



POLITÉCNICA

CAMPUS  
DE EXCELENCIA  
INTERNACIONAL

PROCESO DE  
COORDINACIÓN DE LAS  
ENSEÑANZAS PR/CL/001



E.T.S. de Ingenieros  
Informaticos

# ANX-PR/CL/001-01

## GUÍA DE APRENDIZAJE

### ASIGNATURA

**105000139 - Tecnicas de computacion cientifica**

### PLAN DE ESTUDIOS

10MI - Grado En Matematicas E Informatica

### CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2018/19 - 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.....	4
6. Cronograma.....	6
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>	105000139 - Tecnicas de computacion cientifica
<b>No de créditos</b>	6 ECTS
<b>Carácter</b>	Optativa
<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>	10MI - Grado en matematicas e informatica
<b>Centro en el que se imparte</b>	10 - Escuela Tecnica Superior de Ingenieros Informaticos
<b>Curso académico</b>	2018-19

## 2. Profesorado

---

### 2.1. Profesorado implicado en la docencia

<b>Nombre</b>	<b>Despacho</b>	<b>Correo electrónico</b>	<b>Horario de tutorías</b> *
Vicente Martin Ayuso (Coordinador/a)	5210	vicente.martin@upm.es	Sin horario.
Juan Robles Santamarta		juan.robles@upm.es	Sin horario.

\* Las horas de tutoría son orientativas y pueden sufrir modificaciones. Se deberá confirmar los horarios de tutorías con el profesorado.

## 2.3. Profesorado externo

Nombre	Correo electrónico	Centro de procedencia
Juan Pedro Brito	juanpedro.brito@upm.es	Centro de Simulacion Computacional

## 3. Conocimientos previos recomendados

---

### 3.1. Asignaturas previas que se recomienda haber cursado

El plan de estudios Grado en Matematicas e Informatica no tiene definidas asignaturas previas recomendadas para esta asignatura.

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

- Lenguajes de ordenador
- Algorítmica numérica
- Arquitecturas de ordenador

## 4. Competencias y resultados de aprendizaje

---

### 4.1. Competencias

CE25 - Conocer los campos de aplicación de las matemáticas y 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.

CE37 - Combinar la teoría y la práctica para realizar tareas informáticas.

CE39 - Conocimiento de tecnologías punteras relevantes y su aplicación.

CG01 - Capacidad de resolución de problemas aplicando conocimientos de matemáticas, ciencias e ingeniería.

CG02 - Capacidad para el aprendizaje autónomo y la actualización de conocimientos, y reconocimiento de su necesidad en las áreas de la matemática y la informática.

CG08 - Capacidad de comunicarse de forma efectiva con los compañeros, usuarios (potenciales) y el público en general acerca de cuestiones reales y problemas relacionados con la especialización elegida.

## 4.2. Resultados del aprendizaje

RA120 - Dado un campo de aplicación de las matemáticas o de la informática, evaluar y diseñar la solución más apropiada para resolver alguno de sus problemas, exponiendo las dificultades técnicas y los límites de la aplicación.

RA213 - Los estudiantes son capaces de aplicar técnicas de optimización y paralelización para resolver problemas reales.

RA123 - Conocer alguno de los campos situados en la frontera entre las matemáticas y la informática, que están en la base de nuevas tendencias y desarrollos.

RA121 - Dado un problema real elegir las herramientas matemáticas o la tecnología informática más apropiada para su solución y diseñar su desarrollo e integración, analizando la viabilidad de su solución.

RA122 - Desarrollar la solución matemática y algorítmica más apropiada a un problema matemático o informático que requiera un tratamiento especialmente complejo, analizando y exponiendo su viabilidad.

RA224 - Dado un problema real elegir la tecnología informática existente en el mercado más 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.

RA212 - Los estudiantes comprenden y evalúan las distintas técnicas de computación, secuenciales y paralelas, que influyen en el uso eficiente de un ordenador de alto rendimiento.

## 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. Este curso es una versión con temario extendido de la asignatura del mismo nombre en el Grado de Informática. Se cubre el mismo temario básico, que es extendido con técnicas y aplicaciones especializadas o nuevos paradigmas de computación. En el temario básico se incluyen también introducciones a algunos conceptos (e.g.: conceptos de arquitecturas especializadas) que por la estructura del plan de estudios de M+I no han sido vistos con anterioridad. Los temas específicos de las extensiones pueden variar de año en año y depende en parte de los profesores y personal especializado que se logren traer para impartir seminarios o temas concretos. Temas típicos incluyen las técnicas avanzadas para visualización de datos en ciencia e ingeniería, programación de coprocesadores, optimización de procesos industriales, bioinformática, computación cuántica, etc. 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. Introducción a la computación de alto rendimiento (HPC)
2. Optimización en arquitecturas secuenciales.
3. Introducción al paralelismo y arquitecturas paralelas
4. Programación paralela.
5. Aplicaciones y técnicas especializadas en HPC

## 6. Cronograma

### 6.1. Cronograma de la asignatura \*

Sem	Actividad presencial en aula	Actividad presencial en laboratorio	Otra actividad presencial	Actividades de evaluación
1	<b>Introducción. Arquitecturas secuenciales</b> Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
2	<b>Tema 1. Arquitecturas secuenciales. Perfilado y uso eficiente de la jerarquía de memoria.</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Prácticas del Tema 1.</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>Definición del Proyecto y asignación de temas de discusión en clase.</b> Duración: 02:00 OT: Otras actividades formativas	
4		<b>Prácticas del Tema 1.</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio	<b>Tema 1.</b> Duración: 02:00 AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas	
5	<b>Tema 1. Optimización en la CPU librerías optimizadas, Benchmarking</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		<b>Tema 1.</b> Duración: 02:00 AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas	
6				<b>Tema 1: Presentación y desarrollo de los temas de discusión.</b> TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua Duración: 04:00
7	<b>Tema 2. Paralelismo y arquitecturas paralelas</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			<b>Entregable: Definición y esquema breve del proyecto a realizar.</b> TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación continua Duración: 04:00
8		<b>Tema 2. Paralelismo y arquitecturas paralelas</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio	<b>Tema 2.</b> Duración: 02:00 AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas	
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 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
10	<b>Tema 3. Programación paralela. MPI, UPC.</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Tema 3. Programación paralela. OpenMP, OpenACC.</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		



11		<b>Tema 3. Programación paralela. MPI, UPC.</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio	<b>Tema 3.</b> Duración: 02:00 AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas	
12				<b>Tema 2 y 3: Presentación y desarrollo de los temas de discusión.</b> PI: Técnica del tipo Presentación Individual Evaluación continua Duración: 04:00
13	<b>Tema 4: Aplicaciones y Técnicas especializadas.</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Tema 4: Aplicaciones y Técnicas especializadas.</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
14	<b>Tema 4: Aplicaciones y Técnicas especializadas.</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Tema 4: Aplicaciones y Técnicas especializadas.</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
15	<b>Tema 4: Aplicaciones y Técnicas especializadas.</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Tema 4: Aplicaciones y Técnicas especializadas.</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
16				<b>Tema 4: Presentación del Proyecto de asignatura.</b> PI: Técnica del tipo Presentación Individual Evaluación continua Duración: 04:00
17				<b>Examen Final - Teoría</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación sólo prueba final Duración: 01:00  <b>Examen Final - Prácticas</b> EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas Evaluación sólo prueba final Duración: 01:30  <b>Entregable Proyecto: Memoria final</b> TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación continua Duración: 00:00

Las horas de actividades formativas no presenciales son aquellas que el estudiante debe dedicar al estudio o al trabajo personal.

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.

## 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
6	Tema 1: Presentación y desarrollo de los temas de discusión.	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Presencial	04:00	15%	/ 10	CG01 CG02 CG08 CE25 CE37 CE39
7	Entregable: Definición y esquema breve del proyecto a realizar.	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	Presencial	04:00	10%	/ 10	CG01 CG02 CG08 CE25 CE37 CE39
12	Tema 2 y 3: Presentación y desarrollo de los temas de discusión.	PI: Técnica del tipo Presentación Individual	Presencial	04:00	15%	/ 10	CG01 CG02 CG08 CE25 CE37 CE39
16	Tema 4: Presentación del Proyecto de asignatura.	PI: Técnica del tipo Presentación Individual	Presencial	04:00	30%	/ 10	CG01 CG02 CG08 CE25 CE37 CE39
17	Entregable Proyecto: Memoria final	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No Presencial	00:00	30%	/ 10	CG01 CG02 CG08 CE25 CE37 CE39

#### 7.1.2. Evaluación sólo prueba final

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
-----	-------------	-----------	------	----------	-----------------	-------------	------------------------

17	Examen Final - Teoría	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	01:00	50%	5 / 10	CG01 CG02 CG08 CE25 CE37 CE39
17	Examen Final - Prácticas	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	01:30	50%	5 / 10	CG01 CG02 CG08 CE25 CE37 CE39

### 7.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
Examen extraordinario: teoría	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	01:00	50%	5 / 10	CG01 CG02 CG08 CE25 CE37 CE39
Examen extraordinario: práctica	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	01:00	50%	5 / 10	CG01 CG02 CG08 CE25 CE37 CE39

## 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. 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 de evaluación continua son de dos tipos: pequeñas actividades de clase y un proyecto de asignatura.

Las actividades de clase se corresponden con presentaciones breves (10-15 min.) realizadas por una o dos personas y la consiguiente discusión del tema presentado por la clase. Los temas concretos de discusión se asignan durante las clases de la asignatura y también pueden ser propuestos por los estudiantes. Se considera muy positivo que el tema presentado levante el interés de la clase y sea discutido por todos. Del mismo modo, en caso contrario, no será posible obtener la máxima calificación en esta parte. Dichas presentaciones tendrán lugar en las clases establecidas al respecto aunque, dependiendo del número de estudiantes, el desarrollo del curso y siempre que esté acordado por los que realizarán la presentación, podrá realizarse durante otras clases. Habrá 2 de estas presentaciones, correspondientes a los Temas 1 y 2+3. Cada presentación pesa un 15% en la calificación final. Las transparencias usadas durante la presentación y el guión del tema aprobado durante la asignación en clase así como cualquier material que el grupo considere necesario para su correcta comprensión y evaluación se subirán a Moodle en la correspondiente entrega.

El proyecto de la asignatura también puede ser realizado individualmente o por un grupo de dos personas. El tema será asignado por el profesor o, previa discusión y aceptación del mismo, a propuesta del grupo. El proyecto tiene

que estar definido durante las primeras semanas y en el día señalado por el cronograma (típicamente durante la semana 7) habrá que presentar 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. Normalmente, aunque no necesariamente, el tema del proyecto se corresponderá con un tema de aplicación. Este plan de proyecto será también presentado al resto de la clase por el grupo. La clase podrá sugerir cambios en el mismo e incluso, si se viese justificado, requerir cambios sustanciales y una nueva presentación frente a la clase. Esta presentación constituye un 10% de la calificación del curso. El desarrollo del mismo constituirá la entrega a realizar a final del curso, que consiste en una presentación frente a la clase, que se realizará durante los últimos días del curso y la correspondiente memoria escrita. La presentación se evalúa con un 30% de la nota y el trabajo entregado supondrá otro 30% de la calificación. 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 haya pasado la fase de definición de la misma. Se espera que los estudiantes desempeñen un papel activo durante la presentación en clase de los distintos trabajos y proyecto final, pudiendo así contribuir a la orientación y mejora de los mismos así como a la nota asignada.

**Evaluación única:** Acorde a la normativa de exámenes (artículo 20.2) de la universidad, se permite una evaluación única, no continua, para aquellas 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 deben aprobar ambos exámenes para aprobar la asignatura. Se realizará en las fechas establecidas por jefatura de estudios.

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	
The High Performance Fortran Handbook. Scientific and Engineering Computation Series C.H. Koelbel et al. The MIT Press, 1994	Bibliografía	
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. 4000 cores Power7 + 800 cores Intel. 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.
Recursos adicionales	Otros	Recursos bibliográficos concretos, material de clase o webs adicionales para el tema de aplicaciones serán puestos a disposición de los estudiantes para cada tema concreto

## 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).

Una descripción antigua y transparencias de entonces se puede encontrar en <http://www.personal.fi.upm.es/~vicente/tcc/tcc.html>