



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

2021/22 - 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.....	11
8. Recursos didácticos.....	14
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>	2021-22

## 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 Lancers (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 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

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.

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).

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.

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 Triple-play**, operador de telecomunicaciones que ofrece servicios de TV + Internet + Telefonía (triple oferta). Este tipo de operadores se adecúan muy bien al planteamiento de la asignatura por dos motivos:

- La amplitud de la gama de servicios que pueden ofrecer: Televisión IP (IPTV), Video bajo demanda (VoD), Telefonía/Voz sobre IP (VoIP), Acceso a Internet, Redes Privadas Virtuales IP (IP VPN), etc.
- La variedad de alternativas tecnológicas (xDSL, FFTx, MetroEthernet, SDH, WDM, etc.) que pueden ser implantadas en la red y la oportunidad que ofrece esto para analizar el impacto de cada una de ellas sobre los servicios prestados y los resultados económicos obtenidos.

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

En paralelo a las clases teóricas, el alumno tendrá que ir realizando un trabajo en equipo (**Trabajo de Grupo**), en grupos de 4/5 alumnos, para planificar la evolución de su propio operador. Esta planificación se desarrollará a través de tres estudios (Estudio de Mercado, Oferta de Servicios/Plan Comercial y Anteproyecto Técnico de Red) y un análisis de viabilidad económica (Plan de Negocio), que contemple las inversiones, ingresos y gastos del operador y nos permita determinar la rentabilidad del mismo.

## 5.2. Temario de la asignatura

1. Mercado de Servicios y Contenidos
  - 1.1. Mercado Español de Servicios de Telecomunicación
  - 1.2. Mercado Español de Contenidos Digitales
2. Oferta de Servicios
  - 2.1. Oferta Triple-Play: Telefonía, Internet y TV
  - 2.2. Resumen Oferta de Servicios Triple-Play de los Operadores en España
  - 2.3. Diseño de un Servicio de Telecomunicaciones. Ejemplos
3. Redes Multiservicio
  - 3.1. Arquitectura General de una red multiservicio triple-play
  - 3.2. Redes de Acceso ADSL y FTTH
  - 3.3. Red Ethernet Metropolitana
  - 3.4. Red IP
  - 3.5. Redes de Telefonía IP
  - 3.6. Plataformas de Servicios (IPTV, VoD y VoIP)
4. Análisis de Rentabilidad
  - 4.1. Planificación de un Operador Triple-Play
  - 4.2. Análisis y Valoración del Plan de Negocio
5. Marco Regulatorio
  - 5.1. Legislación Comunitaria
  - 5.2. Legislación Española



## 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 0. Presentación de la Asignatura</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  <b>Tema 1. Mercado de Servicios y Contenidos. 1.1 Mercado de Servicios.</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
2	<b>Tema 1. Mercado de Servicios y Contenidos 1.1 Mercado de Servicios</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  <b>Tema 1. Mercado de Servicios y Contenidos. 1.2 Mercado de Contenidos</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
3	<b>Tema 1. Mercado de Servicios y Contenidos. 1.2 Mercado de Contenidos</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  <b>Tema 2. Oferta de Servicios. 2.1 Oferta Triple-Play.</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
4	<b>Presentación Trabajo de Grupo</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  <b>Tema 2. Oferta de Servicios. 2.2 Resumen Oferta Triple-Play Operadores en España</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  <b>Tema 2. Oferta de Servicios. 2.3 Diseño de un Servicio. Ejemplos</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
5	<b>Tema 3. Redes Multiservicio. 3.1 Arquitectura General de una red multiservicio Triple-play. Servicios. Arquitectura y Elementos. Diseño y Dimensionado</b> Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			

6	<p><b>Tema 3. Redes Multiservicio. 3.2Redes de Acceso ADSL y FTTH. Tecnologías. Arquitectura y Elementos. Diseño y Dimensionado.</b> Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
7	<p><b>Tema 3. Redes Multiservicio. 3.2Redes de Acceso ADSL y FTTH. Tecnologías. Arquitectura y Elementos. Diseño y Dimensionado.</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 3. Redes Multiservicio. 3.2Redes de Acceso ADSL y FTTH. Tecnologías. Arquitectura y Elementos. Diseño y Dimensionado.</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
8	<p><b>Tema 3. Redes Multiservicio. 3.3Red Ethernet Metropolitana. Tecnología. Arquitectura y Elementos. Diseño y Dimensionado.</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 3. Redes Multiservicio. 3.3Red Ethernet Metropolitana. Tecnología. Arquitectura y Elementos. Diseño y Dimensionado.</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
9	<p><b>Tema 3. Redes Multiservicio. 3.3Red Ethernet Metropolitana. Tecnología. Arquitectura y Elementos. Diseño y Dimensionado.</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 3. Redes Multiservicio. 3.4Red IP. Arquitectura y Elementos. Diseño y Dimensionado. Plan de Direccionamiento. Encaminamiento. Routers</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
10	<p><b>Tema 3. Redes Multiservicio. 3.4Red IP. Arquitectura y Elementos. Diseño y Dimensionado. Plan de Direccionamiento. Encaminamiento. Routers</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 3. Redes Multiservicio. 3.4Red IP. Arquitectura y Elementos. Diseño y Dimensionado. Plan de Direccionamiento. Encaminamiento. Routers</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			

11	<p><b>Tema 3. Redes Multiservicio. 3.5.Redes de Telefonía IP. Arquitectura y Elementos. Diseño y Dimensionado. Redes de telefonía de nueva generación.</b> Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
12	<p><b>Tema 3. Redes Multiservicio. 3.5.Redes de Telefonía IP. Arquitectura y Elementos. Diseño y Dimensionado. Redes de telefonía de nueva generación.</b> Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
13	<p><b>Tema 3. Redes Multiservicio. 3.5.Redes de Telefonía IP. Arquitectura y Elementos. Diseño y Dimensionado. Redes de telefonía de nueva generación.</b> Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> <p><b>Tema 3. Redes Multiservicio. 3.6.Plataformas de Servicios (IPTV, VoD y VoIP). Arquitectura y Elementos. Diseño y Dimensionado</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 3. Redes Multiservicio. 3.6.Plataformas de Servicios (IPTV, VoD y VoIP). Arquitectura y Elementos. Diseño y Dimensionado</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
14	<p><b>Tema 4. Análisis de Rentabilidad. 4.2 Análisis y Valoración Plan de Negocio</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 4. Análisis de Rentabilidad 4.1 Planificación de un Operador triple-Play</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
15	<p><b>Tema 5. Marco Regulatorio 5.2 Legislación Española</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 5. Marco Regulatorio 5.1 Legislación Comunitaria</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
16			<p><b>Presentación Trabajo de Grupo</b> Duración: 01:00 OT: Otras actividades formativas</p>	<p><b>Entrega Final Trabajo de Grupo</b> TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación continua No presencial Duración: 00:00</p> <p><b>Entrega Final Trabajo Grupo</b> TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación sólo prueba final No presencial Duración: 00:00</p>

17				<b>Examen Final de la Asignatura</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Presencial Duración: 03:00  <b>Examen Final de la Asignatura</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito 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 continua

Sem.	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
16	Entrega Final Trabajo de Grupo	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No Presencial	00:00	50%	5 / 10	CG9 CG10 CG11 CG12 CG13 CG8 CG3 CG4 CG7 CG2 CG5
17	Examen Final de la Asignatura	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	03:00	50%	5 / 10	CE-TL5 CE-TL1 CE-TL4 CG10 CG11 CG8 CG3 CE-TL6 CG2 CG5

#### 7.1.2. Evaluación sólo prueba final

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
16	Entrega Final Trabajo Grupo	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No Presencial	00:00	50%	5 / 10	CG9 CG10 CG11 CG12 CG13 CG8 CG3 CG4 CG7 CG5

17	Examen Final de la Asignatura	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	03:00	50%	5 / 10	CE-TL5 CE-TL1 CE-TL4 CG10 CG11 CG8 CG3 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 CG5

## 7.2. Criterios de evaluación

En convocatoria ordinaria, los alumnos serán evaluados, por defecto, mediante evaluación continua, según los criterios especificados más abajo. El estudiante que desee renunciar a la evaluación continua y optar a la evaluación por prueba final (formada por una o más actividades de evaluación global de la asignatura), deberá comunicarlo por escrito a través del moodle al coordinador de la asignatura antes del 15 de febrero. La evaluación comprobará si los estudiantes han adquirido las competencias de la asignatura. Por tanto, la evaluación mediante prueba final usará los mismos tipos de técnicas evaluativas que se usan en la evaluación continua (EX, ET, TG, etc.), y se realizarán en las fechas y horas de evaluación final aprobadas por la Junta de Escuela para el presente curso y semestre, salvo aquellas actividades de evaluación de resultados del aprendizaje de difícil calificación en una prueba final. En este caso, se podrán realizar dichas actividades de evaluación a lo largo del curso. La evaluación en la convocatoria extraordinaria se realizará exclusivamente a través del sistema de prueba final .

### CONVOCATORIA ORDINARIA: MODALIDAD EVALUACIÓN CONTINUA

La asignatura se aprobará cuando se obtenga una calificación mayor o igual a 5 puntos sobre un total de 10, según las normas que se indican en este apartado.

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

- Prueba Final: nota de 0 a 10, peso 50%. Nota mínima de 5 para poder aprobar la asignatura.
- Trabajo de Grupo: nota de 0 a 10, peso 50%. Nota mínima de 5 para poder aprobar la asignatura.

### CONVOCATORIA ORDINARIA: EVALUACIÓN MEDIANTE UNA ÚNICA PRUEBA FINAL

La asignatura se aprobará cuando se obtenga una calificación mayor o igual a 5 puntos sobre un total de 10, según las normas que se indican en este apartado.

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

Prueba Final: nota de 0 a 10, peso 50%. Nota mínima de 5 para poder aprobar la asignatura.

Trabajo de Grupo: nota de 0 a 10, peso 50%. Nota mínima de 5 para poder aprobar la asignatura.

## 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, con independencia de la opción elegida en la convocatoria ordinaria.

## 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	- S. Mervana. Design and Implementation of DSL-Based Access Solutions. End-to-end DSL solutions for service providers. Cisco Press, 2002. - G. O'Driscoll. Next Generation IPTV Services and Technologies. John Wiley & Sons, 2008.
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	- Economía de la Empresa. Eduardo Pérez Gorostegui, Centro de Estudios Ramón Areces, Madrid 1994 - Investment Valuation. Aswath Damodaran. Ed. John Wiley & Sons, 1996
Informes para Tema 5	Bibliografía	- Directivas Europeas sobre Regulación del Sector de las Comunicaciones Electrónicas - Ley General Telecomunicaciones
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).