



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

105000062 - Técnicas De Computación Científica

### PLAN DE ESTUDIOS

10II - Grado En Ingenieria Informatica

### CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2021/22 - 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.....	4
6. Cronograma.....	5
7. Actividades y criterios de evaluación.....	8
8. Recursos didácticos.....	11
9. Otra información.....	12

## 1. Datos descriptivos

---

### 1.1. Datos de la asignatura

<b>Nombre de la asignatura</b>	105000062 - Técnicas de Computación Científica
<b>No de créditos</b>	3 ECTS
<b>Carácter</b>	Optativa
<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>	10II - Grado en Ingeniería Informática
<b>Centro responsable de la titulación</b>	10 - Escuela Técnica Superior De Ingenieros Informaticos
<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>
Esther Dopazo Gonzalez		esther.dopazo@upm.es	Sin horario.
Vicente Martin Ayuso (Coordinador/a)	5210	vicente.martin@upm.es	Sin horario.
Juan Pedro Brito Mendez	5201	juanpedro.brito@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

El plan de estudios Grado en Ingeniería Informática no tiene definidas asignaturas previas recomendadas para esta asignatura.

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

- Algorítmica numérica
- Lenguajes de ordenador
- Arquitecturas de ordenador

## 4. Competencias y resultados de aprendizaje

---

### 4.1. Competencias

CG-2/CE45 - Capacidad para el aprendizaje autónomo y la actualización de conocimientos, y reconocimiento de su necesidad en el área de la informática.

Ce 12/16 - Conocer los campos de aplicación de la informática, y tener una apreciación de la necesidad de poseer unos conocimientos técnicos profundos en ciertas áreas de aplicación; apreciación del grado de esta necesidad en, por lo menos, una situación.

Ce 13/18 - Comprender lo que pueden y no pueden conseguir las tecnologías actuales, y las limitaciones de la informática, que implica distinguir entre lo que, inherentemente, la informática no es capaz de hacer y lo que puede lograrse a través de la ciencia y la tecnología futuras.

Ce 14/15 - Conocer el software, el hardware y las aplicaciones existentes en el mercado, así como el uso de sus elementos, y capacidad para familiarizarse con nuevas aplicaciones informáticas.

## 4.2. Resultados del aprendizaje

RA277 - Dado un problema real elegir la tecnología informática existente en el mercado mas apropiada para su solución y diseñar su desarrollo e integración, analizando la viabilidad de su solución, lo que se puede y no se puede conseguir a través del estado actual de desarrollo de la tecnología usada, y lo que se espera que avance en el futuro.

RA279 - Explicar cuales son los limites y fronteras de los fundamentos científicos de la informática, y la base de las nuevas tendencias y desarrollos y de los temas avanzados y su posible aplicación. Tanto para el Prácticum como para la Movilidad Internacional:

RA470 - Usar ordenadores de alto rendimiento para ejecutar aplicaciones en ciencia e ingeniería.

RA278 - Desarrollar la solución matemática y algorítmica mas apropiada a un problema informático que requiera un tratamiento especialmente complejo, analizando y exponiendo su viabilidad.

RA276 - Dado un campo de aplicación de la informática, evaluar y diseñar el sistema informático más apropiado para resolver alguno de sus problemas, exponiendo las dificultades técnicas y los limites de la aplicación.

RA468 - Conocer las implicaciones de rendimiento que conlleva la implementación en máquina de los algoritmos.

RA469 - Diseñar e implementar programas que usen de manera eficiente los recursos computacionales de los ordenadores, secuenciales, paralelos o con arquitecturas especializadas..

RA472 - Comprender y evaluar las distintas técnicas que influyen en el uso eficiente de un ordenador, secuencial y paralelo.

RA471 - Diseñar e implementar una aplicación paralela para resolver un problema real.

## 5. Descripción de la asignatura y temario

---

### 5.1. Descripción de la asignatura

Este curso pretende mostrar al estudiante de informática las técnicas computacionales básicas con un mayor impacto en el área de la computación científica. El objetivo es que sea capaz, bien de integrarse en un grupo de trabajo ocupado en resolver este tipo de problemas o bien de asesorar sobre el uso óptimo de la informática en este campo. El énfasis se pone en dos áreas, por un lado las técnicas que permiten extraer el máximo rendimiento de arquitecturas secuenciales y por otro la explotación de arquitecturas paralelas. Adicionalmente se tratan temas de benchmarking, uso de arquitecturas especializadas (GPUs, MICs) y creación de aplicaciones para la presentación y exploración de las -típicamente enormes- cantidades de datos generadas por los programas de cálculo masivo usuales en este campo. En la medida que sea posible, se traerán profesores y personal especializado para impartir seminarios. La asignatura tiene un carácter práctico y, aproximadamente, la mitad de las clases se hacen en aula informática donde usaremos el cluster Triqui. También usaremos Magerit, el superordenador del CeSViMa.

---

### 5.2. Temario de la asignatura

1. Optimización en arquitecturas secuenciales.
2. Introducción al paralelismo y arquitecturas paralelas
3. Programación paralela.

## 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 1. Introduccion. Arquitecturas secuenciales. Perfilado y uso eficiente de la jerarquia de memoria.</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		<b>Tema 1. Introduccion. Arquitecturas secuenciales. Perfilado y uso eficiente de la jerarquia de memoria.</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	
2		<b>Tema 1. Arquitecturas secuenciales. Perfilado y uso eficiente de la jerarquia de memoria.</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio	<b>Tema 1. Arquitecturas secuenciales. Perfilado y uso eficiente de la jerarquia de memoria.</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio	
3	<b>Tema 1. Optimización en la CPU librerías optimizadas, Benchmarking</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		<b>Tema 1. Optimización en la CPU librerías optimizadas, Benchmarking</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	
4		<b>Tema 1. Optimización en la CPU librerías optimizadas, Benchmarking</b> Duración: 01:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio	<b>Definición del Proyecto 1: Discusión.</b> Duración: 01:00 OT: Otras actividades formativas  <b>Tema 1. Optimización en la CPU librerías optimizadas, Benchmarking</b> Duración: 01:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio	
5	<b>Tema 1. Optimización en la CPU librerías optimizadas, Benchmarking</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		<b>Tema 1. Optimización en la CPU librerías optimizadas, Benchmarking</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	
6		<b>Tema 1. Optimización en la CPU librerías optimizadas, Benchmarking</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio	<b>Tema 1. Optimización en la CPU librerías optimizadas, Benchmarking</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio	
7	<b>Tema 2. Paralelismo y arquitecturas paralelas</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		<b>Tema 2. Paralelismo y arquitecturas paralelas</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	
8		<b>Tema 2. Paralelismo y arquitecturas paralelas</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio	<b>Tema 2. Paralelismo y arquitecturas paralelas</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio	<b>Entregable Tema1: Definición y esquema breve del trabajo a realizar.</b> TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación continua No presencial Duración: 00:00

9	<b>Tema 3. Programación paralela. HPF, OpenMP, OpenACC.</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		<b>Tema 3. Programación paralela. HPF, OpenMP, OpenACC.</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	
10		<b>Tema 3. Programación paralela. HPF, OpenMP, OpenACC.</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio	<b>Tema 3. Programación paralela. HPF, OpenMP, OpenACC.</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio	
11	<b>Tema 3. Programación paralela. OpenMP, OpenACC.</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		<b>Definición del Proyecto 2: Discusión.</b> Duración: 01:00 OT: Otras actividades formativas  <b>Tema 3. Programación paralela. OpenMP, OpenACC.</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	
12		<b>Tema 3. Programación paralela. OpenMP, OpenACC.</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio	<b>Tema 3. Programación paralela. OpenMP, OpenACC.</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio	
13	<b>Tema 3. Programación paralela. MPI, UPC.</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		<b>Tema 3. Programación paralela. MPI, UPC.</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Entregable Tema 2: Definición y esquema breve del trabajo a realizar.</b> TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación continua No presencial Duración: 00:00
14		<b>Tema 3. Programación paralela. MPI, UPC.</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio	<b>Tema 3. Programación paralela. MPI, UPC.</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio	
15		<b>Tema 3. Programación paralela. MPI, UPC.</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio	<b>Tema 3. Programación paralela. MPI, UPC.</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio	
16				<b>Examen Final - Prácticas</b> EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas Evaluación sólo prueba final Presencial Duración: 01:30  <b>Examen Final - Teoría</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación sólo prueba final Presencial Duración: 01:00  <b>Entregable Tema 1: Memoria final</b> TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación continua No presencial Duración: 00:00  <b>Entregable Tema 2: Memoria final</b> TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación continua No presencial Duración: 00:00

17				
----	--	--	--	--

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
8	Entregable Tema1: Definición y esquema breve del trabajo a realizar.	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No Presencial	00:00	10%	0 / 10	CG-2/CE45 Ce 12/16 Ce 14/15
13	Entregable Tema 2: Definición y esquema breve del trabajo a realizar.	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No Presencial	00:00	10%	0 / 10	CG-2/CE45 Ce 12/16 Ce 14/15
16	Entregable Tema 1: Memoria final	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No Presencial	00:00	40%	3 / 10	CG-2/CE45 Ce 12/16 Ce 14/15
16	Entregable Tema 2: Memoria final	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No Presencial	00:00	40%	3 / 10	CG-2/CE45 Ce 12/16 Ce 14/15

#### 7.1.2. Evaluación sólo prueba final

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
16	Examen Final - Prácticas	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	01:30	50%	5 / 10	CG-2/CE45 Ce 12/16 Ce 14/15
16	Examen Final - Teoría	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	01:00	50%	5 / 10	CG-2/CE45 Ce 12/16 Ce 14/15

#### 7.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
Examen Final - Teoría	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	01:00	50%	5 / 10	CG-2/CE45 Ce 12/16 Ce 13/18 Ce 14/15
Examen Final - Prácticas	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	01:00	50%	5 / 10	CG-2/CE45 Ce 12/16 Ce 13/18 Ce 14/15

## 7.2. Criterios de evaluación

El método de evaluación normal de la asignatura es el de evaluación continua. Conforme a la normativa UPM, se admite también el método de evaluación única para aquellos alumnos que así lo deseen. Para ello, deberán solicitarlo por escrito al coordinador de la asignatura, como es habitual, en un plazo no superior a 30 días tras el inicio de las clases.

### Evaluación continua:

Para poder ser evaluado de manera continua se requiere una asistencia mínima del 60% a las actividades presenciales (clases teóricas, prácticas y seminarios) de la asignatura. En las ocasiones que haya que recurrir a actividades de Tele-enseñanza, se podrá solicitar que el estudiante haga un breve test sobre el material explicado en esa clase o, en el caso de clases prácticas, suba a moodle un documento con un log de lo realizado. Estos servirán como prueba equivalente a la asistencia en el caso presencial. Dado el carácter práctico de la asignatura, donde aproximadamente la mitad de las clases son prácticas, se valora más la asistencia a las clases prácticas que a las teóricas.

La calificación se obtendrá mediante pruebas orales, trabajos/proyectos e informes/memorias de los trabajos prácticos.

Las pruebas se organizan entorno a dos proyectos, correspondientes a cada uno de los dos grandes temas: arquitecturas secuenciales y arquitecturas paralelas. Ambos proyectos tienen el mismo peso. Previamente a cada proyecto habrá una fase de definición del mismo en el que se discutirá el trabajo a realizar. La fase de definición, que debe ser realizada en las fechas establecidas (Semanas 8 y 14) o, a petición del estudiante, en

fechas anteriores, consiste en un escrito (de aproximadamente una o dos páginas de extensión) donde se especifica el tema, su objetivo y la razón por la que se propone. Los dos temas propuestos, que pueden ser realizados por grupos de dos personas, tendrán que ser desarrollados y constituirán la entrega a realizar a final del curso. La fecha límite de entrega coincidirá, en general, con la fecha del examen oficial de la asignatura para los estudiantes de evaluación única, no continua, que Jefatura de estudios publica anualmente. Lógicamente, la entrega de cada memoria también se puede realizar con anterioridad, una vez se haya pasado la fase de definición de las mismas. También se puede evaluar la asignatura a través de la realización y extensión de los ejercicios realizados en la clases prácticas. En este caso el trabajo debe ser personal, no admitiéndose grupos y también hay que entregar dos memorias (una para la parte secuencia y otra para la paralela) explicando las soluciones a los ejercicios. En los casos en que se considere necesario o si así lo solicitase el estudiante, se podrán presentar los trabajos oralmente. En general, esto no eximirá de la entrega de las correspondientes memorias escritas. El uso del superordenador de la Universidad (Magerit) se evaluará positivamente en la nota final.

**Evaluación única:** Acorde a la normativa de exámenes (artículo 20.2) de la universidad, se permite una evaluación única, no continua, para aquellos alumnos que así lo soliciten. Los alumnos que lo deseen deberán solicitarlo por escrito al coordinador de la asignatura en un plazo no superior a 30 días tras el inicio de las clases.

Esta evaluación consistirá en un examen de teoría y otro práctico con la implementación de algoritmos y la solución de problemas propuestos. Se realizará en las fechas establecidas por jefatura de estudios. Se deben aprobar ambos exámenes para aprobar la asignatura.

Del mismo modo, acorde a la normativa de la universidad, se establece el **Examen Extraordinario de Julio:** una convocatoria extraordinaria que consiste igualmente en un examen de teoría y otro práctico. Se deben aprobar ambos exámenes para aprobar la asignatura. Se realizará en las fechas establecidas por jefatura de estudios.

## 8. Recursos didácticos

### 8.1. Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
High Performance Cluster Computing. R. Buyya. Ed. Prentice Hall. 1999	Bibliografía	
Cluster Computing White Paper. M. Baker, et al. 2001.	Bibliografía	
Using MPI, Portable Parallel Programming with the Message Passing Interface. W. Gropp, E. Lusk, A. Skjellum. Ed. MIT Press. 1999	Bibliografía	
Message Passing Interface Forum <a href="http://www.mpi-forum.org/">http://www.mpi-forum.org/</a>	Recursos web	
UPC: Distributed Shared Memory Programming. T. El-Ghazawi et al. Wiley Series on Parallel and Distributed Computing, Wiley Interscience. 2005	Bibliografía	
Berkeley Unified Parallel C (UPC) Project. <a href="http://upc.lbl.gov">http://upc.lbl.gov</a>	Recursos web	
Parallel Programming in OpenMP. R. Chandra et al. Ed. Morgan Kaufmann, 2001	Bibliografía	
OpenMP Forum <a href="http://openmp.org/">http://openmp.org/</a>	Recursos web	
OpenACC standard <a href="http://www.openacc-standard.org/">http://www.openacc-standard.org/</a>	Bibliografía	
The Green Grid: <a href="http://www.thegreengrid.org">http://www.thegreengrid.org</a>	Recursos web	

Triqui: Cluster de 4 nodos con 8 cores cada uno. Linux.	Equipamiento	
Magerit: superordenador	Equipamiento	Superordenador con 2720 cores Intel Xeon. Ver <a href="http://www.cesvima.upm.es">www.cesvima.upm.es</a>
<a href="http://www.personal.fi.upm.es/~vicente/tcc/tcc.html">http://www.personal.fi.upm.es/~vicente/tcc/tcc.html</a>	Recursos web	Página web de la asignatura del plan anterior que generó esta. Contiene transparencias e información antiguas pero que pueden servir a título informativo. La documentación nueva se proporciona via Moodle.
<a href="https://www.hpcwire.com/">https://www.hpcwire.com/</a>	Recursos web	HPCWire es una revista en web sobre el mundo de HPC. Permite ver cual es el estado de la técnica y, a veces, tiene artículos que son interesantes para el curso.

## 9. Otra información

---

### 9.1. Otra información sobre la asignatura

Para poder acceder al superordenador Magerit, el estudiante deberá firmar la solicitud de cuentas en CeSViMa, lo que supone la aceptación de las condiciones de acceso y código de uso razonable requerido por el Centro.

Ver [www.cesvima.upm.es](http://www.cesvima.upm.es) para una descripción del superordenador y documentación sobre su uso.