

Diseño y Gestión de Redes: Trabajo Teórico

DISEÑO DE UNA RED DE CAMPUS CON CISCO PACKET TRACER



Escuela
Superior
de Informática

Grupo de Trabajo: F

Alumno: Víctor Miguel Mora Alcázar

Indice

1. Introducción

2. Objetivos

3. Análisis de requisitos

3.1 Requisitos iniciales

3.2 Requisitos posteriores

4. Diseño

4.1 Diseño Lógico

4.2 Diseño Físico

5. Resultado final

6. Conclusiones

7. Bibliografía

1. Introducción

La conexión a Internet hoy en día es indispensable para realizar la mayoría de actividades o trabajos, ya sean laborales o académicos, además de proveer casi todos los servicios que usamos día a día. En el caso de las universidades, este es un factor fundamental al que se le presta mucha atención, hoy en día una universidad sin una buena infraestructura que garantice la conectividad a Internet, está condenada al fracaso.

Es por eso que la mayoría de universidades tienen su propia red de comunicaciones y servicios, que garantizan tanto a alumnos como docentes y trabajadores, disponer de conexión a Internet en cualquier edificio del campus, ya sea una facultad, un laboratorio, una oficina administrativa, o una biblioteca. Se debe cubrir todo.

En nuestro caso, el Campus de Ciudad Real (UCLM), dispone de la red eduroam (Education Roaming), que es una iniciativa de la asociación de redes académicas y de investigación europeas (TERENA). Eduroam facilita la movilidad y proporciona conexión a Internet al mundo académico, además de otros servicios como el uso de impresoras u otros dispositivos. Para conectarse, es necesario autenticarse previamente.

2. Objetivos

En este trabajo, se pide diseñar la red de comunicaciones y servicios de el Campus de Ciudad Real (UCLM). El objetivo es que esta red, proporcione de forma autónoma los servicios de red necesarios en la universidad. Otro de los objetivos es tener en cuenta la organización de nuestro Campus, respetando los distintos edificios del mismo, como facultades, biblioteca... etc. El diseño se realizara con la herramienta Packet Tracer. El objetivo final es adquirir conocimientos acerca del diseño y gestión de redes, tratando un ejemplo práctico que nos acerca a la realidad mas tangible, ya que lo usamos todos los días.

3. Análisis de requisitos

En este apartado analizaré los diversos requisitos que se deben tener en cuenta para realizar correctamente el trabajo.

3.1 Requisitos Iniciales

En este subapartado, me limitaré a redactar los requisitos iniciales, es decir, los que se especifican en el propio enunciado de la práctica, así como los comentados en clase por el profesor en las primeras explicaciones básicas y generales acerca del trabajo.

- La organización debe ser independiente y proporcionar por si misma los servicios de red
- Se debe respetar la organización del campus de Ciudad Real (edificios e infraestructuras)
- Se debe permitir la movilidad de dispositivos entre los diversos edificios, pudiendo un alumno, docente o trabajador conectarse desde cualquier edificio

3.2 Requisitos Posteriores

En este subapartado, redactaré diversos requisitos que debe cumplir el diseño para cumplir los objetivos

- Existirán 3 grupos de usuarios: Alumnos, Profesores y trabajadores de la Administración
- Estos grupos de usuarios se modelarán mediante VLAN's
- Cada edificio debe soportar un numero suficiente de host para que no existan problemas de asignación de direcciones
- Se buscará un equilibrio coste/eficiencia a la hora de usar dispositivos físicos, así como elegir bien los tipos de switches (capa 2 o 3), routers, conexiones, etc...
- Se podrán enviar mensajes como por ejemplo de tipo ICMP entre dos dispositivos alojados en edificios diferentes

- El diseño debe ser jerárquico. Se usará un diseño en 3 capas, típico en este tipo de redes, donde habrá una capa de acceso (access layer), una capa de distribución (distribution layer), y una capa de núcleo (core layer)
- Se debe proporcionar redundancia en el core layer para evitar problemas en el caso de fallo de un dispositivo, en mi caso lo implementaré mediante el protocolo HSRP
- El diseño debe facilitar la escalabilidad, por esa misma razón se prestará atención al diseño de 3 capas
- Otros objetivos que deben cumplirse son la adaptabilidad, el rendimiento, la fiabilidad o la seguridad
- Evitar errores de diseño tales como chains (conexiones horizontales) o backdoors (bucles)

4. Diseño

4.1 Diseño Lógico

¿Que infraestructuras se van a cubrir?

Se implementarán un total de 12 edificios:

- Escuela Superior de Informática (ESI), que al tratarse de nuestro edificio, le prestaré mas atención en el access layer, en el que implementaré las 3 plantas que posee el edificio
- Politécnico
- Biblioteca
- De manera mas simple (pero cumpliendo los mismos requisitos como la asignación de direcciones), se implementarán los edificios restantes: rectorado, derecho, enfermería y gestión académica, medicina, químicas, gimnasio, biblioteca, letras, educación y agrónomos.

Asignación de direcciones: 172.0.0.0 /16

Host Minimo: 172.0.0.1 <-----> Broadcast: 172.0.255.255

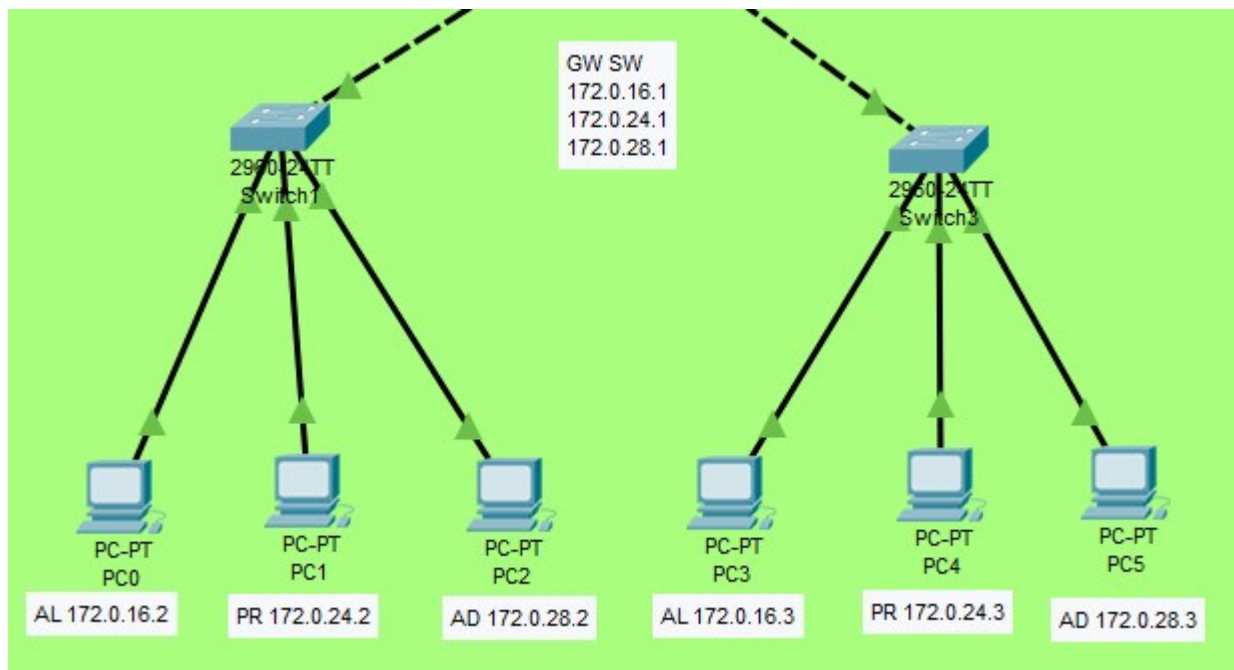
Hosts: 65534 (suficientes para cubrir a los usuarios)

Se quedan libres las direcciones entre 172.0.0.1 hasta 172.0.15.255 y desde 172.0.208.1 hasta 172.0.255.255, de esta forma, se amplia la capacidad de escalabilidad, por si se incorporan nuevas infraestructuras en el futuro

	ALUMNOS	PROFESORES	ADMINISTRACIÓN
ESI	172.0.16.1 /21 255.255.248.0	172.0.24.1 /22 255.255.252.0	172.0.28.1 /22 255.255.252.0
Biblioteca	172.0.32.1 / 21 255.255.248.0	172.0.40.1 / 22 255.255.252.0	172.0.44.1 / 22 255.255.252.0
Politecnico	172.0.48.1 / 21 255.255.248.0	172.0.56.1 / 22 255.255.252.0	172.0.60.1 / 21 255.255.252.0
Rectorado	172.0.64.1 / 21 255.255.248.0	172.0.72.1 / 22 255.255.252.0	172.0.76.1 / 22 255.255.252.0
Derecho	172.0.80.1 / 21 255.255.248.0	172.0.88.1 / 22 255.255.252.0	172.0.92.1 / 22 255.255.252.0
Enfermeria y Gest. Acad.	172.0.96.1 / 21 255.255.248.0	172.0.104.1 / 22 255.255.252.0	172.0.108.1 / 22 255.255.252.0
Medicina	172.0.112.1 / 21 255.255.248.0	172.0.120.1 / 22 255.255.252.0	172.0.124.1 / 22 255.255.252.0
Quimicas	172.0.128.1 / 21 255.255.248.0	172.0.136.1 / 22 255.255.252.0	172.0.140.1 / 22 255.255.252.0
Gimnasio	172.0.144.1 / 21 255.255.248.0	172.0.152.1 / 22 255.255.252.0	172.0.156.1 / 22 255.255.252.0
Letras	172.0.160.1 / 21 255.255.248.0	172.0.168.1 / 22 255.255.252.0	172.0.172.1 / 22 255.255.252.0
Educación	172.0.176.1 / 21 255.255.248.0	172.0.184.1 / 22 255.255.252.0	172.0.188.1 / 22 255.255.252.0
Agrónomos	172.0.192.1 / 21 255.255.248.0	172.0.200.1 / 22 255.255.252.0	172.0.204.1 / 22 255.255.252.0

Access Layer

En la capa de acceso, a modo general, se trata de proporcionar conectividad a los dispositivos que se conecten a la red en los diversos edificios e infraestructuras. Es la capa mas cercana al usuario final del diseño jerárquico, desde donde se inicia y donde termina el tráfico.



Ejemplo de host en la capa de acceso

En la imagen, se puede apreciar de forma clara y básica de que trata la capa de acceso. Cada host, con su determinada dirección, se conecta a un switch de capa 2 que filtra y segmenta el tráfico. Otra posible conexión en esta capa sería mediante un punto de acceso, que proporcionaría conexión inalámbrica, pero a efectos teóricos es lo mismo, proporcionar la primera instancia de conectividad al usuario.

Las siglas que acompañan a las direcciones IP de cada host se corresponden con el grupo de usuarios al que pertenecen, por ejemplo AL se corresponde con alumnos, PR con profesores, y AD con trabajadores de la administración.

Aunque los host se ven representados de forma única con PC's de escritorio, pueden ser smartphones, tablets, portátiles, etc...

Port	Link	VLAN	IP Address	MAC Address
FastEthernet0/1	Up	--	--	0040.0BE9.D501
FastEthernet0/2	Up	11	--	0040.0BE9.D502
FastEthernet0/3	Down	11	--	0040.0BE9.D503
FastEthernet0/4	Down	11	--	0040.0BE9.D504
FastEthernet0/5	Down	11	--	0040.0BE9.D505
FastEthernet0/6	Down	11	--	0040.0BE9.D506
FastEthernet0/7	Down	11	--	0040.0BE9.D507
FastEthernet0/8	Down	11	--	0040.0BE9.D508
FastEthernet0/9	Down	11	--	0040.0BE9.D509
FastEthernet0/10	Down	11	--	0040.0BE9.D50A
FastEthernet0/11	Down	11	--	0040.0BE9.D50B
FastEthernet0/12	Down	11	--	0040.0BE9.D50C
FastEthernet0/13	Up	12	--	0040.0BE9.D50D
FastEthernet0/14	Down	12	--	0040.0BE9.D50E
FastEthernet0/15	Down	12	--	0040.0BE9.D50F
FastEthernet0/16	Down	12	--	0040.0BE9.D510
FastEthernet0/17	Down	12	--	0040.0BE9.D511
FastEthernet0/18	Down	12	--	0040.0BE9.D512
FastEthernet0/19	Down	13	--	0040.0BE9.D513
FastEthernet0/20	Down	13	--	0040.0BE9.D514
FastEthernet0/21	Up	13	--	0040.0BE9.D515
FastEthernet0/22	Down	13	--	0040.0BE9.D516
FastEthernet0/23	Down	13	--	0040.0BE9.D517
FastEthernet0/24	Down	13	--	0040.0BE9.D518
GigabitEthernet0/1	Down	1	--	0040.0BE9.D519
GigabitEthernet0/2	Down	1	--	0040.0BE9.D51A
Vlan1	Down	1	<not set>	0002.17E4.D52A
Hostname: Switch				
Physical Location: Intercity, Home City, Corporate Office, Main Wiring Closet				

Ejemplo de configuración de un switch de la capa de acceso

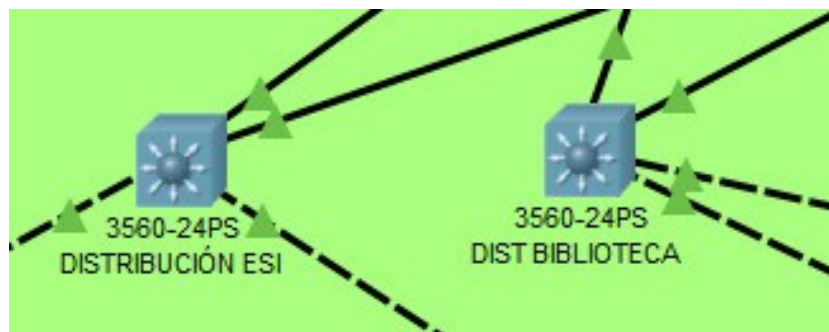
Como vemos, un switch dispone de varios puertos disponibles para conectarse. En mi caso, he usado el primer puerto para comunicarse con la capa de distribución, que configuro para que funcione en modo trunk. El resto de puertos se usarán para proporcionar acceso a los usuarios, en mi caso he asignado del puerto 2 al 12 para la VLAN correspondiente a los alumnos, del 13 al 18 para los docentes, y del 19 al 24 para la administración.

Aunque existen mil y una formas de diseñar u ordenar la capa de acceso, la abstracción general es que cada switch representa una planta de un edificio, por ejemplo, un edificio de 3 plantas dispondría de 3 switch. En el caso de los puntos de acceso, se consideraría 1 por edificio.

En el modelo jerárquico de 3 capas, la capa de acceso no tiene contacto directo con el núcleo, sino que este contacto se realizará a través de la capa de distribución

Distribution Layer

En esta capa, que se encuentra entre la capa de acceso y el núcleo, se busca conectar las diversas redes locales, ya sea para atravesar de extremo a extremo una LAN entre hosts de la capa de acceso, o para conectarse a una WAN. En un determinado punto de distribución (que se corresponde a uno por edificio en este caso), se facilita la agregación de mas switch de capa de acceso, sin necesidad de interconectarse entre ellos, lo que facilita la eficiencia y la escalabilidad, que son requisitos fundamentales.



Ejemplo de switches de capa 3, correspondientes a 2 edificios

Como puede observarse, los switches de distribución no realizan conexiones horizontales entre ellos (lo que supondría no usar correctamente el modelo jerárquico de 3 capas), tan solo se conectan a los switches de la capa de acceso, y al núcleo.

Una opción alternativa a los switches de capa 3 para la distribución, sería el uso de routers, que permiten configurar diversas subinterfaces que modelen de forma correcta la conectividad entre diversas VLAN's, que en este caso corresponden a los 3 grupos de usuarios del trabajo.

La razón por la que he optado por usar switches es un menor coste que los routers, y mayor facilidad de agregación y uso.

Port	Link	VLAN	IP Address	IPv6 Address
FastEthernet0/1	Down	1	<not set>	<not set>
FastEthernet0/2	Up	--	<not set>	<not set>
FastEthernet0/3	Up	--	<not set>	<not set>
FastEthernet0/4	Down	1	<not set>	<not set>
FastEthernet0/5	Down	1	<not set>	<not set>
FastEthernet0/6	Down	1	<not set>	<not set>
FastEthernet0/7	Down	1	<not set>	<not set>
FastEthernet0/8	Down	1	<not set>	<not set>
FastEthernet0/9	Down	1	<not set>	<not set>
FastEthernet0/10	Down	1	<not set>	<not set>
FastEthernet0/11	Down	1	<not set>	<not set>
FastEthernet0/12	Down	1	<not set>	<not set>
FastEthernet0/13	Down	1	<not set>	<not set>
FastEthernet0/14	Down	1	<not set>	<not set>
FastEthernet0/15	Down	1	<not set>	<not set>
FastEthernet0/16	Down	1	<not set>	<not set>
FastEthernet0/17	Down	1	<not set>	<not set>
FastEthernet0/18	Down	1	<not set>	<not set>
FastEthernet0/19	Down	1	<not set>	<not set>
FastEthernet0/20	Down	1	<not set>	<not set>
FastEthernet0/21	Down	1	<not set>	<not set>
FastEthernet0/22	Down	1	<not set>	<not set>
FastEthernet0/23	Down	1	<not set>	<not set>
FastEthernet0/24	Down	1	<not set>	<not set>
GigabitEthernet0/1	Up	--	<not set>	<not set>
GigabitEthernet0/2	Up	--	<not set>	<not set>
Vlan1	Down	1	<not set>	<not set>
Vlan11	Up	11	172.0.16.1/21	<not set>
Vlan12	Up	12	172.0.24.1/22	<not set>
Vlan13	Up	13	172.0.28.1/22	<not set>
Hostname: Switch				

Ejemplo de configuración de un switch de la capa de distribución

Para la configuración de los switches de distribución, he optado por el protocolo SVI (Switched Virtual Interface).

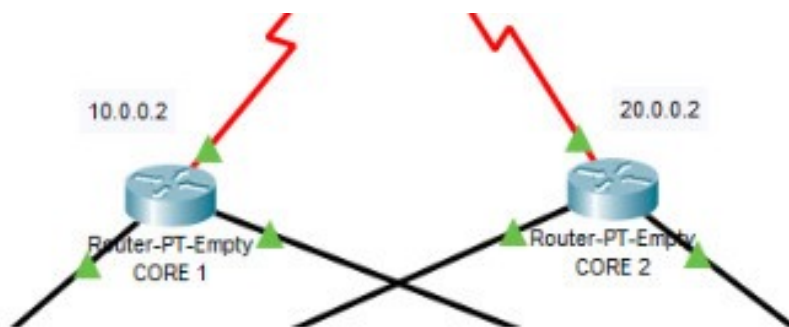
De esta manera, doy soporte a las VLAN de los grupos de usuario. Tanto los puertos que se conectan con la capa de acceso, como los usados para la capa de núcleo, son configurados en modo trunk.

Este diseño, si lo aislamos de la capa del núcleo, es capaz de suministrar conectividad entre las distintas VLAN's que lo forman. Pero en este caso, se conectará a la capa del núcleo para así poder conectarse a la WAN o a otro edificio.

Como enseñaré en el siguiente apartado, los switches de distribución se van a conectar a varios routers del núcleo (como mínimo a mas de 1), para así modelar la redundancia y asegurarnos de que si falla un dispositivo del núcleo, la conectividad sigue funcionando con garantías, por eso se habilitan mas de un puerto para acceder al núcleo.

Core Layer

La capa del núcleo (o backbone) es la de mayor nivel dentro del diseño jerárquico de 3 capas, mediante la cual se pretende optimizar el diseño, abaratarlo en costes (evitando un uso abultado de conexiones entre edificios), y facilitar la escalabilidad, ya que al evitar un diseño plano, agregar un nuevo punto de distribución (por ejemplo un nuevo edificio) es mucho mas fácil. En esta parte del diseño, hay que garantizar la conectividad 24/7 de los usuarios, y que la red sea tolerante a fallos, para ello se implementa redundancia en los routers. En mi caso he usado el protocolo HSRP (Hot Standby Router Protocol), de tal manera que un router actua de "titular" y enruta todo el trafico si no hay problemas. Cuando hay fallos en el router principal, los routers en estado de espera entran en acción garantizando que el tráfico sigue fluyendo. De esta manera, en caso de fallar un router, permitirá aislar y arreglar el problema sin dejar a un campus universitario entero sin conexión.



Ejemplo de 2 routers con HSRP, CORE1 principal, CORE2 suplente

Para configurar el router principal, se establece una prioridad superior a la de los routers de respaldo (la prioridad por defecto es 100), de esta forma trabajará el router con mayor prioridad. Además, es necesario asignarles IP's virtuales que funcionarán como gateways (que no debe ser la misma que la configurada en las interfaces)

```
%HSRP-6-STATECHANGE: GigabitEthernet1/0.23 Grp 1 state Standby -> Active
%HSRP-6-STATECHANGE: GigabitEthernet1/0.21 Grp 1 state Standby -> Active
%HSRP-6-STATECHANGE: GigabitEthernet1/0.22 Grp 1 state Standby -> Active
```

Router que actua como principal

```
%HSRP-6-STATECHANGE: GigabitEthernet1/0.23 Grp 1 state Speak -> Standby
%HSRP-6-STATECHANGE: GigabitEthernet1/0.22 Grp 1 state Speak -> Standby
%HSRP-6-STATECHANGE: GigabitEthernet0/0.12 Grp 1 state Speak -> Standby
|
```

Router que actua como respaldo

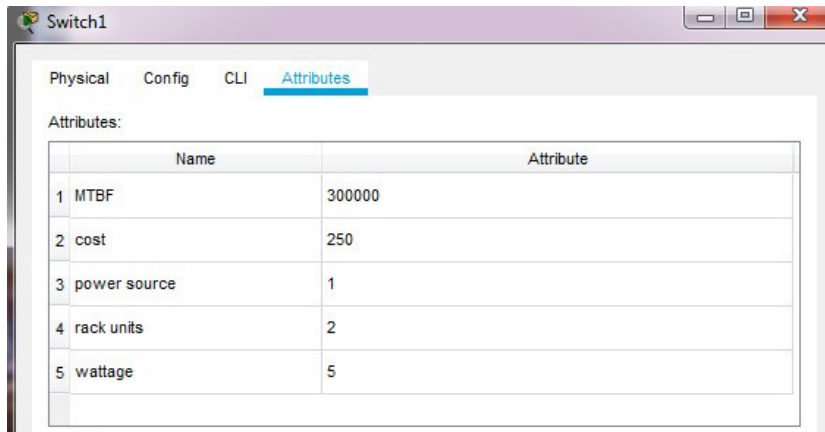
Como se ve en la imagen, el router principal tiene en modo activo las interfaces y es el que enruta el trafico por defecto (por recortar tamaño, en la imagen solo se muestran 3 interfaces). En el router de respaldo, las interfaces se encuentran en modo Standby. Esta situación se invertirá si el router principal falla. Si por ejemplo apago el router principal, las interfaces del secundario cambiarán de Standby a Active y se pondrá a trabajar.

```
Router(config)#int gig 0/0.11
Router(config-subif)#standby 1 ip 172.0.17.1
Router(config-subif)#standby 1 priority 200
Router(config-subif)#standby 1 preempt
Router(config-subif)#
Router(config-subif)#
%HSRP-6-STATECHANGE: GigabitEthernet0/0.11 Grp 1 state Speak -> Standby
%HSRP-6-STATECHANGE: GigabitEthernet0/0.11 Grp 1 state Standby -> Active
```

Como configurar el router principal

4.2 Diseño Físico

Access Layer



The screenshot shows a window titled 'Switch1' with tabs for Physical, Config, CLI, and Attributes. The Attributes tab is active, displaying a table with the following data:

	Name	Attribute
1	MTBF	300000
2	cost	250
3	power source	1
4	rack units	2
5	wattage	5

Atributos del switch en la capa de acceso



Switch usado en la capa de acceso

En esta capa, el tráfico que soporta cada switch es menor que el que puede llegar a tener un switch de la capa de distribución. Los host se conectan con cables de cobre Copper Straight-Through a los switch de la capa de acceso, dando soporte a un ancho de banda de 100 Mbps, que podría incrementarse llegando por ejemplo a los 1000 Mbps, dependiendo del rendimiento deseado. Se conectan al switch de distribución con Copper Cross-Over.

El dispositivo elegido como switch ha sido el 2960-24TT, que posee 24 puertos FastEthernet y 2 GigabitEthernet. El coste de los switch es de 250 cada uno, y en cuanto a los host, he elegido PC's de sobremesa sobretodo, y también laptops y dispositivos inalámbricos como un spartphone, de todos modos, estos dispositivos no pertenecen a la red, sino a los usuarios que lo usan. Como ya he mencionado anteriormente, la idea es usar 1 switch de acceso por cada planta que tenga un edificio.

Distribution Layer



The screenshot shows a software window titled 'DISTRIBUCIÓN ESI' with tabs for Physical, Config, CLI, and Attributes. The 'Attributes' tab is active, displaying a table with the following data:

	Name	Attribute
1	MTBF	300000
2	cost	250
3	power source	1
4	rack units	2
5	wattage	5

Atributos del switch en la capa de distribución



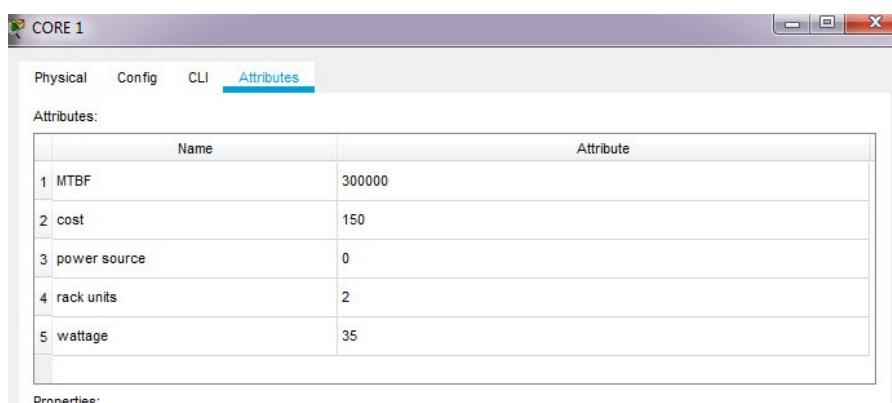
Switch usado en la capa de distribución

En la capa de distribución, hay que tener en cuenta que el tráfico que va a soportar es mayor que el de un switch de la capa de acceso, luego hay que elegir un dispositivo de alto desempeño que sea capaz de lidiar con el tráfico generado en su edificio/zona.

En mi caso he elegido un switch de capa 3 para realizar la distribución de cada edificio, en concreto he optado por el dispositivo 3560-24PS, que tiene 2 puertos GigabitEthernet y 24 FastEthernet, con un coste de 250.

Aunque este switch soporta 1000 Mbps, se podría dar soporte incluso a un ancho de banda 5 veces superior, dependiendo del rendimiento deseado en la red, pudiendo usar por ejemplo fibra multimodal MMF para conectar largas distancias

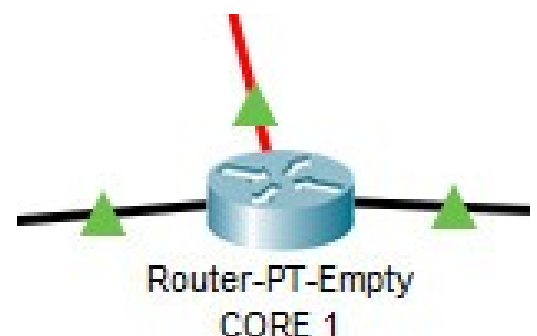
Core Layer



The screenshot shows a software window titled 'CORE 1' with tabs for Physical, Config, CLI, and Attributes. The 'Attributes' tab is active, displaying a table with the following data:

	Name	Attribute
1	MTBF	300000
2	cost	150
3	power source	0
4	rack units	2
5	wattage	35

Atributos del switch en la capa del nucleo



Switch usado en la capa de nucleo

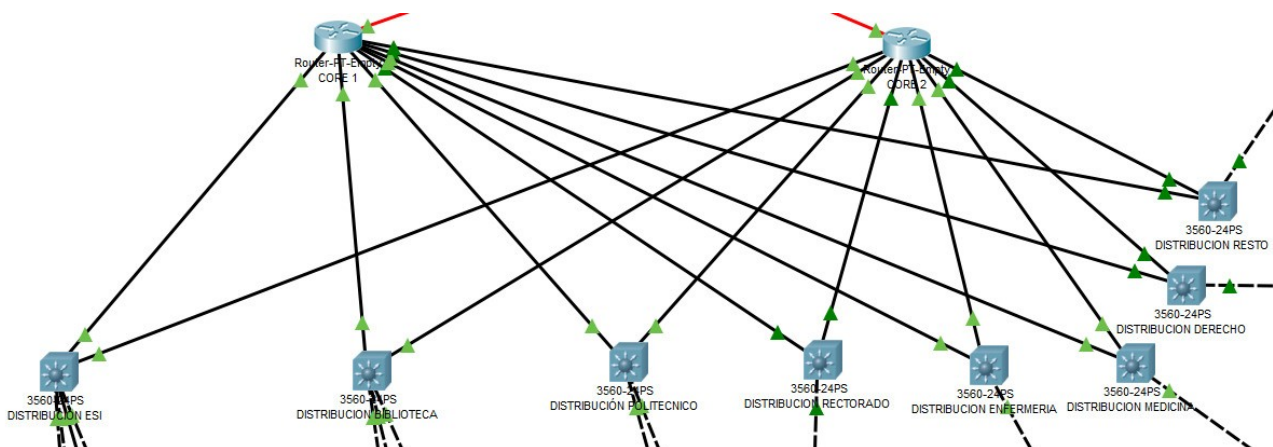
En la capa del núcleo, es por donde va a pasar el tráfico de todo el campus, sea cual sea la zona o edificio, por lo que aunque se incorporen protocolos que den soporte a la redundancia en caso de fallos, es recomendable usar routers con un alto desempeño, que puedan soportar varios Gbps.



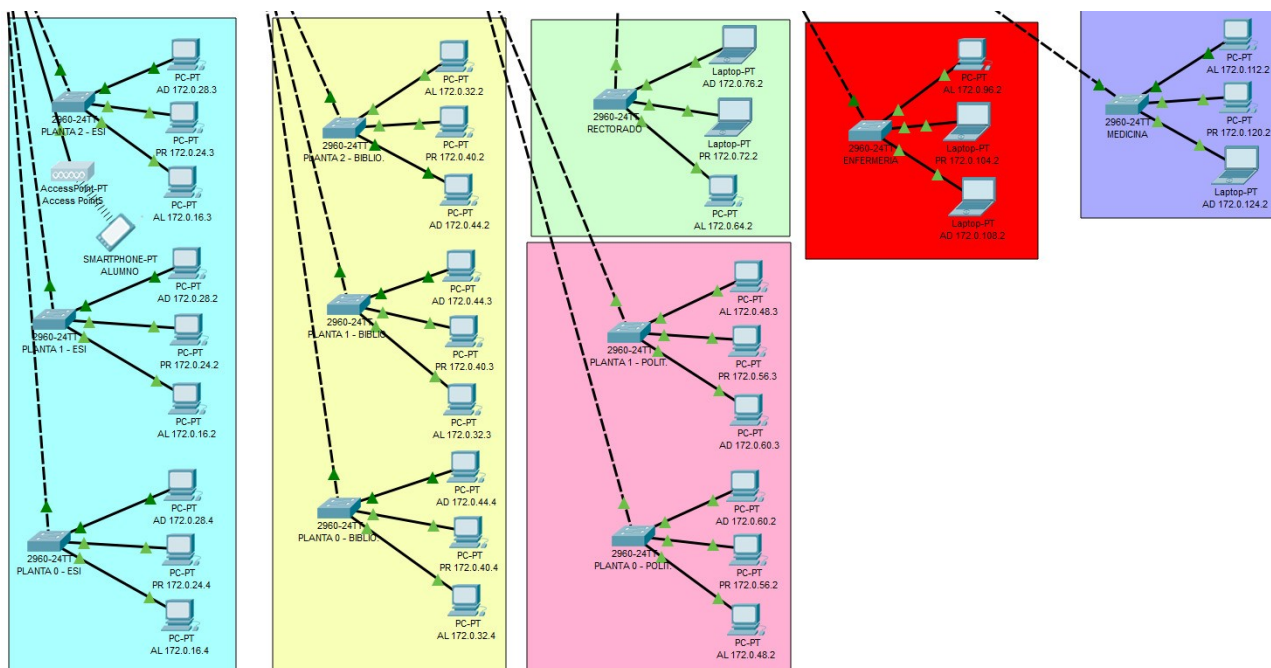
Modulos acoplados al router

Los routers que he usado son Router-PT-Empty, a los que les he incorporado manualmente 2 módulos de tipo PT-ROUTER-NM-1S y 5 del tipo PT-ROUTER-NM-1CGE, dando soporte a puertos GigabitEthernet y enlaces serie.

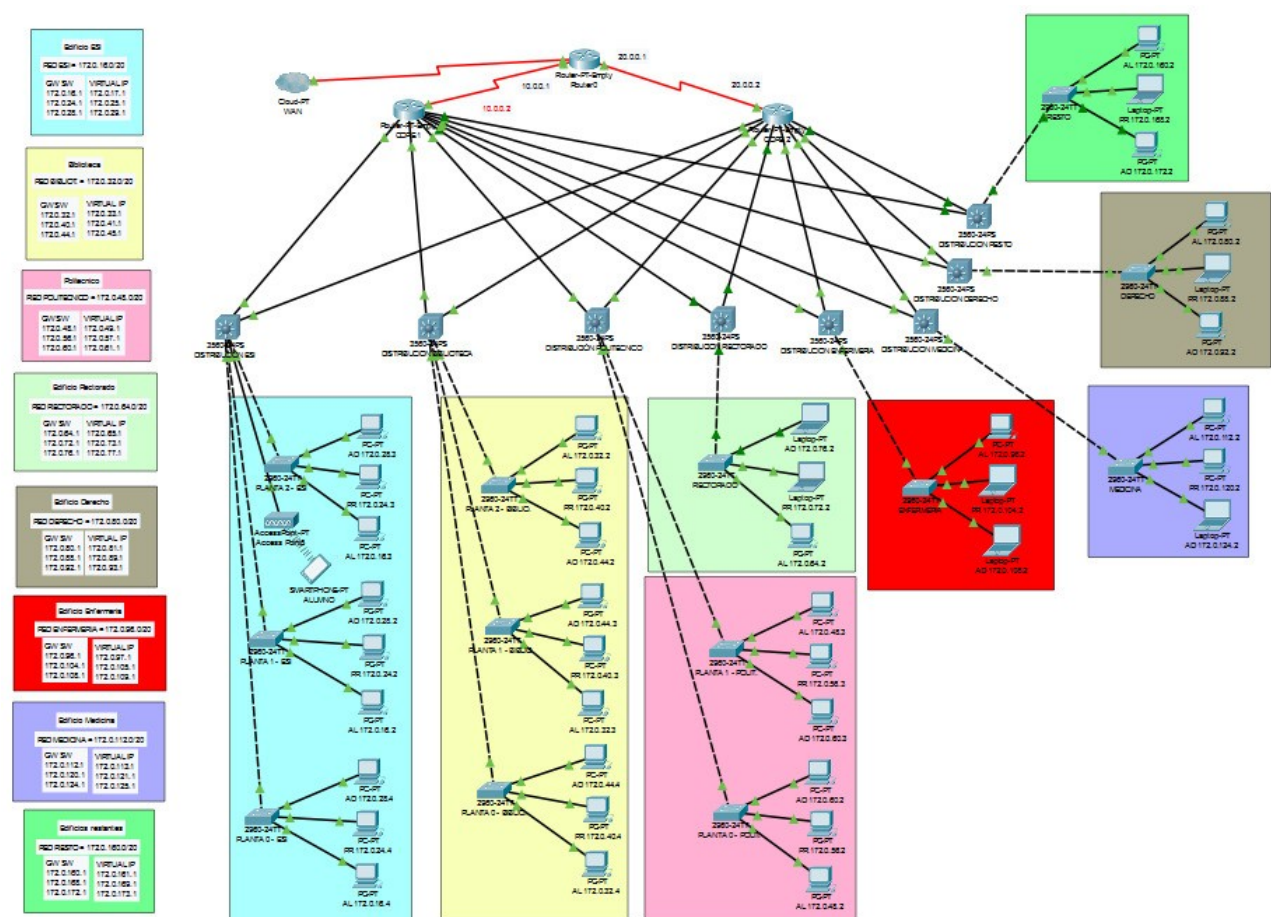
5. Resultado final



La capa de distribución conectada a routers redundantes del nucleo



Una parte de la capa de acceso, cada edificio en un color



Topologia del trabajo, diseño jerárquico en 3 capas

6. Conclusiones

Aunque no tenía experiencia previa usando esta herramienta, ni he tenido un compañero/a con el que compartir el trabajo, si he adquirido algunos conocimientos básicos que me han resultado interesantes y que creo que son importantes.

Bajo mi punto de vista, el aspecto mas importante del trabajo, y al que he intentado prestarle más atención es al diseño jerárquico basado en 3 capas, ya que he aprendido que aporta muchas ventajas frente a un diseño plano por ejemplo, y que para diseñar redes de gran tamaño, que tienen que albergar varios edificios, y soportar más trafico, este tipo de diseño resulta el mas adecuado. También he aprendido a entender y configurar algunos protocolos en esta herramienta, como puede ser SVI en los switches de la capa de distribución, HSRP en el núcleo para proporcionar redundancia, o la propia configuración de las VLAN's.

7. Bibliografía

[CVD-Campus-LAN-WLAN-Design-Guide-2018JAN.pdf](#)

[Tutorial de CISCO](#)

<https://es.wikipedia.org/wiki/Eduroam>

<http://www.redescisco.net/sitio/2010/08/10/redundancia-entre-routers-con-hsrp/>

<https://www.packettracernetwork.com/tutorials/hsrp-configuration-new.html>

<https://netsv.wordpress.com/2013/05/19/redundancia-de-capa-3-con-hsrp-clienteservidor/>

<https://todopacketracer.com/2017/10/13/configurar-svi/>

<https://todopacketracer.com/>

<https://www.instructables.com/id/Configure-VLAN-in-Cisco-Packet-Tracer/>

<https://www.cisco.com/c/en/us/support/docs/lan-switching/inter-vlan-routing/41860-howto-L3-intervlanrouting.html>

https://en.wikipedia.org/wiki/Hierarchical_internetworking_model

<http://www.omnisecu.com/cisco-certified-network-associate-ccna/three-tier-hierarchical-network-model.php>

<https://study-ccna.com/cisco-three-layer-hierarchical-model/>

<http://www.ciscopress.com/articles/article.asp?p=2202410&seqNum=4>

<https://www.computernetworkingnotes.com/ccna-study-guide/static-routing-configuration-guide-with-examples.html>