



UNIVERSIDAD  
POLITÉCNICA  
DE MADRID

PROCESO DE  
COORDINACIÓN DE LAS  
ENSEÑANZAS PR/CL/001



E.T.S. de Ing. de Sistemas  
Informáticos

# ANX-PR/CL/001-01

## GUÍA DE APRENDIZAJE

### ASIGNATURA

**615000735 - Sistemas Distribuidos**

### PLAN DE ESTUDIOS

61TI - Grado En Tecnologías Para La Sociedad De La Informacion

### CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2025/26 - Primer 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.....	5
7. Actividades y criterios de evaluación.....	8
8. Recursos didácticos.....	12
9. Otra información.....	13

## 1. Datos descriptivos

---

### 1.1. Datos de la asignatura

<b>Nombre de la asignatura</b>	615000735 - Sistemas Distribuidos
<b>No de créditos</b>	6 ECTS
<b>Carácter</b>	Obligatoria
<b>Curso</b>	Cuarto curso
<b>Semestre</b>	Séptimo semestre
<b>Período de impartición</b>	Septiembre-Enero
<b>Idioma de impartición</b>	Castellano
<b>Titulación</b>	61TI - Grado en Tecnologías para la Sociedad de la Informacion
<b>Centro responsable de la titulación</b>	61 - E.T.S De Ing. De Sistemas Informáticos
<b>Curso académico</b>	2025-26

## 2. Profesorado

---

### 2.1. Profesorado implicado en la docencia

<b>Nombre</b>	<b>Despacho</b>	<b>Correo electrónico</b>	<b>Horario de tutorías *</b>
Carlos Castilla Ruiz (Coordinador/a)	3019	c.castilla@upm.es	Sin horario. Se deben concertar con el profesor.

\* 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

- Programación Concurrente Y Avanzada
- Redes De Computadores
- Sistemas Operativos

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

- Programación en Java

## 4. Competencias y resultados de aprendizaje

---

### 4.1. Competencias

CE02 - Capacidad para seleccionar, diseñar, desplegar, integrar, evaluar, construir, gestionar, explotar y mantener las tecnologías de hardware, software y redes, dentro de los parámetros de coste y calidad adecuados.

CE06 - Capacidad de concebir sistemas, aplicaciones y servicios basados en tecnologías de red, incluyendo Internet, web, comercio electrónico, multimedia, servicios interactivos y computación móvil.

CT06 - Razonamiento crítico: La capacidad de pensar de manera crítica implica tres cosas: (1) una actitud de estar dispuesto a considerar de una manera reflexiva los problemas y asuntos que entran dentro del rango de las experiencias de uno, (2) conocimiento de los métodos de investigación lógica y el razonamiento, y (3) una cierta habilidad en la aplicación de esos métodos.

## 4.2. Resultados del aprendizaje

RA120 - Define el modelo fundamental y el modelo arquitectónico de un sistema distribuido

RA119 - Identifica los problemas más comunes que presenta un sistema distribuido debido a la falta de memoria y reloj común, a la falta de sincronía y a la presencia de errores en la red y en los procesos.

RA121 - Selecciona los algoritmos más apropiados para la resolución de los problemas anteriores dado un determinado modelo fundamental

RA118 - Identifica los conceptos y abstracciones elementales que subyacen en todo sistema distribuido.

RA122 - .Construye aplicaciones distribuidas utilizando tanto algoritmos bien conocidos como propios, así como plataformas middleware existentes en el mercado para la computación distribuida.

RA161 - Resuelve problemas abiertos, considerando varias alternativas posibles, valorándolas de forma razonada y argumentando su elección según los criterios especificados para su resolución. Para la alternativa elegida, identifica la información necesaria para su solución, elabora y desarrolla una estrategia eficaz para encontrarla, y presenta de forma clara el resultado y las conclusiones pertinentes.

## 5. Descripción de la asignatura y temario

---

### 5.1. Descripción de la asignatura

Esta asignatura considera un sistema distribuido con una colección de entidades autónomas programables. Dichas entidades se comunican entre sí normalmente en forma asíncrona a través de un canal de comunicación. Tanto el canal como las entidades pueden presentar fallos que comprometen la fiabilidad y coherencia del sistema. El principal objetivo de esta asignatura es que el alumno identifique los conceptos básicos y modelos subyacentes a todo sistema distribuido, y aplique los algoritmos más adecuados para conseguir aplicaciones robustas y coherentes, según el modelo considerado.

## 5.2. Temario de la asignatura

1. Caracterización de Sistemas Distribuidos
  - 1.1. Introducción
  - 1.2. Ejemplos de Sistemas Distribuidos
  - 1.3. Tendencias en Sistemas Distribuidos
  - 1.4. Desafíos
2. Modelos de Sistemas
  - 2.1. Introducción
  - 2.2. Modelos de arquitecturas
  - 2.3. Modelos fundamentales
3. Sincronización de relojes
  - 3.1. Introducción
  - 3.2. Sincronización de relojes físicos
  - 3.3. Tiempo lógico y relojes lógicos
4. Estados Globales Distribuidos
  - 4.1. Algoritmo de instantáneas (snapshots)
  - 4.2. Algoritmo de relojes vectoriales
5. Elección de coordinador distribuido
  - 5.1. Definición
  - 5.2. Algoritmo Bully
6. Comunicación Multicast
  - 6.1. Definición
  - 6.2. Protocolos multicast con garantías de entrega
  - 6.3. Protocolos multicast con garantías de orden
7. Consenso distribuido
  - 7.1. Definición
  - 7.2. Algoritmos para sistemas síncronos

## 6. Cronograma

### 6.1. Cronograma de la asignatura \*

Sem	Actividad tipo 1	Actividad tipo 2	Tele-enseñanza	Actividades de evaluación
1	<p><b>Presentación de la asignatura.</b> Duración: 00:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 1. Caracterización de Sistemas Distribuidos</b> Duración: 01:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	<p><b>Presentación de la asignatura. Parte práctica.</b> Duración: 00:10 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Lab 1. Repaso de Java</b> Duración: 01:30 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p> <p><b>Presentación. Competencia transversal. Pensamiento crítico.</b> Duración: 00:10 AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas</p>		
2	<p><b>Tema 1. Caracterización de Sistemas Distribuidos</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	<p><b>Lab 2. Soporte a Sistemas Operativos</b> Duración: 01:45 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		
3	<p><b>Tema 2. Modelos de Sistemas</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	<p><b>Lab 2. Soporte a Sistemas Operativos</b> Duración: 01:45 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p> <p><b>Competencias transversales: Pensamiento Crítico</b> Duración: 00:15 AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas</p>		
4	<p><b>Tema 2. Modelos de Sistemas</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	<p><b>Lab 3. Comunicación entre procesos.</b> Duración: 01:45 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		
5	<p><b>Tema 3. Sincronización de Relojes</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	<p><b>Lab 3. Comunicación entre procesos.</b> Duración: 01:45 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		
6	<p><b>Tema 3. Sincronización de Relojes</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	<p><b>Lab 4. Invocación remota</b> Duración: 01:45 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		
	<p><b>TE-EX-1-Evaluación progresiva teoría. Temas 1 al 3 (Hasta Relojes físicos) (RA118 a RA121) (CC14)</b> Duración: 01:00 OT: Otras actividades formativas / Evaluación</p>	<p><b>PR-EX-1-LAB4-Evaluación progresiva-Java. TCP y Marshalling/Unmarshalling. (RA122)(CC11)</b> Duración: 01:00 OT: Otras actividades formativas / Evaluación</p> <p><b>CT-EX1-Evaluación progresiva.</b></p>		<p><b>TE-EX-1-Evaluación progresiva teoría. Temas 1 al 3 (Hasta Relojes físicos) (RA118 a RA121) (CC14)</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación Progresiva Presencial Duración: 01:00</p>

7		<p><b>Competencias. Pensamiento Crítico (RA161)</b> Duración: 00:15 OT: Otras actividades formativas / Evaluación</p>		<p><b>PR-EX-1- LAB4-Evaluación progresiva- Java. TCP y Marshalling/Unmarshalling. (RA122)(CC11)</b> EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas Evaluación Progresiva Presencial Duración: 01:00</p> <p><b>CT-EX1-Evaluación progresiva. Competencias. Pensamiento Crítico (RA161)</b> OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación Progresiva Presencial Duración: 00:15</p>
8	<p><b>Tema 4. Estados Globales Distribuidos</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	<p><b>Lab 4. Invocación Remota</b> Duración: 01:45 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p> <p><b>Competencias Transversales: Pensamiento Crítico</b> Duración: 00:15 AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas</p>		
9	<p><b>Tema 4. Estados Globales Distribuidos</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	<p><b>Lab 4. Invocación Remota</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		
10	<p><b>Tema 5. Elección de Coordinador</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	<p><b>Lab 5. ORB</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		
11				
12	<p><b>Tema 6. Comunicación Multicast</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	<p><b>Lab 5. ORB</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		
13	<p><b>Tema 6. Comunicación Multicast</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	<p><b>Lab 5. ORB</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		
14	<p><b>Tema 7. Consenso Distribuido</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	<p><b>Lab 5. ORB</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		
15	<p><b>TE-EX-2-Evaluación progresiva teoría. Tema 3 (Desde relojes lógicos) a Tema 5. (RA118 a RA121) (CC14)</b> Duración: 02:00 OT: Otras actividades formativas / Evaluación</p>	<p><b>PR-EX-2-LAB5-Evaluación progresiva-RMI. ORB. (RA122) (CC11)</b> Duración: 01:45 OT: Otras actividades formativas / Evaluación</p> <p><b>CT-EX2-Evaluación progresiva. Competencias. Pensamiento Crítico (RA161)</b> Duración: 00:15 OT: Otras actividades formativas / Evaluación</p>		<p><b>CT-EX2-Evaluación progresiva. Competencias. Pensamiento Crítico (RA161)</b> OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación Progresiva Presencial Duración: 00:15</p> <p><b>PR-EX-2- LAB5-Evaluación progresiva-RMI. ORB. (RA122) (CC11)</b> EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas Evaluación Progresiva Presencial Duración: 01:45</p>

				<p><b>TE-EX-2-Evaluación progresiva teoría. Tema 3 (Desde relojes lógicos) a Tema 5. (RA118 a RA121) (CC14)</b>  EX: Técnica del tipo Examen Escrito  Evaluación Progresiva  Presencial  Duración: 02:00</p>
16				
17				<p><b>Examen global de teoría. (RA118 a RA121)(CC14)</b>  EX: Técnica del tipo Examen Escrito  Evaluación Global  Presencial  Duración: 01:00</p> <p><b>Examen global prácticas. (RA122) (CC11)</b>  EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas  Evaluación Global  Presencial  Duración: 01:00</p> <p><b>Examen global de CT. Competencias. Pensamiento crítico. (RA161)</b>  EX: Técnica del tipo Examen Escrito  Evaluación Global  Presencial  Duración: 00:15</p>

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.

## 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
7	TE-EX-1-Evaluación progresiva teoría. Temas 1 al 3 (Hasta Relojes físicos) (RA118 a RA121) (CC14)	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	01:00	25%	/ 10	CE02 CE06
7	PR-EX-1- LAB4-Evaluación progresiva-Java. TCP y Marshalling/Unmarshalling. (RA122)(CC11)	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	01:00	20%	/ 10	CE02 CE06
7	CT-EX1-Evaluación progresiva. Competencias. Pensamiento Crítico (RA161)	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	00:15	5%	/ 10	CT06
15	CT-EX2-Evaluación progresiva. Competencias. Pensamiento Crítico (RA161)	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	00:15	5%	/ 10	CT06
15	PR-EX-2- LAB5-Evaluación progresiva-RMI. ORB. (RA122) (CC11)	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	01:45	20%	/ 10	CE02 CE06
15	TE-EX-2-Evaluación progresiva teoría. Tema 3 (Desde relojes lógicos) a Tema 5. (RA118 a RA121) (CC14)	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:00	25%	/ 10	CE02 CE06

#### 7.1.2. Prueba evaluación global

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
17	Examen global de teoría. (RA118 a RA121)(CC14)	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	01:00	50%	/ 10	CE02 CE06
17	Examen global prácticas. (RA122) (CC11)	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	01:00	40%	/ 10	CE02 CE06

17	Examen global de CT. Competencias. Pensamiento crítico. (RA161)	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	00:15	10%	/ 10	CT06
----	--	-------------------------------------	------------	-------	-----	------	------

### 7.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
Examen global de Teoría. (RA118 a RA121) (CC14)	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	01:00	50%	/ 10	CE02 CE06
Examen global de prácticas.(RA122) (CC11)	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	01:00	40%	/ 10	CE02 CE06
Examen global de Competencia Transversal. Pensamiento Crítico (RA64)	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	00:15	10%	/ 10	CT06

## 7.2. Criterios de evaluación

### 1. EVALUACION EN LA CONVOCATORIA ORDINARIA

#### a) Evaluación progresiva de la asignatura

La evaluación progresiva de la asignatura se compone de los siguientes bloques:

Bloque I. Teoría. 2 pruebas escritas individuales (25% + 25%)

Bloque II. Prácticas. 2 pruebas escritas individuales (20% + 20%)

Bloque III. Pensamiento Crítico. 2 Pruebas Escritas (5% + 5%)

La nota final de la asignatura por evaluación progresiva se calcula con el siguiente algoritmo:

$\text{notaTeoria} := \text{exTeoria1} * 0.25 + \text{exTeoria2} * 0.25$

$\text{notaPracticas} := \text{exPrac1} * 0.2 + \text{exPrac1} * 0.2$

$\text{notaPensCritico} := \text{exPensCrit1} * 0.05 + \text{exPensCrit2} * 0.05$

$\text{notaTotal} := \text{notaTeoría} + \text{notaPracticas} + \text{NotaPensCritico}$

If  $\text{notaTotal} \geq 5$  then  $\text{notaFinal} := \text{notaTotal}$  else  $\text{notaFinal} := \text{"suspenso"}$

#### b) Evaluación mediante prueba global

La evaluación por prueba global consta de 3 bloques evaluables: teoría, prácticas y pensamiento crítico. Los alumnos cuya nota final mediante evaluación progresiva sea suspenso ( $\text{notaFinal} = \text{suspenso}$ ) pero que hayan obtenido una nota igual o mayor que 4 sobre 10 en la nota de prácticas ( $\text{notaPracticas} \geq 4$ ), en la nota de teoría ( $\text{notaTeoria} \geq 4$ ) o en la nota de Pensamiento Crítico ( $\text{notaPens} \geq 4$ ) no tendrán que examinarse de dicho bloque de nuevo.

La evaluación por prueba global se compone de los siguientes bloques:

Bloque I. Teoría. 1 prueba escrita individual (50%)

Bloque II. Prácticas. 1 prueba escrita individual (40%)

Bloque III. Pensamiento Crítico. 1 prueba escrita (10%)

La nota final de la asignatura por prueba global se calcula con el siguiente algoritmo:

if  $\text{notaTeoria}$  es menor que 4 then

$\text{notaTeoria} := \text{exGlobalTeoria} * 0.5$

if  $\text{notaPracticas}$  es menor que 4 then

$\text{notaPracticas} := \text{exGlobalPracticas} * 0.4$

If notaPensCrit es menor que 4 then

notaPensCrit := exGlobalPensCrit \* 0.1

notaTotal := notaTeoría + notaPracticass + notaPensCrit

If notaTotal >= 5 then notaFinal := notaTotal else notaFinal := suspenso.

## 2. EVALUACION EN LA CONVOCATORIA EXTRAORDINARIA

La evaluación en la convocatoria extraordinaria consta de 3 bloques evaluables: teoría, prácticas y pensamiento crítico. Los alumnos cuya nota final mediante evaluación progresiva o evaluación mediante prueba global sea suspenso (notaFinal = suspenso) pero que hayan obtenido una nota igual o mayor que 4 en la nota de prácticas (notaPracticass >= 4), en la nota de teoría (notaTeoría >= 4) o en el pensamiento crítico (notaPensCrit >= 4) no tendrán que examinarse de dicho bloque de nuevo.

La evaluación en la convocatoria extraordinaria se compone de los siguientes bloques:

Bloque I. Teoría. 1 prueba escrita individual (50%)

Bloque II. Prácticas. 1 prueba escrita individual (40%)

Bloque III. Pensamiento Crítico. 1 prueba escrita (10%)

La nota final de la asignatura por evaluación extraordinaria se calcula con el siguiente algoritmo:

if notaTeoría es menor que 4 then notaTeoría := exExtraordinarioTeoría \* 0.5

if notaPracticass es menor que 4 then notaPracticass := exExtraordinarioPracticass \* 0.4

If notaPensCrit es menor que 4 then notaPensCrit := exExtraordinarioPensCrit \* 0.1

notaTotal = notaTeoría + notaPracticass + notaPensCrit

If notaTotal >= 5 then notaFinal := notaTotal else notaFinal := suspenso.

## 8. Recursos didácticos

### 8.1. Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
George Coulouris, Jean Dollimore, Tim Kindberg, and Gordon Blair. 2011. Distributed Systems: Concepts and Design (5th ed.). Addison-Wesley Publishing Company, USA.	Bibliografía	Libro básico para seguir la asignatura.
Rachid Gerraoui, Luis Rodrigues. Introduction to Reliable Distributed Programming. Springer-Verlag 2006.	Bibliografía	Libro básico.
Andrew S. Tanenbaum and Maarten van Steen. 2006. Distributed Systems: Principles and Paradigms (2nd Edition). Prentice-Hall, Inc., Upper Saddle River, NJ, USA.	Bibliografía	Libro complementario para la teoría.
Nancy A. Lynch. 1996. Distributed Algorithms. Morgan Kaufmann Publishers Inc., San Francisco, CA, USA	Bibliografía	Bibliografía complementaria.
Hagit Attiya and Jennifer Welch. 2004. Distributed Computing: Fundamentals, Simulations and Advanced Topics. John Wiley & Sons.	Bibliografía	Bibliografía complementaria.

Wan Fokkink, Distributed Algorithms: An Intuitive Approach, MIT Press, 2013.	Bibliografía	Bibliografía complementaria.
Moodle de la asignatura	Recursos web	moodle upm
Laboratorio de prácticas	Equipamiento	Bloque 4. Laboratorio 4401

## 9. Otra información

---

### 9.1. Otra información sobre la asignatura

#### COMPETENCIAS COMUNES

Esta asignatura contempla las siguientes competencias comunes que no aparecen disponibles para su selección:

CC11 Conocimiento y aplicación de las características, funcionalidades y estructura de los Sistemas Distribuidos, las Redes de Computadores e Internet y diseñar e implementar aplicaciones basadas en ellas.

CC14 Conocimiento y aplicación de los principios fundamentales y técnicas básicas de la programación paralela, concurrente, distribuida y de tiempo real.

#### COMPETENCIAS TRANSVERSALES

Esta asignatura evalúa la competencia transversal CT06 de "Pensamiento Crítico" según el plan de evaluación y desarrollo de competencias elaborado en la ETSISI, pero no figura el resultado de aprendizaje RA 64 asociado con dicha competencia. Por tanto se ha añadido con nuevo resultado de aprendizaje.

RA64. Realiza juicios y toma decisiones de forma razonada. Analiza, interpreta y evalúa información y argumentos desde distintos puntos de vista. Sintetiza y relaciona información y saca conclusiones de forma razonada.

#### ACTIVIDADES DE LA COMPETENCIA TRANSVERSAL

La actividad de pensamiento crítico consiste en identificar los items que miden la calidad de un texto científico. La

actividad se lleva a cabo en el cada sesión del laboratorio. En la primera sesión, como ejemplo, los alumnos realizan un análisis de un artículo sencillo, suministrando una rúbrica que tienen que rellenar con los items a identificar del texto. Se corrige en clase. En la siguiente sesión se suministra un texto más complejo que se analiza durante el resto de sesiones de laboratorio para ir construyendo una rúbrica con los items de pensamiento crítico buscados. Dicha rúbrica se corrige en la última sesión.

## EPIDEMIA COVID

En previsión de posibles recidivas de la epidemia de COVID, la presente guía contempla la impartición de la asignatura en formato bimodal: todas las actividades formativas planificadas inicialmente como actividades presenciales, en caso de ser necesario pasarán a desarrollarse a través de plataformas online.