



Diseño de la red de la escuela de ingeniería minera e industrial de Almadén



AUTORES

Jaime Camacho García

Alberto García Aparicio

Índice

Introducción	3
FASE 1 – Analisis de requisitos	4
1.1 - Analisis de los requisitos y restricciones de la organización	4
1.2 - Análisis de metas técnicas y balances	5
1.3 - Caracterización de la red existente	7
1.4 - Caracterización del tráfico de redes	8
FASE 2 – Diseño lógico	10
2.1 - Diseño de una topología de red	10
2.2 - Diseño de modelos para direccionamiento y asignación de nombres	11
2.3 - Selección de protocolos de conmutación y enrutamiento	14
FASE 3 – Diseño físico	15
3.1 – Desarrollo del diseño del cableado	15
3.2 – Cableado	16
3.3 – Dispositivos de interconexión	17
FASE 4 – Validación	18
4.1 – Creación de la capa nucleo	18
4.2 – Pruebas del diseño de la red	19
Presupuesto	20
Bibliografía	21

Introducción

Realizar el diseño de redes de gran escala que se puedan adaptar a las diferentes dinámicas y tendencias de las organizaciones de nuestros días, es complejo, pero también es muy necesario.

En las próximas páginas se verá dicho desarrollo complejo, ya que se llevará a cabo el diseño de una red de comunicaciones y servicios para una organización, más exactamente una de las facultades de UCLM (Universidad de Castilla-La Mancha), la **Escuela de Ingeniería Minera e Industrial**, para sus edificios, **Edificio Storr** y **Edificio Elhuyar**.

Como ya hemos dicho, diseñar este tipo de redes es complejo, pero podemos, o más bien, debemos, adoptar una metodología, esto nos permitirá analizar y diseñar la red con un enfoque más estructurado. Para seguir con la dinámica de lo aprendido en clase, usaremos la metodología de diseño **Top-Down**, la cual nos permitirá seguir un diseño descendente de red, el cual comienza en las capas más altas del modelo de referencia OSI.

Por lo tanto, a partir de dicha metodología, hemos obtenido un documento estructurado en cinco apartados principales, los cuatro primeros que hacen referencia a etapas de la metodología de diseño y el quinto que está reservado al presupuesto:

- Análisis de requisitos
- Diseño lógico de red
- Diseño físico de red
- Validación
- Presupuesto

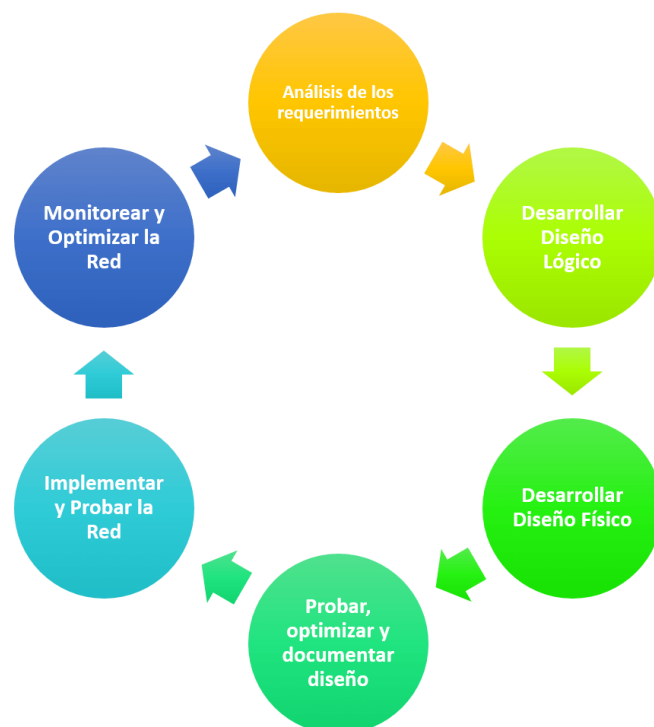


Figura 1. Fases de la metodología de diseño de redes Top-Down

FASE 1 – Analisis de requisitos

Cuando se realiza el diseño de una red, la primera fase que se debe afrontar en el proyecto es la de analizar los requisitos de la red, ya que estos requisitos son fundamentales y de ellos dependerán el resto de las fases del proyecto. Para saber cuáles son estos requisitos, se deberán analizar las metas técnicas y de negocio de la organización.

1.1 - Analisis de los requisitos y restricciones de la organización

En este punto de la fase 1, deberemos entender las necesidades que tendrá la organización, además de sus visiones de futuro y sus objetivos, esto nos ayudará a la hora de dirigir el diseño. Aunque debemos tener en cuenta las necesidades de la organización, no nos debemos olvidar de las buenas prácticas a la hora de diseñar una red, por lo que obtendríamos la siguiente lista de requisitos:

- **Menor coste operacional posible.**
- **Diseño escalable**, tanto por si el número de alumnos, docentes o investigadores se ve incrementado como por si hay que aumentar la cantidad de datos a la que tendrán acceso estos usuarios.
- Correcta **repartición de la carga** de la red en función del uso de los diferentes usuarios de esta.
- **Respeto de la distribución física** de la organización, es decir, sus edificios, salas y las funciones de estas.
- **Seguridad**, ya que entre muchas otras hay mucha información delicada como información personal o información con propiedad intelectual.
- **Uso de diferentes protocolos** como DHCP, DNS, IP Routing Table, VLAN, SNMP, NAT o HSRP.
- **Diseño jerárquico**, ya que esto le aportará requisitos ya dichos como seguridad y escalabilidad, además de otros como **fiabilidad** y una **mayor facilidad de administración**.

Pero un diseño no tiene solo requisitos, también tiene restricciones como pueden ser:

- **Localización**, aunque en nuestro diseño no hemos tenido inconvenientes en este aspecto, se deben tener en cuenta factores como son la temperatura o si se contara con diferentes tecnologías como por ejemplo fibra.
- **Tiempo**, debemos tener en cuenta que tenemos que entregar el proyecto en una fecha determinada, 24/04/2023, por lo que habrá que hacer una correcta repartición del tiempo y se deberán priorizar ciertas fases y puntos.
- **Coste**, a la hora de realizar los diseños de redes, este suele ser uno de los factores más restrictivos. Nosotros no tenemos un presupuesto establecido por lo que partiremos de 80.000€, ya que consideramos que es una cifra inicial suficiente y al final veremos si lo ha sido o si necesitamos más recursos.

Estas restricciones no son las únicas, pero si consideramos que son las más influyentes e importantes en nuestro diseño.

1.2 - Análisis de metas técnicas y balances

Una vez sabemos cuáles son los requisitos de la organización, pasaremos a explicar que son y como afectan a la organización las metas técnicas, que podrían entenderse como los diferentes aspectos técnicos con los que tiene que contar la red. Por lo tanto, a partir de lo visto en clase, podemos decir que una red debe contar con las siguientes metas técnicas:

- **Escalabilidad**

Es la capacidad que tiene una red de adaptarse y reaccionar a los cambios, sin perder calidad, junto a su **habilidad para crecer** y producir estos cambios, con lo que conseguimos no tener que rehacer la red con el paso del tiempo, ahorrando así tiempo y costes.

La organización deberá tener un sistema escalable ya que actualmente cuenta con dos edificios, el edificio Storr y el edificio Elhuyar, pero en un futuro podría llegar a tener más proyectos de investigación o más enseñanzas, lo que puede repercutir en una red con mayor capacidad de albergar más usuarios y/o datos, incluso cabe la posibilidad de que se cree un nuevo edificio.

- **Disponibilidad**

Sera expresado mediante un porcentaje, ya que según el tiempo que la red esté disponible en un lapso, el porcentaje será mayor o menor. Por ejemplo, esta es una tabla con diferentes porcentajes de disponibilidad, en diferentes lapsos de tiempo, expresando la desconexión en minutos en cada lapso.

	Desconexión en minutos			
	Por hora	Por día	Por semana	Por año
99.999 %	0.0006	0.01	0.10	5
99.98 %	0.012	0.29	2	105
99.95 %	0.03	0.72	5	263
99.90 %	0.06	1.44	10	526
99.70 %	0.18	4.32	30	1577

Sin tener en cuenta las diferentes paradas técnicas que se tengan que hacer en la red y que los servicios y datos deben poder usarse en cualquier momento por los investigadores, docentes y alumnos, debemos crear la red con una disponibilidad alta. Además, para ayudar a la disponibilidad de la red, se aplicará redundancia sobre esta, para poder conseguir así un porcentaje de **99.95 %**.

- **Rendimiento**

Esta meta técnica de la red principalmente se mide desde **el punto de vista del usuario final**, con lo cual, deberemos tener en cuenta su opinión, además de los resultados de revisar y analizar estadísticas de la red como son el **ancho de banda** (bandwidth), el **caudal** (throughput), el **uso del ancho de banda**, la **carga**, la **eficiencia**, el **retardo** (latency), **variación de latencia** (jitter) y el **tiempo de respuesta**. También debemos tener en cuenta que, si queremos tener un buen caudal y caudal real, deberemos haber hecho un correcto diseño de red, ya que dichos factores son dependientes de este último.

La organización deberá indicar las funciones a las que estará destinada la red, es decir, los datos y archivos que circularan y las tareas que realizaran los diferentes tipos de usuarios.

- Seguridad

Es un aspecto **fundamental** a la hora de crear una red y donde tendremos que ser previsores, ya que los problemas a los que nos podemos enfrentar son muy graves.

Algunos de estos problemas son:

- Los datos pueden ser interceptados, analizados, alterados o eliminados, y estos pueden contener información sensible o de propiedad intelectual.
- Los passwords de usuarios pueden ser descubiertos.
- Las configuraciones de dispositivos pueden ser cambiadas.
- Pueden hacer ataques de reconocimiento.
- La red puede sufrir ataques de denegación de servicio (DoS).

- Facilidad de gestión

Es muy importante, necesario y beneficioso para la red que los siguientes aspectos sean fáciles de gestionar:

- Rendimiento (prestaciones)
- Fallos (supervisión)
- Configuración
- Seguridad
- Contabilidad (accounting)

- Facilidad de uso

Se debe facilitar a los usuarios el acceso a la red y a los servicios, además la red también debe facilitar el trabajo a los usuarios. Para que una red sea accesible, se debe evitar seguridad muy estricta, pero sin dejar vulnerable la red.

- Adaptabilidad

Es necesario que la red se pueda adaptar a los diferentes cambios que haya en el patrón de tráfico y a otros requerimientos, por lo que debemos de evitar la incorporación de elementos que puedan hacer difícil la implementación de tecnologías nuevas que surjan en un futuro, como pueden ser nuevos protocolos, pero los cambios también pueden surgir de nuevas prácticas de negocio o nuevas legislaciones.

- Ajuste al presupuesto

Como ya sabemos, el presupuesto puede ser una gran limitante y a lo mejor no se puede conseguir, pero hay que conseguir un diseño lo más completo posible, buscando siempre la mayor reducción de costes, sobre todo en las redes grandes.

- Balances

Se valora qué importancia tiene cada meta técnica en el diseño del proyecto

Balances	
Escalabilidad	20
Disponibilidad	30
Rendimiento de la red	15

Seguridad	5
Facilidad de gestión	5
Facilidad de uso	5
Adaptabilidad	5
Ajuste al presupuesto	15
Total (max. 100)	100

1.3 - Caracterización de la red existente

Se indica en el enunciado del proyecto que “no se permite reutilizar la infraestructura de la red existente” y se respetara dicho requisito en todo momento, pero sí que se debería observar y estudiar la red actual para saber sus ventajas y desventajas, eso nos ayudaría en la creación de nuestra red. Por lo que, tenemos que analizar y observar donde estamos, caracterizando así la red existente en los siguientes términos:

- Infraestructura (estructura lógica y física)
- Direccionamiento y asignación de nombres
- Cableado y medios de transmisión
- Restricciones de arquitectura y ambiente
- Salud de la red

Pero no podemos caracterizar todos los términos, ya que, como la gran mayoría de las empresas, el diseño de su red es privado, por lo que no hemos conseguido encontrar las ventajas y desventajas.

Si podremos **analizar la arquitectura del edificio** para conocer sus **restricciones** como la ubicación de las ventilaciones, calefacción, aire acondicionado, electricidad, la protección hacia la interferencia electromagnética, la vigilancia que se haga de las instalaciones, así como las puertas que pueden cerrarse con llave, además también habrá que asegurarse de que haya espacio para:

- Los conductos del cableado
- Los paneles de conexión (patch-panels)
- Armarios para equipos (racks)
- Áreas de trabajo, donde los técnicos podrán instalar y poner a punto los equipos

De igual forma que hemos podemos analizar la arquitectura del edificio, analizaremos la **salud de la red actual**, donde deberemos tomar los siguientes datos a lo largo del tiempo:

- Rendimiento
- Disponibilidad
- Uso de ancho de banda
- Eficiencia
- Tiempo de respuesta
- Estado de los enrutadores, switches y cortafuegos (firewalls)

1.4 - Caracterización del tráfico de redes

Para terminar de hacer el análisis de requisitos, deberemos analizar tres factores:

- **Flujo de tráfico** (Ubicando fuentes de tráfico y almacenes de datos, tipos de flujos de tráfico y características del tráfico)
- **Carga del tráfico**
- **Comportamiento del tráfico** (Eficiencia de la red, broadcasts y multicasts)

Pero antes deberemos analizar las comunidades de usuarios y los almacenes de datos.

- **Alumnos:** Teniendo en cuenta que la EIMIA se imparten tres grados, ingeniería minera y energética, ingeniería mecánica e ingeniería eléctrica, cada uno de ellos con cuatro cursos, más un máster en ingeniería de minas, los cuales necesitan un acceso a la red y que haran uso de los diferentes servicios TIC de la universidad.



Figura 2. Servicios TIC alumnado

- **Docentes y/o investigadores:** La EIMIA cuenta con 12 departamentos y un total de 52 docentes y/o investigadores, los cuales, al igual que los alumnos, tienen su propios servicios TIC.

Soporte TIC a la docencia



Figura 3. Servicios TIC docencia

Soporte TIC a la investigación



Figura 4. Servicios TIC investigación

- **Administradores:** para la gestión y administración de las matriculas, personal, etc, la EIMIA cuenta con una plantilla de 12 personas.

Obviamente, para la red no usaremos el número exacto de usuarios y pondremos algunos hosts de más porque estos no tienen porque hacer uso de un unico dispositivo, ya que por normal general trendran un ordenador y un movil, además, los almacenes de datos como servidores, clusters, mainframes offsite, NAT y otros, seran ubicados en el edificio Storr, Plaza Manuel Meca Lopez, 9, 13400, Almadén (Ciudad Real).

Nombre de la comunidad de usuarios	Tamaño de la comunidad (número de usuarios)	Ubicación de la comunidad	Aplicación(es) usadas por la comunidad	Ubicación almacén de datos
Alumnos	1100	Edificio Storr y edificio Elhuyar	Figura 2. Servicios TIC alumnado	Edificio Storr
Doncentes y/o investigadores	300	Edificio Storr y edificio Elhuyar	Figura 3. Servicios TIC docencia	Edificio Storr
Externos	200	Edificio Storr y edificio Elhuyar	Variado (TIC UCLM, conexión, etc)	Edificio Storr
Administradores	35	Edificio Storr	Figura 4. Servicios TIC investigación	Edificio Storr

Una vez tratados los factores de las comunidades de usuarios y de los almacenes de datos, podremos centrarnos en los factores comentados al principio de este punto.

- Flujo de tráfico:

El flujo de datos que se harán desde los diferentes usuarios de la comunidades hasta los almacenes de datos, **deberá medirse o estimar el tráfico necesario que los enlaces deben soportar**, para ello usaremos **analizadores de red** u otras herramientas de gestión similares. Puede que el flujo de tráfico no sea exacto, pero nos ayudara a poder **identificar cuellos de botella** y también deberemos tener en cuenta el **tipo de flujos de datos** (Terminal/Host, Client/Server, Peer-To-Peer, etc).

- Carga del tráfico

Este es un factor importante, ya que debemos caracterizar la carga de tráfico para permitir que los flujos de tráfico sean una realidad, en el nivel local LAN y en los flujos de conexión a internet, para conseguir que no haya cuellos de botella críticos.

Para calcular si la capacidad será suficiente, deberemos saber el número de estaciones de trabajo, el tiempo promedio ocioso entre envío de trama y el tiempo que requiere la transmisión de un mensaje una vez que se obtiene el acceso al medio o servicio.

- Comportamiento del tráfico

En este punto deberemos diferenciar entre **Broadcast** y **Multicast**, además nos plantearemos la eficiencia de la red, para saber si se usan las aplicaciones de forma eficiente, por lo que deberemos revisar los tamaños de las tramas, la interacción con el protocolo, los mecanismos de recuperación de errores y las ventanas envío/recepción y control de flujo.

FASE 2 - Diseño lógico

La segunda fase de la metodología del diseño Top-Down es el diseño lógico y en él nos encargaremos de los **factores no físicos** de la red, como es el **diseño de la topología**, el **diseño de modelos para el direccionamiento** y la **selección de protocolos de conmutación y enrutamiento**.

2.1 - Diseño de una topología de red

En el campo de las redes de computadoras, el término **topología** es usado para **describir la estructura** de la red y en nuestro caso, lo mejor sería usar un **modelo de topología jerárquico** consiguiendo así:

- Reducir la carga en dispositivos de la red
- Limitar los dominios de broadcast
- Aumentar la simplicidad y comprensión
- Facilitar los cambios de la red
- Facilitar la escalabilidad a un tamaño más grande

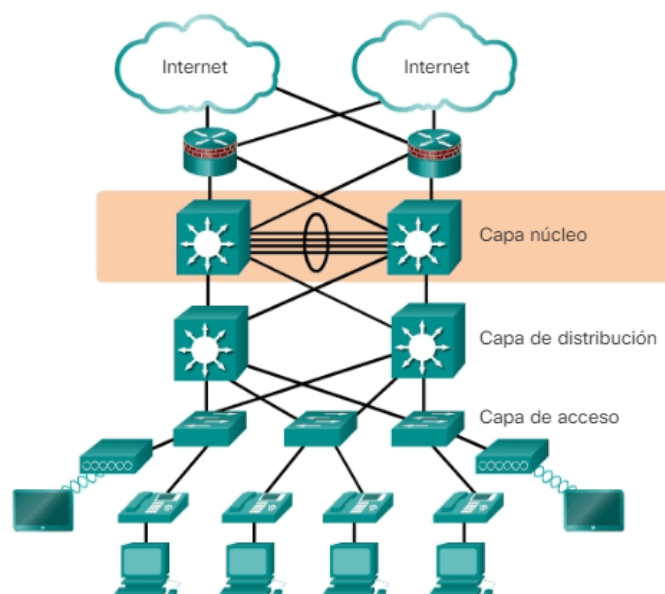


Figura 5. Red jerárquica

Este modelo de topología esta dividido en tres capas:

- **Capa de núcleo** (core layer)
Según el modelo de diseño jerárquico, esta capa está compuesta por routers y switches de alto desempeño y estos deberían estar optimizados en disponibilidad y rendimiento, pero en nuestro caso usaremos un **switch multicapa** que estará ubicado en el edificio Storr y como hemos dicho, deberá estar optimizado en disponibilidad y rendimiento, además, usaremos un cortafuegos para proteger el switch en la conexión con la red externa.
- **Capa de distribución** (distribution layer)
Esta capa se encargará de **controlar el acceso a los recursos** y controlar el **tráfico de la red** que pasa por el núcleo, para ello usaremos **dos switches**, uno en cada edificio. Dichos switches **implementaran políticas** para poder conseguir una **mejor segmentación y distribución** del tráfico por las diferentes plantas de los edificios, además, también se busca conseguir **escalabilidad, reducción de la complejidad** y un **aumento de la resiliencia**.
- **Capa de acceso** (Access layer)
En el diseño jerárquico, esta es la capa más baja y es la que permite a los usuarios el acceso a la **red interna**. Para conseguir que los dispositivos finales accedan a la red, se usaran **puntos de acceso, conectividad por cable con otros switch y conectividad inalámbrica**, pero principalmente dependeremos de **siete switches, cuatro en el edificio Storr**, uno en cada planta y de igual forma, **tres en el edificio Elhuyar**.

2.2 - Diseño de modelos para direccionamiento y asignación de nombres

Como debemos aprovechar al máximo la direcciones, para realizar el **DyAN** (direccionamiento y asignación de nombres) será necesario usar un **modelo estructurado** y parte de este modelo consistirá en asignar las **direcciones y nombres de forma jerárquica**. Gracias a esto, la red ganara en **escalabilidad, rendimiento y gestionabilidad**. Además, deberemos tener en cuenta si se usaran direcciones **públicas o privadas** y si el DyAN será **dinamico o estatico**.

Las direcciones de red que se usarán serán **privadas**, ya que estas tienen muchas ventajas respecto **adaptabilidad, flexibilidad y seguridad**, además que permiten asignar host y redes internas **sin la necesidad de un ISP** y pueden ser de **tres tipos**, ya que, son los rangos asignados por el IANA (Internet Assigned Numbers Authority):

Clase	Red	Rango
Clase A	10.0.0.0/8	10.0.0.0 – 10.255.255.255
Clase B	172.16.0.0/12	172.16.0.0 – 172.31.255.255
Clase C	192.168.0.0/16	192.168.0.0 – 192.168.255.255

Creemos que la mejor opción para el proyecto es una red de **clase C**, ahora, **debemos optimizar su uso haciendo una subdivisión de redes mediante la técnica de VLSM**, porque no necesitamos tantas direcciones y estaremos desperdiciando el resto.

Para cada comunidad de usuarios tendremos una subred. Teniendo en cuenta todo esto y que usaremos la IP **192.168.0.0** hemos obtenido los siguientes cálculos:

Hosts

$$2^n - 2 \geq H$$

$n \rightarrow$ número de bits

$H \rightarrow$ número de hosts

Mediante la ecuación anterior obtendremos el número de bits que necesitaremos, para la siguiente cantidad de hosts:

$$H = 1100 + 300 + 200 + 35 = 1635$$

$$2^{11} - 2 \geq 1635$$

Por lo que tendremos 11 bits y al menos 2048 hosts disponibles.

Bits de subred

Partiendo de los **32 bits** que tiene una dirección de red IPv4 binaria y de que hemos calculado en el apartado anterior el número de bits necesarios para la parte de los hosts, si realizamos los siguientes cálculos:

$$R = 32 - n = 32 - 11 = 21$$

Por lo que la **dirección de red empleada y obtenida** en nuestro proyecto es:

192.168.0.0/21

Máscara de subred

Ahora, centrándonos en **/21**, localizaremos la parte fija de nuestra dirección IP y la estableceremos en 255, obteniendo como resultado:

Binario	Decimal
11111111.11111111.1111000.00000000	255.255.248.0

Verde \rightarrow parte de red

Rojo \rightarrow parte de subred

Azul \rightarrow parte de host

Dirección de broadcast

En este paso, en vez de poner los bits de la parte fija a 1, pondremos los bits de hosts:

Binario	Decimal
11000000.10101000.00000111.11111111	192.168.7.255

En resumen, obtendríamos:

Dirección IP	Dirección de red	Mascara de Red	Broadcast
192.168.0.0	192.168.0.0/21	255.255.248.0	192.168.7.255

Nº hosts solicitados	Nº hosts disponibles
1100 + 300 + 200 + 35 = 1635	$2^n - 2 \geq H \rightarrow H = 2046$

Gracias a realizar estas técnicas y cálculos, conseguimos aprovechar **79,91%** del total de host disponibles.

VLANS

La red **192.168.0.0/21** se tendrá que dividir en las **cuatro** subredes correspondientes mediante la técnica VLSM, por lo que se ordenan estas subredes de mayor número de usuarios, a menor número de usuarios:

Alumnos () < Profesores/Investigadores () < Externos () < Secretaria ()

Para poder realizar los siguientes cálculos, en dicho orden.

PASO 1 – Calculo del número de bits de hosts y subred

Subred	Bits hosts	Bits Subred
Alumnos	$2^{11} - 2 \geq 1100 \rightarrow n = 11$	$R = (32 - 11) = 21$
Profesores e investigación	$2^9 - 2 \geq 300 \rightarrow n = 9$	$R = (32 - 9) = 23$
Externos	$2^8 - 2 \geq 200 \rightarrow n = 8$	$R = (32 - 8) = 24$
Secretaria	$2^6 - 2 \geq 35 \rightarrow n = 6$	$R = (32 - 6) = 26$

PASO 2 – Calcular la nueva máscara de subred

Dirección	Binario	Decimal
192.168.0.0/21	11111111.11111111.11111000.00000000	255.255.248.0
192.168.0.0/23	11111111.11111111.11111110.00000000	255.255.254.0
192.168.10.0/24	11111111.11111111.11111111.00000000	255.255.255.0
192.168.11.0/26	11111111.11111111.11111111.11000000	255.255.255.192

PASO 3 – Calculo del salto de red

Subred	Broadcast	Siguiente subred IP
Alumnos	192.168.7.255	192.168.8.0/23
Profesores e investigación	192.168.9.255	192.168.10.0/24
Externos	192.168.10.255	192.168.11.0/26
Secretaria	192.168.11.63	-

Resumen de las subredes:

Subred	IP Red	Hosts minimo	Hosts maximo	Broadcast
Alumnos	192.168.0.0/21	192.168.0.1	192.168.7.254	192.168.7.255
Profesores e investigación	192.168.0.0/23	192.168.8.1	192.168.9.254	192.168.9.255
Externos	192.168.10.0/24	192.168.10.1	192.168.10.254	192.168.10.255
Secretaria	192.168.11.0/26	192.168.11.1	192.168.11.62	192.168.11.63

2.3 - Selección de protocolos de conmutación y enrutamiento

Para seleccionar los protocolos de comunicación y enrutamiento se ha tenido en cuenta que **se adapten lo maximo posible** al diseño de la red solicitada, para lo que se ha tenido en cuenta:

- Si son protocolos abiertos
- Metas tecnicas
 - o Trafico de la red
 - o Uso de CPU, memoria y ancho de banda
- Número de nodos soportados
- Rapida adaptabilidad
- Tipo de negocio
- Soporte para la autenticación

Protocolo de comunicación

La que la gestión de los datos de las distintas comunidades sea más sencilla, se hace uso de cuatro VLANs, ademas de un tipo de enlace especial denominado **trunk**, lo que nos ayuda a contener el trafico de las VLANs, ya que este hace uso de una unica conexión fisica entre switches, resultando asi en que no tenemos que estar preocupados de como esta moviendo el trafico entre las distintas redes de area local virtuales.

También hemos hecho uso de **VTP** (VLAN Trunking Protocol), ya que este se encarga de la creacion y nombramiento automatico de las redes de area local virtuales, pero también se debe tener cuidado con este protocolo, ya que si no se configura correctamente puede realizar operaciones y configuraciones no deseadas.

Protocolo de enrutamiento

Todos estos protocolos tienen la misma meta, la comparticion de informacion sobre la alcanzabilidad entre routers y la eleccion de uno es complicada, ya que tambien hay que tener en cuenta:

- Si son interiores o exteriores
- La metrica que pueden sorportar
- Si son dinamicos, estaticos o de ruta por defecto
- Si usan vector distancia o estado de enlaces
- Si estan basados en clases o con mascara
- La escalabilidad

Pero, en nuestro caso la elección es muy simple ya que el propio enunciado nos indica que usemos enrutado estatico, lo que nos permitira tener un control completo de las disitntas rutas por las que se envian los datos, gracias a las tablas de enrutamiento creadas manualmente.

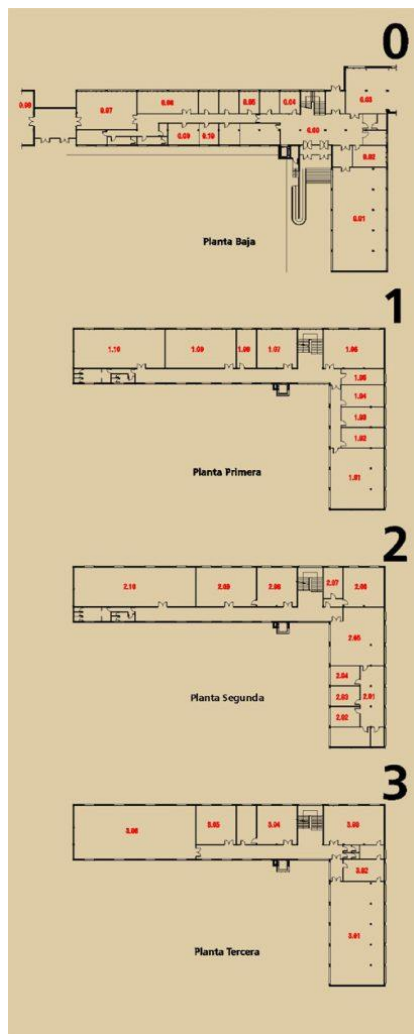
FASE 3 - Diseño fisico

En esta fase del proyecto se debe desarrollar un sistema de cableado, tanto los propios cables, ya sean fibra o par trenzado, asi como sus conectores, también se deberan seleccionar los distintos dispositivos de interconexion y finalmente, se tendran que distribuir dichos cables y dispositivos por las diferentes zonas y habitaciones de las edificaciones.

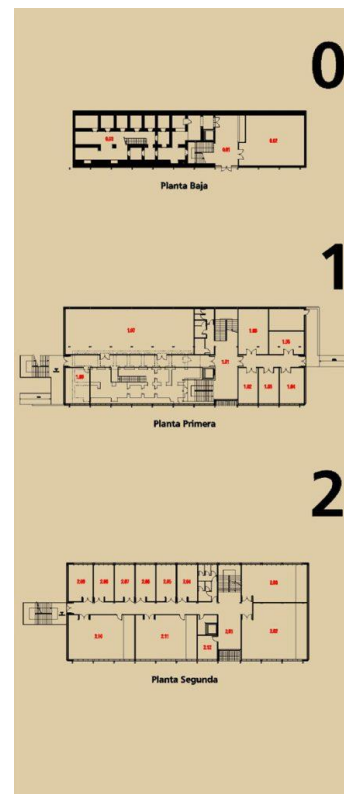
3.1 - Desarrollo del diseño del cableado

Para el diseño del cableado de nuestro proyecto hemos decido usar un **sistema de cableado estructurado (SCE)**, ya que esto es una infraestructura usada para el cableado de los edificios, campus y otros, que consta de una serie de **elementos estandarizados**, como pueden ser cables ópticos, de par trenzado o paneles de conexiones.

Esta infraestructura de cableado y otros, permite un desempeño predefinido, además de una mayor facilidad en la escalabilidad del sistema, si esto fuera necesario.



Edificio Storr



Edificio Elhuyar

3.2 – Cableado

Cables de par trenzado

Este tipo de cables consiste en pares de filamentos metálicos, en su mayoría de cobre, son **el método de conexión más económico y simple**, lo cual hacen que sean realmente útiles, pero cuando se alcanzan determinadas longitudes pueden presentar inconvenientes, por ello será usado únicamente en el edificio, más exactamente **cable UTP** (Unshielded Twisted Pair), este es flexible y sencillo de instalar, pero no consta de un recubrimiento metálico externo, esto hace que sea **sensible a interferencias**.



Figura 6. Cable de par trenzado

También debemos distinguir dos clasificaciones para los pares trenzados:

- **Clase específica** (ancho de banda conseguido, aplicaciones, distancias permitidas y otros)
- **Categoría específica** hace referencia a parámetros eléctricos del cable (impedancia, capacidad de la y atenuación)

	Clase A	Clase B	Clase C	Clase D	Clase E	Clase F
	100 KHz	1 MHz	20 MHz	100 MHz	250 MHz	600 MHz
Categoría 3	2 km	500 m	100 m	No existe	No existe	No existe
Categoría 4	3 km	600 m	150 m	No existe	No existe	No existe
Categoría 5	3 km	700 m	160 m	100 m	No existe	No existe
Categoría 6	Sin uso	Sin uso	Sin uso	Sin uso	1 Gbps	No existe
Categoría 7	Sin uso	Sin uso	Sin uso	Sin uso	Sin uso	10 Gbps

Por lo tanto, después de analizar los edificios y la red, creemos que para el proyecto y la organización la mejor elección sería un **UTP Cat 6**, ya que esto le permitiría al sistema 250 MHz de ancho de banda, además de 100 Mbps y 1000 Mbps en distancias de hasta 100 metros en redes Ethernet.

Cables de fibra óptica

La fibra óptica normalmente está fabricada en materiales plásticos o vidrio, **las interferencias electromagnéticas externas no le afectan** y consiste en **haces de luz** que avanzan por el interior de estos cables, a su vez la fibra puede ser **monomodo** o **multimodo**.

Monomodo	Multimodo
Los rebotes son de varias formas	Menos rebotes
Fuentes LED	Fuentes LASER
Más barato	Más caro
Distancias menores	Distancias largas

Dado a las características que presenta la fibra multimodo, hemos decidido escoger esta, además de conectores ST que se utilizan normalmente en instalaciones híbridas, es decir que tienen fibra óptica y pares trenzados.

3.3 – Dispositivos de interconexión

En este punto nos podemos encontrar puntos de acceso inalámbricos, routers, switches o puentes inalámbricos. Para elegir estos dispositivos deberemos tener en cuenta:

- Cantidad de memoria
- Velocidad de procesamiento
- Número de puertos
- Tecnologías LAN y WAN soportadas
- Caudal en el reenvío de datos, además del retardo en este aspecto
- Coste
- Facilidad de configuración y gestión
- Calidad del soporte técnico y documentación

Núcleo

Para esta capa necesitamos un dispositivo capaz de realizar el enrutamiento de paquetes mediante el direccionamiento lógico y control de VLANs, por lo que hemos escogido un **Switch Cisco Catalyst 3650**, ya que este dispositivo tiene un alto desempeño y está optimizado para ser veloz, además nos ofrece 24 puertos, ACL (Access Control List), Redundancia de alimentación y QoS (Quality of Service).



Figura 7. Switch Cisco Catalyst 3650

Distribución

Para esta capa es necesario switches que puedan soportar grandes cantidades de tráfico en la capa de acceso, además deben tener alto rendimiento, por lo que usaremos **dos Cisco Switch 2960**, uno para cada edificio.



Figura 8. Cisco Switch 2960

Acceso

En esta capa los switches tienen el propósito principal de dar acceso a la red a los dispositivos final, además, los switches que se encuentran en esta capa deben tener una alta densidad de puertos y tienen que ser de bajo costo.

Por lo tanto, para esta capa usaremos el **Cisco Switch 2960**, exactamente **7**, uno en cada planta de cada edificio, ya que el Edificio Storr tiene 4 plantas y el edificio Ehuyar tiene 3 plantas.

Además, en esta capa también se instalarán accesos Wi-Fi, **Cisco 1850**, los cuales permiten conexiones en frecuencias de 2,4 GHz y 5 GHz.

FASE 4 – Validación

Esta es la última fase de la metodología de diseño top-down y para cumplir con los objetivos se harán una serie de pruebas al diseño de la red mediante el software **Cisco Packet Tracer 8**, el cual nos brinda la posibilidad de crear el escenario, con las características del proyecto y finalmente probar su funcionamiento.

4.1 – Creación de la capa núcleo

CREACIÓN RED ALUMNOS

- Switch(config)#vlan 2
- Switch(config-vlan)#name Alumnos
- Switch(config)#ip routing
- Switch(config)#interface vlan 2
- Switch(config-if)#ip address 192.168.7.254 255.255.248.0
- Switch(config)# ip dhcp excluded-address 192.168.7.254

- Switch(config)# ip dhcp pool Alumnos
- Switch(dhcp-config)# network 192.168.0.0 255.255.248.0
- Switch(dhcp-config)# default-router 192.168.7.254
- Switch(dhcp-config)# dns-server 31.31.31.31
- Switch(dhcp-config)# exit

CREACIÓN RED PROFESORES-INVESTIGACIÓN

- Switch(config)#vlan 3
- Switch(config-vlan)#name Profesores-Investigacion
- Switch(config)#interface vlan 3
- Switch(config-if)#ip address 192.168.9.254 255.255.254.0
- Switch(config)# ip dhcp excluded-address 192.168.9.254

- Switch(config)# ip dhcp pool Profesores-Investigacion
- Switch(dhcp-config)# network 192.168.8.0 255.255.254.0
- Switch(dhcp-config)# default-router 192.168.9.254
- Switch(dhcp-config)# dns-server 31.31.31.31

- Switch(dhcp-config)# exit

CREACIÓN RED EXTERNOS

- Switch(config)#vlan 4
- Switch(config-vlan)#name Externos
- Switch(config)#interface vlan 4
- Switch(config-if)#ip address 192.168.10.254 255.255.255.0
- Switch(config)# ip dhcp excluded-address 192.168.10.254
- Switch(config)# ip dhcp pool Profesores-Investigacion
- Switch(dhcp-config)# network 192.168.10.0 255.255.255.0
- Switch(dhcp-config)# default-router 192.168.10.254
- Switch(dhcp-config)# dns-server 31.31.31.31
- Switch(dhcp-config)# exit

CREACIÓN RED ADMINISTRACION

- Switch(config)#vlan 5
- Switch(config-vlan)#name Administracion
- Switch(config)#interface vlan 5
- Switch(config-if)#ip address 192.168.11.62 255.255.255.192
- Switch(config)# ip dhcp excluded-address 192.168.11.62
- Switch(config)# ip dhcp pool Profesores-Investigacion
- Switch(dhcp-config)# network 192.168.11.0 255.255.255.192
- Switch(dhcp-config)# default-router 192.168.11.62
- Switch(dhcp-config)# dns-server 31.31.31.31
- Switch(dhcp-config)# exit

4.2 – Pruebas del diseño de la red

Para la realización de estas pruebas se han probado tres escenarios diferentes:

Comunicación con la red interna

- Objetivo: Comprobar que los dispositivos de las mismas o distintas VLANs pueden comunicarse entre sí.
- Criterios de aceptación: Los switches permiten el trafico de datos desde cualquiera de los dispositivos de la red interna.
- Procedimiento: Se realizará un paso de un mensaje PDU de tipo ICMP entre los distintos dispositivos de la red.

File	Last Status	Source	Destination	Type	Color	Time(sec)	Periodic	Num	Edit	Delete
	Successful	E1P0 PC	E1P0 Portall Alumno	ICMP		0.000	N	0	(edit)	
	Successful	E1P0 Port...	E1P1 PC	ICMP		0.000	N	1	(edit)	
	Successful	E1P1 Port...	E1P2 Portall Profe...	ICMP		0.000	N	2	(edit)	
	Successful	E1P2 Port...	E2P0 PC	ICMP		0.000	N	3	(edit)	
	Successful	E2P0 Port...	E1P3 Portall Alumno	ICMP		0.000	N	4	(edit)	
	Successful	E2P1 Port...	E2P0 Portall Externo	ICMP		0.000	N	5	(edit)	
	Successful	E2P2 PC	E2P0 Portall Alumno	ICMP		0.000	N	6	(edit)	
	Successful	E2P2 Port...	E1P0 Portall Alumno	ICMP		0.000	N	7	(edit)	

Figura 9. Comunicación red interna

Comunicación entre red interna y red externa

- **Objetivo:** Comprobar la comunicación de los dispositivos de las VLANs (ya sean de la misma VLAN, como) se comunica correctamente con los dispositivos de la red externa.
- **Criterios de aceptación:** Los switches permiten el tráfico de datos desde cualquiera de los dispositivos tanto de la red interna como externa.
- **Procedimiento:** Se realizará un paso de un mensaje PDU de tipo ICMP entre los distintos dispositivos de la red.

Fire	Last Status	Source	Destination	Type	Color	Time(sec)	Periodic	Num	Edit	Delete
	Successful	E1P0 Por...	PC_C2	ICMP		0.000	N	0	(edit)	
	Successful	PC_C1	E2P2 Portail Alumno	ICMP		0.000	N	1	(edit)	
	Successful	E2P2 Por...	Portail Itinerante	ICMP		0.000	N	2	(edit)	
	Successful	PC_C2	E2P1 PC	ICMP		0.000	N	3	(edit)	
	Successful	E1P2 Por...	PC_C2	ICMP		0.000	N	4	(edit)	
	Successful	PC_C1	E1P1 Portail Alumno	ICMP		0.000	N	5	(edit)	

Figura 10. Comunicación de la red interna y externa

Comunicación con el DNS

- **Objetivo:** Comprobar que todos los dispositivos de la red interna (ya sean de la misma VLAN, como no) y los dispositivos de la red externa pueden conectarse mediante DNS.
- **Criterios de aceptación:** Los dispositivos deben poder acceder al sitio web www.google.es
- **Procedimiento:** Se realizará un paso de un mensaje PDU de tipo ICMP entre los dispositivos deseado y el servidor DNS, además de acceder al sitio web www.google.es desde los distintos ordenadores de ambas redes.

Presupuesto

Presupuesto

Capa	Dipositivo	Unidades	Precio ud.	Importe
Nucleo	Switch Cisco Catalyst 3650	1	7.000€	7.000€
Distribución	Cisco Switch 2960	2	2.800€	5.600€
Acceso	Cisco Switch 2960	7	2.800€	19.600€
	Cisco 1850	17	1.000€	17.000€
	Cisco Catalyst 9120AX	7	1.200€	5.400€
Red externa	Router 2911	1	1.200€	1.200€
	Router para HSRP	2	500€	1.000€
	Cisco Switch 2960	1	2.800€	2.800€
	Servidor Dell Emc Poweredge R550	1	3.200€	3.200€

Cableado	Fibra optica	500m	12€	6.000€
	Bobina calbe LAN Cat.6	300m	250€	250€
	Armario Rack	2	700€	1.400€
	Matrial extra		4.000€	4.000€

Al principio se indico que el presupuesto inicial seria de 80.000€ y el proyecto ha tendio un coste toal de: **74.450€**

Bibliografia

Planos con las aulas y los laboratorios de los edificios de la EIMIA (Escuela de Ingeniería Minera e Industrial de Almadén)

<https://eimia.uclm.es/aulas-y-laboratorios/>

Definición de escalabilidad

<https://es.wikipedia.org/wiki/Escalabilidad#:~:text=La%20escalabilidad%2C%20t%C3%A9rmino%20tomado%20en,preparado%20para%20hacerse%20m%C3%A1s%20grande>

Departamentos EIMIA

<https://eimia.uclm.es/departamentos/>

Servicios TIC alumnos

<https://www.uclm.es/misiones/laucm/campus/vidacampus/serviciostic>

Grado en ingeniería minera y energética

<https://www.uclm.es/estudios/grados/ingenieria-minera-energetica>

Grado en ingeniería mecánica

<https://www.uclm.es/Estudios/Grados/ingenieria-mecanica>

Grado en ingeniería eléctrica

<https://www.uclm.es/estudios/grados/ingenieria-electrica>

Master universitario en ingeniería de minas

<https://www.uclm.es/es/Estudios/masteres/master-ingenieria-minas>

Rango de direcciones privadas

<https://www.ibm.com/docs/es/networkmanager/4.2.0?topic=translation-private-address-ranges>

Structured cabling

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

Cables de par trenzado

https://es.wikipedia.org/wiki/Cable_de_par_trenzado

Clases/Categorías pares trenzados

<http://amosercomosoyyasiseresiempre.blogspot.com/2017/02/la-instalacion-fisicade-una-red-los.html>