la propia empresa. El diseño de la red deberá satisfacer los requisitos generales y específicos que se recogen en artículos posteriores.

2.6 Requisitos del Proyecto

Como hemos comentado anteriormente vamos a enumerar una serie de supuestos requisitos, los cuales deberemos tener en cuenta a la hora de la realización de nuestro proyecto.

Estos los identificaremos como RG_X (Requisitos Generales), RRL_X (Requisitos de Redes Locales), RRAA_X (Requisitos Red de Área Amplia), RSC_X (Requisitos de Servidores Corporativos) y RA_X (Requisitos de aplicaciones), donde la X representa el numero de requisito a cumplir en cada caso.

2.6.1 Requisitos Generales

RG_1:

La red será IP.

RG_2:

Se instalará una red local en la sede central a la que se conectarán los servidores corporativos.

RG_3:

Se instalará una red local en cada una de las delegaciones.

RG_4:

Todas las sucursales tendrán conexión con la sede central.

RG_5:

La interconexión entre las sucursales y la sede central se realizará utilizando servicios de red pública ofrecidos por el adecuado operador.

RG_6:

El acceso de los usuarios a la red se realizará mediante computadores personales conectados a las redes locales, mediante dispositivos inalámbricos dentro de la central y las sedes, y mediante dispositivos móviles dotados de conectividad 3G/4G y enlace de datos IP.

Diseño de una Red Telemática para Empresas con distintas Delegaciones

RG_7:

Los servidores corporativos estarán conectados en la sede central.

RG_8:

El acceso corporativo a Internet se dará desde la sede central.

RG_9:

En cada sede existirá un único router.

RG_10:

La red tendrá asignada un rango de direcciones IP de Clase B con identificador de Red 158.45.0.0 y máscara 255.255.0.0.

RG_11:

Cada red local tendrá asignada una subred con mascarará de red 255.255.255.0.

2.6.2 Requisitos Redes Locales

RRL_1:

Tanto en la sede central como en las sucursales se instalará un sistema de cableado de estructura siguiendo los estándares ANSI/TIA/EIA-568 y afines.

RRL_2:

Para el cableado vertical se utilizará fibra óptica multimodo.

RRL_3:

Para el cableado horizontal se utilizará cable de pares con conducciones por debajo del falso suelo y toma de usuario junto a cada puesto de trabajo.

RRL_4:

En general, los segmentos de red local verificarán el estándar IEEE 802.3 con sus correspondientes variantes de nivel físico, salvo los segmentos sujetos a algún requisito específico.

RRL_5:

Cada dominio de broadcast incluirá como máximo 24 estaciones de usuario.

RRL_6:

Los equipos de conmutación tendrán como máximo 24 puertos.

RRL_7:

En cada sede se instalará una red de acceso inalámbrico con puntos de acceso con cobertura máxima de 50m.

2.6.3 Requisitos Red de Área Amplia

RRAA_1:

Todos los enlaces de la red de área amplia tendrán la misma capacidad.

RRAA_2:

La capacidad de los enlaces será suficiente para soportar un tráfico medio típico en relación al número de usuarios de cada sede y las aplicaciones instaladas.

RRAA_3:

Se elegirá para cada enlace la oferta comercial disponible más adecuada que optimice la relación capacidad/coste.

2.6.4 Requisitos Servidores corporativos

RSC_1:

Existirá un servidor corporativo de correo electrónico conectado a la red local de la sede central.

RSC_2:

Existirá un servidor corporativo de nombres conectado a la red local de la sede central.

RSC_3:

Existirá un servidor web corporativo conectado a la red local de la sede central.

RSC_4:

Existirá un servidor de aplicaciones corporativas propietarias implementado mediante un clúster de máquinas de alta disponibilidad conectadas entre sí mediante un segmento de red local con tiempo de acceso garantizado.

2.6.5 Requisitos Aplicaciones

RA_1:

Todos los puestos de la red tendrán acceso a todas las aplicaciones y a Internet.

RA_2:

Se instalará una aplicación de páginas web corporativa conteniendo información general de la empresa y el catalogo de productos de la misma para su consulta tanto por usuarios de internos como por usuarios externos desde Internet.

RA_3:

Se instalarán aplicaciones estándar de correo electrónico de servicio de nombres.

RA_4:

Se instalará una aplicación corporativa propietaria de clientes, la cual debe ser accesible mediante interfaz web.

RA_5:

Se instalará una aplicación corporativa propietaria de productos que deberá ser accesible mediante FTP.

RA_6:

En cada terminal de usuario se instalará una aplicación de Voz sobre IP peer-to-peer.

3. Diseño

3.1 Subnetting

En primer lugar vamos a realizar ‘*subnetting*’ para así poder asignar distintas subredes a las distintas redes locales de nuestro proyecto.

La función del Subneteo o Subnetting es dividir una red IP física en subredes lógicas (redes más pequeñas) para que cada una de estas trabaje a nivel envío y recepción de paquetes como una red individual, aunque todas pertenezcan a la misma red física y al mismo dominio.

El Subneteo permite una mejor administración, control del tráfico y seguridad al segmentar la red por función. También, mejora la performance de la red al reducir el tráfico de broadcast de nuestra red. Como desventaja, su implementación desperdicia muchas direcciones, sobre todo en los enlaces seriales.

Recordar que la red que queremos tendrá asignada un rango de direcciones IP de **Clase B** con identificador de Red **158.45.0.0** y máscara **255.255.0.0**.

Clase	Bits	IP Subred	IP Broadcast	Máscara en decimal	CIDR
A	0	0.0.0.0	127.255.255.255	255.0.0.0	/8
B	10	128.0.0.0	191.255.255.255	255.255.0.0	/16
C	110	192.0.0.0	223.255.255.255	255.255.255.0	/24
D	1110	224.0.0.0	239.255.255.255	sin definir	sin definir
E	1111	240.0.0.0	255.255.255.254	sin definir	sin definir

Y este será el número de usuarios a los que debemos ofrecer servicio en cada sede:

Sede de Valencia - 300 usuarios / 3 plantas (3 subredes)

Sede de Madrid – 150 usuarios (1 subred)

Sede de Barcelona – 150 usuarios (1 subred)

Sede de Paris – 150 usuarios (1 subred)

Sede de New York – 150 usuarios (1 subred)

Identificador de Red ----- 158.45.0.0 /16

Máscara----- 255.255.0.0

Diseño de una Red Telemática para Empresas con distintas Delegaciones

5) ¿Qué debemos modificar en la dirección de red?

Mascara Ampliada: **255.255.254.0** **11111111.11111111.11111110.00000000**

Dirección de Red: **158.45.0.0** **10011110.00101101.00000000.00000000**

6) Listado de subredes que tendríamos disponible:

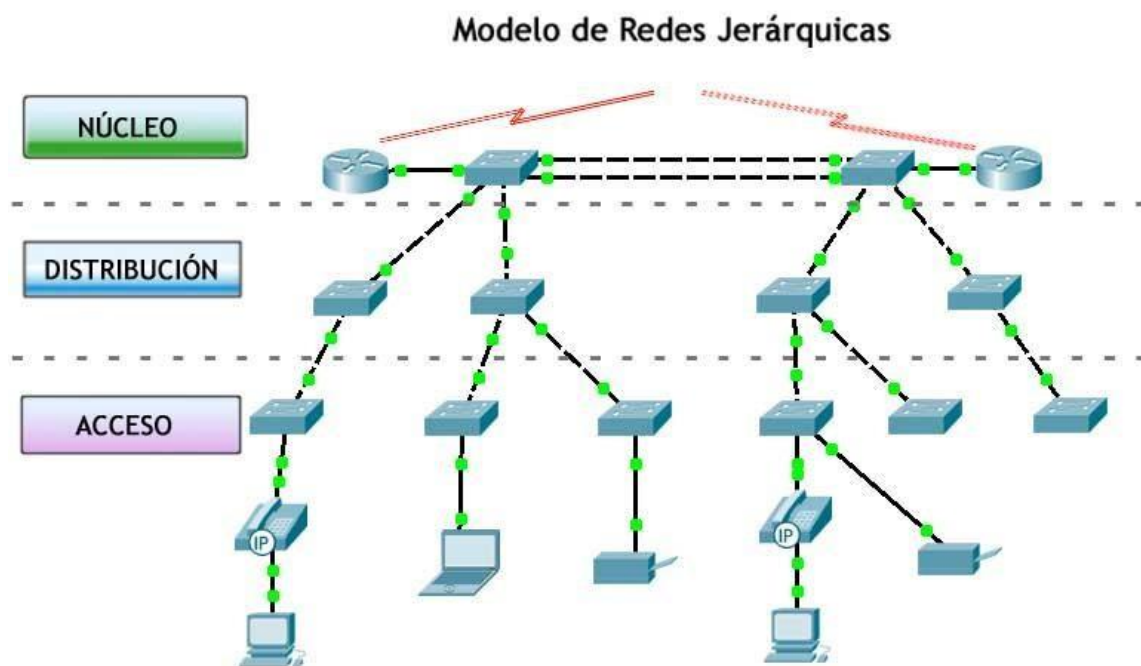
Nº de subred	Dirección de subred	Rango asignable	Dir. De Broadcast
1 Valencia Planta 0	158.45.0.0 10011110.00101101.00000000.00000000	158.45.0.1 158.45.0.254	158.45.1.255 10011110.00101101.00000001.11111111
2 Valencia Planta 1	158.45.2.0 10011110.00101101.00000010.00000000	158.45.2.1 158.45.2.254	158.45.3.255 10011110.00101101.00000011.11111111
3 Valencia Planta 2	158.45.4.0 10011110.00101101.00000100.00000000	158.45.4.1 158.45.4.254	158.45.5.255 10011110.00101101.00000101.11111111
6 Madrid	158.45.10.0 10011110.00101101.00001010.00000000	158.45.10.1 158.45.10.254	158.45.11.255 10011110.00101101.00001011.11111111
11 Barcelona	158.45.20.0 10011110.00101101.00010100.00000000	158.45.20.1 158.45.20.254	158.45.21.255 10011110.00101101.00010101.11111111
16 Paris	158.45.30.0 10011110.00101101.00011110.00000000	158.45.30.1 158.45.30.254	158.45.31.255 10011110.00101101.00011111.11111111
21 New York	158.45.40.0 10011110.00101101.00101000.00000000	158.45.40.1 158.45.40.254	158.45.41.255 10011110.00101101.00101001.11111111
...	...	...	...
128	158.45.254.0 10011110.00101101.11111110.00000000	158.45.254.1 158.45.254.254	158.45.255.255 10011110.00101101.11111111.11111111

3.2 Infraestructura de la Red

Para realizar la infraestructura de la red vamos a utilizar el programa ‘**Cisco Packet Tracer**’ para poder tener una visión mucho más cercana de todo lo que deberíamos tener en cuenta a la hora de diseñar un proyecto.

En esta sección incluiremos alguna de las capturas de pantalla de cómo configurar los distintos componentes de dicho programa para que todo resulte más sencillo de comprender.

Antes de empezar a ver el tipo de topología más adecuada para nuestro proyecto vamos a presentar una imagen para diferenciar entre las distintas capas del **Modelo de Redes Jerárquicas** en Cisco Packet Tracer, y saber en cada momento donde nos encontramos, que representa cada dibujo y qué tipo de conexión deberíamos realizar entre los distintos componentes.



Capa de acceso

La capa de acceso de la red es el punto en el que cada usuario se conecta a la red. Los usuarios así como los recursos a los que estos necesitan acceder con más frecuencia, están disponibles a nivel local. El tráfico hacia y desde recursos locales está confinado entre los recursos, switches y usuarios finales. En la capa de acceso podemos encontrar múltiples grupos de usuarios con sus correspondientes recursos. En muchas redes no es

Diseño de una Red Telemática para Empresas con distintas Delegaciones

posible proporcionar a los usuarios un acceso local a todos los servicios, como archivos de bases de datos, almacenamiento centralizado o acceso telefónico a Web. En estos casos, el tráfico de usuarios que demandan estos servicios se desvía a la siguiente capa del modelo: la capa de distribución.

Capa de distribución

La capa de distribución marca el punto medio entre la capa de acceso y los servicios principales de la red. La función primordial de esta capa es realizar funciones tales como enrutamiento, filtrado y acceso a WAN.

En un entorno de campus, la capa de distribución abarca una gran diversidad de funciones, entre las que figuran las siguientes:

- Servir como punto de concentración para acceder a los dispositivos de capa de acceso.
- Enrutar el tráfico para proporcionar acceso a los departamentos o grupos de trabajo.
- Segmentar la red en múltiples dominios de difusión / multidifusión.
- Traducir los diálogos entre diferentes tipos de medios, como Token Ring y Ethernet
- Proporcionar servicios de seguridad y filtrado.

La capa de distribución puede resumirse como la capa que proporciona una conectividad basada en una determinada política, dado que determina cuándo y cómo los paquetes pueden acceder a los servicios principales de la red. La capa de distribución determina la forma más rápida para que la petición de un usuario pueda ser remitida al servidor. Una vez que la capa de distribución ha elegido la ruta, envía la petición a la capa de núcleo. La capa de núcleo podrá entonces transportar la petición al servicio apropiado.

Capa de Núcleo

La capa del núcleo se encarga de desviar el tráfico lo más rápidamente posible hacia los servicios apropiados. Normalmente, el tráfico transportado se dirige o proviene de servicios comunes a todos los usuarios. Estos servicios se conocen como servicios globales o corporativos. Algunos de tales servicios pueden ser e-mail, el acceso a Internet o la videoconferencia. Cuando un usuario necesita acceder a un servicio corporativo, la petición se procesa al nivel de la capa de distribución. El dispositivo de la capa de distribución envía la petición del usuario al núcleo. Este se limita a proporcionar un transporte rápido hasta el servicio corporativo solicitado. El dispositivo

de la capa de distribución se encarga de proporcionar un acceso controlado a la capa de núcleo.

3.2.1 Topología de la red

Para realizar un diseño correcto en primer lugar nos debemos preguntar cuál es la topología más adecuada que deberíamos elegir.

- **A) Mallado:** En esta opción no se tendrán en cuenta los costes para seleccionar más o menos conexiones entre sedes ni tampoco el número de componentes que utilizaremos en el diseño de la red, simplemente elegiremos la *opción más segura*, es decir aquella que en caso de fallo alguna conexión o de algún componente, permita la conexión por otros caminos y los paquetes lleguen al destino sin errores.

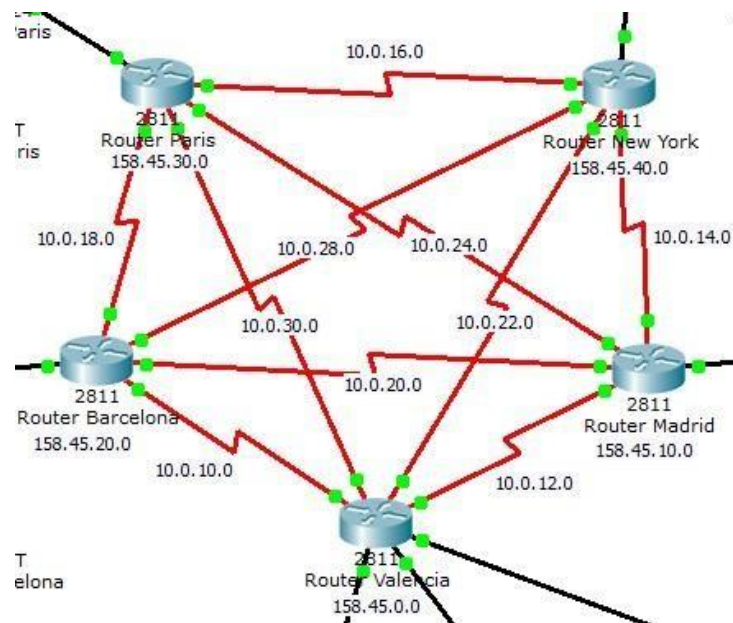


Figura 6.2. Conexión Directa entre sedes (Red en Malla)

Podemos observar en el diseño que entre todas las sedes existirá **conexión directa (Red en Malla)** por lo que en caso de que falle algún camino se elegiría otro para llegar al destino sin ningún problema.

- **B) 2 Posibles Caminos:** Esta opción sería la *más adecuada* de utilizar ya que en ella tendríamos en cuenta el *coste/eficiencia* de nuestro diseño, y en caso de fallo existiría otro camino más para permitir la conexión entre sedes.

Diseño de una Red Telemática para Empresas con distintas Delegaciones

También destacar que el coste de alquiler operadores será mucho menor, ya que en vez de alquilar 10 operadores, para este caso serían 5 sin prácticamente ver alterada la eficacia de nuestro diseño.

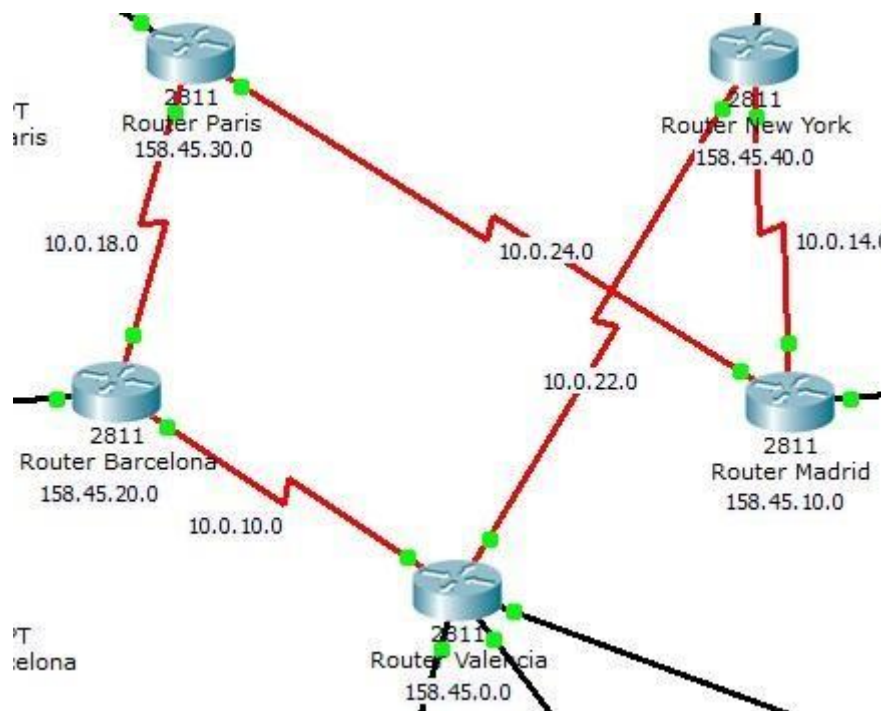


Figura 6.3. Dos caminos entre sedes

Podemos observar que en este diseño todas las sedes tienen **dos caminos posibles** para que en caso de fallo de algún camino o componente nos permita elegir otro camino para llevar a cabo la conexión.

* Para ver más a fondo como se realizarían las interconexiones entre sedes y como programar la lista de rutas estáticas hemos elegido realizar la OPCIÓN A.

** En caso de querer realizar la OPCIÓN B simplemente se omitirán las conexiones entre sedes que no deseemos y actualizaremos la lista de rutas estáticas de cada router.

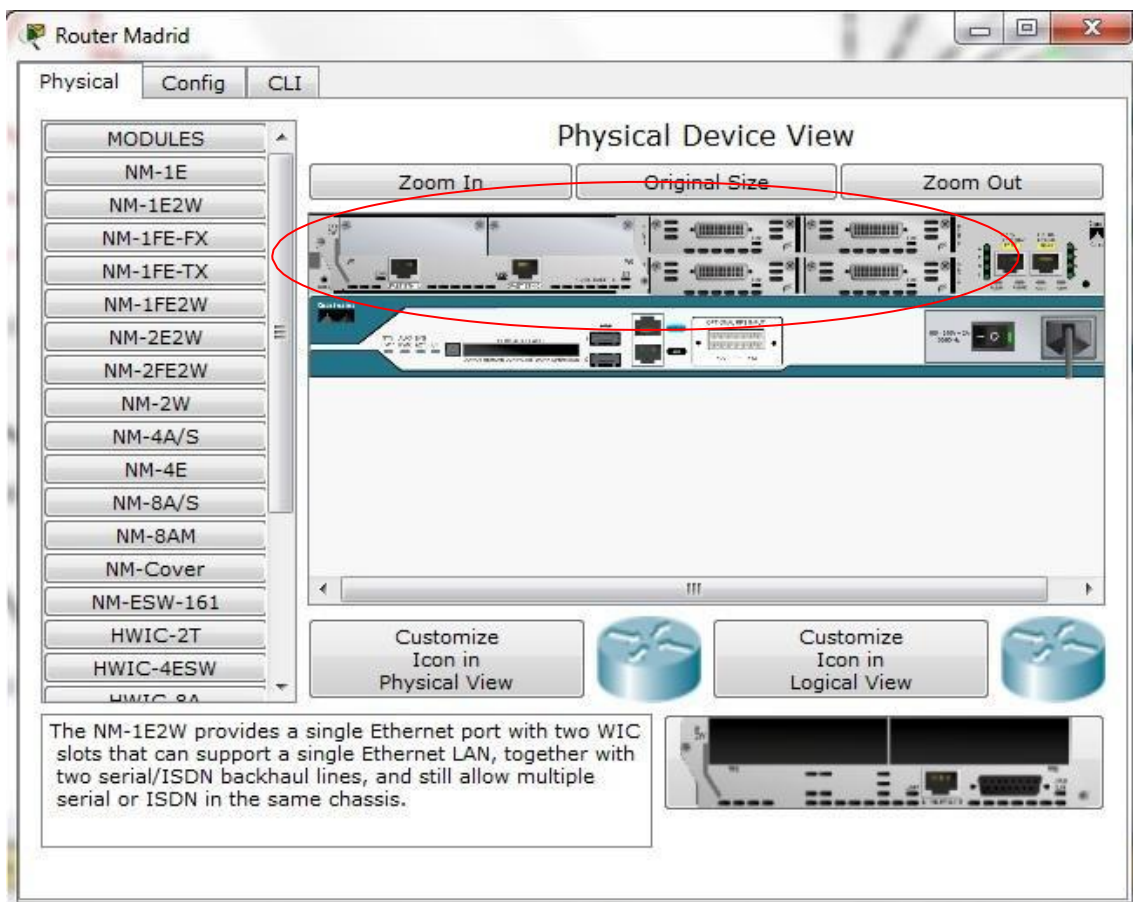
3.2.2 Selección y Configuración de los Routers

- Tanto como para la sede principal de Valencia como para sus distintas delegaciones hemos utilizado **el modelo de router 2811**, ya que este nos permite el paso de datos y a su vez la configuración de Telefonía por Voz IP.

Hemos optado por una conexión donde cada router esté conectado a los otros routers de las demás sedes para que exista **conexión directa** entre todos ellos. Para las conexiones entre routers utilizaremos **cable serial**.

A estos routers le hemos añadido **2 módulos NM-2FE2W** y **4 puertos WIC-1T** para que podamos realizar todas las conexiones entre routers.

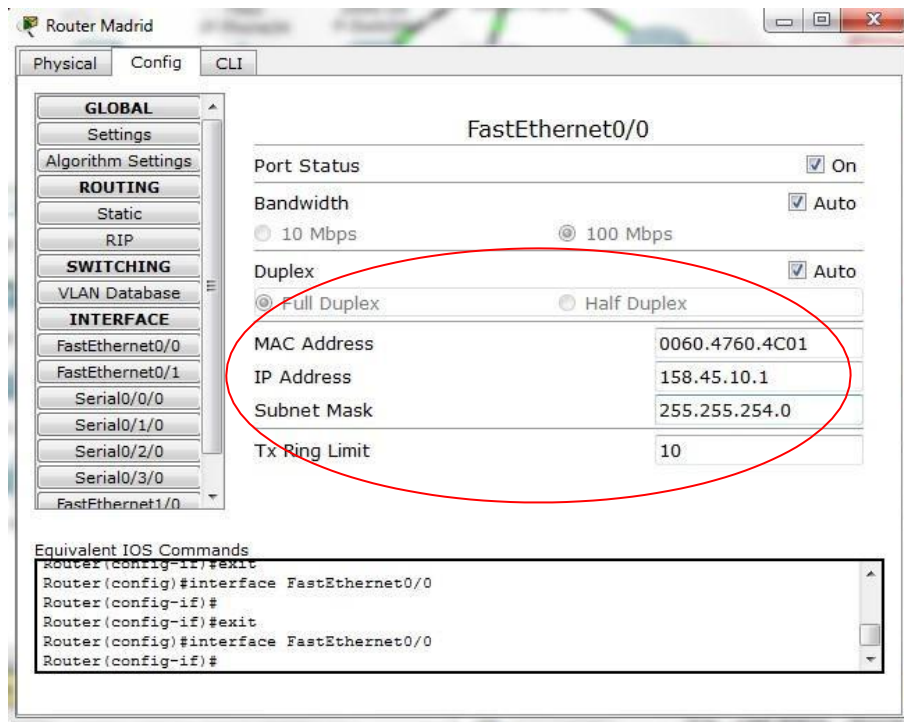
- **NM-2FE2W:** El módulo NM-2FE2W ofrece dos interfaces Fast-Ethernet para su uso con medios de cobre, además de dos ranuras de expansión para tarjetas de interfaz WAN. Ideal para una amplia gama de aplicaciones LAN, los módulos de red Fast-Ethernet soportan muchas funciones y estándares.
- **WIC-1T:** El WIC-1T proporciona una única conexión de puerto serie a sitios remotos o dispositivos de red de serie heredados como Synchronous Data Link Control (SDLC) Concentradores, Sistemas de Alarma, y el paquete sobre SONET (POS).



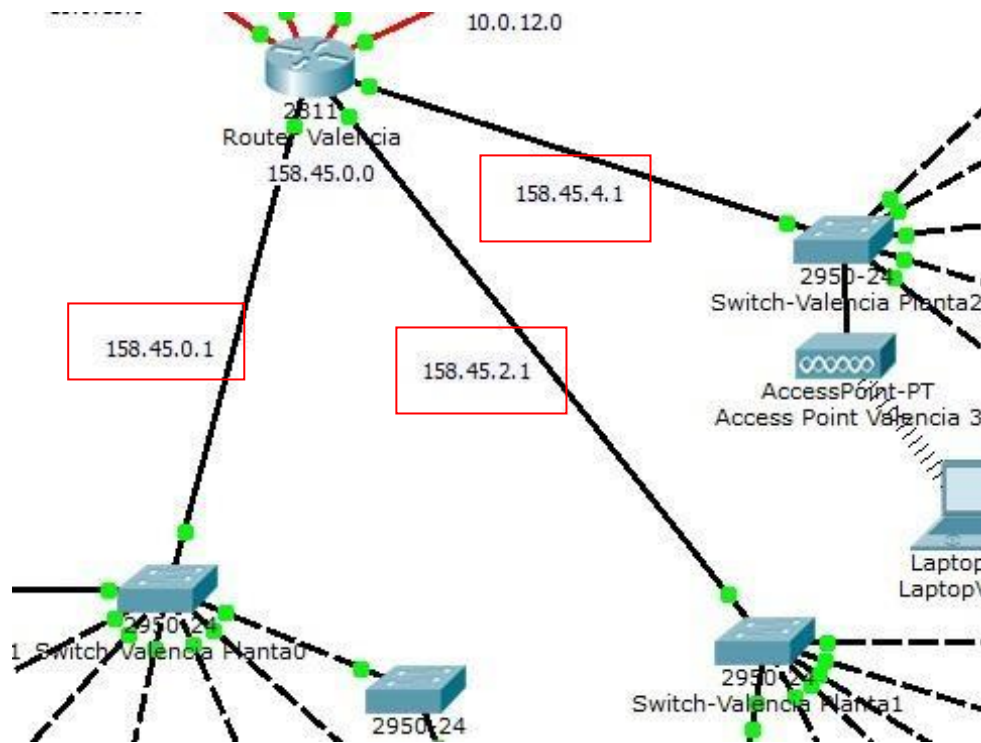
Diseño de una Red Telemática para Empresas con distintas Delegaciones

- En primer lugar colocamos los routers de cada sede y les asignaremos su **máscara** y **dirección de subred** correspondiente calculadas previamente, ya que la Dirección MAC nos aparece por defecto.

Podemos observar en la siguiente imagen de ejemplo como seleccionamos el apartado de *configuración* y aquí elegimos en primer lugar la *FastEthernet0/0* que es la que utilizaremos para el Router de la sede de Madrid, y a continuación le hemos asignado la *Dirección IP* y la *Mascara* correspondientes.



Este paso lo repetiremos para los routers de cada sede para la FastEthernet0/0, excepto para el caso de la **Sede de Valencia**, que utilizaremos **3 FastEthernet** distintas para diferenciar entre plantas; *FastEthernet0/0*, *FastEthernet0/1* y *FastEthernet1/0*.



3.2.2.1 Configuración de las Rutas estáticas

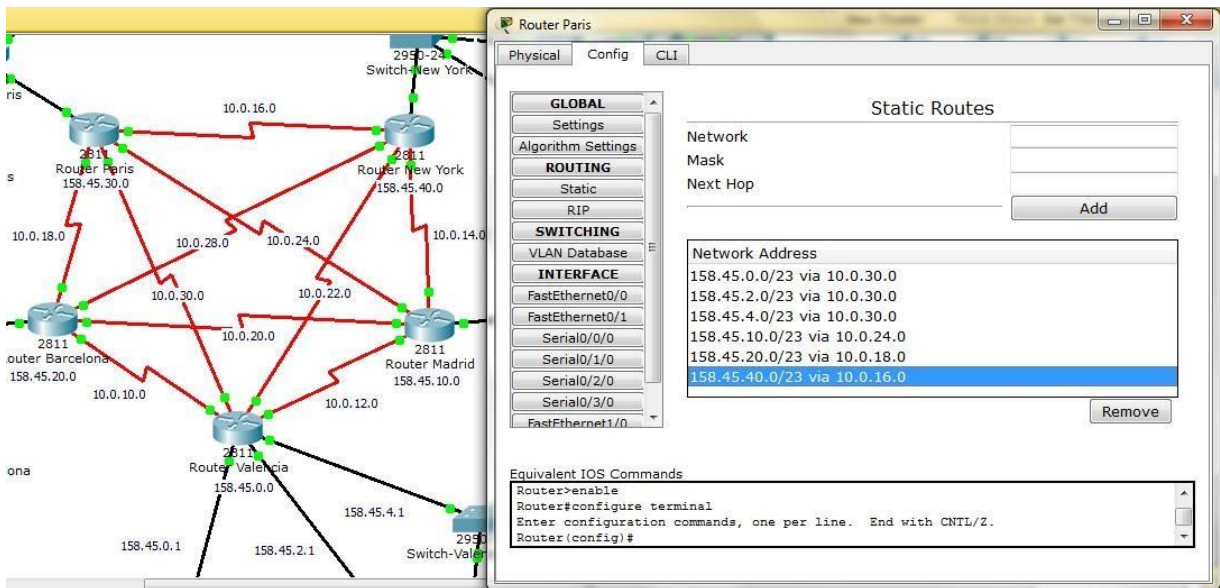
Las **rutas estáticas** se definen administrativamente y establecen rutas específicas que han de seguir los paquetes para pasar de un puerto de origen hasta un puerto de destino.

Se establece un control preciso del enrutamiento según los parámetros del administrador.

Las rutas estáticas por defecto especifican un gateway (puerta de enlace) de último recurso, a la que el router debe enviar un paquete destinado a una red que no aparece en su tabla de enrutamiento, es decir que desconoce.

Para configurar este tipo de rutas debemos ir a la pestaña de configuración de cada router, e introducir los parámetros del **nombre de la red (Network)**, la **máscara (Mask)** asociada a esa red y por último el **próximo salto (Next Hop)** hacia donde se deben encaminar los datos. Repetimos este paso hasta añadir todos los caminos posibles y no dar lugar a confusión o errores en la red.

Vamos a ver a continuación un ejemplo para la sede de Paris. En la imagen podemos observar también aparte de las rutas definidas, la topología de la red para saber por donde debemos enviar cada red.



3.2.3 Selección y Configuración de los Switches

- A continuación vamos a conectar esos routers a **un Switch principal en cada sede** el cual se conectará a su vez a los **switches secundarios** necesarios para cubrir el número de usuarios necesarios. Los switches que utilizaremos serán de **24 puertos como máximo (Switch 2950-24)**.

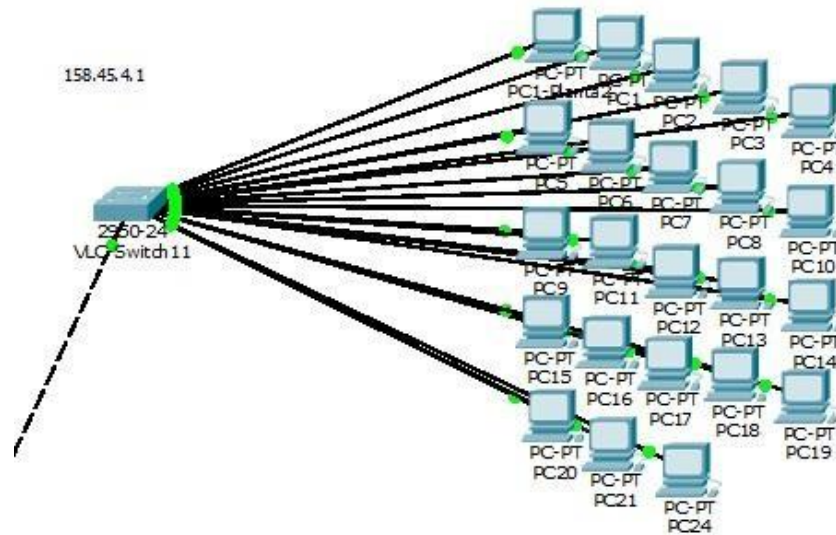
Recordando los requisitos que necesitamos para cada sede:

- o **Sede Valencia** - En esta sede encontraremos **tres plantas** de **1000 m²** que deberán dar servicio a **300 usuarios como mínimo**, y permitirá el **acceso inalámbrico** a la red desde cualquier zona de las 3 plantas. La cobertura máxima de los *routers* será de 50m.

Hemos repartido el número de usuarios posibles por planta de forma equitativa para evitar problemas de saturación de usuarios y problemas de cobertura, por lo que supondremos que se les deberá dar servicio como mínimo a **100 usuarios por planta**.

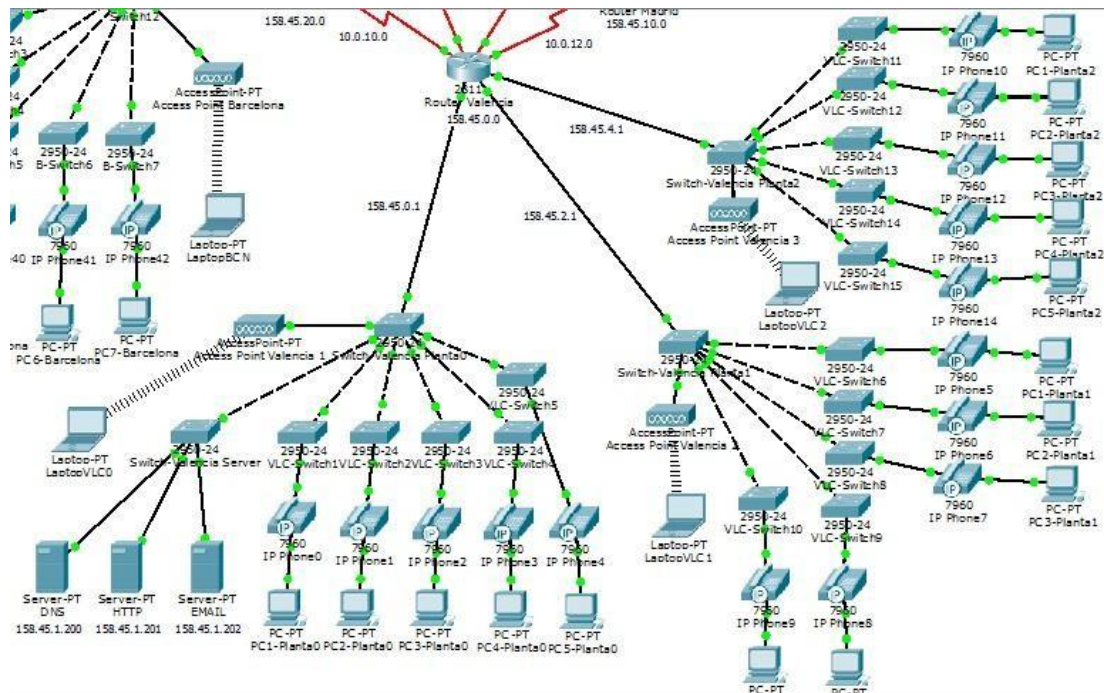
Cada switch secundario tiene **24 puertos Fast-Ethernet**, pero debemos utilizar el primer puerto para conectar cada switch secundario al switch principal de cada sede. Como nos quedan 23 Fast-Ethernet libres, en el caso de utilizar **5 switches secundarios por planta** (además del switch principal), estos podrían dar servicio como máximo a **115 usuarios**. ($23 \times 5 = 115$ usuarios posibles en cada planta).

Diseño de una Red Telemática para Empresas con distintas Delegaciones



Este caso sería una posible conexión para un Switch Secundario que como máximo podrá conectarse a 23 dispositivos. (Faltaría añadir telefonía IP)

A continuación podemos observar como queda configurada la Sede de Valencia y que tipos de conexiones se utilizará en cada caso.

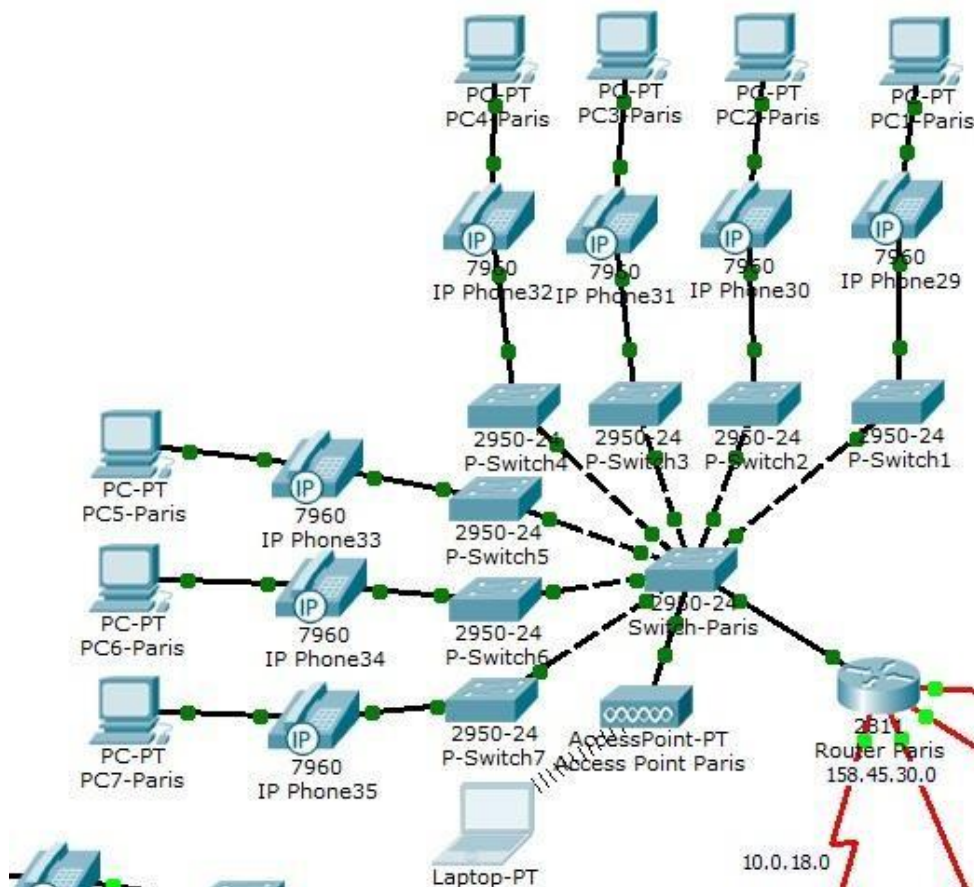


En este caso solo hemos incluido un dispositivo final conectado a cada switch secundario para ver la topología general de las 3 plantas completas, pero como hemos comentado podríamos conectar hasta 23 dispositivos a cada switch secundario.

Diseño de una Red Telemática para Empresas con distintas Delegaciones

- **Resto de Sedes (Madrid, Barcelona, Paris, New York)** – Estas sedes deberán dar servicio a **150 usuarios**, y también se permitirá el acceso inalámbrico a la red desde cualquier zona. La cobertura máxima de los *routers* será de 50m.

En este caso como necesitamos dar cobertura a 150 usuarios para cada sede, el **switch principal** irá conectado a **7 switches secundarios** lo que nos permitirá dar servicio a $23 \times 7 = 161$ **clientes** como máximo.



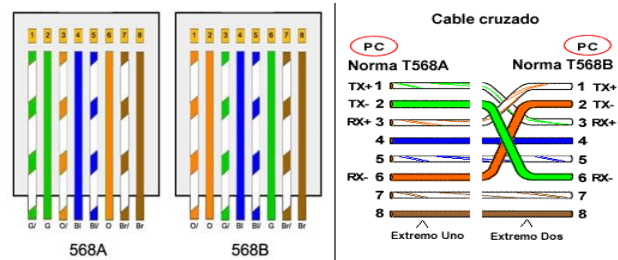
Podemos observar como queda por ejemplo configurada la Sede de París, donde observamos el switch principal conectado a los 7 switches secundarios.

Para todas las sedes las conexiones entre estos dispositivos se realizarán de la siguiente manera:

- La conexión entre el **switch principal** y los routers se realizará mediante **cable cobre directo (Copper Straight-Through)**.

Diseño de una Red Telemática para Empresas con distintas Delegaciones

- Sin embargo, la conexión entre el **switch principal** y los switches secundarios se realizará mediante **cable de cobre cruzado (Copper Cross-Over)**.



3.2.4 Configuración de los PCs

Para llevar a cabo una configuración correcta de los PCs, en el apartado de ‘subnetting’ previo, realizamos un estudio de cuáles serán las IP utilizables.

Nº de subred	Rango asignable
1 - Valencia Planta 0	158.45.0.1 - 158.45.0.254
2 - Valencia Planta 1	158.45.2.1 - 158.45.2.254
3 - Valencia Planta 2	158.45.4.1 - 158.45.4.254
6 - Madrid	158.45.10.1 - 158.45.10.254
11 - Barcelona	158.45.20.1 - 158.45.20.254
16 - Paris	158.45.30.1 - 158.45.30.254
21 - New York	158.45.40.1 - 158.45.40.254

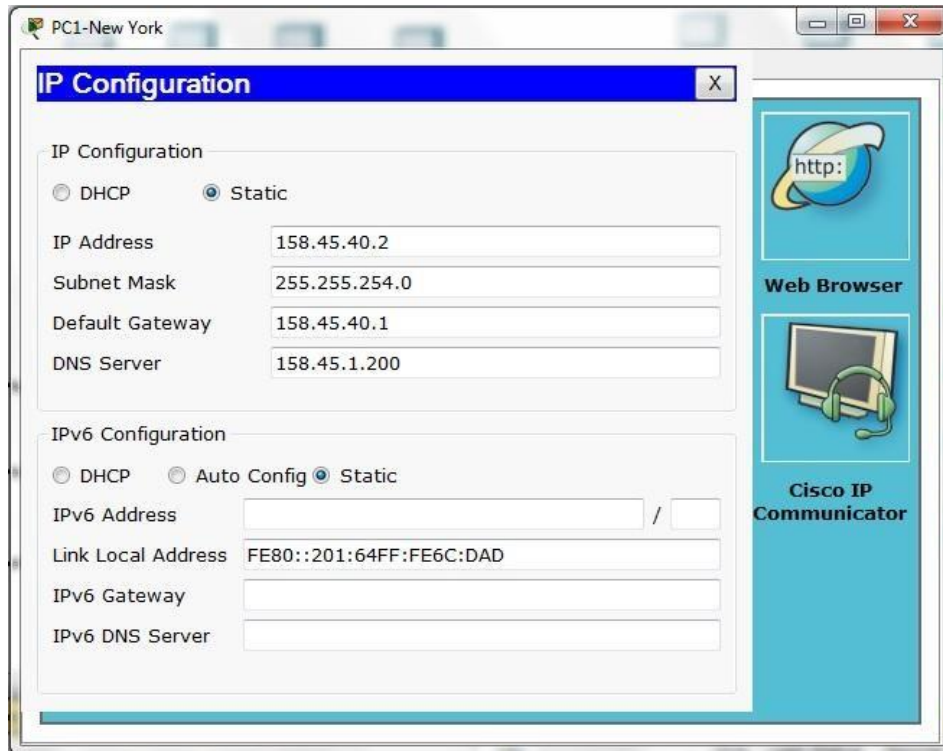
Hay que considerar como excepciones las 3 direcciones que usamos para los servidores 158.45.1.200, 158.45.201 y 158.45.202 en la planta baja de la sede de Valencia.

En primer lugar seleccionamos el PC a configurar y nos vamos al apartado *Desktop>IP configuration*, aquí debemos elegir si las IP se asignarán por DHCP o sin embargo lo haremos manualmente por IP estática.

Para nuestro proyecto hemos elegido asignarlas manualmente por **IP estática**.

Lo único que debemos hacer para la configuración de los PCs es asignarle la **dirección IP (IP Address)** correspondiente, la **máscara (Subnet Mask)**, la **puerta de acceso (Default Gateway)**, que será la misma que la dirección asignada al router, para así identificar por donde se deben encaminar los datos, y por último la **dirección del servidor DNS (DNS server)** si lo hubiera, que en nuestro caso veremos posteriormente que sí existe.

Repetiremos estos pasos para configurar los ordenadores necesarios en cada sede recordando que como máximo existirán 23 PCs por switch.



3.2.5 Puntos de Acceso y Portátiles

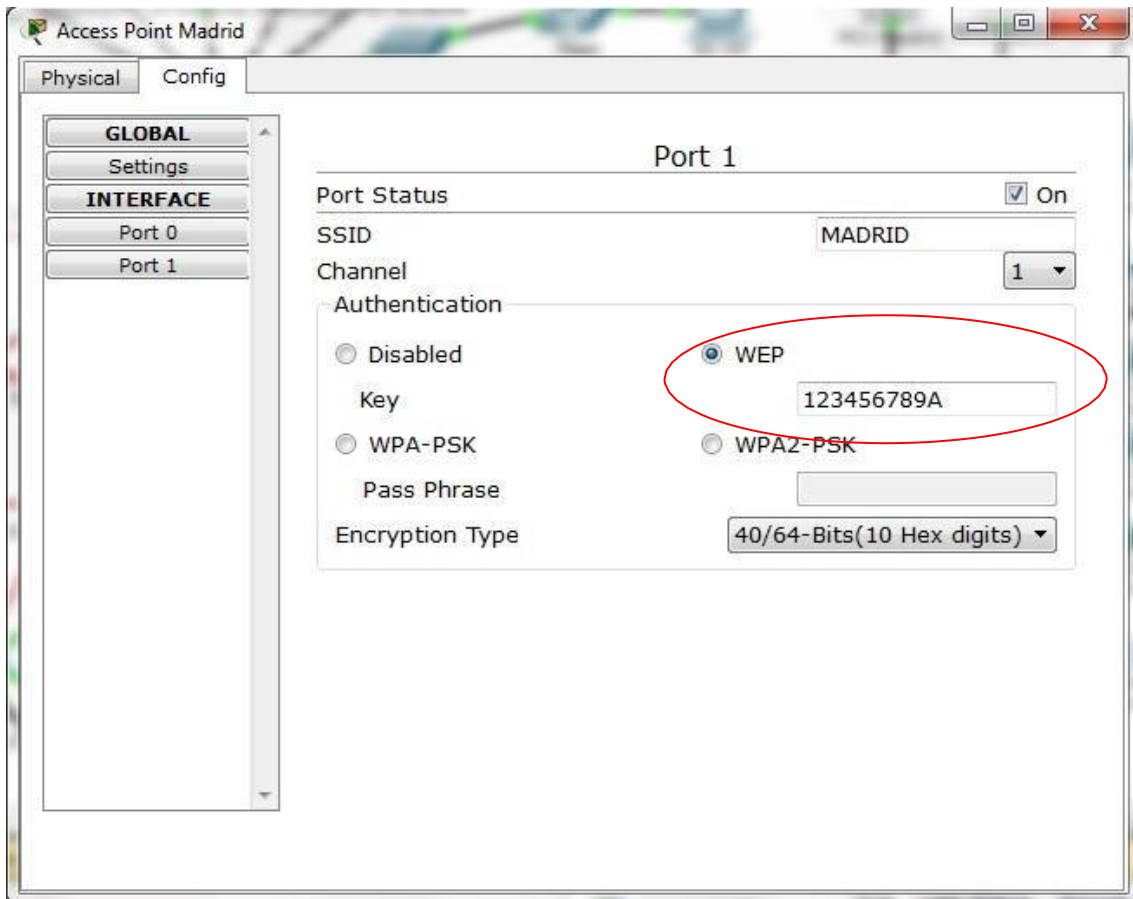
Otro requisito que se nos propone es que se permitirá el acceso inalámbrico a la red desde cualquier zona, tanto de las tres planta de la sede principal de Valencia, como del resto de sedes.

Para esto necesitamos en primer lugar poner como mínimo un punto de acceso en cada sede y configurarlos para que los portátiles tengan acceso inalámbrico.

Para cada sede seleccionamos por tanto un **punto de acceso genérico** y lo conectamos el switch principal mediante **Cable de Cobre Directo (Copper Straight-Through)**.

Podemos observar que tiene dos interfaces distintas, ambas encendidas. Seleccionamos el Puerto 1 y en **SSID** pondremos el **nombre de la red** al que queremos conectarnos posteriormente con el portátil.

Finalmente en autenticación vamos a seleccionar '**Autenticación por WEP**' a la cual debemos añadir una contraseña para esa red Wi-Fi.



A continuación vamos a configurar los portátiles a conectar a esta red.

Debemos asegurarnos de que los portátiles que quieran conectarse a la red Wi-Fi, deberán llevar una tarjeta inalámbrica, **Linksys-WPC300N**, por ejemplo. En caso de que solo contengan una tarjeta Ethernet, retiraremos esta, y la sustituiremos por una inalámbrica.

El módulo de Linksys-WPC300N ofrece una interfaz inalámbrica de 2.4GHz adecuado para la conexión a redes inalámbricas. El módulo es compatible con los protocolos que utilizan Ethernet para acceso LAN.

Para configurar la conexión seleccionamos *Desktop>PC Wireless* y aquí elegimos *Profile>Edit* y aquí deben aparecer las redes a las que tiene alcance nuestro portátil. Elegimos la red a la que nos queremos conectar e introducimos la contraseña CEP fijada anteriormente en el punto de acceso.



En el apartado de *Link Information* podemos comprobar si existe conexión, así como la calidad de la señal Wi-Fi.



3.2.6 Configuración de los Servidores

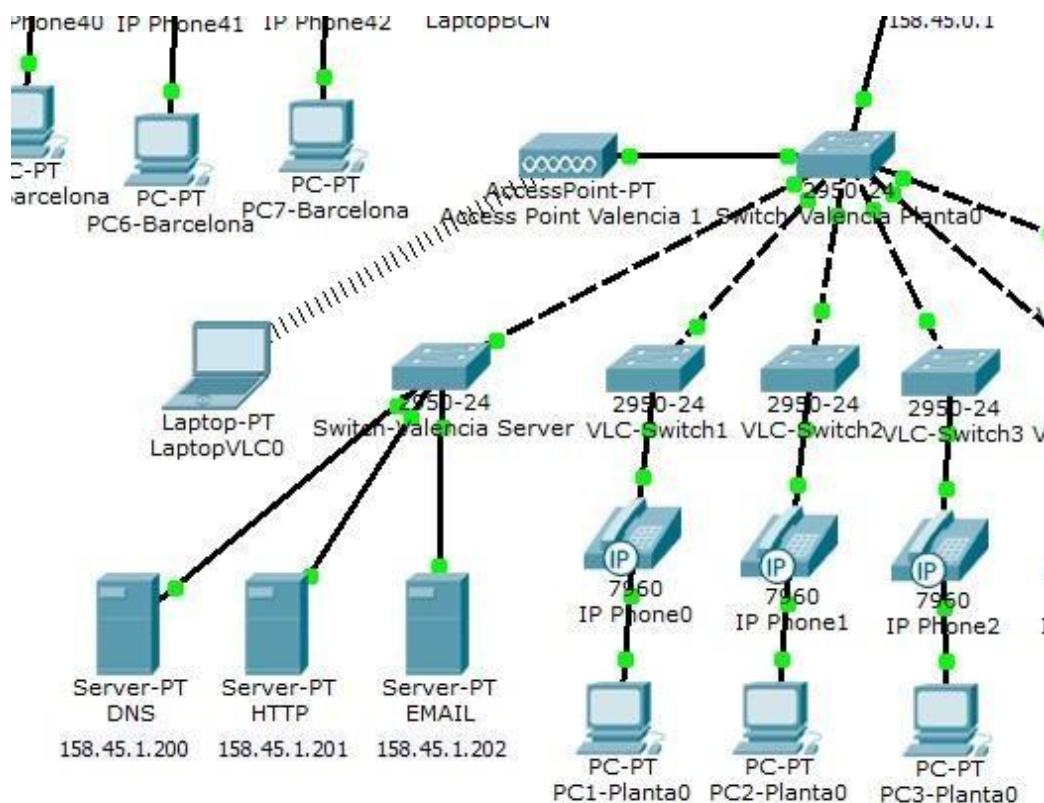
En el apartado de requisitos de servidores corporativos se nos pide la instalación de un *servidor corporativo de correo electrónico (SMTP o POP3)*, un *servidor corporativo de nombres (DNS)* y un *servidor web corporativo (HTTP)*, todos ellos conectados a la red local de la sede central.

También existirá un *servidor de aplicaciones corporativas propietarias implementado mediante un clúster de máquinas de alta disponibilidad* conectadas entre sí mediante un segmento de red local con tiempo de acceso garantizado, pero éste irá incluido en cualquiera de nuestros servidores anteriores por lo que no será necesario implementarlo.

Hemos decidido colocar los servidores en la **planta baja de la sede central de Valencia**.

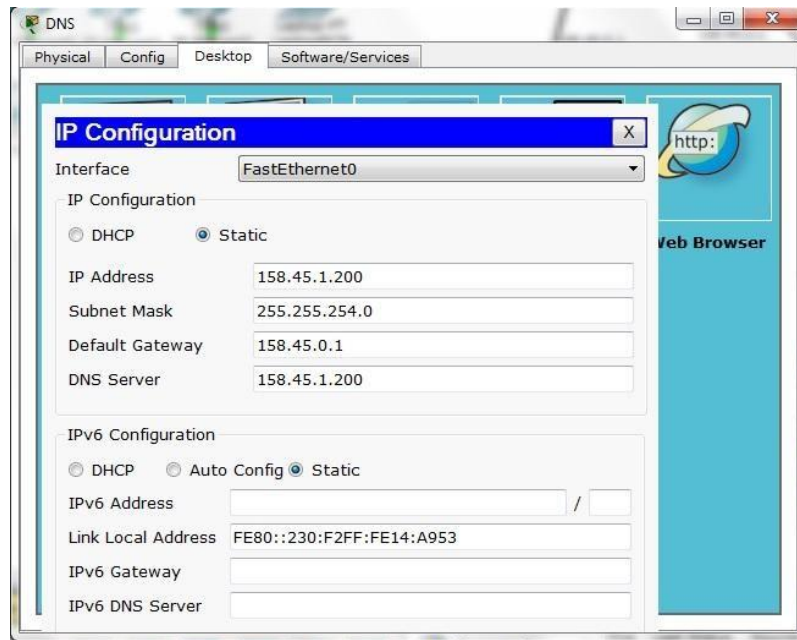
Para ello colocamos los 3 servidores y los conectamos a un switch secundario solo para servidores mediante **cableado de cobre directo (Copper Straight-Through)**.

Hemos asignado direcciones IP a partir de la dirección 158.45.1.200 hasta la última dirección disponible en la planta baja 158.45.1.254, aunque en principio solo utilizaremos las 3 primeras.

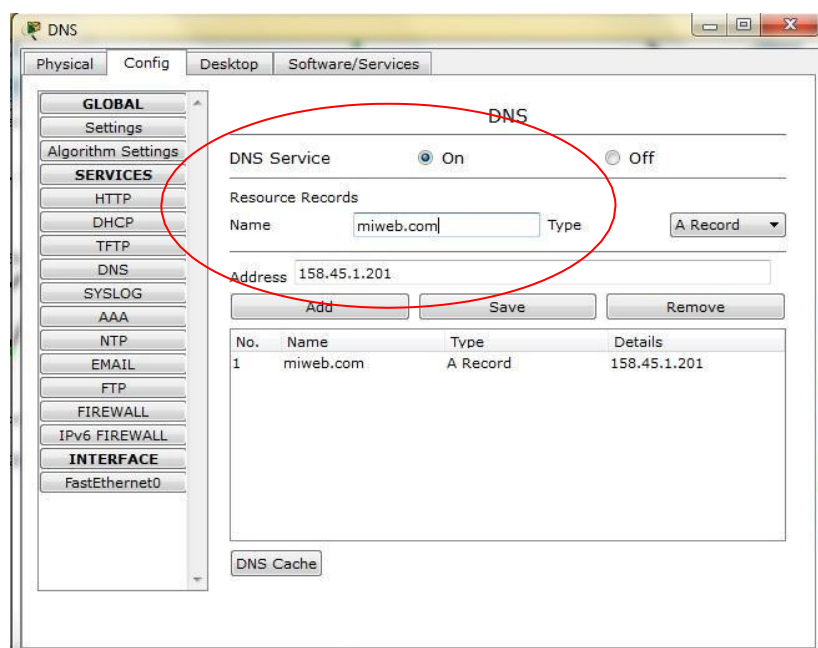


Servidor Corporativo de Nombres (DNS)

Para el servidor de Nombres hemos elegido la dirección **158.45.1.200**. Al igual que con la configuración de los PCs seleccionamos *IP configuration* e introducimos los datos necesarios: **dirección IP (IP Address)**, la **máscara (Subnet Mask)**, la **puerta de acceso (Default Gateway)**, y por último la **dirección del servidor DNS (DNS server)**.

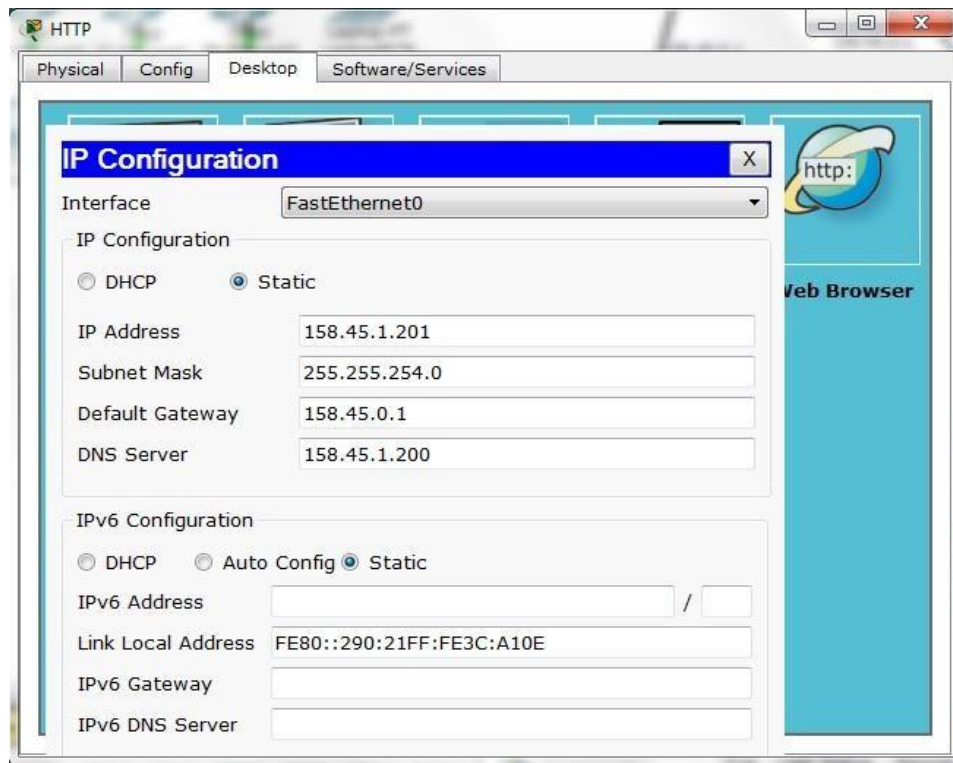


Una vez completados estos parámetros, vamos a la pestaña de *Config>DNS Services*. Aquí debemos crear nuestro dominio, para ello colocamos el *nombre del dominio* en la sección de *Resource records*, la **dirección de acceso al servidor web** y pulsamos *Add* para añadirlo. En nuestro ejemplo hemos añadido el dominio **miweb.com** al cual tendremos tener acceso cuando exista conexión a internet y añadimos la dirección del servidor. Desactivaremos los servicios que no utilizaremos para evitar errores.



Servidor Web Corporativo (HTTP)

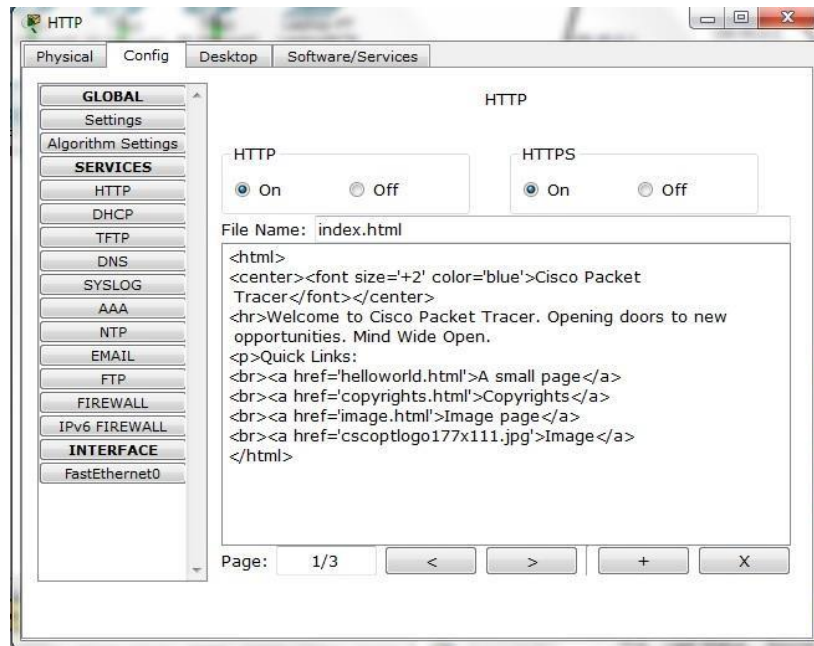
Para el servidor Web hemos seleccionado la dirección **158.45.1.201**. En la sección de configuración IP introducimos los datos de subred, mascara, puerta de enlace y Servidor DNS.



A continuación vamos a la pestaña de *Configuración*> *Servicio HTTP* y aquí nos aseguramos de tener tanto el servicio de HTTP como el de HTTPS encendido.

En la parte de abajo tenemos tres archivos: *index.html*, *helloworld.html* e *image.html* los cuales podríamos modificarlos y cambiar parámetros de opciones, cambiar color o tamaño de las letras, añadir o suprimir texto, imágenes, etc.

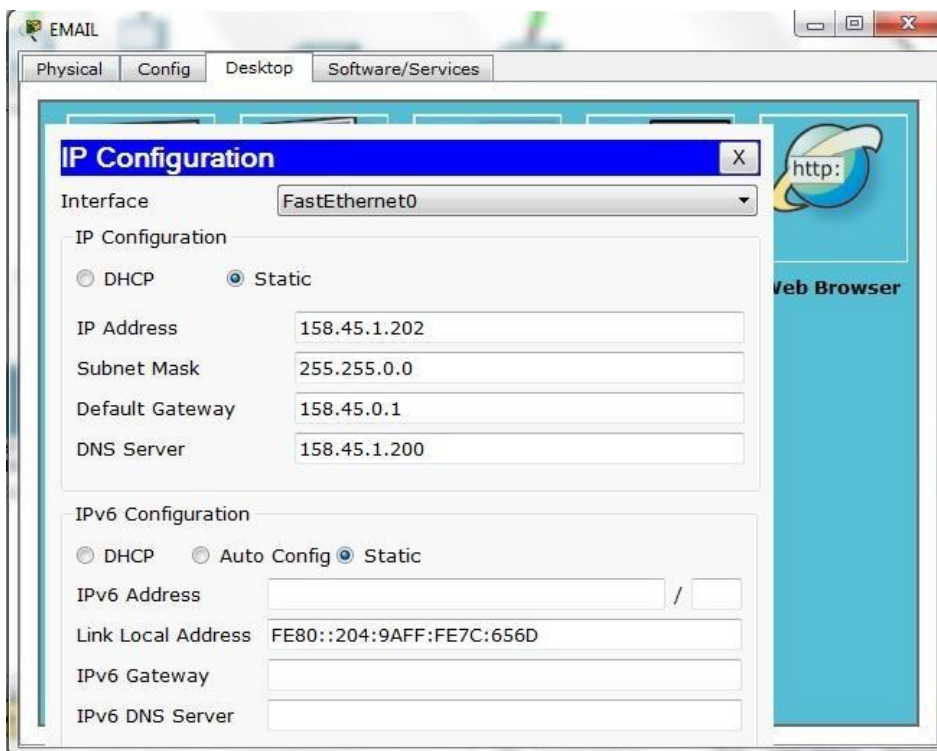
Al igual que para los demás servidores, también es recomendable apagar los servicios del servidor que no vayamos a utilizar.



Servidor Corporativo de Correo Electrónico (SMTP o POP3)

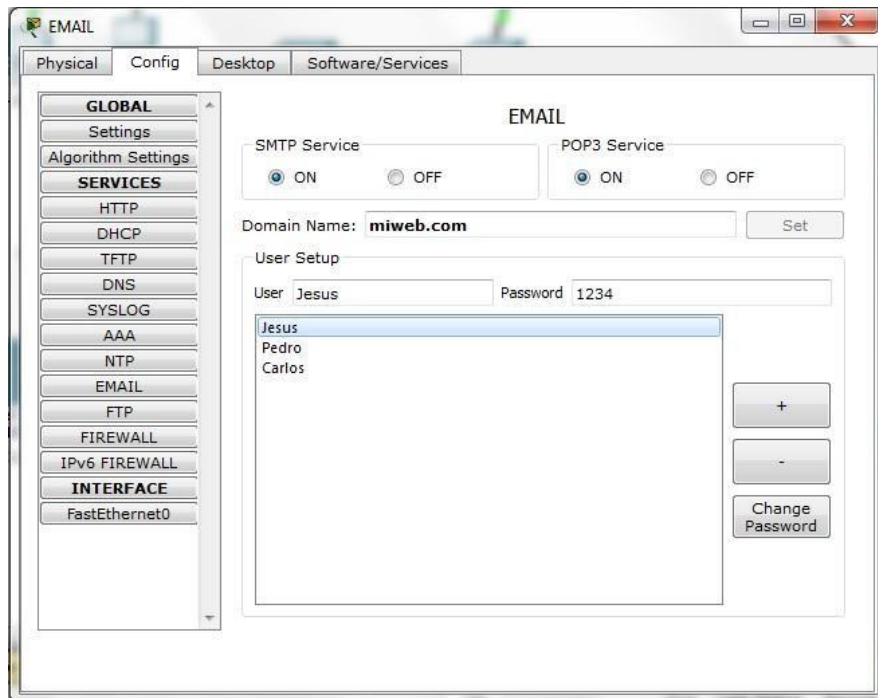
La dirección que asociaremos al servidor de Correo será la **158.45.1.202**.

Al igual que hicimos con los servidores anteriores, en la sección de configuración IP introducimos los datos de subred, mascara, puerta de enlace y Servidor DNS.

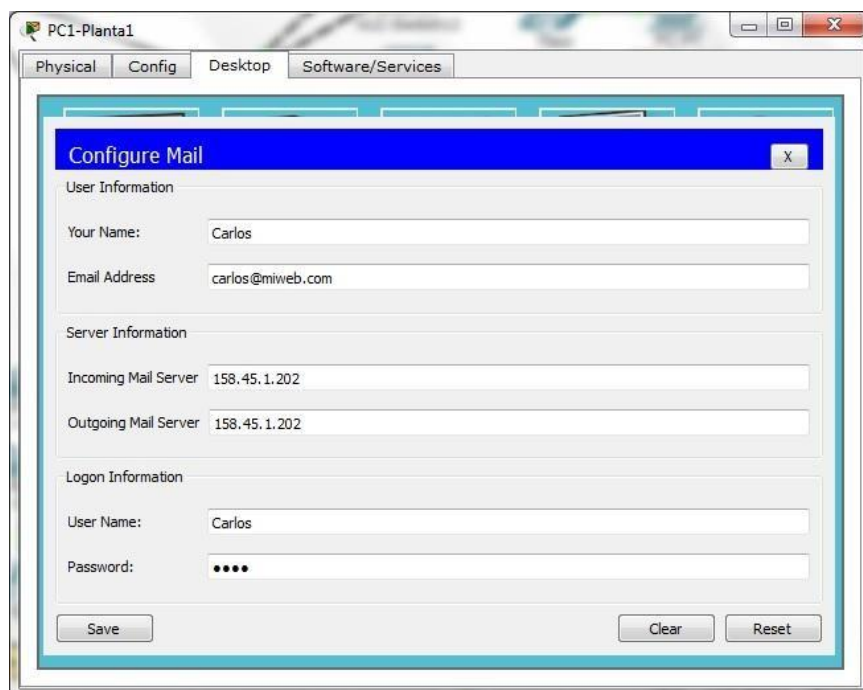


Diseño de una Red Telemática para Empresas con distintas Delegaciones

A continuación en la pestaña de *Configuración>EMAIL* nos aseguraremos de que ambos servicios de correo estén activados (**SMTP** y **POP3**). Escribimos el dominio que vayamos a utilizar y creamos una **lista de usuarios con contraseña** que son los que podrán utilizar este servicio.



Para poder registrar un usuario en un PC debemos acceder al PC, al apartado *Desktop>E Mail* y aquí rellenamos los datos que nos pidan de la siguiente manera.



Y con esto finalizaríamos la configuración de los tres servidores y estarían listos para su uso.

3.2.7 Telefonía IP

Vamos a mostrar un ejemplo de cómo hemos realizado la configuración de uno de los teléfonos. Para ello vamos a tener que reconfigurar mediante *‘líneas de comando IOS’* tanto el router de cada sede, como los switches por los que tenemos que pasar.

Para esto hemos elegido el **modelo de teléfono IP 7960**. Antes de nada conectamos el adaptador de corriente a los teléfonos.

Seleccionamos el **switch secundario** (Conectado entre el switch principal y el Teléfono IP) y en la pestaña de CLI aparece el Interfaz de líneas de comando IOS. Una vez aquí introduciremos las siguientes instrucciones:

```
Switch>enable
Switch#config t
Switch(config)#interface f0/1
Switch(config-if)#switchport mode trunk

%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet0/1, changed state to down
%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet0/1, changed state to up

Switch(config-if)#exit
Switch(config)#vlan 10                                %Creamos las vlan de Datos y Voz
Switch(config-vlan)#name VOICE
Switch(config-vlan)#vlan 50
Switch(config-vlan)#name DATA
Switch(config-vlan)#exit
Switch(config)#int range f0/2-24                      % interfaces las incluimos en el rango para modo acceso
Switch(config-if)#switchport mode access
Switch(config-if)#switchport access vlan 50
Switch(config-if)#exit
Switch(config)#exit
```

Esta configuración separará tráfico de voz y datos en el Switch secundario. Los paquetes de datos se realizarán en la vlan de acceso.

Abrimos ahora la línea de comandos para el **switch principal** de la sede:

```
Switch>enable
Switch#config t
Switch(config)#int range f0/1-9    % Modo truncado para el el rango de interfaces seleccionado
Switch(config-if-range)#switchport mode trunk

Switch(config-if-range)#
%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet0/1, changed state to down
%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet0/1, changed state to up
%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet0/2, changed state to down
%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet0/2, changed state to up
%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet0/3, changed state to down
```

Diseño de una Red Telemática para Empresas con distintas Delegaciones

%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet0/3, changed state to up
%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet0/4, changed state to down
%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet0/4, changed state to up
%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet0/5, changed state to down
%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet0/5, changed state to up
%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet0/6, changed state to down
%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet0/6, changed state to up
%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet0/7, changed state to down
%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet0/7, changed state to up
%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet0/8, changed state to down
%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet0/8, changed state to up

A continuación vamos **configurar la interfaz FastEthernet0/0 y el servidor DHCP** en el **router**. El servidor DHCP es necesario para obtener una dirección IP y la ubicación del TFTP para cada teléfono conectado a la red.

```
Router>enable
Router#config t
Router(config)#int f0/0
Router(config-if)#no shutdown
Router(config-if)#exit
```

```
Router(config)#int f0/0.10
%LINK-5-CHANGED: Interface FastEthernet0/0.10, changed state to up
%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet0/0.10, changed state to up
```

```
Router(config-subif)#encapsulation dot1Q 10
Router(config-subif)#ip address 158.45.100.2 255.255.254.0
Router(config-subif)#exit
Router(config)#int f0/0.50
%LINK-5-CHANGED: Interface FastEthernet0/0.50, changed state to up
%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet0/0.50, changed state to up
```

```
Router(config-subif)#encapsulation dot1Q 50
Router(config-subif)#ip address 158.45.150.2 255.255.254.0
Router(config-subif)#exit
```

```
Router(config)#ip dhcp pool VOICE
Router(dhcp-config)#network 158.45.100.0 255.255.254.0
Router(dhcp-config)#default-router 158.45.10.1
Router(dhcp-config)#dns-server 158.45.1.200
Router(dhcp-config)#option 150 ip 158.45.10.1
Router(dhcp-config)#exit
Router(config)#ip dhcp pool DATA
Router(dhcp-config)#network 158.45.150.0 255.255.252.0
Router(dhcp-config)#default-router 158.45.10.1
Router(dhcp-config)#dns-server 158.45.1.200
Router(dhcp-config)#option 150 ip 158.45.10.1
Router(dhcp-config)#exit
```

Diseño de una Red Telemática para Empresas con distintas Delegaciones

Por último vamos a configurar el **Call Manager** en el router, que servirá para asignar números y direcciones IP a los teléfonos.

```
Router(config)#telephony-service
Router(config-telephony)#max-dn 25
Router(config-telephony)#max-ephones 25
Router(config-telephony)#ip source-address 158.45.10.1 port 2000
Router(config-telephony)#exit
```

```
Router(config)#ephone-dn 1
Router(config-ephone-dn)#number 2001
Router(config-ephone-dn)#exit
```

```
Router(config)#ephone-dn 2
Router(config-ephone-dn)#number 2002
Router(config-ephone-dn)#exit
```

```
Router(config)#ephone 1
Router(config-ephone)#button 1:1
Router(config-ephone)#exit
```

```
Router(config)#ephone 2
Router(config-ephone)#button 1:2
Router(config-ephone)#exit
```

```
Router(config)#do show ephone
```

```
ephone-1 Mac:00E0.B0C2.C50D TCP socket:[1] activeLine:0 REGISTERED in SCCP ver 12 and Server
in ver 8
mediaActive:0 offhook:0 ringing:0 reset:0 reset_sent:0 paging 0 debug:0 caps:8
IP:158.45.100.1 1026 7960 keepalive 43 max_line 2
button 1: dn 1 number 2001 CH1 IDLE
```

```
ephone-2 Mac:0005.5E67.1719 TCP socket:[1] activeLine:0 REGISTERED in SCCP ver 12 and Server
in ver 8
mediaActive:0 offhook:0 ringing:0 reset:0 reset_sent:0 paging 0 debug:0 caps:8
IP:158.45.100.3 1025 7960 keepalive 43 max_line 2
button 1: dn 2 number 2002 CH1 IDLE
```

Con este punto dejamos correctamente configurados los teléfonos a los cuales se les asignó una IP y un número para poder realizar llamadas.

4. Análisis Económico

A continuación realizaremos un análisis económico del coste aproximado que tendría nuestro proyecto.

Para ello estudiaremos las zonas en las que instalaremos nuestras distintas sedes para saber qué **tipo de operador** es el adecuado para las conexiones entre las distintas sedes.

En este informe también incluiremos precios de los **componentes** (Routers, Switchs, Teléfonos...) del **cableado, mano de obra**, y todo aquello que influya en el precio final del nuestro proyecto.

4.1 Operadores

En este análisis tendremos en cuenta las distancias (en línea recta) de cada sede y si la sede pertenece a territorio nacional, internacional o intercontinental (diferentes continentes).

Distancia(Km)	VALENCIA	MADRID	BARCELONA	PARIS	NEW YORK
VALENCIA	0	302.21	303.17	1065.92	6086.76
MADRID	302.21	0	504.91	1052.69	5767.93
BARCELONA	303.17	504.91	0	830.57	6165.34
PARIS	1065.92	1052.69	830.57	0	5836.78
NEW YORK	6086.76	5767.93	6165.34	5836.78	0

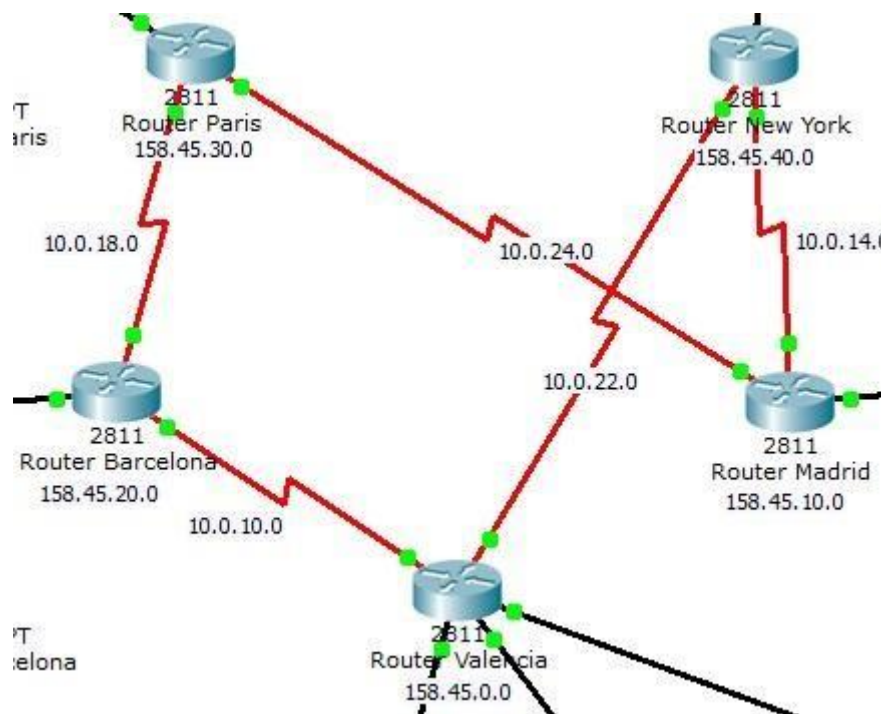
Tipo de Operador	VALENCIA	MADRID	BARCELONA	PARIS	NEW YORK
VALENCIA	-	Nacional	Nacional	Europeo	Intercontinental
MADRID	Nacional	-	Nacional	Europeo	Intercontinental
BARCELONA	Nacional	Nacional	-	Europeo	Intercontinental
PARIS	Europeo	Europeo	Europeo	-	Intercontinental
NEW YORK	Intercontinental	Intercontinental	Intercontinental	Intercontinental	-

Diseño de una Red Telemática para Empresas con distintas Delegaciones

Podemos observar como hemos diferenciado las posibles conexiones entre nuestras sedes, ya que según el lugar donde se encuentren, los operadores que contrataremos tendrán una tarifa distinta.

Como comentamos en apartados anteriores, para este proyecto nos interesa la topología de **dos caminos posibles** ya que es la que mejor relación de *coste / eficiencia* tiene.

Por lo que la topología a diseñar sería:



Y el cuadro de distancias que nos interesará finalmente desechando los caminos que no interesen se corresponde con el siguiente:

Distancia(Km)	VALENCIA	MADRID	BARCELONA	PARIS	NEW YORK
VALENCIA	0	-	303.17	-	6086.76
MADRID	-	0	-	1052.69	5767.93
BARCELONA	303.17	-	0	830.57	-
PARIS	-	1052.69	830.57	0	-
NEW YORK	6086.76	5767.93	-	-	0

4.2 Coste Económico Total

PRESUPUESTO DE DESPLIEGUE DE CABLEADO Y COMPONENTES PARA LAS 5 SEDES

Producto	Tipo	Cantidad	Precio/Unidad	TOTAL
Cable de Red (Hor.)	UTP Cat 5e	1500m	0.35€/m	525€
Cable de Red (Vert.)	Fibra MM 62.5/125um	300m	0.70€/m	210€
Conectores	RJ-45	750	0.25€	187,5€
Caja de Cables	Rack 19"	8	72€	576€
Rosetas	UTP Cat5e Doble	220	2.60€	572€
Canaletas	Cableado sin plomo RCCM	450	0.80€	360€
Bocas	RJ-45	8	35€	280€
Patch Panel	General Cable Cat 5e	8	42€	336€
Switches (Princip.)	Cisco 2950-24	7	128€	896€
Puntos de Acceso	Cisco Small Business WAP551	7	240€	1680€
Routers	Cisco 2811	5	900€	4500€
Modulos ext.	NM-2FE2W	10	95€	950€
Puertos Serie ext.	WIC-IT	20	70€	1400€
Mano de obra	Aproximadamente una jornada laboral de 8 horas para cada sede	40h	10€/h	400€
Coste Total				12872,5€

PRESUPUESTO DE ALQUILER DE LOS OPERADORES CONTRATADOS

La **Oferta de Referencia de Líneas Alquiladas Terminales (ORLA)** regula los servicios mayoristas que **Telefónica** ofrece a los operadores para que éstos puedan conectar sus redes troncales con el domicilio final de sus clientes empresariales, con un ancho de banda garantizado y simétrico.

La ORLA contempla las líneas tradicionales, que ya se incluían en la Oferta de Interconexión de Referencia, y las líneas Ethernet.

En la regulación de las nuevas líneas Ethernet, la CMT ha dividido las centrales en tres zonas diferenciadas, de acuerdo con la **distancia que hay desde el punto de presencia del operador hasta la central de Telefónica más cercana al cliente final**. Se han fijado los precios con el objeto de asegurar la replicabilidad de las ofertas de Telefónica por parte de los operadores alternativos, evitando el estrechamiento de márgenes y manteniendo los incentivos para el desarrollo de redes alternativas.

Velocidad	Zona	Cuota mensual (€)
Ethernet (10 Mb)	Zona 1: ≤ 2 km	436,24
	Zona 2: entre 2 y 12 km	555,21
	Zona 3: más de 12 km	834,27
Fast Ethernet (100 Mb)	Zona 1: ≤ 2 km	504,70
	Zona 2: entre 2 y 12 km	647,55
	Zona 3: más de 12 km	953,91

5. Simulación

En este punto vamos realizar una simulación con Cisco Packet Tracer de varios ejemplos, para comprobar que existe *conexión entre nuestras sedes*, así como que hay *acceso a internet*, los *servidores* y el *correo electrónico* funcionan correctamente y que podemos realizar *llamadas entre 2 usuarios de distintas sedes*.

5.1 Conexión entre distintas Sedes

Para comprobar que existe conexión entre distintos PCs o portátiles de distintas sedes vamos a utilizar la herramienta de Cisco Packet Tracer **'Add Simplex PDU'** que nos permite simular la transmisión de un paquete de información entre dispositivos de red y nos dice si esta transmisión fue satisfactoria o fallida.

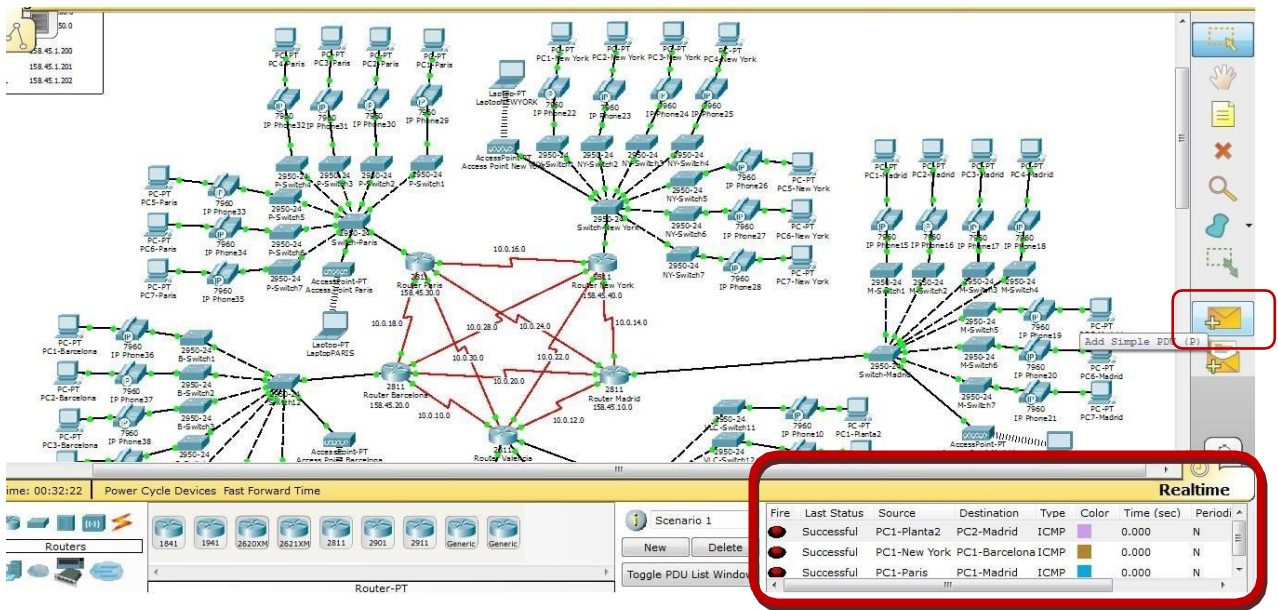
Vamos a simular tres casos distintos para comprobar que no hay errores.

En primer lugar seleccionamos en la herramienta 'Add Simplex PDU', ubicada en la barra de herramientas de la derecha y hacemos click sobre el PC origen y el PC destino. Una vez realizado esto nos aparecerá en el cuadro de abajo si la transmisión fue satisfactoria o fallida.

Hemos repetido este proceso para los siguientes casos y en todos ellos la simulación fue satisfactoria:

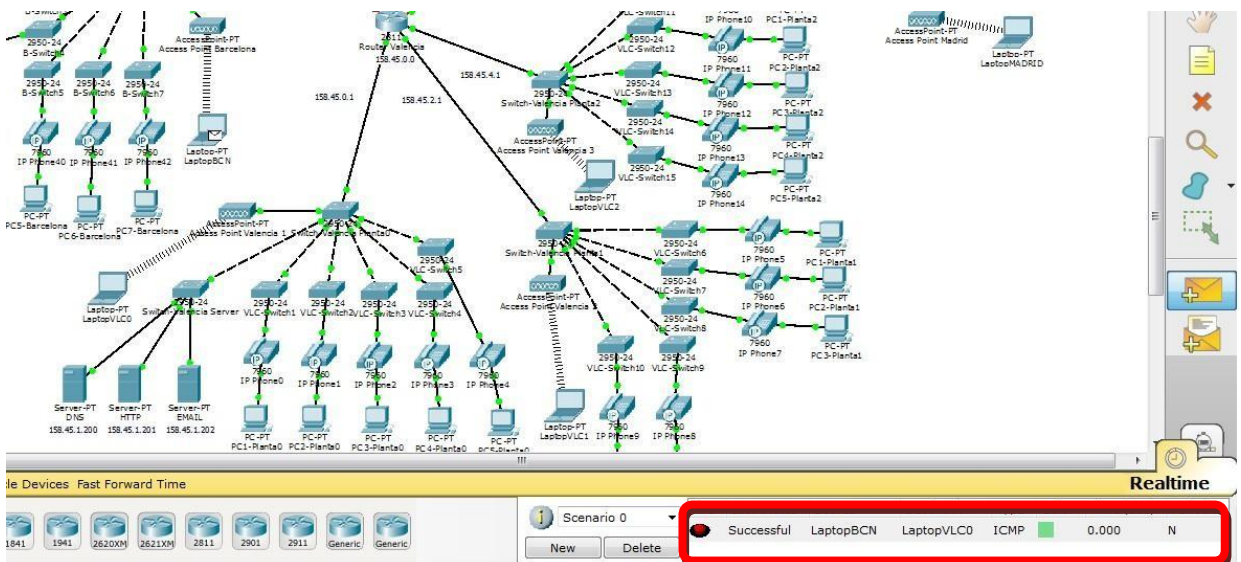
- | | |
|-------------------------------|---------------------------|
| - PC origen: PC1-Planta 2 VLC | PC destino: PC2-Madrid |
| - PC origen: PC1-New York | PC destino: PC1-Barcelona |
| - PC origen: PC1-Paris | PC destino: PC1-Madrid |

Diseño de una Red Telemática para Empresas con distintas Delegaciones



Podemos comprobar también que no existiría problema alguno al realizar lo mismo con ordenadores portátiles:

- PC origen: PC1-Planta 2 VLC PC destino; PC2-Madrid

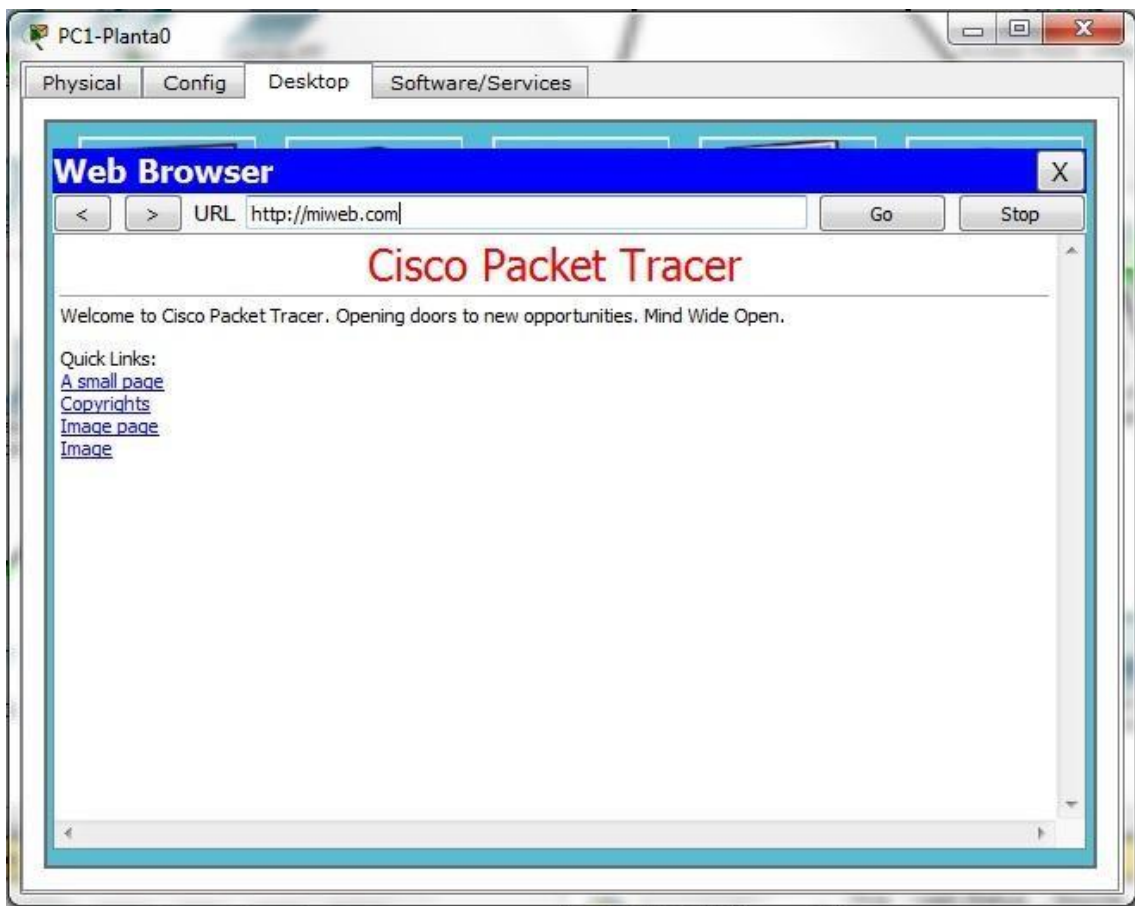


5.2 Acceso a Internet

Vamos ahora a comprobar si funciona el acceso a internet en cualquiera de los PC o portátiles instalados en la distintas sedes.

Para ello seleccionamos cualquier PC/portátil y en la pestaña **Desktop>Web Browser** introducimos la pagina o dominio al que queremos acceder.

Si el servidor web está bien instalado y configurado, deberíamos tener acceso a las direcciones definidas previamente en el servidor DNS que en nuestro ejemplo fue **'miweb.com'**.

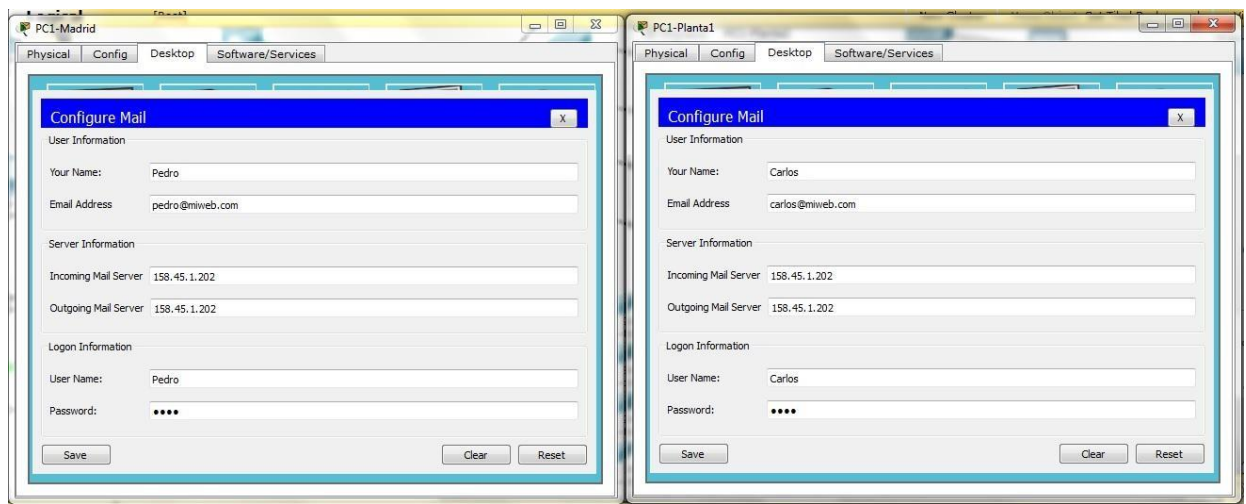


Podemos observar que la conexión fue exitosa y que efectivamente, hemos tenido acceso a la página definida en apartados anteriores en el servidor DNS.

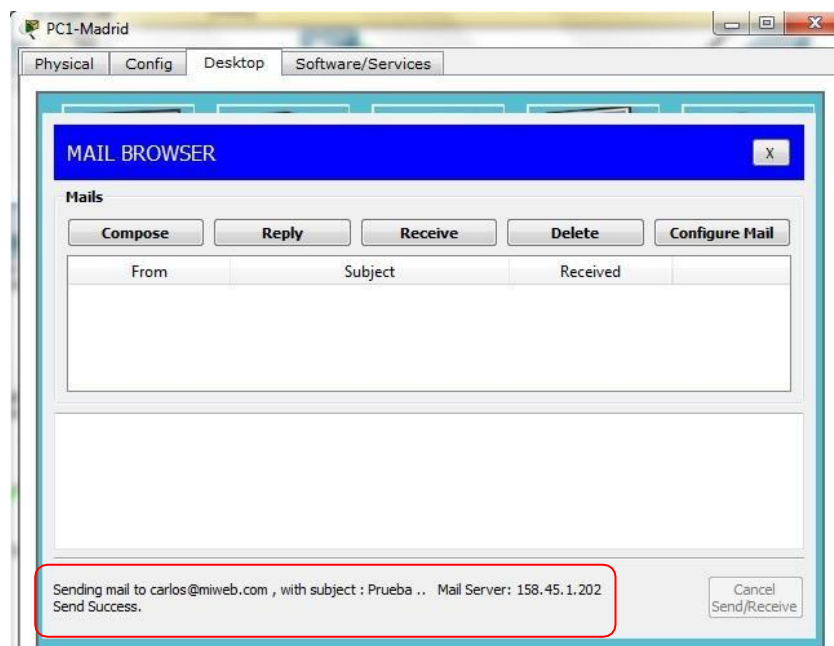
5.3 Correo Electrónico

Para comprobar si el correo electrónico funciona así como el servidor definido anteriormente, vamos a simular como ejemplo el envío de un correo de un usuario en la planta 1 de la sede de Valencia que enviará un mensaje a otro usuario de la sede de Madrid y este le contestará confirmando que el mensaje llegó correctamente.

En primer lugar configuramos los usuarios de la forma explicada en el apartado del servidor de correo electrónico.

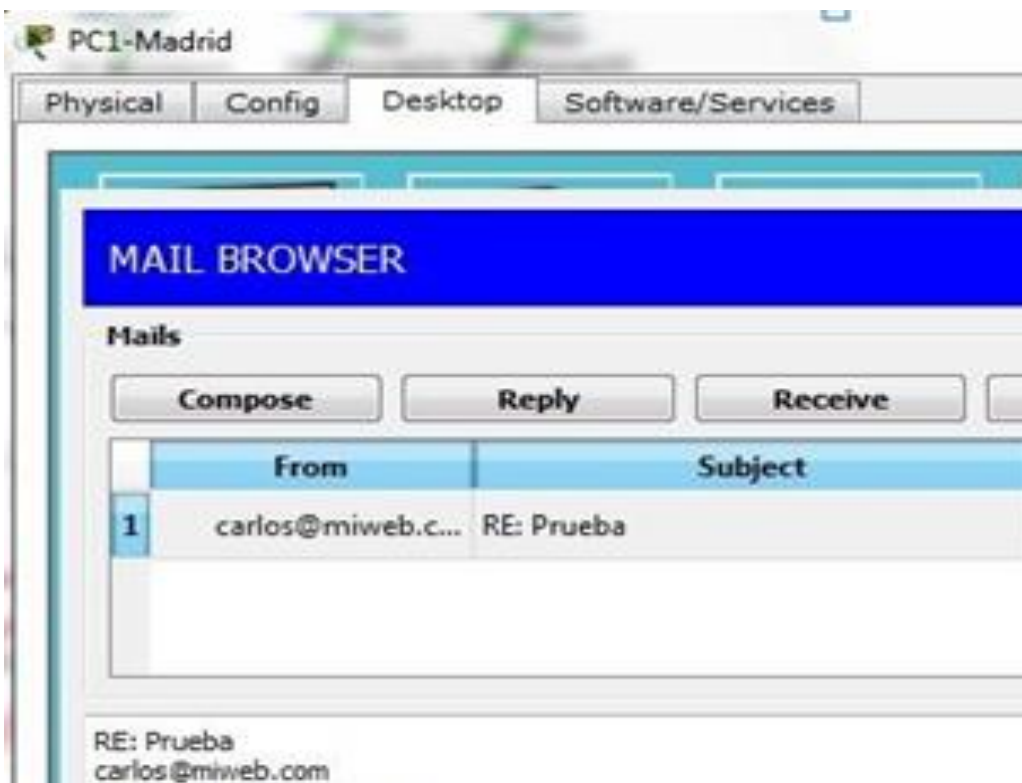


A continuación el usuario de la sede de Madrid 'Pedro' enviará un correo al usuario de la planta 1 de Valencia 'Carlos'. Seleccionamos **'Compose Mail'** y escribimos el destinatario, asunto y mensaje a enviar. Al enviarlo nos confirmará que el envío ha sido satisfactorio, por lo que ahora debemos comprobar si Carlos lo ha recibido.





Observamos que el correo se recibió correctamente, aun estando en distintas ciudades, por lo que como último paso solo quedaría contestarle confirmando que el correo llegó sin errores.



5.4 Telefonía IP

En este último punto de simulación vamos a comprobar que se pueden realizar llamadas entre teléfonos.

Como ejemplo vamos a usar los dos teléfonos configurados anteriormente en la sede de Madrid, pero no habría ningún problema en realizar llamadas entre distintas sedes si así se desea.

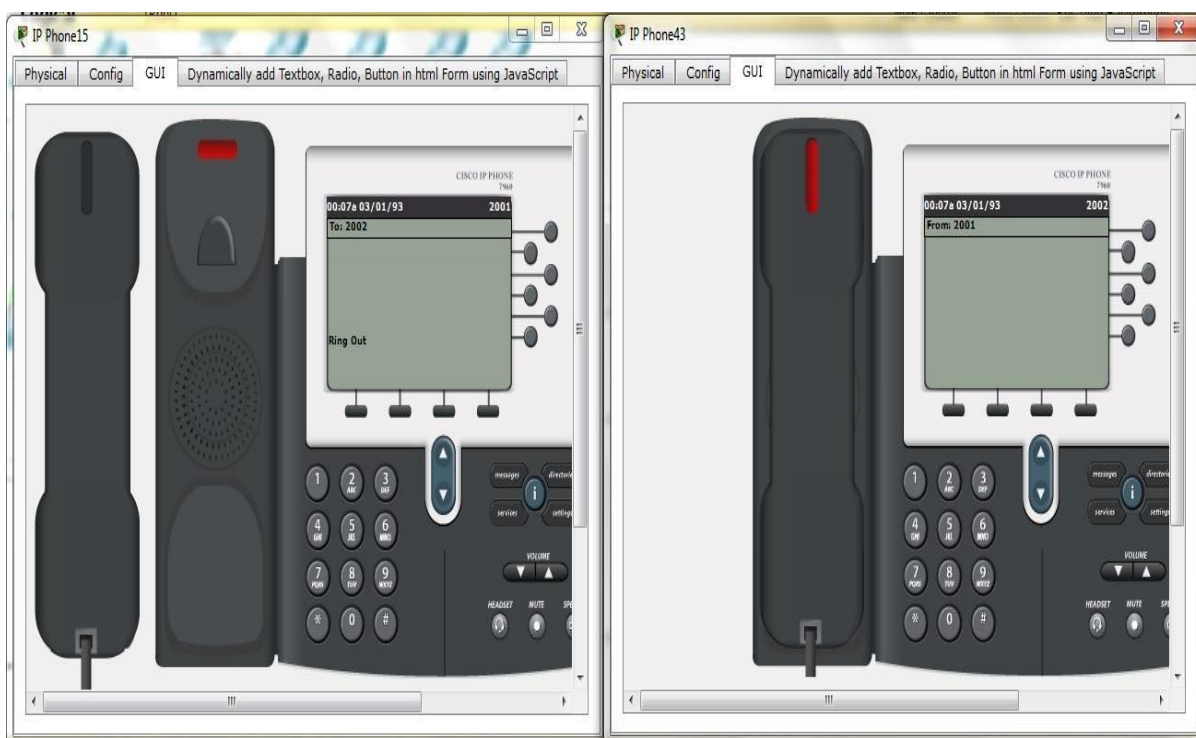
Seleccionamos el teléfono N°15 por ejemplo, y vamos a la **pestaña GUI**. Aquí aparece el teléfono tal y como lo vemos en la realidad, con el numero que le hemos asignado, en este caso el 2001.



Vamos a realizar una llamada al teléfono N°43, el cual tiene asignado el numero 2002, por lo que descolgamos y marcamos el numero 2002.

Si nos dirigimos ahora al teléfono N°43 comprobamos que está recibiendo la llamada del numero 2001, que es el teléfono N°15.

Diseño de una Red Telemática para Empresas con distintas Delegaciones



Al descolgar observamos como la conexión entre ambos teléfonos es correcta.



6. Entregables

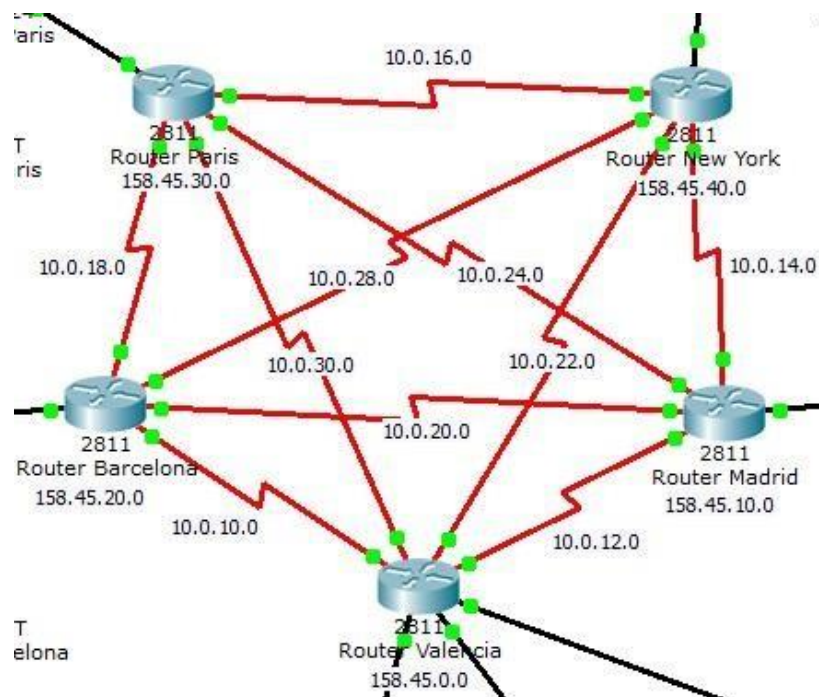
6.1 Topología General de la Red

En primer lugar proporcionamos los datos de las direcciones IP más importantes necesarias para la correcta configuración de nuestra red.

	VALENCIA-PLANTA 0 (0)	VALENCIA-PLANTA 1 (2)	VALENCIA-PLANTA 2 (4)	MADRID (10)	BARCELONA (20)	PARIS (30)	NEW YORK (40)
Subred:	158.45.0.0	158.45.2.0	158.45.4.0	158.45.10.0	158.45.20.0	158.45.30.0	158.45.40.0
Router:	158.45.0.1	158.45.2.1	158.45.4.1	158.45.10.1	158.45.20.1	158.45.30.1	158.45.40.1
1º PQ	158.45.0.2	158.45.2.2	158.45.4.2	158.45.10.2	158.45.20.2	158.45.30.2	158.45.40.2
1er Wi-Fi:	158.45.1.100	158.45.3.100	158.45.5.100	158.45.10.100	158.45.20.100	158.45.30.100	158.45.40.100

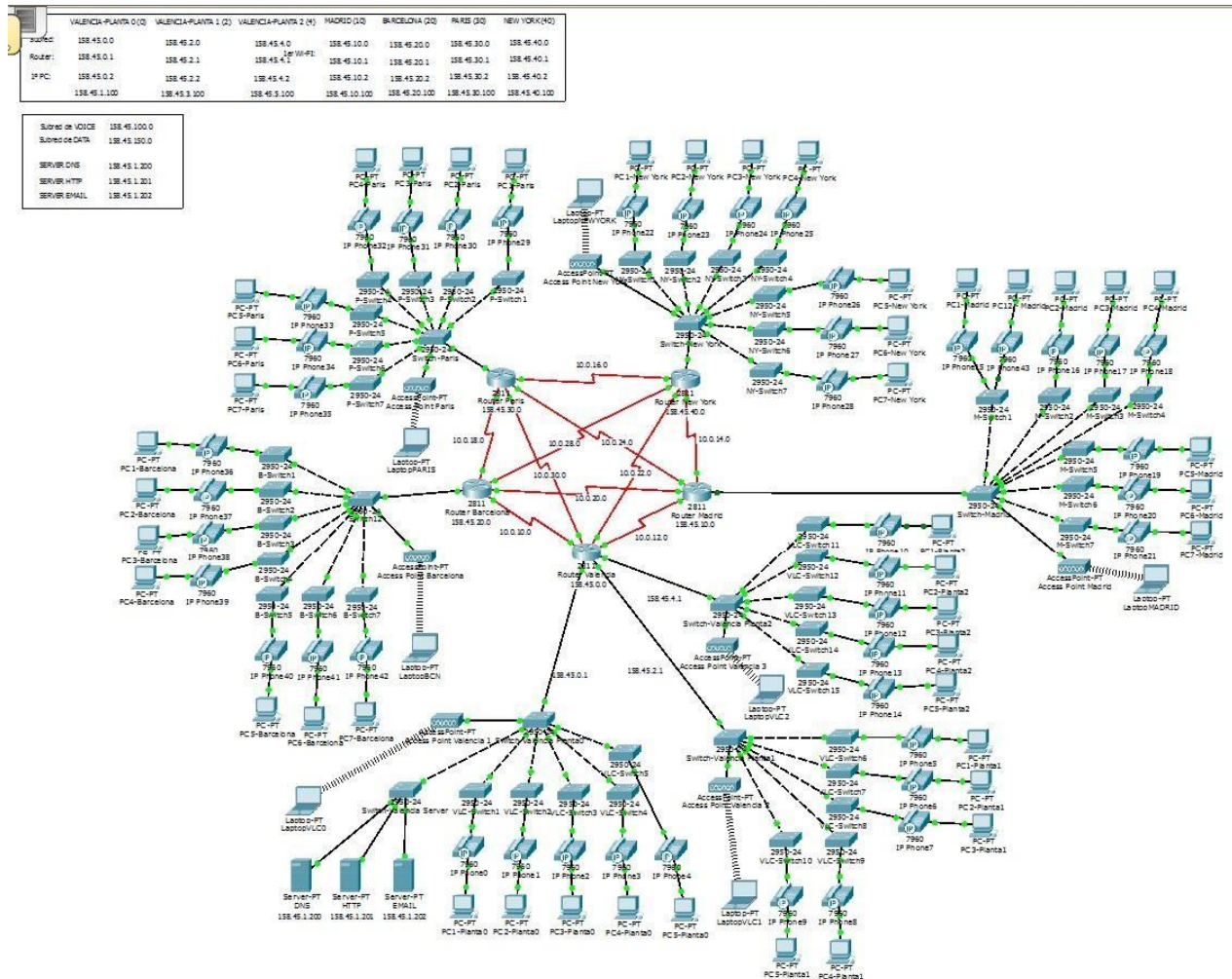
Subred de VOICE	158.45.100.0
Subred de DATA	158.45.150.0
SERVER DNS	158.45.1.200
SERVER HTTP	158.45.1.201
SERVER EMAIL	158.45.1.202

Presentamos la topología seleccionada para la simulación de la interconexión de los routers de las distintas sedes, que se corresponde con la de tipo mallado, donde todas las sedes se interconectan entre ellas.



Diseño de una Red Telemática para Empresas con distintas Delegaciones

Vamos a mostrar una captura de pantalla de nuestra topología general de la red, para la topología A tipo mallado, incluyendo la sede principal de Valencia con 3 pisos, así como las delegaciones de Madrid, Barcelona, Paris y New York.



Como dijimos en apartados anteriores, **la topología más adecuada, teniendo en cuenta el coste – eficiencia, es la de elegir dos posibles caminos de interconexiones entre nuestras sedes (Topología B)**, pero hicimos la simulación de ésta para ver las distintas posibilidades aunque el coste sería mucho mayor.

6.2 Topología detallada de cada Red Local

Para tener una mejor visión de la topología de red de cada sede vamos ahora a presentarlas por separado.

Podemos observar como tenemos en cuenta las direcciones IP asignadas a cada sede, para los distintos elementos.

	VALENCIA-PLANTA 0 (0)	VALENCIA-PLANTA 1 (2)	VALENCIA-PLANTA 2 (4)	MADRID (10)	BARCELONA (20)	PARIS (30)	NEW YORK (40)
Subred:	158.45.0.0	158.45.2.0	158.45.4.0	158.45.10.0	158.45.20.0	158.45.30.0	158.45.40.0
Router:	158.45.0.1	158.45.2.1	158.45.4.1	158.45.10.1	158.45.20.1	158.45.30.1	158.45.40.1
1º PC	158.45.0.2	158.45.2.2	158.45.4.2	158.45.10.2	158.45.20.2	158.45.30.2	158.45.40.2
1er Wi-Fi:	158.45.1.100	158.45.3.100	158.45.5.100	158.45.10.100	158.45.20.100	158.45.30.100	158.45.40.100

Subred de VOICE	158.45.100.0
Subred de DATA	158.45.150.0
SERVER DNS	158.45.1.200
SERVER HTTP	158.45.1.201
SERVER EMAIL	158.45.1.202

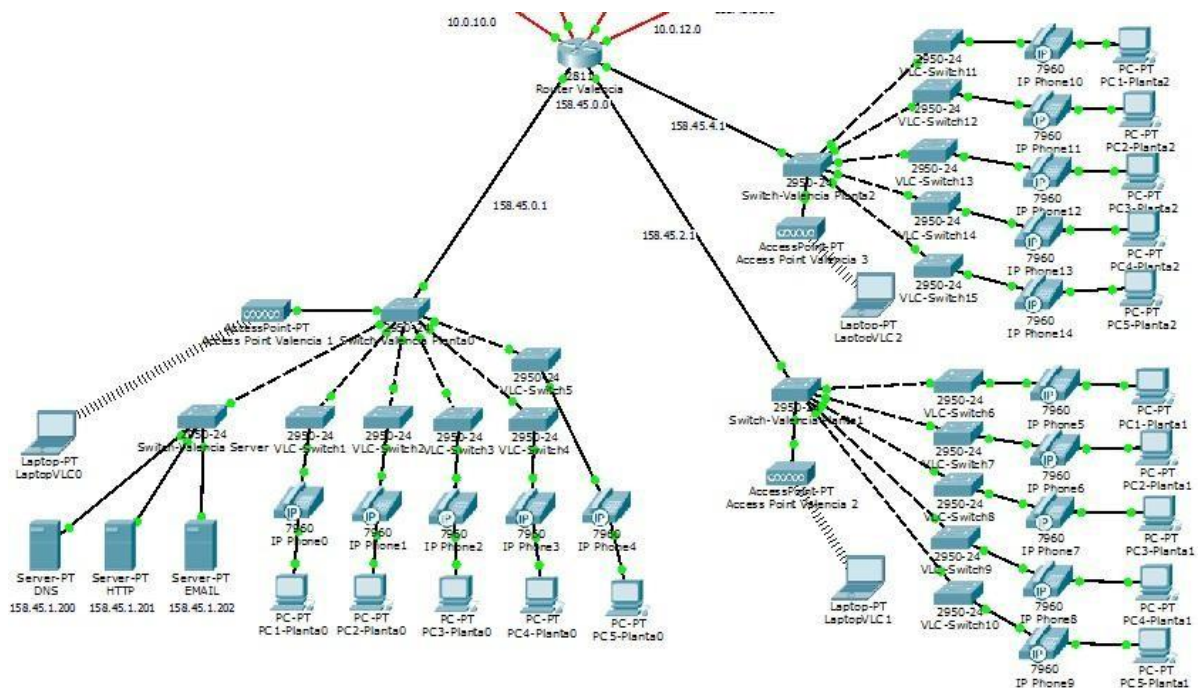
6.2.1 Topología de la Red Local de Valencia

La sede central de Valencia contará con puestos de trabajos fijos para 300 usuarios, dividiéndolos en 3 plantas distintas, cada una de ellas de 1000 m². Por esto hemos dividido esta sede en **3 subredes distintas**, asignando distintas direcciones IP a los usuarios según la planta en la que trabajen.

Además se permitirá el acceso inalámbrico a la red desde cualquier zona de las 3 plantas a un número indeterminado de usuarios, por lo que hemos optado por crear un **punto de acceso inalámbrico** por planta.

Como requisito general, los servidores corporativos deben estar situados en la sede central. En concreto los hemos situado en la planta baja de la sede de Valencia.

Diseño de una Red Telemática para Empresas con distintas Delegaciones

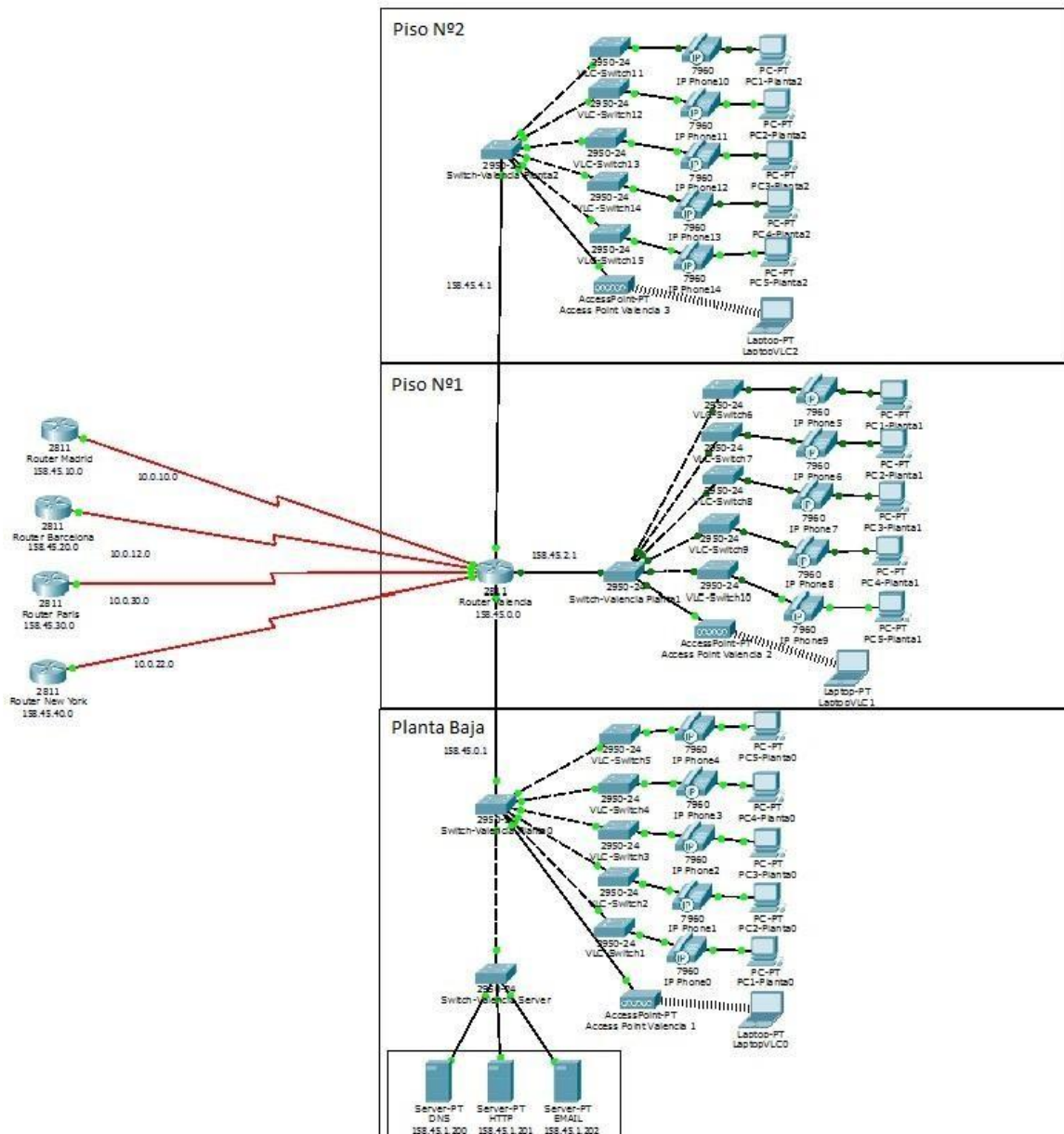


Para tener una mejor visión de cómo quedaría esta topología vamos a presentarla verticalmente dividida en las 3 plantas requeridas.

Esto ayudara realizar el ***cableado vertical*** del edificio, así como el ***cableado horizontal***. Cada planta contará con un ***cuadro de conexiones*** los cuales se unirán llevando a cabo el proceso de cableado vertical.

Como último detalle comentar como los servidores se sitúan en la planta baja como comentamos anteriormente.

Diseño de una Red Telemática para Empresas con distintas Delegaciones



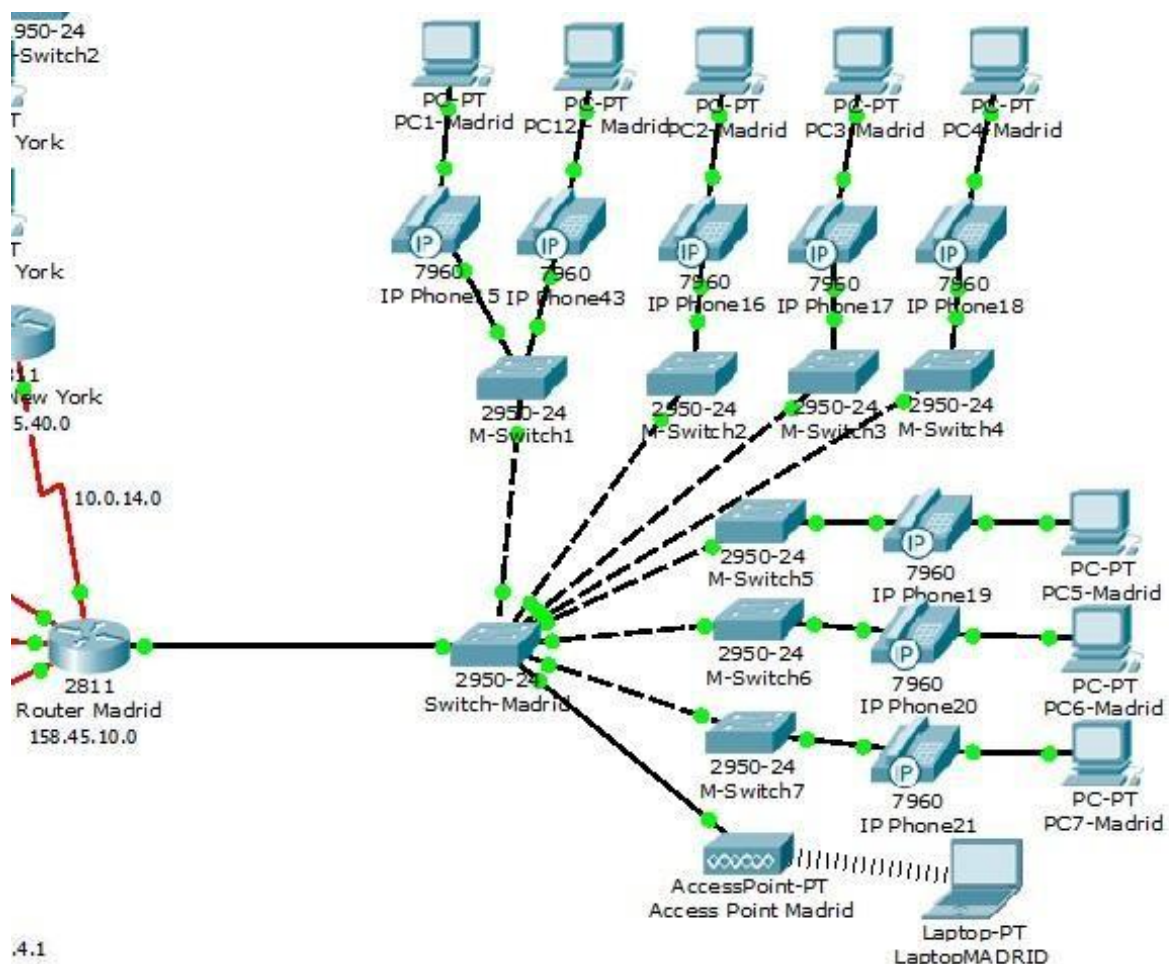
6.2.2 Topología de la Red Local de Madrid

Para el resto de delegaciones los requisitos serán similares.

Estas sedes contarán con puestos de trabajo fijos para 150 usuarios en una única planta de 1500m². Por lo que utilizaremos **una subred para cada sede** que pueda dar servicio como mínimo a esos 150 usuarios.

Igualmente se permitirá el acceso inalámbrico a la red desde cualquier zona de la sede.

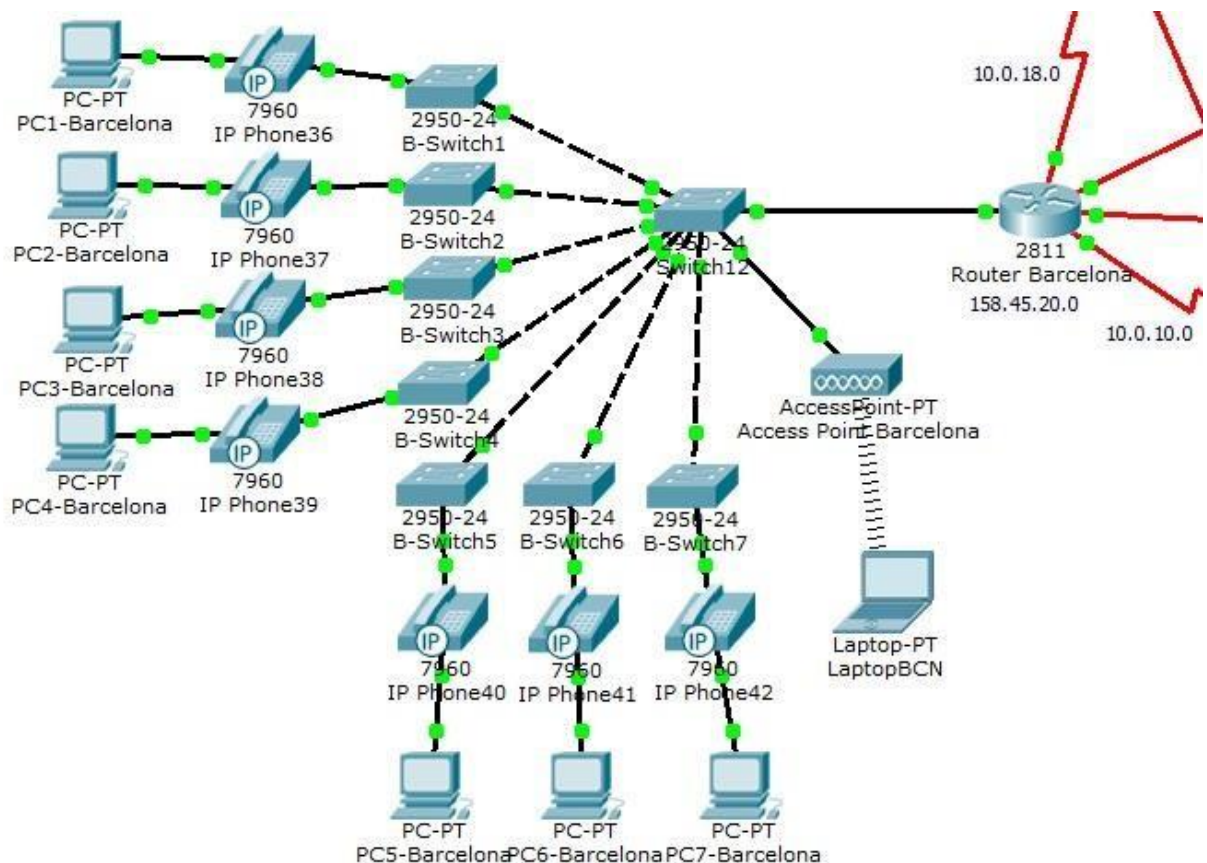
Presentamos a continuación como quedaría la topología detallada para la sede de Madrid.



6.2.3 Topología de la Red Local de Barcelona

Al igual que la delegación de Madrid, la delegación de Barcelona debe dar servicio mínimo a 150 usuarios en una única planta por lo que también utilizaremos una única subred.

Se permitirá el acceso inalámbrico desde cualquier zona de la sede.

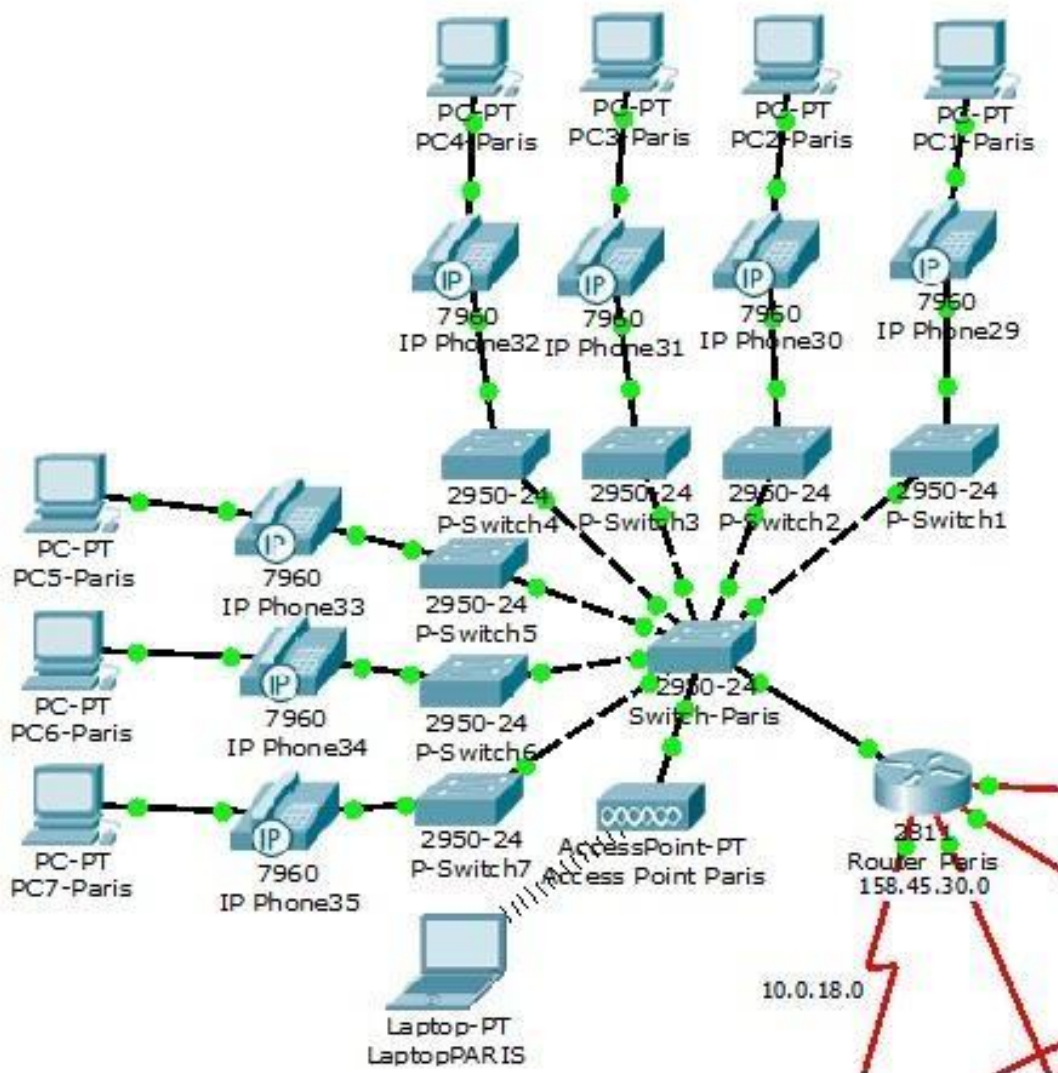


Como detalle también destacar que para tener conexión entre las sedes de Madrid y la sede de Barcelona debemos contratar una tarifa nacional, como aclaramos en el apartado de análisis económico, ya que esto nos ahorrará costes en el desarrollo de nuestro proyecto.

Sin embargo para conectar con las sedes de Paris o New York necesitamos tarifas internacionales.

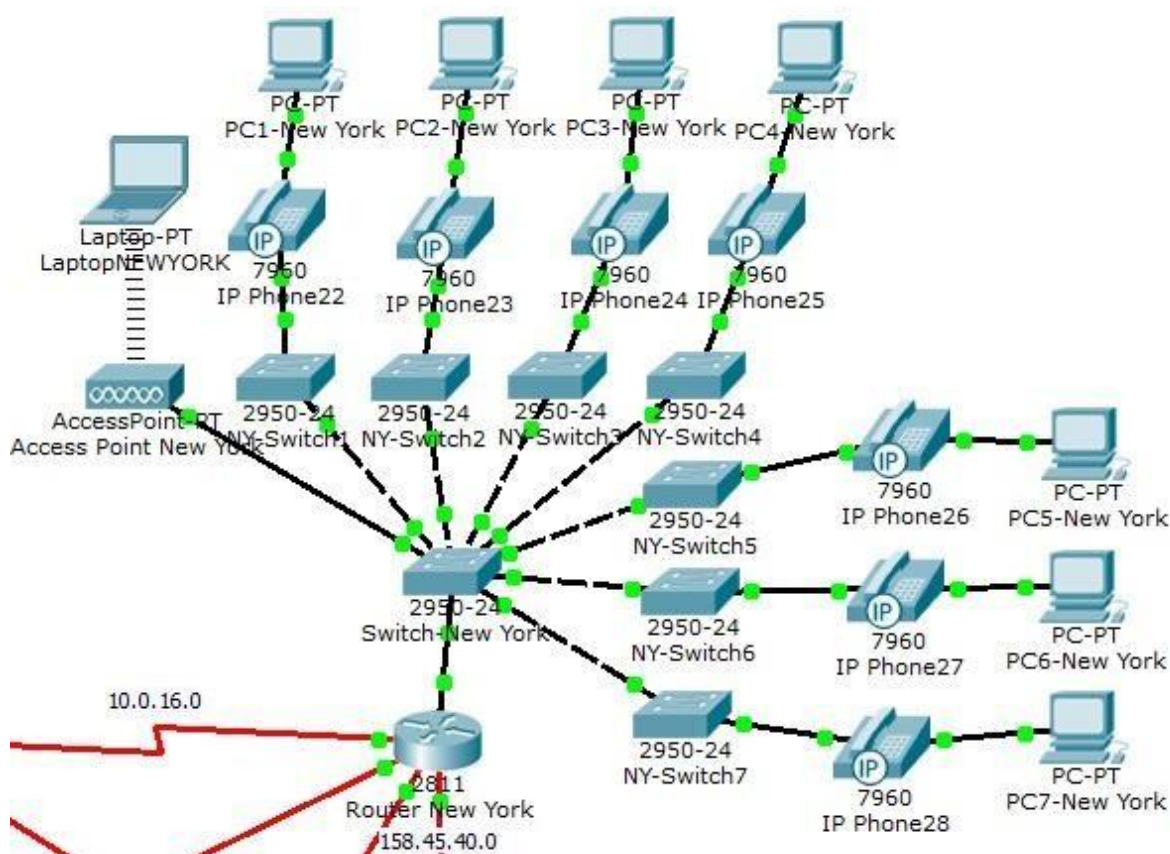
6.2.4 Topología de la Red Local de Paris

La sede de Paris tendrá características similares a las de Madrid y Barcelona por lo que a continuación presentamos como quedaría distribuida.



6.2.5 Topología de la Red Local de New York

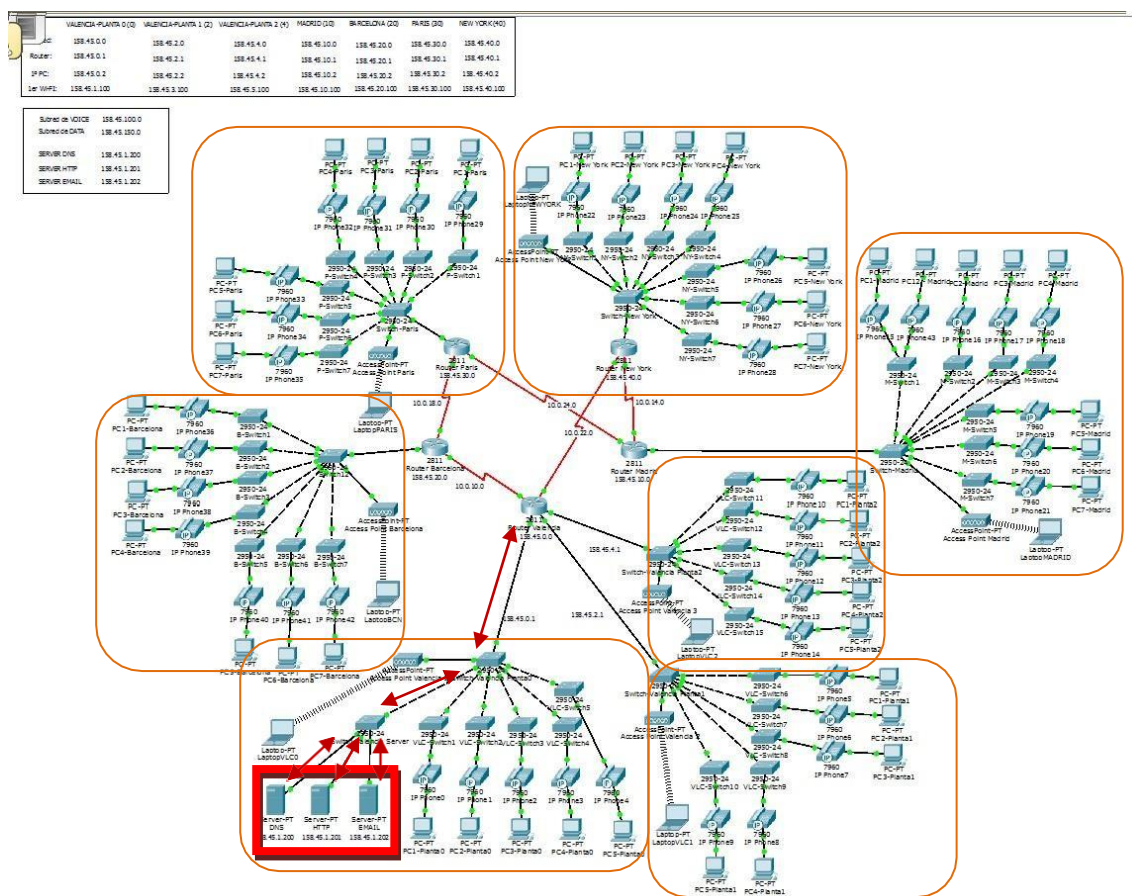
Como ultima topología presentamos como quedaría la red local de New York, que tendrá características similares a las sedes de Madrid, Barcelona y Paris.



6.3 Arquitectura de los Equipos de Red

En la imagen de la Topología General de la Red vamos a destacar en color naranja el área aproximada de la cobertura máxima de los puntos de acceso a internet para cada sede. Recordamos que como requisito, éstos tendrán una cobertura máxima de 50m.

En color rojo hemos destacado donde se situarán los servidores, así como el camino que se debe recorrer cada vez que se requiera de sus servicios.



Como podemos observar en la topología general, la arquitectura que hemos elegido para los equipos de red es una **Topología en Árbol**.

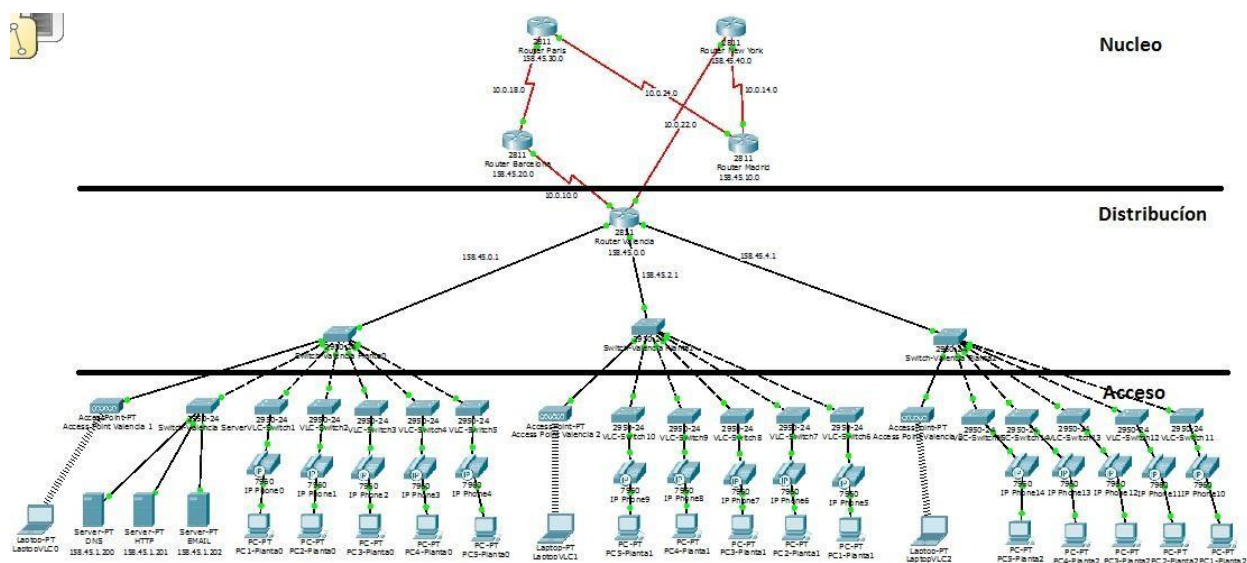
Es una topología híbrida, en la cual lo más común es que los grupos de redes en estrella son conectados a un bus o backbone lineal.

Diseño de una Red Telemática para Empresas con distintas Delegaciones

Algunas de las características de esta arquitectura son:

- Sus nodos están conectados a un concentrador central.
- El concentrador controla las redes.
- Tiene conectores secundarios.
- No todos los dispositivos se conectan directamente al concentrador central.
- Es un conector activo.
- Es costosa.
- Utiliza cable par trenzado.
- Se utiliza dos switches.
- Conector RJ45.

Dividiendo la sede de Valencia según el **Modelo de Redes Jerárquicas**.



Por último vamos a mostrar la arquitectura de los equipos de red, concretamente de los **routers** y los **puntos de acceso inalámbrico**, y explicaremos brevemente los protocolos utilizados:

Arquitectura de los Routers:

IP		
LLC	LLC	PPP
IEEE 802.3	IEEE 802.11	ADSL

Arquitectura de los Puntos de Acceso Inalámbrico:

LLC	LLC
IEEE 802.11	IEEE 802.3

Los protocolos utilizados en estos dos casos son muy comunes entre routers y puntos de acceso inalámbrico:

- **IP (*Internet Protocol*):** Es un protocolo de comunicación de datos digitales clasificado funcionalmente en la Capa de Red según el modelo internacional OSI.

Su función principal es el *uso bidireccional* en origen o destino de comunicación para transmitir datos mediante un *protocolo no orientado a conexión* que transfiere paquetes conmutados a través de distintas redes físicas previamente enlazadas según la norma OSI de enlace de datos.

- **LLC (*Logical Link Control*):** Define la forma en que los datos son transferidos sobre el medio físico, proporcionando servicio a las capas superiores.
- **PPP (*Point-to-point Protocol*):** Es un protocolo de nivel de enlace comúnmente usado para establecer una conexión directa entre dos nodos de red.
- **ADSL (*Asymmetric Digital Subscriber Line*):** Es una tecnología de acceso a Internet de banda ancha que consiste en una transmisión analógica de datos digitales apoyada en el par simétrico de cobre que lleva la línea telefónica convencional o línea de abonado.
- **IEEE 802.11:** El estándar 'IEEE 802.11' define el uso de los dos niveles inferiores de la arquitectura OSI (capas física y de enlace de datos), especificando sus normas de funcionamiento en una WLAN. Los protocolos de la rama 802.x definen la tecnología de redes de área local y redes de área metropolitana.
- **IEEE 802.3:** Fue el primer intento para estandarizar Ethernet. Posteriormente ha habido ampliaciones sucesivas al estándar que cubrieron las ampliaciones de velocidad (Fast Ethernet, Gigabit Ethernet y el de 10 Gigabits Ethernet), redes virtuales, hubs, conmutadores y distintos tipos de medios, tanto de fibra óptica como de cables de cobre (tanto par trenzado como coaxial).

6.4 Arquitectura de los Servidores

Servidor Web Corporativo:

HTTP	FTP
TCP	
IP	
LLC	
IEEE 802.3	

Servidor Corporativo de Correo Electrónico:

HTTP	SMTP
TCP	
IP	
LLC	
IEEE 802.3	

Servidor Corporativo de Nombres:

HTTP	DNS
TCP	
IP	
PPP	
IEEE 802.3	

Diseño de una Red Telemática para Empresas con distintas Delegaciones

Vamos a definir los nuevos protocolos que hemos usado para los servidores:

TCP (*Transmission Control Protocol*): Es uno de los protocolos fundamentales en Internet. Muchos programas dentro de una red de datos compuesta por computadoras, pueden usar TCP para crear conexiones entre sí a través de las cuales puede enviarse un flujo de datos.

TCP da soporte a muchas de las aplicaciones más populares de Internet (navegadores, intercambio de ficheros, clientes FTP, etc.) y protocolos de aplicación HTTP, SMTP, SSH y FTP.

HTTP (*Hypertext Transfer Protocol*): Es el protocolo usado en cada transacción de la World Wide Web. HTTP es un protocolo sin estado, es decir, que no guarda ninguna información sobre conexiones anteriores. El desarrollo de aplicaciones web necesita frecuentemente mantener estado. Para esto se usan las cookies, que es información que un servidor puede almacenar en el sistema cliente.

FTP (*File Transfer Protocol*): Es un protocolo de red para la transferencia de archivos entre sistemas conectados a una red TCP, basado en la arquitectura cliente-servidor. Desde un equipo cliente se puede conectar a un servidor para descargar archivos desde él o para enviarle archivos, independientemente del sistema operativo utilizado en cada equipo.

DNS (*Domain Name System*): Es un sistema de nomenclatura jerárquica para computadoras, servicios o cualquier recurso conectado a Internet o a una red privada. Este sistema asocia información variada con nombres de dominios asignado a cada uno de los participantes. Su función más importante, es traducir (resolver) nombres inteligibles para las personas en identificadores binarios asociados con los equipos conectados a la red, esto con el propósito de poder localizar y direccionar estos equipos mundialmente.

SMTP (*Simple Mail Transfer Protocol*): Es un protocolo de red utilizado para el intercambio de mensajes de correo electrónico entre computadoras u otros dispositivos (PDA, teléfonos móviles, etc.)

6.5 Arquitectura de los puestos de Usuario

Arquitectura de los PC:

VoIP Cliente	HTTP
UDP	TCP
IP	
LLC	
IEEE 802.3	

Arquitectura de los Portátiles:

HTTP
TCP
IP
LLC
IEEE 802.11

Por último definimos los protocolos UDP y VoIP:

UDP (User Datagram Protocol): Es un protocolo del nivel de transporte basado en el intercambio de datagramas. Permite el envío de datagramas a través de la red sin que se haya establecido previamente una conexión, ya que el propio datagrama incorpora suficiente información de direccionamiento en su cabecera. Tampoco tiene confirmación ni control de flujo, por lo que los paquetes pueden adelantarse unos a otros; y tampoco se sabe si ha llegado correctamente, ya que no hay confirmación de entrega o recepción. Su uso principal es para protocolos como DHCP, BOOTP, DNS.

VoIP (Voice over IP): Es un grupo de recursos que hacen posible que la señal de voz viaje a través de Internet empleando un protocolo IP. Esto significa que se envía la señal de voz en forma digital, en paquetes de datos, en lugar de enviarla en forma analógica a través de circuitos utilizables sólo por telefonía convencional como las redes PSTN (Public Switched Telephone Network).

6.6 Tablas de Encaminamiento estático de Routers

En apartados anteriores calculamos el subnetting de nuestra red y este fue el resultado:

Nº de subred	Dirección de subred	Rango asignable	Dir. De Broadcast
1 Valencia Planta 0	158.45.0.0 10011110.00101101.00000000.00000000	158.45.0.1 158.45.0.254	158.45.1.255 10011110.00101101.00000001.11111111
2 Valencia Planta 1	158.45.2.0 10011110.00101101.00000010.00000000	158.45.2.1 158.45.2.254	158.45.3.255 10011110.00101101.00000011.11111111
3 Valencia Planta 2	158.45.4.0 10011110.00101101.00000100.00000000	158.45.4.1 158.45.4.254	158.45.5.255 10011110.00101101.00000101.11111111
6 Madrid	158.45.10.0 10011110.00101101.00001010.00000000	158.45.10.1 158.45.10.254	158.45.11.255 10011110.00101101.00001011.11111111
11 Barcelona	158.45.20.0 10011110.00101101.00010100.00000000	158.45.20.1 158.45.20.254	158.45.21.255 10011110.00101101.00010101.11111111
16 Paris	158.45.30.0 10011110.00101101.00011110.00000000	158.45.30.1 158.45.30.254	158.45.31.255 10011110.00101101.00011111.11111111
21 New York	158.45.40.0 10011110.00101101.00101000.00000000	158.45.40.1 158.45.40.254	158.45.41.255 10011110.00101101.00101001.11111111
...	...	...	...
128	158.45.254.0 10011110.00101101.11111110.00000000	158.45.254.1 158.45.254.254	158.45.255.255 10011110.00101101.11111111.11111111

Estas son las direcciones asignadas a cada **Subred** y **Router**, y las **primeras direcciones disponibles para PCs y portátiles** en cada sede, así como las direcciones asignadas a los **servidores** y a las **subredes definidas para Datos y Voz**:

	VALENCIA-PLANTA 0 (0)	VALENCIA-PLANTA 1 (2)	VALENCIA-PLANTA 2 (4)	MADRID (10)	BARCELONA (20)	PARIS (30)	NEW YORK (40)
Subred:	158.45.0.0	158.45.2.0	158.45.4.0	158.45.10.0	158.45.20.0	158.45.30.0	158.45.40.0
Router:	158.45.0.1	158.45.2.1	158.45.4.1	158.45.10.1	158.45.20.1	158.45.30.1	158.45.40.1
1º PC	158.45.0.2	158.45.2.2	158.45.4.2	158.45.10.2	158.45.20.2	158.45.30.2	158.45.40.2
1er Wi-Fi:	158.45.1.100	158.45.3.100	158.45.5.100	158.45.10.100	158.45.20.100	158.45.30.100	158.45.40.100

Subred de VOICE	158.45.100.0
Subred de DATA	158.45.150.0
SERVER DNS	158.45.1.200
SERVER HTTP	158.45.1.201
SERVER EMAIL	158.45.1.202

Diseño de una Red Telemática para Empresas con distintas Delegaciones

Por último al realizar la configuración de los Routers en la topología tipo mallado que es la más compleja (Topología tipo A) crearíamos el siguiente enrutamiento estático (Para la **topología tipo B** (dos caminos) eliminaríamos las rutas sobrantes):

ROUTER VALENCIA

Network Address
158.45.10.0/23 via 10.0.12.0
158.45.20.0/23 via 10.0.10.0
158.45.30.0/23 via 10.0.30.0
158.45.40.0/23 via 10.0.22.0

ROUTER MADRID

Network Address
158.45.0.0/23 via 10.0.12.0
158.45.2.0/23 via 10.0.12.0
158.45.4.0/23 via 10.0.12.0
158.45.20.0/23 via 10.0.20.0
158.45.30.0/23 via 10.0.24.0
158.45.40.0/23 via 10.0.14.0

ROUTER BARCELONA

Network Address
158.45.0.0/23 via 10.0.10.0
158.45.2.0/23 via 10.0.10.0
158.45.4.0/23 via 10.0.10.0
158.45.10.0/23 via 10.0.20.0
158.45.30.0/23 via 10.0.18.0
158.45.40.0/23 via 10.0.28.0

ROUTER PARIS

Network Address
158.45.0.0/23 via 10.0.30.0
158.45.2.0/23 via 10.0.30.0
158.45.4.0/23 via 10.0.30.0
158.45.10.0/23 via 10.0.24.0
158.45.20.0/23 via 10.0.18.0
158.45.40.0/23 via 10.0.16.0

ROUTER NEW YORK

Network Address
158.45.0.0/23 via 10.0.22.0
158.45.2.0/23 via 10.0.22.0
158.45.4.0/23 via 10.0.22.0
158.45.10.0/23 via 10.0.14.0
158.45.20.0/23 via 10.0.28.0
158.45.30.0/23 via 10.0.16.0

7. Conclusiones

- Para la implementación de la red definida en el presente proyecto es necesaria una inversión significativa en la parte financiera, pero los precios son los mejores del mercado para los elementos cotizados. Se sobredimensiona para darle un margen de crecimiento a la red y ampliación de cobertura.
- Todos los elementos de la red se simularon y se conoce el funcionamiento comercial de experiencias anteriores, de referencias obtenidas en la red o incluso de otros ingenieros.
- Aprendizaje de cómo interpretar los requisitos y la normativa vigente especificada a lo largo de esta memoria.
- Es crítico un correcto dimensionamiento de la red a la hora de realizar las divisiones para las subredes y direcciones de host con el propósito de identificar cuáles son los dispositivos que se pueden utilizar.
- Importante también, el diseño óptimo de los ambientes con los espacios específicos en donde se ubicaran los equipos finales de los usuarios, así como los distintos componentes de la red.
- La parte eléctrica de la red debe estar sostenida por un correcto sistema de puesta a tierra con el fin de proteger todos los equipos de posibles daños debidos a fluctuaciones en la red.
- Otro de los factores críticos es el correcto funcionamiento de la parte inalámbrica con las claves y elementos que dan soporte a los equipos que se quieren cubrir dependiendo del área y del tipo de dispositivo.
- Packet Tracer es una de las mejores herramientas para la simulación de los elementos de la red y se puede soportar en elementos como Google Maps para crear enlaces completamente funcionales.

8. Referencias

<http://redes-romich.blogspot.com.es/>

<http://www.microsoft.com/latam/technet/mediana/25-50/soluciones/lpdesigning.msp>

<http://es.scribd.com/doc/40050363/4/CLASIFICACION-DE-LOS-SISTEMAS-TELEMATICOS>

<http://www.monografias.com/trabajos5/redwan/redwan.shtml#redeswan>

<http://www.slideshare.net/hgv9651/estandares-decableado-estructurado-presentation>

http://materias.fi.uba.ar/6679/apuntes/CABLEADO_ESTRUC.pdf

<http://www.lanbase.es/html/productos-Redes%20WAN.html>

<http://es.wikipedia.org/wiki/Telem%C3%A1tica>

http://es.wikipedia.org/wiki/Modelo_OSI

http://es.wikipedia.org/wiki/Voz_sobre_Protocolo_de_Internet

http://es.wikipedia.org/wiki/User_Datagram_Protocol

http://es.wikipedia.org/wiki/Simple_Mail_Transfer_Protocol

http://es.wikipedia.org/wiki/Domain_Name_System

http://es.wikipedia.org/wiki/File_Transfer_Protocol

<http://aprenderedes.com/2006/06/las-tres-capas-del-modelo-jerarquico-de-cisco/>

<http://www.slideshare.net/AlejandroGuerrero3/tutorial-voz-ip-packet-tracer#>

<http://www.packettracernetwork.com/advanced-network-features/voip/voipconfiguration.html>

<http://es.slideshare.net/jedaro/modo-infraestructura-en-packet-tracer>

<http://es.slideshare.net/vero2292/packet-tracer-15923033?related=1>

<http://www.pccomponentes.com/>

http://wikitel.info/wiki/ORLA_en_Espa%C3%B1a