



# Guía docente

## 270121 - PI - Protocolos de Internet

Última modificación: 04/09/2025

**Unidad responsable:** Facultad de Informática de Barcelona

**Unidad que imparte:** 701 - DAC - Departamento de Arquitectura de Computadores.

**Titulación:** GRADO EN INGENIERÍA INFORMÁTICA (Plan 2010). (Asignatura optativa).

**Curso:** 2025

**Créditos ECTS:** 6.0

**Idiomas:** Catalán, Castellano

### PROFESORADO

**Profesorado responsable:** JOSE MARIA BARCELÓ ORDINAS

**Otros:** Primer cuatrimestre:

JOSE MARIA BARCELÓ ORDINAS - 11, 12

LLORENÇ CERDÀ ALABERN - 11

### CAPACIDADES PREVIAS

Haber cursado la asignatura XC

### REQUISITOS

- Pre-requisito XC

### COMPETENCIAS DE LA TITULACIÓN A LAS QUE CONTRIBUYE LA ASIGNATURA

#### Específicas:

CT3.6. Demostrar conocimiento de la dimensión ética en la empresa: la responsabilidad social y corporativa en general y, en particular, las responsabilidades civiles y profesionales del ingeniero en informática.

CT6.1. Demostrar conocimiento y tener capacidad para administrar y mantener sistemas, servicios y aplicaciones informáticas.

CT6.4. Demostrar conocimiento y capacidad de aplicación de las características, las funcionalidades y la estructura de los Sistemas Distribuidos, de las Redes de Computadores y de Internet que permita su uso y su administración, así como el diseño y la implementación de aplicaciones basadas en ellas.

CT7.1. Demostrar conocimiento de las métricas de calidad y saber utilizarlas.

CT7.2. Evaluar sistemas hardware/software en función de un criterio de calidad determinado.

CT7.3. Determinar los factores que inciden negativamente en la seguridad y la fiabilidad de un sistema hardware/software, y minimizar sus efectos.

CT8.1. Identificar tecnologías actuales y emergentes y evaluar si son aplicables, y en qué medida, para satisfacer las necesidades de los usuarios.

CT8.4. Elaborar el pliego de condiciones técnicas de una instalación informática que cumpla los estándares y la normativa vigente.

CTI1.1. Demostrar comprensión del entorno de una organización y sus necesidades en el ámbito de las tecnologías de la información y las comunicaciones.

CTI1.4. Seleccionar, diseñar, desplegar, integrar, evaluar, construir, gestionar, explotar y mantener las tecnologías de hardware, software y redes, dentro de los parámetros de costo y calidad adecuados.

CTI2.1. Dirigir, planificar y coordinar la gestión de la infraestructura informática: hardware, software, redes y comunicaciones.

CTI2.3. Demostrar comprensión, aplicar y gestionar la garantía y la seguridad de los sistemas informáticos (CEIC6).

CTI3.3. Diseñar, implantar y configurar redes y servicios.

CTI4. Emplear metodologías centradas en el usuario y la organización para el desarrollo, la evaluación y la gestión de aplicaciones y sistemas basados en tecnologías de la información que aseguren la accesibilidad, la ergonomía y la usabilidad de los sistemas.



#### Genéricas:

G8. ACTITUD APROPIADA ANTE EL TRABAJO: Tener motivación para la realización profesional y para afrontar nuevos retos, así como una visión amplia de las posibilidades de la carrera profesional en el ámbito de la Ingeniería en Informática. Tener motivación por la calidad y la mejora continua, y actuar con rigor en el desarrollo profesional. Capacidad de adaptación a los cambios organizativos o tecnológicos. Capacidad de trabajar en situaciones de falta de información y/o con restricciones temporales y/o de recursos.

### METODOLOGÍAS DOCENTES

La asignatura constará de clases magistrales combinadas con ejercicios de pizarra en las clases de teoría donde el alumno aprenderá los fundamentos teóricos de la asignatura.

Además, el alumno, deberá hacer una trabajo escrito de un tema que se propondrá a principio de curso. Los alumnos deben buscar información sobre el tema y defender el tema escogido, presentando los aspecto tecnológicos relevantes, su integración en sistemas, su adaptabilidad y otros aspectos.

Habrá 6 laboratorios de Hardware que complementan la teoría. Estos laboratorios se trabajan en general en grupos de 10/20 alumnos dependiendo de la práctica. Se les propone una red modular. Cada 2 alumnos diseñan y programan una parte de la red, de forma, que al final, todos los módulos han de formar un todo que funciona. Se fomenta que trabajen por un lado en equipos de 2, para resolver su módulo, y se coordinen con los otros módulos para que funcione el todo. Cada uno de los 6 Labs, trata un aspecto de los temas tratados en clase. Es esencial, la compresión de la teoría (responsabilidad en el trabajo) para que el lab funcione.

Al final del Lab, los alumnos hacen un mini-control test de 10 minutos que valora los conocimientos adquiridos durante el Lab. La media de los mini controles representa el 25 % de la nota final de Lab.

Al final de curso, el alumno realiza un test final que comprende preguntas de todos los lab y donde se valora el conocimiento global de una red de grandes dimensiones en todos sus módulos.

### OBJETIVOS DE APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA

- 1.Ser capaz de entender la arquitectura y estructura de Internet, identificando los distintos elementos que forman dicha arquitectura y estructura.
- 2.Se capaz de entender, evaluar y gestionar servicios multimedia.
- 3.Conocer los servicios que ofrece un Proveedor de Servicios de Internet
- 4.Ser capaz de dimensionar y diseñar el encaminamiento interno de una red corporativa y de un Proveedor de Servicios de Internet
- 5.Ser capaz de dimensionar y diseñar el encaminamiento externo de un Proveedor de Servicios de Internet, así como las relaciones de negocio que tienen entre ellos.
- 6.Ser capaz de diseñar y dimensionar los bloques de conmutación que forman parte de una red corporativa
- 7.Ser capaz de diseñar y configurar redes corporativas e ISP a partir de la información proporcionada.
  
- 8.Ser capaz de entender las tecnologías que permiten la interconexión entre la sede central y las sedes remotas de una red corporativa
- 9.Capacidad de adaptación ante situaciones de falta de información y/o cambios en los requerimientos iniciales.
- 10.Tener una actitud proactiva por la calidad y la mejora continua.

### HORAS TOTALES DE DEDICACIÓN DEL ESTUDIANTADO

Tipo	Horas	Porcentaje
Horas grupo grande	45,0	30.00
Horas actividades dirigidas	6,0	4.00
Horas grupo pequeño	15,0	10.00
Horas aprendizaje autónomo	84,0	56.00

Dedicación total: 150 h



## CONTENIDOS

### Arquitectura de Internet y Direccionamiento.

**Descripción:**

Arquitectura de Internet: ISP's, redes corporativas y redes de acceso,  
Organismos que gestionan el funcionamiento de las empresas en Internet: RIR (Regional Internet Registers), LIR (Local Internet Registries),  
Introducción a las Redes de Distribución de Contenido (CDN),  
Puntos neutros.  
Direccionamiento en Internet. IPv6.

### Red corporativa: bloques de conmutación.

**Descripción:**

Comutación Ethernet.  
Redes Virtuales (VLAN, IEEE 802.1Q) y agregación (IEEE 802.3ad).  
Fiabilidad nivel 2: Spanning Tree Protocol (IEEE 802.1D).  
Fiabilidad nivel 3: VRRP.  
Diseño del bloque de conmutación.

### Encaminamiento Interno

**Descripción:**

conceptos básicos de encaminamiento,  
Encaminamiento por estado del enlace,  
OSPF.  
OSPF multiárea.

### Encaminamiento Externo.

**Descripción:**

Sistemas Autónomos.  
BGP (interno/externo), atributos, multi-homing, balanceo de cargas.  
Escalabilidad en BGP: reflectores de rutas y confederaciones.  
Diseño de un ISP: intra-domain/inter-domain.

### Privacidad en las comunicaciones.

**Descripción:**

Parámetros de tráfico y parámetros de QoS,  
Redes Privadas Virtuales,  
MPLS-BGP,  
Metro-Ethernet.  
Web profunda y Web Oscura.



## ACTIVIDADES

### Desarrollo Tema "Arquitectura de Internet y Direccionamiento"

**Descripción:**

Durante esta actividad el alumne aprenderá la arquitectura de Internet, los elementos principales que forman dicha arquitectura, los problemas del direccionamiento en Internet y su impacto en los distintos elementos.

**Objetivos específicos:**

1, 3, 7

**Competencias relacionadas:**

CTI4. Emplear metodologías centradas en el usuario y la organización para el desarrollo, la evaluación y la gestión de aplicaciones y sistemas basados en tecnologías de la información que aseguren la accesibilidad, la ergonomía y la usabilidad de los sistemas.

**Dedicación:** 20h

Aprendizaje autónomo: 10h

Grupo grande/Teoría: 10h

### Desarrollo del tema "Encaminamiento Interno"

**Descripción:**

Durante esta actividad los alumnos aprenderán los fundamentos teóricos que hay detrás de los protocolos de encaminamiento por estado del enlace, estudiando OSPF como representante de esta clase de protocolos. Además aprenderán las aplicaciones y su uso en las redes corporativas e ISP's.

**Objetivos específicos:**

1, 3, 4, 7

**Competencias relacionadas:**

CTI4. Emplear metodologías centradas en el usuario y la organización para el desarrollo, la evaluación y la gestión de aplicaciones y sistemas basados en tecnologías de la información que aseguren la accesibilidad, la ergonomía y la usabilidad de los sistemas.

**Dedicación:** 10h

Aprendizaje autónomo: 4h

Grupo grande/Teoría: 6h

### Desarrollo del tema Encaminamiento Externo

**Descripción:**

En esta actividad el alumnus estudiarán BGPv4 como representante del encaminamiento entre Sistemas Autónomos. Aprenderán a diseñar un ISP, relacionando el encaminamiento interno con el externo. Además se trabajará el balanceo de cargas a través de técnicas de multihoming.

**Objetivos específicos:**

1, 3, 5, 7

**Competencias relacionadas:**

CTI4. Emplear metodologías centradas en el usuario y la organización para el desarrollo, la evaluación y la gestión de aplicaciones y sistemas basados en tecnologías de la información que aseguren la accesibilidad, la ergonomía y la usabilidad de los sistemas.

**Dedicación:** 18h

Aprendizaje autónomo: 8h

Grupo grande/Teoría: 10h



### Desarrollo del Tema "Redes Corporativas: bloques de Comutación"

**Descripción:**

Durante esta actividad el alumno estudiará aquellas técnicas y protocolos que permiten diseñar una red corporativa, así como un Centro de Procesamiento de Datos (CPD).

**Objetivos específicos:**

1, 3, 6, 7, 8

**Competencias relacionadas:**

CTI4. Emplear metodologías centradas en el usuario y la organización para el desarrollo, la evaluación y la gestión de aplicaciones y sistemas basados en tecnologías de la información que aseguren la accesibilidad, la ergonomía y la usabilidad de los sistemas.

**Dedicación:** 20h

Aprendizaje autónomo: 10h

Grupo grande/Teoría: 10h

### Desarrollo del tema "Comunicaciones privadas"

**Descripción:**

Durante esta actividad se aprenderán los fundamentos teóricos que hay detrás de las redes privadas virtuales, y de la Web profunda y la Web Oscura.

**Objetivos específicos:**

4, 7, 8

**Competencias relacionadas:**

CTI4. Emplear metodologías centradas en el usuario y la organización para el desarrollo, la evaluación y la gestión de aplicaciones y sistemas basados en tecnologías de la información que aseguren la accesibilidad, la ergonomía y la usabilidad de los sistemas.

**Dedicación:** 7h

Aprendizaje autónomo: 2h

Grupo grande/Teoría: 5h

### Laboratorio Encaminamiento Interno

**Descripción:**

Desarrollo de una práctica con routers sobre OSPF.

**Objetivos específicos:**

4, 6, 7, 9, 10

**Competencias relacionadas:**

G8. ACTITUD APROPIADA ANTE EL TRABAJO: Tener motivación para la realización profesional y para afrontar nuevos retos, así como una visión amplia de las posibilidades de la carrera profesional en el ámbito de la Ingeniería en Informática. Tener motivación por la calidad y la mejora continua, y actuar con rigor en el desarrollo profesional. Capacidad de adaptación a los cambios organizativos o tecnológicos. Capacidad de trabajar en situaciones de falta de información y/o con restricciones temporales y/o de recursos.

**Dedicación:** 3h

Aprendizaje autónomo: 1h

Grupo pequeño/Laboratorio: 2h



## Laboratorio de Encaminamiento Externo y Multihoming

**Descripción:**

Laboratorios donde se desarrollan el diseño de un ISP, técnicas de balanceo de cargas y uso de comunidades.

**Objetivos específicos:**

1, 4, 5, 9, 10

**Competencias relacionadas:**

CTI4. Emplear metodologías centradas en el usuario y la organización para el desarrollo, la evaluación y la gestión de aplicaciones y sistemas basados en tecnologías de la información que aseguren la accesibilidad, la ergonomía y la usabilidad de los sistemas.

G8. ACTITUD APROPIADA ANTE EL TRABAJO: Tener motivación para la realización profesional y para afrontar nuevos retos, así como una visión amplia de las posibilidades de la carrera profesional en el ámbito de la Ingeniería en Informática. Tener motivación por la calidad y la mejora continua, y actuar con rigor en el desarrollo profesional. Capacidad de adaptación a los cambios organizativos o tecnológicos. Capacidad de trabajar en situaciones de falta de información y/o con restricciones temporales y/o de recursos.

**Dedicación:** 10h

Aprendizaje autónomo: 3h

Grupo pequeño/Laboratorio: 7h

## Laboratorios de Comutación

**Descripción:**

Laboratorios donde se implementan técnicas en el diseño de redes corporativas, tanto en el bloque de comutación como en el CPD.

**Objetivos específicos:**

1, 6, 7, 8, 9, 10

**Competencias relacionadas:**

CTI4. Emplear metodologías centradas en el usuario y la organización para el desarrollo, la evaluación y la gestión de aplicaciones y sistemas basados en tecnologías de la información que aseguren la accesibilidad, la ergonomía y la usabilidad de los sistemas.

G8. ACTITUD APROPIADA ANTE EL TRABAJO: Tener motivación para la realización profesional y para afrontar nuevos retos, así como una visión amplia de las posibilidades de la carrera profesional en el ámbito de la Ingeniería en Informática. Tener motivación por la calidad y la mejora continua, y actuar con rigor en el desarrollo profesional. Capacidad de adaptación a los cambios organizativos o tecnológicos. Capacidad de trabajar en situaciones de falta de información y/o con restricciones temporales y/o de recursos.

**Dedicación:** 6h

Aprendizaje autónomo: 2h

Grupo pequeño/Laboratorio: 4h

## Examen 1

**Descripción:**

Examen de teoría sobre la semana 8.

**Objetivos específicos:**

1, 2, 3, 4, 5

**Competencias relacionadas:**

CTI4. Emplear metodologías centradas en el usuario y la organización para el desarrollo, la evaluación y la gestión de aplicaciones y sistemas basados en tecnologías de la información que aseguren la accesibilidad, la ergonomía y la usabilidad de los sistemas.

**Dedicación:** 15h

Aprendizaje autónomo: 13h

Actividades dirigidas: 2h



### Trabajo escrito

**Objetivos específicos:**

1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8

**Competencias relacionadas:**

CTI4. Emplear metodologías centradas en el usuario y la organización para el desarrollo, la evaluación y la gestión de aplicaciones y sistemas basados en tecnologías de la información que aseguren la accesibilidad, la ergonomía y la usabilidad de los sistemas.

**Dedicación:** 16h

Aprendizaje autónomo: 16h

### Examen de Lab

**Descripción:**

Examen tipo test de los 6 laboratorios realizados durante el curso.

**Objetivos específicos:**

2, 3, 4, 5, 6, 9, 10

**Competencias relacionadas:**

CTI4. Emplear metodologías centradas en el usuario y la organización para el desarrollo, la evaluación y la gestión de aplicaciones y sistemas basados en tecnologías de la información que aseguren la accesibilidad, la ergonomía y la usabilidad de los sistemas.

G8. ACTITUD APROPIADA ANTE EL TRABAJO: Tener motivación para la realización profesional y para afrontar nuevos retos, así como una visión amplia de las posibilidades de la carrera profesional en el ámbito de la Ingeniería en Informática. Tener motivación por la calidad y la mejora continua, y actuar con rigor en el desarrollo profesional. Capacidad de adaptación a los cambios organizativos o tecnológicos. Capacidad de trabajar en situaciones de falta de información y/o con restricciones temporales y/o de recursos.

**Dedicación:** 10h

Aprendizaje autónomo: 8h

Actividades dirigidas: 2h

### Examen 2

**Objetivos específicos:**

1, 2, 3, 4, 5, 6, 8

**Competencias relacionadas:**

CTI4. Emplear metodologías centradas en el usuario y la organización para el desarrollo, la evaluación y la gestión de aplicaciones y sistemas basados en tecnologías de la información que aseguren la accesibilidad, la ergonomía y la usabilidad de los sistemas.

**Dedicación:** 15h

Aprendizaje autónomo: 13h

Actividades dirigidas: 2h



## SISTEMA DE CALIFICACIÓN

---

La asignatura está formada por clases teóricas y de laboratorio. En las clases teóricas se explicarán los conceptos y se harán problemas relacionados. El alumno dispondrá de una colección de problemas que se resolverán en clase.

El laboratorio será una parte importante de la asignatura. Al final de cada sesión presencial habrá un minicontrol de evaluación o una presentación.

El alumno tendrá que preparar y desarrollar algún tema relacionado con la teoría y tendrá que defenderlo en público oralmente.

Calificación de las competencias técnicas:

$$NF = 0.20 * NL + 0.10 * PO + 0.35 * C1 + 0.35 * C2$$

donde:

NF = Nota final de la asignatura.

C1 = Nota de examen parcial (aprox. en semana 7-8) sobre temas 1 y 2.

C2 = Nota de examen parcial (en periodo de exámenes finales) sobre temas 3 a 5.

PO = Presentación oral o trabajo escrito (máximo en grupos de 3 alumnos).

NL = Nota de Laboratorio. Se calculará en base a la nota media de las prácticas (25%) y la nota del examen final de laboratorio (75%).

Calificación de las competencias transversales:

$$NCT = 0.4 * PO + 0.3 * Actividad_Lab + 0.3 * NL.$$

donde:

NCT = Nota Competencia Transversal

PO = Presentación oral (la misma que en teoría)

Actividad\_Lab = actividad/participación del alumno en el lab

NL = Nota final de Laboratorio.

Se normalizará a A, B, C o D (donde A corresponde a un nivel excelente, B corresponde a un nivel deseado, C corresponde a un nivel suficiente y D corresponde a un nivel no superado).

## BIBLIOGRAFÍA

---

### Básica:

- Huitema, C. Routing in the internet. 2nd ed. Prentice Hall PTR, 2000. ISBN 0130226475.
- Kurose, Jim ; Ross, Keith. Computer Networking: A Top-Down Approach. Eight edition. Harlow, United Kingdom: Pearson, 2022. ISBN 9781292405469.
- Stewart III, J.W. BGP4: inter-domain routing in the Internet. Addison-Wesley, 1999. ISBN 0201379511.
- Perlman, R. Interconnections: bridges, routers, switches, and internetworking protocols. 2nd ed. Addison-Wesley, 2000. ISBN 0201634481.
- Halabi, Bassam; McPherson, Danny. Internet routing architectures. 2a ed. Indianapolis: Cisco Press, cop. 2001. ISBN 9781578702336.