



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

**95000052 - Redes De Comunicaciones Moviles**

### PLAN DE ESTUDIOS

09TT - Grado En Ingenieria De Tecnologias Y Servicios De Telecomunicacion

### CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2025/26 - 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.....	6
7. Actividades y criterios de evaluación.....	9
8. Recursos didácticos.....	13
9. Otra información.....	13

## 1. Datos descriptivos

### 1.1. Datos de la asignatura

<b>Nombre de la asignatura</b>	95000052 - Redes de Comunicaciones Moviles
<b>No de créditos</b>	6 ECTS
<b>Carácter</b>	Optativa
<b>Curso</b>	Cuarto curso
<b>Semestre</b>	Séptimo semestre
<b>Período de impartición</b>	Septiembre-Enero
<b>Idioma de impartición</b>	Castellano
<b>Titulación</b>	09TT - Grado en Ingeniería de Tecnologías y Servicios de Telecomunicacion
<b>Centro responsable de la titulación</b>	09 - E.T.S. De Ingenieros De Telecomunicacion
<b>Curso académico</b>	2025-26

## 2. Profesorado

### 2.1. Profesorado implicado en la docencia

<b>Nombre</b>	<b>Despacho</b>	<b>Correo electrónico</b>	<b>Horario de tutorías *</b>
Jose Ignacio Moreno Novella	B-423	joseignacio.moreno@upm.es	M - 10:00 - 11:00
Julio Jose Berrocal Colmenarejo	B-219	julio.berrocal@upm.es	L - 12:00 - 13:00
Manuel Alvarez-Campana Fdez.-Corredor	B-214	manuel.alvarez- campana@upm.es	X - 15:00 - 16:00 V - 15:00 - 16:00

Enrique Vazquez Gallo	B-202-D	enrique.vazquez@upm.es	X - 10:00 - 11:00 V - 10:00 - 11:00
Mario Sanz Rodrigo (Coordinador/a)	B-202	mario.sanz@upm.es	M - 10:30 - 11:30

\* 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

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

El plan de estudios Grado en Ingenieria de Tecnologias y Servicios de Telecomunicacion no tiene definidos otros conocimientos previos para esta asignatura.

### 4. Competencias y resultados de aprendizaje

---

#### 4.1. Competencias

CE-TL1 - 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-TL2 - 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-TL3 - Capacidad de construir, explotar y gestionar servicios telemáticos utilizando herramientas analíticas de planificación, de dimensionado y de análisis

CE-TL4 - Capacidad de describir, programar, validar y optimizar protocolos e interfaces de comunicación en los diferentes niveles de una arquitectura de redes

CE-TL5 - Capacidad de seguir el progreso tecnológico de transmisión, conmutación y proceso para mejorar las redes y servicios telemáticos

CE-TL6 - Capacidad de diseñar arquitecturas de redes y servicios telemáticos

CG11 - Liderazgo de equipos

CG4 - Que los estudiantes puedan transmitir información, ideas, problemas y soluciones a un público tanto especializado como no especializado

CG7 - Trabajo en equipo

CG8 - Comunicación oral y escrita

## 4.2. Resultados del aprendizaje

RA474 - Conocer la evolución de las redes de comunicaciones móviles, a través de las distintas generaciones, y de los servicios que prestan. Conocer los organismos de normalización implicados.

RA475 - Conocer los subsistemas en que se divide una red de comunicaciones móviles (red de acceso y núcleo de red). Conocer sus funciones básicas: control de comunicaciones, gestión de movilidad, control de recursos, inteligencia de red, interfuncionamiento con otras redes.

RA479 - Comprender la estructura y funcionamiento de las redes de comunicaciones móviles 4G. Conocer sus elementos, interfaces y protocolos. Saber utilizar los modelos de dimensionado aplicables a estas redes.

RA477 - Comprender la estructura y funcionamiento de las redes de comunicaciones móviles de segunda generación (2G). Conocer sus elementos, interfaces y protocolos. Saber utilizar los modelos de dimensionado aplicables a estas redes.

RA478 - Comprender la estructura y funcionamiento de las redes de comunicaciones móviles 3G. Conocer sus elementos, interfaces y protocolos. Saber utilizar los modelos de dimensionado aplicables a estas redes.

RA476 - Conocer los nuevos protocolos introducidos en las redes de comunicaciones móviles para permitir su evolución hacia arquitecturas todo IP.

## 5. Descripción de la asignatura y temario

---

### 5.1. Descripción de la asignatura

La asignatura cubre los principios de las redes de comunicaciones móviles, incluyendo: arquitecturas de red, protocolos de comunicación, procedimientos de señalización, servicios, dimensionado e ingeniería de tráfico. El desarrollo del temario sigue un orden cronológico a través de las principales generaciones de redes de comunicaciones móviles: 2G (GSM/GPRS), 3G (UMTS/HSPA), 4G (LTE) y 5G.

### 5.2. Temario de la asignatura

1. Introducción a las Redes de Comunicaciones Móviles
  - 1.1. Principios de las Redes de Comunicaciones Móviles
  - 1.2. Normalización de las Redes de Comunicaciones Móviles
  - 1.3. Evolución de las Redes de Comunicaciones Móviles
2. Redes de Comunicaciones Móviles 2G y 3G (Rel 99)
  - 2.1. Redes de comunicaciones móviles 2G (GSM y GPRS)
    - 2.1.1. Introducción a las redes GSM. Operadores móviles. Servicios. Elementos. Interfaces.
    - 2.1.2. Red de acceso. Protocolos. Dimensionado
    - 2.1.3. Núcleo de red. Procedimientos de control de movilidad y seguridad, control de llamadas, mensajes cortos.
    - 2.1.4. Inteligencia de Red. CAMEL.
    - 2.1.5. GPRS. Servicios, arquitectura y procedimientos. Dimensionado.
  - 2.2. Redes de Comunicaciones Móviles 3G (UMTS Rel99)
    - 2.2.1. Principios de la arquitectura UMTS Release 99. Evolución desde GSM/GPRS.
    - 2.2.2. Red de acceso UTRAN. Protocolos. Uso de ATM. Dimensionado.
    - 2.2.3. Núcleo de red. Protocolos. Servicios modo circuito y servicios modo paquete. Calidad de servicio. Dimensionado.
3. Evolución de redes de Comunicaciones Móviles 3G (IMS y HSPA)

- 3.1. Evolución de UMTS en Releases 4, 5 y posteriores. Dominio CS basado en VoIP. Subsistema IP Multimedia (IMS).
- 3.2. Voz sobre IP. Codificación, empaquetado, calidad de servicio. Señalización para VoIP. Escenarios de aplicación. Dimensionado
- 3.3. Dominio CS basado en VoIP. Subsistema IP Multimedia (IMS).
- 3.4. Servicios de datos de alta velocidad (HSPA). Dimensionado.
4. Redes de Comunicaciones Móviles 4G (LTE)
  - 4.1. Principios de la arquitectura LTE/EPS. Elementos e interfaces.
  - 4.2. Red de acceso E-UTRAN. Protocolos. Transporte sobre IP.
  - 4.3. Núcleo de red EPC. Protocolos. Portadoras EPS y calidad de servicio. Procedimientos.
  - 4.4. Interfuncionamiento con otras redes (2G, 3G, WiFi, WIMAX). Escenarios de itinerancia.
  - 4.5. Soporte de servicios de voz. Solución con IMS (VoLTE). Solución transitoria con paso a circuitos (CS fallback).
5. Redes de Comunicaciones Móviles 5G
  - 5.1. Principios de arquitectura de 5G. Casos de uso. Elementos e Interfaces.
  - 5.2. Redes de acceso NG-RAN. Protocolos. Alternativas de despliegue SA y NSA
  - 5.3. Núcleo de red 5GC. Arquitectura SBA
  - 5.4. Network Slicing (SDN y NFV). Computación en el borde (MEC)

## 6. Cronograma

### 6.1. Cronograma de la asignatura \*

Sem	Actividad tipo 1	Actividad tipo 2	Tele-enseñanza	Actividades de evaluación
1	<p><b>Tema 1.</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 1.</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> <p><b>Tema 2.</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
2	<p><b>Tema 2.</b> Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> <p><b>Tema 2.</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
3	<p><b>Tema 2.</b> Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> <p><b>Tema 2.</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
4	<p><b>Tema 2.</b> Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> <p><b>Tema 3.</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
5	<p><b>Tema 3.</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 3</b> Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
6	<p><b>Tema 4</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 4.</b> Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			

7	<p><b>Tema 4</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 4.</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> <p><b>Tema 5</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
8		<p><b>Examen parcial 1</b> Duración: 02:00 OT: Otras actividades formativas / Evaluación</p>		<p><b>Examen parcial 1</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación Progresiva Presencial Duración: 00:00</p>
9	<p><b>Tema 5.</b> Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>	<p><b>Trabajo en equipo</b> Duración: 02:00 AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas</p>		
10	<p><b>Tema 5.</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	<p><b>Trabajo en equipo</b> Duración: 02:00 AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas</p>		
11	<p><b>Tema 5.</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	<p><b>Trabajo en equipo</b> Duración: 02:00 AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas</p>		
12		<p><b>PRACTICA LABORATORIO</b> Duración: 04:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		<p><b>Evaluación de prácticas</b> EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas Evaluación Progresiva Presencial Duración: 00:00</p>
13		<p><b>PRACTICA LABORATORIO</b> Duración: 04:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		<p><b>Evaluación de prácticas</b> EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas Evaluación Progresiva Presencial Duración: 00:00</p>
14		<p><b>Presentación oral de trabajos</b> Duración: 04:00 AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas</p>		<p><b>Entrega y presentación oral de trabajo</b> PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo Evaluación Progresiva Presencial Duración: 00:00</p>
15				
16				
17				<p><b>Entrega y presentación oral de trabajo</b> PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo Evaluación Global Presencial Duración: 02:00</p> <p><b>Examen parcial 1</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación Global Presencial Duración: 02:00</p> <p><b>Examen parcial 2</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación Progresiva y Global Presencial</p>

				Duración: 02:00
				<b>Evaluación de prácticas</b>
				EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas
				Evaluación Global
				Presencial
				Duración: 00:00

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
8	Examen parcial 1	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	00:00	35%	4 / 10	CE-TL4 CE-TL5 CE-TL2 CE-TL3 CE-TL6
12	Evaluación de prácticas	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	00:00	7.5%	0 / 10	CG8 CG7 CE-TL2 CE-TL3
13	Evaluación de prácticas	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	00:00	7.5%	0 / 10	CE-TL2 CE-TL3 CG8 CG7
14	Entrega y presentación oral de trabajo	PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo	Presencial	00:00	15%	4 / 10	CG4 CG7 CG11 CG8
17	Examen parcial 2	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:00	35%	4 / 10	CE-TL1 CE-TL4 CE-TL5 CE-TL2 CE-TL3 CE-TL6

#### 7.1.2. Prueba evaluación global

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
17	Entrega y presentación oral de trabajo	PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo	Presencial	02:00	15%	4 / 10	CG11 CG8 CG4 CG7
17	Examen parcial 1	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:00	35%	4 / 10	CE-TL5 CE-TL2 CE-TL3 CE-TL6 CE-TL1 CE-TL4

17	Examen parcial 2	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:00	35%	4 / 10	CE-TL1 CE-TL4 CE-TL5 CE-TL2 CE-TL3 CE-TL6
17	Evaluación de prácticas	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	00:00	15%	0 / 10	CG8 CG7 CE-TL2 CE-TL3

### 7.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
Evaluación de prácticas	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	00:00	15%	0 / 10	CG8 CG7 CE-TL2 CE-TL3
Entrega y presentación oral de trabajo	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No Presencial	00:00	15%	4 / 10	CG11 CG8 CG4 CG7
Examen Final	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	03:00	70%	4 / 10	CE-TL1 CE-TL5 CE-TL2 CE-TL3 CE-TL6 CE-TL4

## 7.2. Criterios de evaluación

### CONVOCATORIA ORDINARIA. EVALUACIÓN PROGRESIVA.

La asignatura se aprobará cuando se obtenga una nota mayor o igual a 5 puntos sobre un total de 10.

La nota se obtendrá mediante la suma ponderada de las calificaciones correspondientes a las diferentes actividades de evaluación, con los siguientes pesos:

- Examen Parcial 1: 35%
- Examen Parcial 2: 35%
- Entrega y presentación oral del Trabajo en equipo: 15%
- Prácticas de laboratorio: 15%

Para realizar la suma y, por tanto, para poder superar la evaluación progresiva, es requisito imprescindible que se alcance la nota mínima de cada actividad indicada en el apartado anterior.

Si la nota obtenida en el parcial 1 fuera menor que la mínima, se deberá repetir dicho parcial el mismo día que se realizará en la fecha de la convocatoria ordinaria de la evaluación global. En este caso, la nota del Parcial 1 será la obtenida en la repetición.

### CONVOCATORIA ORDINARIA. EVALUACIÓN GLOBAL.

La asignatura se aprobará cuando se obtenga una nota mayor o igual a 5 puntos sobre un total de 10.

La nota final se obtendrá mediante la suma ponderada de las calificaciones correspondientes a las diferentes actividades de evaluación, con los siguientes pesos:

- Examen Parcial 1: 35%
- Examen Parcial 2: 35%
- Entrega y presentación oral del Trabajo en equipo: 15%
- Prácticas de laboratorio: 15%

Para realizar la suma y, por tanto, para poder superar la evaluación, es requisito imprescindible que se alcance la nota mínima de cada actividad indicada en el apartado anterior.

## CONVOCATORIA EXTRAORDINARIA

La asignatura se aprobará cuando se obtenga una nota mayor o igual a 5 puntos sobre un total de 10.

La nota final se obtendrá mediante la suma ponderada de las calificaciones correspondientes a las diferentes actividades de evaluación, con los siguientes pesos:

- Examen: 70%
- Entrega y presentación oral del Trabajo en equipo: 15%
- Prácticas de laboratorio: 15%

Las nota de las prácticas de laboratorio y trabajos en equipo será las obtenidas en la evaluación ordinaria.

Para realizar la suma y, por tanto, para poder superar la evaluación, es requisito imprescindible que se alcance la nota mínima de cada actividad indicada en el apartado anterior.

Para esta convocatoria, se permite guardar las notas de las actividades aprobadas con al menos 5 puntos sobre 10 en evaluación ordinaria del mismo curso.

### PARA TODAS LAS ACTIVIDADES DE EVALUACIÓN

Los exámenes consistirán en la resolución de preguntas teórico-prácticas y problemas, pudiendo incluir preguntas de tipo test. No se publicarán las soluciones de las preguntas de tipo test.

Los trabajos se evaluarán a partir de las entregas de los alumnos y su presentación oral. Adicionalmente, se podrá realizar una evaluación complementaria para comprobar que los alumnos han adquirido las competencias asociadas a la asignatura.

## 8. Recursos didácticos

### 8.1. Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
Libro de consulta tema 2	Bibliografía	J. Eberspächer, H.J. Vögel, C. Bettstetter, C. Hartmann. GSM Architecture, Protocols and Services. Thrid Edition, Wiley, 2009.
Libro de consulta tema 3	Bibliografía	C. Kappler. UMTS Networks and Beyond, Wiley, 2009.
Libro de consulta tema 4	Bibliografía	C. Cox. An introduction to LTE: LTE, LTE-Advanced, SAE and 4G Mobile Communications, Wiley, 2012.
Apuntes de la asignatura	Otros	Apuntes propios de la asignatura
Recursos WEB	Recursos web	Trasparencias, problemas resueltos, lecturas complementarias, etc. Disponibles en la página web de la asignatura.
Medios audiovisuales	Equipamiento	Aula con medios audiovisuales

## 9. Otra información

### 9.1. Otra información sobre la asignatura

La asignatura se relaciona con los ODS 4 y 9:

Subobjetivo 4.4: Aumentar considerablemente el número de jóvenes y adultos que tienen las competencias profesionales y técnicas necesarias para acceder al empleo y al emprendimiento.

Subobjetivo 9.1: Desarrollar infraestructuras fiables, sostenibles, resilientes y de calidad.

