



UNIVERSIDAD  
POLITÉCNICA  
DE MADRID

PROCESO DE  
COORDINACIÓN DE LAS  
ENSEÑANZAS PR/CL/001



E.T.S. de Ingenieros  
Informaticos

# ANX-PR/CL/001-01

## GUÍA DE APRENDIZAJE

### ASIGNATURA

**105000418 - Sistemas Distribuidos**

### PLAN DE ESTUDIOS

10ID - Doble Grado En Ingenieria Informatica Y En Ade

### 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.....	3
6. Cronograma.....	6
7. Actividades y criterios de evaluación.....	9
8. Recursos didácticos.....	12
9. Otra información.....	13

## 1. Datos descriptivos

---

### 1.1. Datos de la asignatura

<b>Nombre de la asignatura</b>	105000418 - Sistemas Distribuidos
<b>No de créditos</b>	6 ECTS
<b>Carácter</b>	Obligatoria
<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>	10ID - Doble Grado en Ingeniería Informática y en ADE
<b>Centro responsable de la titulación</b>	10 - Escuela Técnica Superior De Ingenieros Informaticos
<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> *
Maria De Los Santos Perez Hernandez	4203	maria.s.perez@upm.es	Sin horario.
Pablo Toharia Rabasco	4102	pablo.toharia@upm.es	Sin horario.
Fernando Perez Costoya (Coordinador/a)	4201	fernando.perez@upm.es	Sin horario.

Angel Rodriguez Mtnz.De Bartolome	4102	angel.rodriguez@upm.es	Sin horario.
Fco Javier Rosales Garcia	4204	francisco.rosales@upm.es	Sin horario.
Luis Manuel Gomez Henriquez	4104	luismanuel.gomezh@upm.es	Sin horario.

\* 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

- Sistemas Operativos
- Programación Para Sistemas
- Redes De Computadores

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

El plan de estudios Doble Grado en Ingeniería Informática y en ADE no tiene definidos otros conocimientos previos para esta asignatura.

### 4. Competencias y resultados de aprendizaje

---

#### 4.1. Competencias

10II-CE09 - Poseer las destrezas que se requieren para diseñar e implementar unidades estructurales mayores que utilizan los algoritmos y las estructuras de datos, así como las interfaces por las que se comunican estas unidades.

10II-CE26/27 - Definir, evaluar y seleccionar plataformas hardware y software, incluyendo el sistema operativo, y concebir, llevar a cabo, instalar y mantener arquitecturas informáticas centralizadas o distribuidas integrando hardware, software y redes.

10II-CE29 - Diseñar, desarrollar, y evaluar la seguridad de los sistemas, aplicaciones, servicios informáticos y

sistemas operativos sobre los que se ejecutan, así como de la información que proporcionan.

10II-CE31 - Desarrollar, desplegar, organizar y gestionar servicios informáticos en contextos empresariales para mejorar sus procesos de negocio.

10II-CG01/21 - Capacidad de resolución de problemas aplicando conocimientos de matemáticas, ciencias e ingeniería.

10II-CG19 - Capacidad para usar las tecnologías de la información y la comunicación.

10II. CG 7/8/9/10/16/17 - Capacidad para trabajar dentro de un equipo, organizando, planificando, tomando decisiones, negociando y resolviendo conflictos, relacionándose, y criticando y haciendo autocrítica.

## 4.2. Resultados del aprendizaje

RA102 - Seleccionar, parametrizar y extender servicios distribuidos para un entorno específico (servicios de nombrado, de datos, de almacenamiento, de gestión, etc.).

RA101 - Diseñar aplicaciones distribuidas con los mecanismos tecnológicos de bajo y alto nivel disponibles.

## 5. Descripción de la asignatura y temario

---

### 5.1. Descripción de la asignatura

La asignatura presenta los aspectos fundamentales del diseño e implementación de los sistemas distribuidos, utilizando un punto de vista de sistemas en el sentido de que se centra en los bloques básicos que componen un sistema distribuido (sistemas de almacenamiento distribuidos y paralelos, servicios de nombres y de sincronización, gestión de procesos, etc.) más que en los servicios de alto nivel que se le proporcionan a las aplicaciones.

El alumno deberá desarrollar proyectos prácticos que implementarán algunos de los componentes que se presentan en la asignatura y que le permitirán consolidar los conceptos teóricos.

## 5.2. Temario de la asignatura

1. Introducción
2. Arquitectura del sistema
  - 2.1. Cliente-servidor
  - 2.2. Editor-subscriptor
  - 2.3. P2P
  - 2.4. Maestro-trabajador
  - 2.5. Caso de estudio: Bitcoin
3. Mecanismos de comunicación
  - 3.1. Paso de mensajes
  - 3.2. RPC
  - 3.3. RMI
  - 3.4. Memoria compartida distribuida
  - 3.5. Aspectos avanzados de sockets
4. Virtualización en sistemas distribuidos
  - 4.1. Contenedores
  - 4.2. Docker
  - 4.3. Kubernetes
5. Sistemas de ficheros distribuidos
  - 5.1. NFS
  - 5.2. AFS
  - 5.3. Sistemas de ficheros paralelos
    - 5.3.1. Google File System
    - 5.3.2. GPFS
6. Servicio de nombres
  - 6.1. DNS
  - 6.2. LDAP
  - 6.3. Descubrimiento de servicios

## 7. Sincronización

- 7.1. Relojes y tiempo lógico
- 7.2. Exclusión mutua distribuida
- 7.3. Problemas de consenso
- 7.4. Transacciones distribuidas

## 8. Gestión de procesos

- 8.1. Planificación en sistemas paralelos/distribuidos
- 8.2. Equilibrado de carga
- 8.3. Migración de procesos

## 6. Cronograma

### 6.1. Cronograma de la asignatura \*

Sem	Actividad en aula	Actividad en laboratorio	Tele-enseñanza	Actividades de evaluación
1	<b>Introducción</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  <b>Arquitectura</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
2	<b>Arquitectura</b> Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
3	<b>Arquitectura</b> Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
4	<b>Arquitectura</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  <b>Comunicación</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
5	<b>Comunicación</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  <b>Virtualización en sistemas distribuidos</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
6	<b>Virtualización en sistemas distribuidos</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  <b>Sistemas de ficheros distribuidos</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
7	<b>Sistemas de ficheros distribuidos</b> Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
8	<b>Servicio de directorio</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			<b>Ejercicio de arquitectura, comunicación y sistemas de ficheros</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Presencial Duración: 02:00

9	<b>Servicio de directorio</b> Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
10	<b>Servicio de directorio</b> Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
11	<b>Sincronización</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
12	<b>Sincronización</b> Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
13	<b>Sincronización</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  <b>Procesos</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
14	<b>Procesos</b> Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
15	<b>Procesos</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			<b>Ejercicio de servicio de directorio, sincronización y procesos</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Presencial Duración: 02:00
16				
17				<b>Entrega práctica individual</b> TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua y sólo prueba final Presencial Duración: 00:00  <b>Entrega práctica de grupo</b> TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua y sólo prueba final Presencial Duración: 00:00  <b>Ejercicio de arquitectura, comunicación y sistemas de ficheros (disponible para todos los alumnos)</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación sólo prueba final Presencial Duración: 02:00  <b>Ejercicio de servicio de directorio, sincronización y procesos (disponible para todos los alumnos)</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación sólo prueba final Presencial Duración: 02:00

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
8	Ejercicio de arquitectura, comunicación y sistemas de ficheros	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:00	25%	0 / 10	10II-CE29 10II-CG19 10II-CG01/21 10II-CE09 10II-CE26/27 10II-CE31 10II. CG 7/8/9/10/16/17
15	Ejercicio de servicio de directorio, sincronización y procesos	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:00	25%	0 / 10	10II-CE29 10II-CG19 10II-CG01/21 10II-CE09 10II-CE26/27 10II-CE31 10II. CG 7/8/9/10/16/17
17	Entrega práctica individual	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Presencial	00:00	25%	4 / 10	10II-CE29 10II-CG19 10II-CG01/21 10II-CE09 10II-CE26/27 10II-CE31 10II. CG 7/8/9/10/16/17
17	Entrega práctica de grupo	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Presencial	00:00	25%	4 / 10	10II-CE29 10II-CG19 10II-CG01/21 10II-CE09 10II-CE26/27 10II-CE31 10II. CG 7/8/9/10/16/17

#### 7.1.2. Prueba evaluación global

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
17	Entrega práctica individual	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Presencial	00:00	25%	4 / 10	10II-CE29 10II-CG19 10II-CG01/21 10II-CE09 10II-CE26/27 10II-CE31 10II. CG 7/8/9/10/16/17
17	Entrega práctica de grupo	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Presencial	00:00	25%	4 / 10	10II-CE29 10II-CG19 10II-CG01/21 10II-CE09 10II-CE26/27 10II-CE31 10II. CG 7/8/9/10/16/17
17	Ejercicio de arquitectura, comunicación y sistemas de ficheros (disponible para todos los alumnos)	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:00	25%	0 / 10	10II-CE29 10II-CG19 10II-CG01/21 10II-CE09 10II-CE26/27 10II-CE31 10II. CG 7/8/9/10/16/17
17	Ejercicio de servicio de directorio, sincronización y procesos (disponible para todos los alumnos)	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:00	25%	0 / 10	10II-CE29 10II-CG19 10II-CG01/21 10II-CE09 10II-CE26/27 10II-CE31 10II. CG 7/8/9/10/16/17

### 7.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

No se ha definido la evaluación extraordinaria.

## 7.2. Criterios de evaluación

La asignatura se evaluará mediante 2 tipos de pruebas:

- Parte teórica. A lo largo del curso, en el propio horario de clase, se realizarán dos exámenes parciales que cubrirán la materia de la asignatura. Tanto en el examen final de la convocatoria ordinaria como en el de la extraordinaria se volverán a realizar estos dos ejercicios pudiéndose presentar cualquier alumno matriculado en la asignatura y teniéndose en cuenta siempre la mejor calificación de cada examen. La nota de la parte teórica será la media de estos dos ejercicios no existiendo una nota mínima.
- Proyectos prácticos. Existen dos proyectos prácticos: uno de carácter individual y otro en pareja. El plazo de entrega de los mismos es el final del día del examen oficial de la convocatoria correspondiente. La nota de esta parte práctica será la media de los dos proyectos, pero siempre que se haya obtenido al menos un 4 sobre 10 en cada uno de ellos. El desarrollo de estos proyectos se llevará a cabo de forma no presencial usando los recursos ofrecidos por el Centro de Cálculo para tal fin, y apoyándose en las tutorías para la resolución de cualquier aspecto vinculado con el desarrollo de los mismos.

La nota final de la asignatura se calculará como la media de la parte teórica y de la práctica, pero siempre que se haya obtenido al menos un 4 en cada parte.

Nótese que se facilita la evaluación progresiva tanto en la parte teórica, gracias a los parciales, como en la práctica, ya que cada vez que se realiza una entrega de un proyecto práctico se recibe una calificación provisional del mismo, pero posibilitando la evaluación global tanto en la convocatoria ordinaria como en la extraordinaria, al volver a evaluarse toda la materia teórica y al estar habilitada la entrega de proyectos prácticos durante todo el curso académico desde el momento que se presentan en clase los fundamentos teóricos requeridos por cada proyecto.

Asimismo, se podrán plantear actividades de carácter optativo que permitirán mejorar la nota de la asignatura, siempre que esta esté aprobada.

La calificación de cualquier actividad superada en la asignatura, ya sea, por ejemplo, un parcial o un proyecto práctico, se guarda de manera indefinida.

## 8. Recursos didácticos

---

### 8.1. Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
Página de la asignatura	Recursos web	<a href="http://laurel.datsi.fi.upm.es/docencia/asignaturas/sd">http://laurel.datsi.fi.upm.es/docencia/asignaturas/sd</a> y sitio Moodle
Libro de Coulouris	Bibliografía	Distributed Systems, Concepts and Design George Coulouris, Jean Dollimore y Tim Kindberg. 5ª Edición, Addison Wesley. 2011. <a href="http://www.cdk5.net/">http://www.cdk5.net/</a>
Libro de Tanenbaum y van Steen	Bibliografía	Distributed Systems: Principles and Paradigms. Andrew S. Tanenbaum y Maarten van Steen. 3ª edición, <a href="https://www.distributed-systems.net">distributedsystems.net</a> , 2017. <a href="https://www.distributed-systems.net/index.php/books/ds3/">https://www.distributed-systems.net/index.php/books/ds3/</a>

## 9. Otra información

---

### 9.1. Otra información sobre la asignatura

La asignatura estudia con cierto detalle las técnicas usadas para la construcción de sistemas distribuidos basados en soluciones de virtualización, tanto las clásicas como las soportadas por el propio sistema operativo mediante el uso de contenedores, que pueden posibilitar la disminución del consumo y de la emisión de CO2 de este tipo de sistemas, lo que puede ayudar a lograr el ODS 13 (Acción por el clima).