



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

95000056 - Dimensionado Y Operacion De Redes

### PLAN DE ESTUDIOS

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

### 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.....	5
6. Cronograma.....	7
7. Actividades y criterios de evaluación.....	10
8. Recursos didácticos.....	13
9. Otra información.....	15

## 1. Datos descriptivos

### 1.1. Datos de la asignatura

<b>Nombre de la asignatura</b>	95000056 - Dimensionado y Operacion de Redes
<b>No de créditos</b>	6 ECTS
<b>Carácter</b>	Optativa
<b>Curso</b>	Cuarto curso
<b>Semestre</b>	Octavo semestre
<b>Período de impartición</b>	Febrero-Junio
<b>Idioma de impartición</b>	Castellano
<b>Titulación</b>	09TT - Grado en Ingenieria de Tecnologias y Servicios de Telecomunicacion
<b>Centro responsable de la titulación</b>	09 - Escuela Tecnica Superior De Ingenieros De Telecomunicacion
<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>
Andres Pedro Gonzalez Lanceros (Coordinador/a)	C-216	andrespdro.gonzalez@upm.es	M - 20:00 - 21:00 X - 20:00 - 21:00
Luis Enrique Garcia Fernandez	B-205	luisenrique.garciaf@upm.es	M - 20:00 - 21:00 X - 20:00 - 21:00

\* 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 De Ordenadores
- Redes Y Servicios De Telecomunicacion

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

El plan de estudios Grado en Ingeniería de Tecnologías y Servicios de Telecomunicación 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

CG1 - 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

CG10 - Creatividad

CG11 - Liderazgo de equipos

CG12 - Organización y planificación

CG13 - Respeto medioambiental

CG2 - 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

CG3 - 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

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

CG5 - Que los estudiantes hayan desarrollado aquellas habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios posteriores con un alto grado de autonomía

CG6 - Uso de la lengua inglesa

CG7 - Trabajo en equipo

CG8 - Comunicación oral y escrita

CG9 - Uso de Tecnologías de la Información y de las Comunicaciones

## 4.2. Resultados del aprendizaje

RA391 - RA4 - Comprender la estructura y funcionamiento de las redes de acceso ADSL y FTTH. Conocer su tecnología, arquitectura y elementos. Saber utilizar los modelos y criterios de diseño y dimensionado aplicables a estas redes.

RA393 - RA6 - Comprender la estructura y funcionamiento de las redes IP. Conocer su tecnología, arquitectura y planes de direccionamiento y encaminamiento. Saber utilizar los modelos y criterios de diseño y dimensionado aplicables a estas redes.

RA395 - RA8 - Comprender la estructura y funcionamiento de las plataformas de servicio (IPTV, VoD y VoIP). Conocer su tecnología, arquitectura y elementos. Saber utilizar los modelos y criterios de diseño y dimensionado aplicables.

RA390 - RA3 - Comprender la estructura y funcionamiento de las redes IP multiservicio que permiten ofrecer servicios ?triple-play?. Conocer su arquitectura, elementos y principios generales de diseño y dimensionado.

RA394 - RA7 - Comprender la estructura y funcionamiento de las redes de telefonía IP. Conocer su tecnología, arquitectura y elementos. Saber utilizar los modelos y criterios de diseño y dimensionado aplicables a estas redes.

RA396 - TA9 - Comprender el proceso de planificación de un operador triple-play. Entender cómo se elabora su plan de negocio y saber cómo analizar la rentabilidad del mismo.

RA388 - RA1 - Conocer la evolución de los mercados de servicios de telecomunicación y de contenidos digitales. Conocer la regulación española y comunitaria que afecta a las redes de acceso y las redes de nueva generación (NGN).

RA392 - RA5 - Comprender la estructura y funcionamiento de las redes Ethernet metropolitanas. Conocer su tecnología, arquitectura y elementos. Saber utilizar los modelos y criterios de diseño y dimensionado aplicables a estas redes.

RA389 - RA2 - Conocer la oferta de servicios ?triple-play? (telefonía + internet +TV) que se pueden ofrecer sobre las nuevas redes IP multiservicio. Comprender los diferentes elementos que hay que tener en cuenta en la definición de un servicio.

## 5. Descripción de la asignatura y temario

---

### 5.1. Descripción de la asignatura

El **objetivo de la asignatura** es mostrar cómo se desarrolla el proceso de planificación de un **operador "multiple-play"**, operador de telecomunicaciones operador que ofrece servicios de Telefonía, Acceso a Internet, TV, VoD, etc., destacando la importancia de conocer y considerar la influencia de múltiples factores (mercado, oferta, tecnología, regulación, etc.) sobre la evolución y rentabilidad de dicho operador.

A lo largo del cuatrimestre se facilitarán a los alumnos los conocimientos teóricos y prácticos necesarios para valorar el impacto de las decisiones que debe tomar la Dirección de un operador de telecomunicaciones en materia de servicios, marketing, tecnologías de red, regulación, precios, etc.

En paralelo a las clases teóricas, el alumno tendrá que ir realizando un **trabajo en equipo (Trabajo de Grupo)**, en **grupos de 6/8 alumnos**, para planificar la evolución de su propio operador en la provincia o comunidad que le sea asignada. La planificación del Operador (documento final del trabajo en equipo) se desarrollará a través de **tres entregas parciales**,

- **Trabajo 1/Entrega 1:** Elaboración Estudio de Mercado + Oferta de Servicios/Plan Comercial
- **Trabajo 2/Entrega 2:** Diseño Anteproyecto Técnico de Red
- **Trabajo 3/Entrega 3:** Análisis de viabilidad económica (Plan de Negocio) + Resumen Ejecutivo

Al finalizar la asignatura, el alumno (trabajando en equipo con otros alumnos) habrá sido capaz de diseñar y planificar su propio operador de telecomunicaciones, y de analizar luego la viabilidad del Plan de Negocio resultante y la influencia de distintos parámetros en dicho plan.

## 5.2. Temario de la asignatura

1. Mercado de Servicios y Contenidos
  - 1.1. Estudio de Mercado y Propuesta de Valor
  - 1.2. Mercado Español Sector Telecomunicaciones y Audiovisual
  - 1.3. Mercado Español de Contenidos Digitales
2. Oferta de Servicios
  - 2.1. Oferta Multiple-Play
  - 2.2. Resumen Oferta Operadores Multiple-Play en España
  - 2.3. Diseño de un Producto/Servicio de Telecomunicaciones
  - 2.4. Servicios OTT
3. Redes Multiservicio
  - 3.1. Descripción General de una Red Multiservicio doble-play
  - 3.2. Red de Acceso FTTH
  - 3.3. Red Ethernet Metropolitana
  - 3.4. Red IP
  - 3.5. Redes SDH y WDM
4. Análisis de Rentabilidad
  - 4.1. Plan de Negocio
  - 4.2. Valoración por el método de Descuento de Flujos de Caja Libre (DFC)
  - 4.3. Ejemplo de Valoración
5. Marco Regulatorio
  - 5.1. Legislación Comunitaria
  - 5.2. Legislación Española

## 6. Cronograma

### 6.1. Cronograma de la asignatura \*

Sem	Actividad en aula	Actividad en laboratorio	Tele-enseñanza	Actividades de evaluación
1	<b>Tema 0. Presentación de la Asignatura</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  <b>Tema 1. Mercado de Servicios y Contenidos</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
2	<b>Tema 1. Mercado de Servicios y Contenidos</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  <b>Tema 1. Mercado de Servicios y Contenidos</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
3	<b>Tema 1. Mercado de Servicios y Contenidos</b> Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas  <b>Presentación Trabajo de Grupo</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
4	<b>Tema 2. Oferta de Servicios</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  <b>Tema 2. Oferta de Servicios</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			<b>Trabajo 1/Entrega 1: Elaboración Estudio de Mercado y Oferta de Servicios</b> TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación continua No presencial Duración: 20:00
5	<b>Tema 2. Oferta de Servicios</b> Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas  <b>Tema 3. Redes Multiservicio</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
6	<b>Tema 3. Redes Multiservicio</b> Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			

7	<p><b>Tema 3. Redes Multiservicio</b> Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> <p><b>Tema 3. Redes Multiservicio</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
8	<p><b>Tema 3. Redes Multiservicio</b> Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
9	<p><b>Tema 3. Redes Multiservicio</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 3. Redes Multiservicio Encaminamiento. Routers</b> Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			<p><b>Trabajo 2/Entrega 2: Diseño Anteproyecto Técnico de Red</b> TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación continua No presencial Duración: 54:00</p>
10	<p><b>Tema 3. Redes Multiservicio Encaminamiento. Routers</b> Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
11	<p><b>Tema 3. Redes Multiservicio</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 3. Redes Multiservicio</b> Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
12	<p><b>Tema 3. Redes Multiservicio</b> Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
13	<p><b>Tema 3. Redes Multiservicio</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 3. Redes Multiservicio</b> Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
14	<p><b>Tema 4. Análisis de Rentabilidad</b> Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
15	<p><b>Tema 4. Análisis de Rentabilidad</b> Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> <p><b>Tema 5. Marco Regulatorio</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			<p><b>Trabajo 3/Entrega 3: Análisis de Viabilidad Económica + Resumen Ejecutivo</b> TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación continua No presencial Duración: 20:00</p>
16	<p><b>Tema 5. Marco Regulatorio</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
17				<p><b>Examen Final de la Asignatura</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Presencial Duración: 03:00</p> <p><b>Examen Final de la Asignatura</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito</p>

				Evaluación sólo prueba final Presencial Duración: 03:00
--	--	--	--	---------------------------------------------------------------

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.

\* 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 (progresiva)

Sem.	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
4	Trabajo 1/Entrega 1: Elaboración Estudio de Mercado y Oferta de Servicios	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No Presencial	20:00	10%	/ 10	CG10 CG11 CG12 CG13 CG8 CG3 CG4 CG7 CG2 CG5
9	Trabajo 2/Entrega 2: Diseño Anteproyecto Técnico de Red	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No Presencial	54:00	26%	/ 10	CG9 CG10 CG11 CG12 CG13 CG8 CG3 CG4 CG7 CG2 CG5
15	Trabajo 3/Entrega 3: Análisis de Viabilidad Económica + Resumen Ejecutivo	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No Presencial	20:00	4%	/ 10	CG11 CG12 CG13 CG8 CG4 CG7 CE-TL3 CG2 CG5 CG10
17	Examen Final de la Asignatura	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	03:00	60%	5 / 10	CE-TL5 CE-TL1 CE-TL4 CG10 CG11 CG8 CG3 CG4 CG7

								CE-TL6 CG2 CG5
--	--	--	--	--	--	--	--	----------------------

### 7.1.2. Prueba evaluación global

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
17	Examen Final de la Asignatura	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	03:00	100%	5 / 10	CE-TL5 CE-TL1 CE-TL4 CG9 CG10 CG11 CG12 CG13 CG8 CG3 CG4 CG7 CE-TL3 CE-TL6 CG2 CG5

### 7.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
Examen Final de la Asignatura	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	03:00	100%	5 / 10	CE-TL5 CE-TL1 CE-TL4 CG10 CG11 CG8 CG3 CE-TL6 CG2

## 7.2. Criterios de evaluación

### CONVOCATORIA ORDINARIA: MODALIDAD EVALUACIÓN PROGRESIVA

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

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

- Trabajos: peso 40%
- Examen: peso 60%. Nota mínima de 5 para poder aprobar la asignatura.

### CONVOCATORIA ORDINARIA: EVALUACIÓN GLOBAL

La asignatura se aprobará cuando se obtenga una calificación mayor o igual a 5 puntos sobre un total de 6 puntos.

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

- Examen: peso 60%

### CONVOCATORIA EXTRAORDINARIA

La evaluación de la asignatura en su convocatoria extraordinaria se realizará mediante una única prueba final a celebrar en la fecha que determine Jefatura de Estudios.

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

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

- Trabajos: peso 40%
- Examen: peso 60%.

La nota de los trabajos será la correspondiente a la convocatoria ordinaria. En el caso de que algún alumno no haya realizado los trabajos, o bien quiera subir nota, tendrá que realizar un examen adicional con peso 40%.

## 8. Recursos didácticos

---

### 8.1. Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
Libros de consulta para Tema 1	Bibliografía	- Informe Anual del Sector de las Telecomunicaciones y el Audiovisual. CNMC  - Informe Anual sobre los Contenidos Digitales. ONTSI 
Informes para Tema 2	Recursos web	Webs de los Operadores de Telecomunicación presentes en el Mercado Español

Libros de consulta para Tema 3	Bibliografía	<ul style="list-style-type: none"> <li>- S. Mervana. Design and Implementation of DSL-Based Access Solutions. End-to-end DSL solutions for service providers. Cisco Press, 2002.&lt;br /&gt;</li> <li>- G. O'Driscoll. Next Generation IPTV Services and Technologies. John Wiley &amp; Sons, 2008.</li> </ul>
Informes para Tema 3	Recursos web	Webs de los Fabricantes de equipos de telecomunicación (Cisco, Juniper, Alcatel-Lucent, Riverstone, etc.), Operadores y Organizaciones (CNMC, ONTSI, etc.)
Libros de consulta para Tema 4	Bibliografía	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Economía de la Empresa. Eduardo Pérez Gorostegui, Centro de Estudios Ramón Areces, Madrid 1994&lt;br /&gt;</li> <li>- Investment Valuation. Aswath Damodaran. Ed. John Wiley &amp; Sons, 1996&lt;br /&gt;</li> </ul>
Informes para Tema 5	Bibliografía	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Directivas Europeas sobre Regulación del Sector de las Comunicaciones Electrónicas&lt;br /&gt;</li> <li>- Ley General Telecomunicaciones</li> </ul>
Apuntes de la asignatura	Otros	Apuntes propios de la asignatura
Recursos WEB	Recursos web	Transparencias, 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

Esta es una asignatura, como su nombre indica, que aborda el diseño y dimensionado de la red de comunicaciones que permita a un operador ofrecer a sus clientes servicios de acceso a internet vía Banda Ancha Fija (BAF) y TV Pago + Video on Demand (VoD).

En líneas generales, puede contribuir a los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) 4 y 9 de Naciones Unidas, en relación con el aumento del número de personas con competencias técnicas y profesionales (meta 4.4) y el desarrollo de infraestructuras fiables, sostenibles, resilientes y de calidad (meta 9.1), como a continuación se indica:

4.4 Para 2030, aumentar sustancialmente el número de jóvenes y adultos que tienen las competencias necesarias, en particular técnicas y profesionales, para acceder al empleo, el trabajo decente y el emprendimiento.

4.7 Para 2030, garantizar que todos los alumnos adquieran los conocimientos teóricos y prácticos necesarios para promover el desarrollo sostenible, entre otras cosas mediante la educación para el desarrollo sostenible y la adopción de estilos de vida sostenibles, los derechos humanos, la igualdad entre los géneros, la promoción de una cultura de paz y no violencia, la ciudadanía mundial y la valoración de la diversidad cultural y de la contribución de la cultura al desarrollo sostenible, entre otros medios.

9.1 Desarrollar infraestructuras fiables, sostenibles, resilientes y de calidad, incluidas infraestructuras regionales y transfronterizas, para apoyar el desarrollo económico y el bienestar humano, con especial hincapié en el acceso equitativo y asequible para todos.

9.c Aumentar de forma significativa el acceso a la tecnología de la información y las comunicaciones y esforzarse por facilitar el acceso universal y asequible a Internet en los países menos adelantados a más tardar en 2020.

Las plataformas que se usarán para desarrollar las actividades de la asignatura serán Moodle y Microsoft Teams, así como otras que puntualmente se consideren adecuadas.