



UNIVERSIDAD  
POLITÉCNICA  
DE MADRID

PROCESO DE  
COORDINACIÓN DE LAS  
ENSEÑANZAS PR/CL/001



E.T.S. de Ingeniería y Sistemas  
de Telecomunicación

# ANX-PR/CL/001-01

## GUÍA DE APRENDIZAJE

### ASIGNATURA

595000230 - Redes Y Servicios Avanzados

### PLAN DE ESTUDIOS

59TL - Grado En Ingeniería Telemática

### CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2022/23 - Segundo semestre

## Índice

---

### Guía de Aprendizaje

1. Datos descriptivos.....	1
2. Profesorado.....	1
3. Conocimientos previos recomendados.....	2
4. Competencias y resultados de aprendizaje.....	2
5. Descripción de la asignatura y temario.....	3
6. Cronograma.....	6
7. Actividades y criterios de evaluación.....	8
8. Recursos didácticos.....	11
9. Otra información.....	12

## 1. Datos descriptivos

---

### 1.1. Datos de la asignatura

<b>Nombre de la asignatura</b>	595000230 - Redes y Servicios Avanzados
<b>No de créditos</b>	6 ECTS
<b>Carácter</b>	Obligatoria
<b>Curso</b>	Tercero curso
<b>Semestre</b>	Sexto semestre
<b>Período de impartición</b>	Febrero-Junio
<b>Idioma de impartición</b>	Castellano
<b>Titulación</b>	59TL - Grado en Ingeniería Telemática
<b>Centro responsable de la titulación</b>	59 - Escuela Técnica Superior De Ingeniería Y Sistemas De Telecomunicación
<b>Curso académico</b>	2022-23

## 2. Profesorado

---

### 2.1. Profesorado implicado en la docencia

<b>Nombre</b>	<b>Despacho</b>	<b>Correo electrónico</b>	<b>Horario de tutorías *</b>
Hugo Alexer Parada Gelvez	A4423	hugoalexer.parada@upm.es	Sin horario.
Carlos Ramos Nespereira (Coordinador/a)	A4413	carlos.ramosn@upm.es	Sin horario.
Ana Belen Garcia Hernando	A4404	anabelen.garcia@upm.es	Sin horario.
Ivan Pau De La Cruz	A4406	ivan.pau@upm.es	Sin horario.

\* Las horas de tutoría son orientativas y pueden sufrir modificaciones. Se deberá confirmar los horarios de tutorías con el profesorado.

## 3. Conocimientos previos recomendados

---

### 3.1. Asignaturas previas que se recomienda haber cursado

- Redes Y Servicios De Telecomunicacion
- Redes De Ordenadores
- Señalización Y Conmutacion

### 3.2. Otros conocimientos previos recomendados para cursar la asignatura

- Los conceptos de ciertos temas y prácticas de la asignatura son continuación de los impartidos en la asignatura de Señalización y Conmutación, por lo que es imprescindible haber cursado esta asignatura para poder superar Redes y Servicios Avanzados.

## 4. Competencias y resultados de aprendizaje

---

### 4.1. Competencias

CE TL01 - Capacidad de construir, explotar y gestionar las redes, servicios, procesos y aplicaciones de telecomunicaciones, entendidas éstas como sistemas de captación, transporte, representación, procesado, almacenamiento, gestión y presentación de información multimedia, desde el punto de vista de los servicios telemáticos.

CE TL02 - Capacidad para aplicar las técnicas en que se basan las redes, servicios y aplicaciones telemáticas, tales como sistemas de gestión, señalización y conmutación, encaminamiento y enrutamiento, seguridad (protocolos criptográficos, tunelado, cortafuegos, mecanismos de cobro, de autenticación y de protección de contenidos), ingeniería de tráfico (teoría de grafos, teoría de colas y teletráfico) tarificación y fiabilidad y calidad de servicio, tanto en entornos fijos, móviles, personales, locales o a gran distancia, con diferentes anchos de banda, incluyendo telefonía y datos.

CE TL05 - Capacidad de seguir el progreso tecnológico de transmisión, conmutación y proceso para mejorar las redes y servicios Telemáticos.

CG 02 - Capacidad de búsqueda y selección de información, de razonamiento crítico y de elaboración y defensa de argumentos dentro del área.

CG 10 - Capacidad para manejar especificaciones, reglamentos y normativas y la aplicación de las mismas en el desarrollo de la profesión.

## 4.2. Resultados del aprendizaje

RA1029 - Aplicar conocimientos sobre la provisión de servicios avanzados con MPLS a la configuración y administración de una red que ofrezca alguno de estos servicios

RA566 - Describir los mecanismos y protocolos empleados para la provisión de servicios avanzados con MPLS.

RA1028 - Describir la arquitectura y protocolos de IMS para ofrecer servicios multimedia con diferentes tecnologías de acceso (fijas y móviles) sobre redes IP

RA1199 - Describir y justificar la estructura, servicios, tecnologías y procedimientos de una red de conmutación de paquetes en entornos comerciales y empresariales.

RA1193 - Describir y justificar los fundamentos de las redes definidas por software, incluyendo su aplicación al ámbito de las redes WAN (SD-WAN), así como de la virtualización de funciones de red

RA1150 - Aplicar los fundamentos de las redes definidas por software para el control y la configuración de los dispositivos de red y analizar el tráfico intercambiado para realizar estas tareas.

RA1309 - Explicar los principios básicos de tunnelling y VPN

## 5. Descripción de la asignatura y temario

---

### 5.1. Descripción de la asignatura

Redes y Servicios Avanzados es una asignatura propia del Grado en Ingeniería Telemática. Esta asignatura tiene 6 créditos europeos ECTS, correspondientes a una carga total de trabajo del estudiante aproximadamente igual a 162 horas necesarias para superarla. De esta carga, se estima que cerca del 65% se debe corresponder a actividades llevadas a cabo de manera autónoma por los estudiantes.

Partiendo de la base de que el estudiante ya tiene los conocimientos previos recomendados en esta guía, cursar la asignatura con aprovechamiento permitirá construir una visión más profunda, global y sistémica de las tecnologías de red más avanzadas, así como del interfuncionamiento de distintas redes y de los servicios que se pueden ofrecer con las mismas.

## 5.2. Temario de la asignatura

1. TEMA MPLS AV.: Aplicaciones avanzadas de la tecnología MPLS.
  - 1.1. Introducción. Aplicaciones de MPLS.
  - 1.2. Redes privadas virtuales de nivel 3 con MPLS.
  - 1.3. Redes privadas virtuales de nivel 2 con MPLS.
2. TEMA CP: Estructura y servicios de las redes de conmutación de paquetes.
  - 2.1. Estructura de las redes IP.
  - 2.2. Tipos de accesos: HFC, FTTH, Metro Ethernet (REM).
  - 2.3. Servicios mayoristas: NEBA, NEBA local.
3. TEMA SDN y NFV: Redes definidas por software y virtualización de funciones de red
  - 3.1. Introducción: componentes de las redes modernas.
  - 3.2. SDN (Software Defined Networking)
    - 3.2.1. Definiciones, principios y arquitectura.
    - 3.2.2. Controladores SDN.
    - 3.2.3. Protocolos de programación de red: Southbound Interfaces (SBI) y Northbound Interfaces (NBI).
  - 3.3. NFV (Network Functions Virtualization)
    - 3.3.1. Definición, arquitectura y componentes.
    - 3.3.2. Arquitecturas de Gestión y orquestación.
  - 3.4. SD-WAN (Software Defined Wide Area Network)
    - 3.4.1. Arquitectura SD-WAN: overlay&underlay
    - 3.4.2. Securización de las comunicaciones y seguridad dsitribuida
4. TEMA IMS: IP Multimedia Subsystem.
  - 4.1. Introducción a IMS: definición y ámbito de aplicación.
  - 4.2. Arquitectura IMS.
  - 4.3. Interfaces y protocolos IMS.
  - 4.4. Servicios en una red IMS.
5. PRÁCTICA VPN MPLS: Redes privadas virtuales de nivel 3 sobre una red MPLS.
6. PRÁCTICA VPN OpenVPN: Principios básicos de tunnelling y VPN con OpenVPN

## 7. PRÁCTICA SDN: Diseño y configuración de una red SDN y análisis de tráfico Openflow

## 6. Cronograma

### 6.1. Cronograma de la asignatura \*

Sem	Actividad presencial en aula	Actividad presencial en laboratorio	Tele-enseñanza	Actividades de evaluación
1	<b>TEMA MPLS AV.</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
2	<b>TEMA MPLS AV.</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>PRÁCTICA VPN MPLS</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
3	<b>TEMA MPLS AV.</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>PRÁCTICA VPN MPLS</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
4	<b>TEMA MPLS AV.</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>PRÁCTICA VPN MPLS</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
5	<b>TEMA CP</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>PRÁCTICA VPN MPLS</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
6	<b>TEMA CP</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>PRÁCTICA VPN MPLS</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
7	<b>TEMA CP</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>PRÁCTICA VPN OpenVPN</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		<b>Entrega Práctica VPN MPLS</b> EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas Evaluación continua No presencial Duración: 00:10
8		<b>PRÁCTICA VPN OpenVPN</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		<b>EC1: Evalúa los temas MPLS AV. y CP, y la práctica VPN MPLS</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Presencial Duración: 02:00
9				
10		<b>PRÁCTICA VPN OpenVPN</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
11	<b>TEMA SDN y NFV</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>PRÁCTICA SDN</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		<b>Entrega Práctica VPN OpenVPN</b> EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas Evaluación continua No presencial Duración: 00:10

12	<b>TEMA SDN y NFV</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>PRÁCTICA SDN</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
13	<b>TEMA SDN y NFV</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>PRÁCTICA SDN</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
14	<b>TEMA IMS</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>PRÁCTICA SDN</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
15	<b>TEMA IMS</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			<b>Entrega Práctica SDN</b> EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas Evaluación continua Presencial Duración: 00:10
16				<b>EG-EC1 (Examen global - Evaluación continua 1): Evalúa los temas de MPLS AV y CP y la práctica de VPN MPLS</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Presencial Duración: 02:00  <b>EG-EC2 (Examen global - Evaluación continua 2): Evalúa los temas SDN&amp;NFV e IMS y las prácticas VPN OpenVPN y SDN.</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Presencial Duración: 02:00
17				

Para el cálculo de los valores totales, se estima que por cada crédito ECTS el alumno dedicará dependiendo del plan de estudios, entre 26 y 27 horas de trabajo presencial y no presencial.

\* El cronograma sigue una planificación teórica de la asignatura y puede sufrir modificaciones durante el curso derivadas de la situación creada por la COVID-19.

## 7. Actividades y criterios de evaluación

### 7.1. Actividades de evaluación de la asignatura

#### 7.1.1. Evaluación continua

Sem.	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
7	Entrega Práctica VPN MPLS	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	No Presencial	00:10	12%	0 / 10	CE TL01 CE TL02 CE TL05 CG 02 CG 10
8	EC1: Evalúa los temas MPLS AV. y CP, y la práctica VPN MPLS	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:00	35%	3.5 / 10	CE TL01 CE TL02 CE TL05 CG 02 CG 10
11	Entrega Práctica VPN OpenVPN	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	No Presencial	00:10	8%	0 / 10	CE TL01 CE TL02 CE TL05 CG 02 CG 10
15	Entrega Práctica SDN	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	00:10	10%	0 / 10	CE TL05 CG 02 CG 10 CE TL01 CE TL02
16	EG-EC1 (Examen global - Evaluación continua 1): Evalúa los temas de MPLS AV y CP y la práctica de VPN MPLS	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:00	35%	3.5 / 10	CE TL01 CE TL02 CE TL05 CG 02 CG 10
16	EG-EC2 (Examen global - Evaluación continua 2): Evalúa los temas SDN&NFV e IMS y las prácticas VPN OpenVPN y SDN.	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:00	35%	3.5 / 10	CE TL01 CE TL02 CE TL05 CG 02 CG 10

#### 7.1.2. Evaluación sólo prueba final

No se ha definido la evaluación sólo por prueba final.

#### 7.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
EG-EC1 (Examen global de Evaluación Continua 1): Evalúa los temas MPLS AV y CP y la práctica VPN MPLS.	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:00	35%	3.5 / 10	CE TL01 CE TL02 CE TL05 CG 02 CG 10
EG-EC2 (Examen Global de Evaluación Continua 2): Evalúa los temas SDN&NFV e IMS y las prácticas VPN con OpenVPN y SDN.	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:00	35%	3.5 / 10	CE TL01 CE TL02 CE TL05 CG 02 CG 10
Entrega Práctica VPN MPLS (realizada tal y como se incluye en el cronograma)	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	00:10	12%	0 / 10	CE TL01 CE TL02 CE TL05 CG 02 CG 10
Entrega Práctica VPN OpenVPN (realizada tal y como se incluye en el cronograma)	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	00:10	8%	0 / 10	CE TL01 CE TL02 CE TL05 CG 02 CG 10
Entrega Práctica SDN (realizada tal y como se incluye en el cronograma)	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	00:10	10%	0 / 10	CE TL01 CE TL02 CE TL05 CG 02 CG 10

## 7.2. Criterios de evaluación

El sistema de evaluación progresiva será el que se aplique a todos los estudiantes de la asignatura.

Se establecen un total de seis actividades de evaluación para los periodos ordinario y extraordinario: tres entregas de memorias de prácticas, un examen parcial de evaluación continua denominado EC1, un examen global en periodo ordinario y un examen global en periodo extraordinario. Tanto en la convocatoria ordinaria como extraordinaria, el examen global tendrá dos partes diferenciadas: una parte que incluye una prueba de evaluación continua EG-EC1 (Examen Global - Evaluación Continua 1) y una prueba de evaluación continua EG-EC2 (Examen Global - Evaluación Continua 2).

Es posible que se incluya la organización de una conferencia invitada, así como una visita guiada relacionadas ambas con la asignatura. El contenido de estas actividades podrá ser objeto de evaluación dentro de cualquier examen, parcial o global.

Algunos resultados de aprendizaje son difícilmente evaluables mediante una única prueba, siendo evaluados fundamentalmente a partir de las memorias de las prácticas entregadas por los estudiantes. Por este motivo, y en consistencia con lo especificado en el artículo 12.1.2 de la "*Normativa de evaluación del aprendizaje en las titulaciones oficiales de Grado y Máster Universitario de la Universidad Politécnica de Madrid*" (aprobada por Consejo de Gobierno en su sesión del 26 de mayo de 2022) que es de aplicación a esta asignatura, todos los estudiantes, independientemente del periodo (ordinario o extraordinario), deben entregar en tiempo y forma a lo largo del curso las memorias de las prácticas para optar a la puntuación que se otorga a las mismas. Por tanto, las prácticas de la asignatura se consideran actividades obligatorias no recuperables.

La asignatura se calificará sobre un total de 10 puntos. Para aprobarla se deben cumplir todos los requisitos siguientes:

- Tener una nota global en la asignatura de al menos 5 puntos, calculada según los pesos establecidos en la tabla de actividades de evaluación.
- Tanto en el periodo ordinario como extraordinario: tener una nota ponderada de EC1 (en su caso EG-EC1) y EG-EC2 de al menos el 50% de la suma de sus pesos, no pudiendo ser ninguna de las notas individuales de dichas partes inferior al 35% de su peso.

Los estudiantes que hayan aprobado (obtenido al menos el 50% de su calificación máxima) en la convocatoria ordinaria uno de los dos exámenes EC1 (o, en su caso, EG-EC1) o EG-EC2, podrán optar por no realizar en el examen extraordinario la parte correspondiente a dicho examen, conservando en este caso la nota anteriormente obtenida para esta parte. Los estudiantes que no hayan aprobado (obtenido al menos el 50% de su calificación máxima) alguno de los exámenes realizados, ya sea EC1 (o, en su caso, EG-EC1) o EG-EC2, en periodo ordinario deberán presentarse obligatoriamente a la parte correspondiente a dicho examen en la convocatoria extraordinaria, dejando de tener validez la nota anteriormente obtenida.

En esta asignatura no se producirá la liberación de ningún bloque temático para posteriores cursos académicos.

Tanto en el periodo ordinario como extraordinario, si la suma ponderada de las notas de EC1 (o, en su caso, EG-EC1) y EG-EC2 es inferior al 50% de la suma de sus pesos, la nota que se publicará oficialmente en las correspondientes actas de las convocatorias ordinaria y extraordinaria será la menor de entre las dos siguientes:

a) la nota global obtenida en la asignatura

b) la suma ponderada de las notas de EC1 (o, en su caso, EG-EC1) y EG-EC2

## 8. Recursos didácticos

### 8.1. Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
International Telecommunication Union (Telecommunication Standardization Sector).	Recursos web	<a href="http://www.itu.int/ITU-T/">http://www.itu.int/ITU-T/</a>
The Internet Engineering Task Force.	Recursos web	<a href="http://www.ietf.org/">http://www.ietf.org/</a>
European Telecommunications Standards Institute (ETSI).	Recursos web	<a href="http://www.etsi.org/">http://www.etsi.org/</a>
Broadband Forum.	Recursos web	<a href="http://www.broadband-forum.org/">http://www.broadband-forum.org/</a>
Portal con ejemplos de diálogos de señalización y otros recursos didácticos acerca de SIP e IMS entre otros.	Recursos web	<a href="http://www.tech-invite.com/index.html">http://www.tech-invite.com/index.html</a>
Open Networking Foundation (ONF)	Recursos web	<a href="https://www.opennetworking.org/">https://www.opennetworking.org/</a>
Plataforma institucional de tele-enseñanza de la Universidad Politécnica de Madrid (Moodle).	Recursos web	En este espacio se harán accesibles todas aquellas informaciones, avisos, documentos, actividades y recursos que el profesorado de la asignatura considere adecuado para el correcto desarrollo de la misma.
Equipamiento para la realización de las prácticas.	Equipamiento	Los estudiantes dispondrán del equipamiento específico, software y permisos de acceso necesarios para la realización de las prácticas de laboratorio que así lo requieran.
Locales para trabajo sin presencia del profesor.	Otros	Los estudiantes tendrán libre acceso a los módulos de laboratorio en las fechas y horarios que el Departamento establezca para este curso académico.
Network Functions Virtualization (NFV) with a Touch of SDN	Bibliografía	Rajendra ChayapathiCCIE® No. 4991, Syed Farrukh Hassan CCIE® No. 21617, Paresh Sha, Adyson-Wesley.

Luc De Ghein. MPLS Fundamentals.	Recursos web	Luc De Ghein. MPLS Fundamentals. Cisco Press, 2017. Material en vídeo. Accesible para estudiantes de la UPM a través de Safari. <a href="https://learning.oreilly.com/videos/mpls-fundamentals/9780134675398">https://learning.oreilly.com/videos/mpls-fundamentals/9780134675398</a>
Portal Web sobre SDN, NFV, SD-WAN,	Recursos web	Canal de noticias, artículos, definiciones, White papers, webminars, que incluyen SD, NFV, SD-WAN, etc. <a href="https://www.sdxcentral.com/">https://www.sdxcentral.com/</a>
Guía certificación oficial de Cisco	Bibliografía	Cisco CCNA Routing and Switching ICND2 200-101 Official Cert Guide. Mayo, 2013. Cisco Press.
OpenVPN. Community Resources	Recursos web	OpenVPN. Community Resources. On Line. <a href="https://openvpn.net/community-resources/#documentation">https://openvpn.net/community-resources/#documentation</a>

## 9. Otra información

### 9.1. Otra información sobre la asignatura

Con respecto a la detección de plagio, se atenderá a lo establecido en el Artículo 13 de la "*Normativa de evaluación del aprendizaje en las titulaciones oficiales de Grado y Máster Universitario de la Universidad Politécnica de Madrid*" (aprobada por Consejo de Gobierno en su sesión del 26 de mayo de 2022):

- De acuerdo con las obligaciones establecidas en el Estatuto del Estudiante Universitario, el estudiantado debe abstenerse de la utilización o cooperación que den lugar a fraude académico en cualquiera de las pruebas de evaluación, así como en los trabajos e informes que realicen.
- Ante la comprobación de fraude académico en una prueba de evaluación, se calificará con la puntuación de cero al estudiante o estudiantes implicados en la calificación final de la convocatoria correspondiente a la celebración de la prueba (ordinaria o extraordinaria). Además, en función de la gravedad del caso, el Tribunal de la asignatura podrá acordar la realización de un examen especial y equivalente para evaluar los resultados de aprendizaje de la asignatura en la siguiente convocatoria oficial.
- El Tribunal de la Asignatura podrá poner los hechos en conocimiento del Director/a del Departamento, y

éste a su vez podrá elevarlos al Rector/a para que pudiera abrirse, en su caso, expediente disciplinario.

La información contenida en esta guía es orientativa y por tanto es susceptible de modificación debido a erratas, omisiones, incidencias no previstas ocurridas durante el curso académico o si el correcto desarrollo de la asignatura así lo aconseja.