



UNIVERSIDAD  
POLITÉCNICA  
DE MADRID

PROCESO DE  
COORDINACIÓN DE LAS  
ENSEÑANZAS PR/CL/001



E.T.S. de Ingenieros de  
Telecomunicacion

# ANX-PR/CL/001-01

## GUÍA DE APRENDIZAJE

### ASIGNATURA

**95000515 - Redes Y Servicios De Comunicaciones**

### PLAN DE ESTUDIOS

09ID - Grado En Ingenieria Y Sistemas De Datos

### CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2024/25 - Primer 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.....	4
6. Cronograma.....	7
7. Actividades y criterios de evaluación.....	10
8. Recursos didácticos.....	14
9. Otra información.....	15

## 1. Datos descriptivos

### 1.1. Datos de la asignatura

<b>Nombre de la asignatura</b>	95000515 - Redes y Servicios de Comunicaciones
<b>No de créditos</b>	6 ECTS
<b>Carácter</b>	Obligatoria
<b>Curso</b>	Segundo curso
<b>Semestre</b>	Tercer semestre
<b>Período de impartición</b>	Septiembre-Enero
<b>Idioma de impartición</b>	Castellano
<b>Titulación</b>	09ID - Grado en Ingeniería y Sistemas de Datos
<b>Centro responsable de la titulación</b>	09 - Escuela Técnica Superior De Ingenieros De Telecomunicacion
<b>Curso académico</b>	2024-25

## 2. Profesorado

### 2.1. Profesorado implicado en la docencia

<b>Nombre</b>	<b>Despacho</b>	<b>Correo electrónico</b>	<b>Horario de tutorías *</b>
Carlos Mariano Lentisco Sanchez (Coordinador/a)	B-203	c.lentisco@upm.es	Sin horario. Se concertarán por e-mail, bajo demanda
Jorge Martin Perez	B-203	jorge.martin.perez@upm.es	Sin horario. Se concertarán por e-mail, bajo demanda

\* 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

- Modelos Matemáticos Y Matemática Discreta
- Introducción A La Ingeniería De Datos
- Programación
- Fundamentos De Procesado De Datos

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

- Idioma inglés a nivel técnico, oral y escrito.

### 4. Competencias y resultados de aprendizaje

---

#### 4.1. Competencias

CB01 - Que los estudiantes hayan demostrado poseer y comprender conocimientos en un área de estudio que parte de la base de la educación secundaria general, y se suele encontrar a un nivel que, si bien se apoya en libros de texto avanzados, incluye también algunos aspectos que implican conocimientos procedentes de la vanguardia de su campo de estudio

CB02 - Que los estudiantes sepan aplicar sus conocimientos a su trabajo o vocación de una forma profesional y posean las competencias que suelen demostrarse por medio de la elaboración y defensa de argumentos y la resolución de problemas dentro de su área de estudio

CB03 - Que los estudiantes tengan la capacidad de reunir e interpretar datos relevantes (normalmente dentro de su área de estudio) para emitir juicios que incluyan una reflexión sobre temas relevantes de índole social, científica o ética

CB04 - Que los estudiantes puedan transmitir información, ideas, problemas y soluciones a un público tanto especializado como no especializado

CB05 - Que los estudiantes hayan desarrollado aquellas habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios posteriores con un alto grado de autonomía

CE06 - Que los estudiantes tengan la capacidad de construir la infraestructura necesaria para la generación, transformación y transmisión de datos de cualquier fuente, volumen o velocidad.

CE08 - Que los estudiantes sean capaces de diseñar y desplegar infraestructuras virtualizadas y redes definidas por software para la comunicación, almacenamiento y tratamiento de datos.

CG01 - Tener capacidad de trabajar en entornos internacionales y multidisciplinares, haciendo uso de la lengua inglesa en forma oral y escrita.

CG03 - Ser capaz de explicar de forma oral o escrita las soluciones planteadas para la resolución de un problema.

CG04 - Saber identificar y utilizar las herramientas de las Tecnologías de la Información y de las Comunicaciones más adecuadas para plantear y construir soluciones a problemas

CG05 - Tener la capacidad de concebir y proponer soluciones creativas aplicando los métodos científico y de ingeniería para la definición y resolución de problemas formalizando los objetivos buscados y considerando los recursos disponibles.

CG09 - Desarrollar la capacidad de aprendizaje a lo largo de la vida (lifelong learning) para adaptarse a un sector tecnológico en continua evolución.

## 4.2. Resultados del aprendizaje

RA041 - Comprender la estructura de Internet y las arquitecturas de las redes de contenidos.

RA038 - Entender las arquitecturas de comunicaciones y los protocolos de nivel de aplicación más relevantes para la ingeniería de datos.

RA039 - Aplicar los parámetros de calidad de servicio de las redes de comunicaciones para especificar acuerdos de nivel de servicio (SLA).

RA040 - Entender los paradigmas de virtualización y redes definidas por software.

## 5. Descripción de la asignatura y temario

---

### 5.1. Descripción de la asignatura

Dentro de la ingeniería y sistemas de datos esta es una asignatura de carácter tecnológico que introduce las redes de comunicaciones, y los servicios que estas proporcionan, como soporte de las técnicas generales de transferencia, procesado distribuido y almacenamiento masivo de la información que requiere la ingeniería de datos.

La asignatura presenta la arquitectura de Internet y describe los principales protocolos que determinan cómo se transmiten los datos en las redes de comunicaciones. Para ello, la asignatura analiza la torre de protocolos de Internet desde el nivel de aplicación hasta el nivel de enlace, desarrollando conceptos de red fundamentales para entender cómo se intercambian los datos en las redes de los proveedores de servicios de telecomunicación o las redes corporativas.

Tras presentar los conceptos fundamentales de las redes de comunicaciones, la asignatura proporciona conocimientos en tecnologías avanzadas de redes que han sido claves para definir las nuevas arquitecturas de los centros de datos o las redes de telefonía móvil. En concreto, se presentan las redes definidas por software (SDN) y la virtualización de funciones de red (NFV).

Para finalizar, la asignatura se centra en dos arquitecturas de red relevantes para la ingeniería de datos. Por un lado, se presentan las redes de distribución de contenidos (CDN), que facilitan la distribución de los datos multimedia sobre la red de Internet y permiten reducir los retardos de acceso a los contenidos. Por otro, se presentan las redes orientadas a contenidos (ICN), como un nuevo paradigma de comunicación en el que la distribución de los datos está centrada en el propio contenido.

La asignatura incluye sesiones de laboratorio que cubren aspectos generales de la arquitectura de Internet, de la provisión de servicios en las redes y de su virtualización.

## 5.2. Temario de la asignatura

1. Estructura y organización de Internet.
  - 1.1. Introducción. Conmutación de paquetes.
  - 1.2. Qué es Internet. Estructura de Internet. Proveedores de servicios de Internet. Torres de protocolos.
  - 1.3. Prestaciones en las redes de conmutación de paquetes.
2. Nivel de aplicación e introducción al nivel de transporte.
  - 2.1. Principios de las aplicaciones en las redes. La Web y el protocolo HTTP. DNS, el servicio directorio en Internet. Distribución de ficheros entre pares.
  - 2.2. Servicios de nivel de transporte TCP y UDP.
3. Nivel de red.
  - 3.1. Protocolo IP. Direccionamiento IP. Tablas de reenvío.
  - 3.2. Protocolo ICMP
4. Nivel de enlace: Metro y Carrier Ethernet.
  - 4.1. Ethernet clásica y conmutada. Redes locales virtuales. Redes Ethernet extensas.
5. Servicios y Calidad de servicio.
  - 5.1. Normalización y caracterización de servicios. Calidad de servicio (QoS). Acuerdos de nivel de servicio. QoS en redes Carrier Ethernet.
6. Virtualización y Redes definidas por software.
  - 6.1. Virtualización de redes y conmutadores. SDN, redes definidas por software. NFV, introducción a la virtualización de funciones de red.
7. Redes de distribución de contenidos (CDNs). Redes centradas en contenidos (ICN).
8. Prácticas de Laboratorio.
  - 8.1. Práctica 1.- Arquitectura y protocolos en Internet. Configuración de redes y equipos. Análisis de comportamiento y de prestaciones.
  - 8.2. Práctica 2.- Configuración de redes Ethernet. Redes de área local virtuales.

8.3. Práctica 3.- Despliegue y prueba de aplicaciones basadas en red.

8.4. Práctica 4.- Virtualización y redes definidas por software. Emulación del plano de datos. Configuración del plano de control. Aplicaciones de virtualización.

## 6. Cronograma

### 6.1. Cronograma de la asignatura \*

Sem	Actividad tipo 1	Actividad tipo 2	Tele-enseñanza	Actividades de evaluación
1	<b>Tema 1 (1): Estructura y organización de Internet.</b> Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
2	<b>Tema 1 (2): Estructura y organización de Internet.</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  <b>Tema 2 (1): Nivel de aplicación e introducción al nivel de transporte.</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
3	<b>Tema 2 (2): Nivel de aplicación e introducción al nivel de transporte.</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  <b>Tema 3 (1): Nivel de red.</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
4	<b>Resolución de problemas</b> Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas  <b>Tema 3 (2): Nivel de red.</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
5	<b>Tema 3 (3): Nivel de red.</b> Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
6	<b>Tema 3 (4): Nivel de red.</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  <b>Resolución de problemas</b> Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			
7	<b>Tema 4 (1): Nivel de enlace: Metro y Carrier Ethernet.</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Práctica 1.- Arquitectura y protocolos en Internet.</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		

8	<p><b>Tema 4 (2): Nivel de enlace: Metro y Carrier Ethernet.</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Resolución de problemas</b> Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
9		<p><b>Práctica 2.- Configuración de redes Ethernet. Redes de área local virtuales.</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p> <p><b>Práctica 3.- Despliegue y prueba de aplicaciones basadas en red.</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p> <p><b>Prueba de seguimiento primer parcial: teoría y ejercicios</b> Duración: 01:30 OT: Otras actividades formativas / Evaluación</p> <p><b>Prueba de prácticas de laboratorio primer parcial</b> Duración: 00:30 OT: Otras actividades formativas / Evaluación</p>		<p><b>Prueba de seguimiento primer parcial: teoría y ejercicios</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación Progresiva Presencial Duración: 01:30</p> <p><b>Prueba de prácticas de laboratorio primer parcial</b> EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas Evaluación Progresiva Presencial Duración: 00:30</p>
10	<p><b>Tema 5 (1): Servicios y Calidad de servicio</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 5 (2): Servicios y Calidad de servicio</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
11	<p><b>Tema 5 (3): Servicios y Calidad de servicio</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Resolución de problemas</b> Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
12	<p><b>Tema 6 (1): Virtualización y Redes definidas por software</b> Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
13	<p><b>Resolución de problemas</b> Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>	<p><b>Práctica 4.- Virtualización y redes definidas por software.</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		

14	<p><b>Tema 7 (1): Redes de distribución de contenidos (CDNs). Redes centradas en contenidos (ICN)</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Resolución de problemas</b> Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
15				
16				
17				<p><b>Prueba primer parcial: teoría y ejercicios</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación Global Presencial Duración: 01:40</p> <p><b>Prueba de prácticas de laboratorio primer parcial</b> EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas Evaluación Global Presencial Duración: 00:20</p> <p><b>Prueba de seguimiento segundo parcial: teoría y ejercicios</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación Progresiva y Global Presencial Duración: 01:40</p> <p><b>Prueba de prácticas de laboratorio segundo parcial</b> EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas Evaluación Progresiva y Global Presencial Duración: 00:20</p>

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.

## 7. Actividades y criterios de evaluación

### 7.1. Actividades de evaluación de la asignatura

#### 7.1.1. Evaluación (progresiva)

Sem.	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
9	Prueba de seguimiento primer parcial: teoría y ejercicios	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	01:30	40%	0 / 10	CG05 CG03 CG09 CB01 CB03 CB04 CB05 CE06 CG01 CB02
9	Prueba de prácticas de laboratorio primer parcial	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	00:30	10%	0 / 10	CG04 CG09 CB01 CB03 CB04 CB05 CE06 CG01 CB02 CG05 CG03
17	Prueba de seguimiento segundo parcial: teoría y ejercicios	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	01:40	40%	0 / 10	CG09 CB01 CB03 CB04 CB05 CE06 CG01 CB02 CG05 CG03 CE08
17	Prueba de prácticas de laboratorio segundo parcial	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	00:20	10%	0 / 10	CG04 CG09 CB01 CB03 CB04 CB05 CE06 CG01

							CG05 CG03 CB02 CE08
--	--	--	--	--	--	--	------------------------------

### 7.1.2. Prueba evaluación global

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
17	Prueba primer parcial: teoría y ejercicios	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	01:40	40%	0 / 10	CG03 CG09 CG05 CB01 CB03 CB04 CB05 CE06 CG01 CB02 CE08
17	Prueba de prácticas de laboratorio primer parcial	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	00:20	10%	0 / 10	CG05 CG03 CG04 CG09 CB01 CB03 CB04 CB05 CE06 CG01 CB02 CE08
17	Prueba de seguimiento segundo parcial: teoría y ejercicios	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	01:40	40%	0 / 10	CG09 CB01 CB03 CB04 CB05 CE06 CG01 CB02 CG05 CG03 CE08
17	Prueba de prácticas de laboratorio segundo parcial	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	00:20	10%	0 / 10	CG04 CG09 CB01 CB03 CB04 CB05 CE06 CG01 CG05 CG03 CB02

CE08

### 7.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
Prueba de evaluación final extraordinaria: teoría y ejercicios	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	03:20	80%	0 / 10	CG05 CG03 CG09 CB01 CB03 CB04 CB05 CE06 CG01 CB02 CE08
Prueba de prácticas de laboratorio extraordinaria	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	00:40	20%	0 / 10	CG05 CG03 CG04 CG09 CB01 CB03 CB04 CB05 CE06 CG01 CB02 CE08

## 7.2. Criterios de evaluación

El proceso de evaluación de la asignatura queda resumido en las siguientes pruebas y pesos:

1.- Evaluación progresiva:

- Primer parcial: 40%
- Segundo parcial: 40%
- Prácticas: 20%

2.- Evaluación global:

- Examen final de teoría y ejercicios: 80%
- Prácticas: 20%

Las pruebas de evaluación serán presenciales y pueden consistir en preguntas teóricas sobre los conceptos de la asignatura y/ ejercicios de resolución de problemas. En la evaluación progresiva y en la evaluación global se usan los mismos tipos de técnicas evaluativas (EX, EP) para evaluar la adquisición de competencias de los estudiantes. En las pruebas de evaluación, no se podrá usar ningún material de apoyo, ni dispositivos con conexión a Internet.

Por defecto, los estudiantes serán evaluados en la convocatoria ordinaria mediante el método de evaluación progresiva. La evaluación progresiva consta de un primer parcial, que incluye pruebas de teoría y laboratorio que cubren toda la materia impartida en la asignatura hasta la fecha, y un segundo parcial que cubre el resto de la asignatura y cuya fecha coincide con la fecha de la prueba de evaluación global. La prueba de evaluación global en la convocatoria ordinaria se realizará en las fechas y horas aprobadas por la Junta de Escuela para el presente curso y semestre.

En la prueba de evaluación global, los alumnos que hayan seguido la evaluación progresiva pueden cambiar a evaluación global si realizan todas las pruebas correspondientes. Es decir, si realizan las pruebas asociadas al primer parcial y las pruebas asociadas al segundo parcial.

La evaluación en la convocatoria extraordinaria comprobará si los estudiantes han adquirido las competencias de la asignatura. Por tanto, la evaluación en esta convocatoria usará los mismos tipos de técnicas evaluativas que se usan en la evaluación de la convocatoria ordinaria. En concreto, la evaluación en la convocatoria extraordinaria tendrá dos partes, una que evalúa los conocimientos teóricos y la capacidad de resolución de problemas y casos

conseguidos en la asignatura; y otra que evalúa los conocimientos adquiridos en las prácticas de laboratorio

## 8. Recursos didácticos

### 8.1. Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
"Computer Networking: A Top-Down Approach". James F. Kurose; Keith Ross. Pearson ISBN: 9780136681557, 0136681557, eText ISBN: 9780135928523, 0135928524. 8th Ed. 2021	Bibliografía	Libro básico
"Foundations of Modern Networking: SDN, NFV, QoE, IoT, and Cloud", William Stallings. Pearson. 2016.	Bibliografía	Libro básico.  Disponible "on-line" en O'reilly a través de la biblioteca digital de la Escuela
Metro Ethernet y Carrier Ethernet	Bibliografía	Apuntes de la asignatura.  Disponibles en el portal Moodle de la asignatura.
Servicios-LB-TB-ME. Servicios en Metro Ethernet	Bibliografía	Apuntes de la asignatura.  Disponibles en el portal Moodle de la asignatura.

Information-Centric Networking (icnrg) - (irtf.org)	Recursos web	Internet Research Task Force ? Information Centric Networking.
Moodle de la asignatura	Recursos web	Portal Moodle de seguimiento de los contenidos y actividades de la asignatura
Laboratorios del Departamento	Equipamiento	
Network Calculus. Springer, Berlin, Heidelberg. 2001	Bibliografía	Libro básico

## 9. Otra información

### 9.1. Otra información sobre la asignatura

La comunicación de los estudiantes con los docentes se realizará en el aula y por correo electrónico usando las direcciones oficiales proporcionadas por la UPM. El alumno podrá solicitar una tutoría con el docente en una fecha y hora acordada. Las tutorías se podrán celebrar presencialmente o por vía telemática.

Esta asignatura se soportará fundamentalmente en la plataforma Moodle.

Esta asignatura es de carácter técnico en TIC y se relaciona con el ODS9. "Industria, innovación e infraestructuras" y, por sus contenidos orientados a la formación en los fundamentos y principios de la comunicación de datos, con el ODS4. "Educación", en concreto con los subobjetivos:

- 9.1 Desarrollar infraestructuras fiables, sostenibles, resilientes y de calidad, haciendo especial hincapié en el acceso asequible y equitativo para todos.
- 9.c Aumentar el acceso a las TIC y esforzarse por proporcionar acceso universal y asequible a Internet.
- 4.4 Aumentar el número de personas con las competencias profesionales y técnicas necesarias para acceder al empleo, al trabajo decente y al emprendimiento.
- 17.6 Mejorar la cooperación en materia de ciencia, tecnología e innovación y su acceso, y aumentar el intercambio de conocimientos en condiciones mutuamente convenidas.

Algunos ejercicios plantearán como contribuir a los ODS9 y ODS4 mencionados, en particular y principalmente al primero de ellos: Construir infraestructuras resilientes, promover la industrialización inclusiva y sostenible y fomentar la innovación. Y por su carácter básico mostrará como algunas herramientas matemáticas se emplean para el modelado de sistemas potenciando su resiliencia y calidad del servicio, y el acceso universal y asequible a

las redes públicas de comunicaciones fijas y móviles, e Internet.