

## FICHA TÉCNICA DE LA ASIGNATURA

| <b>Datos de la asignatura</b> |  |
|-------------------------------|--|
| <b>Nombre</b>                 | <b>Planificación y Operación de Redes</b>              |
| <b>Código</b>                 | -  |
| <b>Titulación</b>             | Máster Universitario en Ingeniería de Telecomunicación |
| <b>Curso</b>                  | 1º   |
| <b>Cuatrimestre</b>           | 1º   |
| <b>Créditos ECTS</b>          | 6 ECTS   |
| <b>Carácter</b>               | Obligatorio  |
| <b>Departamento</b>           | Telemática y Computación                               |
| <b>Área</b>                   | -  |
| <b>Universidad</b>            | Comillas   |
| <b>Horario</b>                | Lunes y Viernes de 8:00 a 10:00                        |
| <b>Profesores</b>             | Pedro Fernández Cardador                               |
| <b>Descriptor</b>             | -  |

| <b>Datos del profesorado</b> |                                       |
|------------------------------|---------------------------------------|
| <b>Profesor</b>              |                                       |
| <b>Nombre</b>                | Pedro Fernández Cardador              |
| <b>Departamento</b>          | Telemática y Computación              |
| <b>Área</b>                  | -                                     |
| <b>Despacho</b>              | -                                     |
| <b>e-mail</b>                | pfernandez@comillas.edu               |
| <b>Horario de Tutorías</b>   | Consultar previamente con el profesor |

## DATOS ESPECÍFICOS DE LA ASIGNATURA

|   |
|---|
| <b>Contextualización de la asignatura</b>   |
| <b>Aportación al perfil profesional de la titulación</b>  |
| <p>El objetivo de la asignatura es proporcionar al alumno los fundamentos que le permitan tomar decisiones de diseño de redes en un entorno empresarial, de forma que se cumplan los requisitos de tráfico y ancho de banda necesarios para que sea escalable conforme a las previsiones de crecimiento del negocio y que permita optimizar el coste combinado de inversión y explotación.</p> <p>Para alcanzar este objetivo el alumno debe dominar los fundamentos teóricos de redes, conocer todas las opciones disponibles en cada uno de los niveles de red, los servicios de interconexión y de acceso que proporcionan los operadores de telecomunicaciones y cómo predecir las características de calidad de servicio y costes de una opción de diseño determinada. También debe ser capaz de diseñar y utilizar la infraestructura de internet, para lo que debe comprender y saber aplicar el funcionamiento y organización de esta red, sus tecnologías y protocolos de nueva generación, la estructura de operadores, el software intermediario y sus servicios.</p> <p>Al finalizar esta asignatura el alumno tendrá conocimientos suficientes para diseñar la red, planificarla y operarla en la mayoría de las situaciones a las que se enfrentan grandes corporaciones.</p> |
| <b>Prerrequisitos</b>   |
|   |

## BLOQUES TEMÁTICOS Y CONTENIDOS

| Contenidos – Bloques Temáticos   |
|--|
| <b>Tema 1: Arquitectura global de una red de comunicaciones</b>  |
| 1.1 – Introducción, motivación y objetivos<br>1.2 – Análisis de la organización y funcionamiento de Internet<br>1.2.1 – Historia<br>1.2.2 – Estructura<br>1.2.3 – Tipos de interconexión entre operadores<br>1.2.4 – Funcionamiento de Internet<br>1.2.5 – DNS<br>1.2.6 – Arquitectura<br>1.2.7 – Servicios y componentes de un ISP<br>1.2.8 – Red troncal de un ISP<br>1.2.9 – Escenario básico de un operador<br>1.3 – Tendencias, nuevas tecnologías y protocolos |
| <b>Tema 2: Redes de acceso</b>   |
| 2.1 – Introducción, motivación y objetivos<br>2.2 – Tecnologías de redes de par trenzado (xDSL)<br>2.3 – Tecnologías de redes de cable coaxial (HFC)<br>2.4 – Tecnologías de redes de fibra óptica (FTTx)<br>2.5 – Tecnologías de bucle local inalámbrico  |
| <b>Tema 3: RERES DE AGREGACIÓN Y DISTRIBUCIÓN: Carrier Ethernet</b>  |
| 3.1 – Introducción, motivación y objetivos<br>3.2 – Redes de agregación y distribución<br>3.3 – Interconexión de redes heterogeneas<br>3.3 – Redes metropolitanas “Carrier Ethernet”<br>3.4 – Casos de uso   |
| <b>Tema 4: Redes troncales</b>   |
| 4.1 – Redes de transporte basadas en fibra óptica<br>4.1.1 – Introducción, motivación y objetivos<br>4.1.2 – Tecnologías de transporte óptico (WDM)<br>4.1.3 – Redes de transporte óptico (OTN)<br>4.2 – Redes de enrutamiento<br>4.2.1 – Introducción, motivación y objetivos<br>4.2.2 – MPLS<br>4.2.3 – MPLS-TE (Ingeniería de tráfico en MPLS)<br>4.2.4 – GMPLS<br>4.3 – Redes IP de nueva generación   |
| <b>Tema 5: Redes de distribución de contenidos audiovisuales</b>   |
| 5.1 – Paradigmas de red: Centralizado vs. En los bordes<br>5.1.1 – Telefonía de operador vs. Skype, IPTV vs OTT TV<br>5.1.2 – Escenarios de operación en redes heterogeneas<br>5.2 – IP Multimedia Subsystem (IMS)   |

## Competencias – Resultados de Aprendizaje

### Competencias

#### Competencias Básicas

- CB 02. Saber aplicar e integrar sus conocimientos, la comprensión de estos, su fundamentación científica y sus capacidades de resolución de problemas en entornos nuevos y definidos de forma imprecisa, incluyendo contextos de carácter multidisciplinar tanto investigadores como profesionales altamente especializados.
- CB 05. Saber transmitir de un modo claro y sin ambigüedades a un público especializado o no, resultados procedentes de la investigación científica y tecnológica o del ámbito de la innovación más avanzada, así como los fundamentos más relevantes sobre los que se sustentan.
- CB 07. Ser capaces de asumir la responsabilidad de su propio desarrollo profesional y de su especialización en uno o más campos de estudio.

#### Competencias Generales

- CG 01. Capacidad para proyectar, calcular y diseñar productos, procesos e instalaciones en todos los ámbitos de la ingeniería de telecomunicación.
- CG 05. Capacidad para la elaboración, planificación estratégica, dirección, coordinación y gestión técnica y económica de proyectos en todos los ámbitos de la Ingeniería de Telecomunicación siguiendo criterios de calidad y medioambientales.
- CG 08. Capacidad para la aplicación de los conocimientos adquiridos y resolver problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios y multidisciplinarios, siendo capaces de integrar conocimientos.
- CG 09. Capacidad para comprender la responsabilidad ética y la deontología profesional de la actividad de la profesión de Ingeniero de Telecomunicación.
- CG 11. Capacidad para saber comunicar (de forma oral y escrita) las conclusiones y los conocimientos y razones últimas que las sustentan a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades.
- CG 12. Poseer habilidades para el aprendizaje continuado, autodirigido y autónomo.
- CG 13. Conocimiento, comprensión y capacidad para aplicar la legislación necesaria en el ejercicio de la profesión de Ingeniero de Telecomunicación.

#### Competencias Específicas

- CTT 08. Capacidad de comprender y saber aplicar el funcionamiento y organización de Internet, las tecnologías y protocolos de Internet de nueva generación, los modelos de componentes, software intermediario y servicios.
- CTT 09. Capacidad para resolver la convergencia, interoperabilidad y diseño de redes heterogéneas con redes locales, de acceso y troncales, así como la integración de servicios de telefonía, datos, televisión e interactivos.

Al final de curso los alumnos deben ser capaces de:

**Comprender la arquitectura global de las redes de comunicaciones.**

- RA1. Conoce la función de cada capa en el modelo OSI y en TCP/IP. Es capaz de describir la funcionalidad de una red utilizando el modelo de capas, asignando componentes a niveles.
- RA2. Es capaz de describir peculiaridades de IPv6 frente IPv4.
- RA3. Conoce la estructura de internet, tanto desde el punto de vista de los proveedores de servicios como de los usuarios (empresas y clientes finales) y lo aplica al diseño de redes empresariales.

**Conocer las tecnologías utilizadas en las redes de acceso, agregación y troncales.**

- RA4. Conoce las opciones tecnológicas de acceso a la red (xDSL, fibra, radio, satélite, microondas) y es capaz de evaluarlas en su aplicación a un problema de diseño concreto
- RA5. Es capaz de manejar los componentes y tecnologías que configuran una red de agregación aplicando técnicas de modelado de tráfico, criterios de calidad de servicio y criterios económicos tanto de inversión como de coste de explotación
- RA6. Sabe aplicar las características de rendimiento, escalabilidad, operación y gestión de las principales tecnologías de redes troncales. Maneja los criterios económicos de contratación en relación al nivel de servicio requerido.

**Diferenciar la funcionalidad que se lleva a cabo en cada una de las redes.**

- RA7. Es capaz de seleccionar las funciones adecuadas de cada red y combinarlas para satisfacer las necesidades de tráfico y de negocio de un problema concreto
- RA8. Conoce la funcionalidad de las redes como para descomponer de forma óptima un servicio final entre las opciones de red disponibles.

**Diseñar redes de acceso a partir de las características específicas del usuario y sus necesidades de tráfico.**

- RA9. Tiene capacidad para extraer las necesidades concretas de tráfico y calidad de servicio a partir de descripciones imprecisas de las necesidades de negocio.
- RA10. Maneja las técnicas de evaluación de rendimiento para seleccionar las opciones de diseño más adecuadas.
- RA11. Es capaz de visualizar la posible evolución de la red en función de las necesidades futuras del negocio y plasma esta visión en los diseños de red.
- RA12. Incorpora en los diseños las necesidades que pueden preverse de monitorización, gestión de red optimizando los costes de explotación de la red.

**Evaluar y seleccionar la tecnología a utilizar extremo a extremo para el diseño de redes de distribución de contenidos de voz, audio y televisión.**

- RA13. Diseña redes para la comunicación de soluciones de comunicaciones de voz fija para una gran corporación.

**Diseñar redes de agregación y troncales que permitan la interconexión de distintas redes heterogéneas.**

- RA14. Conoce las tecnologías de redes de agregación y troncales: tipos, ventajas, limitaciones, modelización del tráfico y predicción del rendimiento
- RA15. Es capaz de crear diseños que aprovechan diferentes componentes de redes de agregación y redes troncales para conectar redes heterogéneas y crear servicios extremos a extremo
- RA16. Es capaz de realizar diseños básicos de redes de agregación y troncales a partir de una descripción de los requisitos de tráfico.

**Entender la distribución de contenidos y servicios desde las redes troncales a las**

**redes de acceso.**

RA17. Conoce el modelo de servicios y arquitectura para la distribución de contenidos multimedia

RA18. Es capaz de diseñar una red de entrega de contenidos.

## METODOLOGÍA DOCENTE

### Aspectos metodológicos generales de la asignatura

Con el fin de conseguir el desarrollo de competencias propuesto, la materia se desarrollará promoviendo la participación activa del alumno en las actividades de aprendizaje tanto en las sesiones presenciales como en las no presenciales.

### Metodología Presencial: Actividades

- **Lección expositiva (40 horas presenciales):** El profesor desarrolla el temario explicándolo mediante la proyección de transparencias y el uso de pizarra. Una vez desarrollados los conceptos teóricos, se exponen ejemplos de aplicación junto con la resolución de ejercicios.
- **Exposición de casos prácticos (10 horas presenciales):** En estas sesiones se expondrán los casos prácticos propuestos en el temario de la asignatura. El objetivo es que los alumnos aprendan a defender y argumentar en público sus diseños. En el transcurso del debate se solucionarán las dudas técnicas que hayan surgido en la elaboración.
- **Desarrollo de casos prácticos (20 horas no presenciales):** Cada alumno desarrollará de forma aislada o en grupo una serie de casos prácticos. Estos casos finalizarán con la redacción de una memoria explicativa del desarrollo del caso, justificación de las decisiones e implementación mediante simulador cuando esto sea posible.
- **Tutorías.** Se realizarán tutorías en grupo e individualmente para resolver las dudas de los alumnos sobre la materia impartida y para orientar al alumno en su proceso de aprendizaje.

### Metodología No presencial: Actividades

- **Estudio individual del material (60 horas no presenciales).** Actividad realizada individualmente por el estudiante cuando analiza, busca e interioriza la información que aporta la materia y que será discutida con sus compañeros y el profesor en clases posteriores.
- **Resolución de problemas prácticos a resolver fuera del horario de clase por parte del alumno (20 horas no presenciales).** El alumno debe utilizar e interiorizar los conocimientos aportados en la materia. La corrección a la clase se realizará por parte de alguno de los alumnos o el profesor según los casos. La corrección individualizada de cada ejercicio la realizará el propio alumno u otro compañero según los casos (método de intercambio).
- **Desarrollo de casos prácticos (20 horas no presenciales):** Cada alumno desarrollará de forma aislada o en grupo una serie de casos prácticos. Estos casos finalizarán con la redacción de una memoria explicativa del desarrollo del caso, justificación de las decisiones e implementación mediante simulador cuando esto sea posible.

## EVALUACIÓN Y CRITERIOS DE CALIFICACIÓN

| Actividades de evaluación  | Criterios de evaluación  | PESO |
|--|--|------|
| Examen final   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Comprensión correcta de los conceptos</li> <li>• Habilidad en el manejo de los conocimientos aprendidos.</li> <li>• Justificación de las respuestas aportadas en los casos de preguntas abiertas.</li> <li>• Presentación y comunicación escrita.</li> </ul>  | 50%  |
| Realización de pruebas de seguimiento, debates, presentación de temas, y ejercicios. | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Comprensión de conceptos mediante pruebas objetivas.</li> <li>• Aplicación de conceptos al desarrollo de pequeños problemas temáticos sobre los nuevos conceptos mediante pruebas de seguimiento.</li> <li>• Análisis e interpretación de los resultados obtenidos en la resolución de problemas mediante debates.</li> </ul> | 20%  |
| Exposición de casos prácticos  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Claridad en la presentación</li> <li>• Argumentación de defensa</li> <li>• Preguntas planteadas a los casos presentados por otros alumnos</li> <li>• Calidad del diseño presentado</li> </ul>   | 30%  |

### Calificaciones

| Criterios de Calificación   |
|---|
| <p>La calificación en la <b>convocatoria ordinaria</b> de la asignatura se obtendrá como:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Un 50% de la calificación del examen final.</li> <li>• Un 20% de la calificación de las pruebas de seguimiento, debates, ejercicios, etc.</li> <li>• Un 30% de la calificación de los casos prácticos.</li> </ul> <p>La calificación en la <b>convocatoria extraordinaria</b>:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Los porcentajes asignados a cada parte (examen y casos prácticos) serán los mismos que en la convocatoria ordinaria.</li> <li>• Se guardará la nota de las partes que se hayan aprobado en la convocatoria ordinaria.</li> </ul> <p>La calificación obtenida en el examen y los en los casos prácticos debe ser al menos de 4 puntos para que se pueda hacer la nota media.</p> <p>Para aprobar la asignatura los alumnos tienen que obtener al menos 5 puntos sobre 10 tanto en la convocatoria ordinaria, como en la extraordinaria.</p> |

## PLAN DE TRABAJO Y CRONOGRAMA<sup>1</sup>

| Actividades No presenciales  | Fecha de realización                         | Fecha de entrega                 |                      |   |                         |
|--|--|----------------------------------|----------------------|---|-------------------------|
| Lectura y estudio de los contenidos teóricos en los apuntes de la asignatura | Después de cada clase                        |                                  |                      |   |                         |
| Preparación de los casos de estudio  | Dos semanas antes de su presentación         | En el momento de la presentación |                      |   |                         |
| Ejercicios   | Después de la clase en la que son propuestos | Siguiente día de clase de teoría |                      |   |                         |
| Preparación de Examen Final de Teoría  | Diciembre                                    |                                  |                      |   |                         |
| RESUMEN HORAS DE TRABAJO DEL ALUMNO  |  |                                  |                      |   |                         |
| HORAS PRESENCIALES   |  |                                  |                      |   |                         |
| Lección magistral  | Casos de estudio                             | Casos prácticos                  | Exámenes y pruebas   |   |                         |
| 23   | 23   | 10                               | 4                    |   |                         |
| HORAS NO PRESENCIALES  |  |                                  |                      |   |                         |
| Lectura y estudio sesiones de teoría   | Preparación Casos.                           | Resolución de problemas.         | Desarrollo de casos. | Realización informe de casos prácticos. | Preparación de exámenes |
| 24   | 48   | 12                               | 10                   | 10                                      | 16                      |
| <b>CRÉDITOS ECTS:</b>  |  |                                  |                      |   | <b>6 (180 horas)</b>    |

<sup>1</sup> En la ficha resumen se encuentra una planificación detallada de la asignatura. Esta planificación tiene un carácter orientativo y las fechas podrán irse adaptando de forma dinámica a medida que avance el curso.

## BIBLIOGRAFÍA Y RECURSOS

### Bibliografía Básica

- **Deploying IP and MPLS QoS for Multiservice Networks: Theory & Practice** The Morgan Kaufmann Series in Networking...by John William Evans and Clarence Filstis (Mar 23, 2007)
- **Network Routing: Algorithms, Protocols, and Architectures** (The Morgan Kaufmann Series in Networking) by Deepankar Medhi, Karthikeyan Ramasamy and Jane Zupan (31 May 2007)
- **Internet Multimedia Communications Using SIP: The Morgan Kaufmann Series...**by Martinez Perea (26 Feb 2008)
- **Routing, Flow, and Capacity Design in Communication and Computer Networks** (The Morgan Kaufmann Series in Networking) by Micha Pióro and Deepankar Medhi, 2004
- **Linear Programming and Algorithms for Communication Networks** (CRC Press) by Eiji Oki, 2013
- **Design of Modern Communication Networks** (Academic Press, Elsevier) by Christofer Larsson, 2014
- **Computer Networking: a Top-Down Approach.** (6th Edition) by James F. Kurose and Keith W. Ross (Mar 5, 2012)
- **Network Design Cookbook:** by Ccie #6778, Michel Thomatis (Dec 7, 2013)