

**ANX-PR/CL/001-02**  
**GUÍA DE APRENDIZAJE**

**ASIGNATURA**

Tecnicas de computacion cientifica

**CURSO ACADÉMICO - SEMESTRE**

2015-16 - Primer semestre

## Datos Descriptivos

---

<b>Nombre de la Asignatura</b>	Tecnicas de computacion cientifica
<b>Titulación</b>	10MI - Grado en Matematicas e Informatica
<b>Centro responsable de la titulación</b>	E.T.S. de Ingenieros Informaticos
<b>Semestre/s de impartición</b>	Séptimo semestre
<b>Materia</b>	Optatividad
<b>Carácter</b>	Optativa
<b>Código UPM</b>	105000139
<b>Nombre en inglés</b>	Scientific Computing Techniques

## Datos Generales

---

<b>Créditos</b>	6	<b>Curso</b>	4
<b>Curso Académico</b>	2015-16	<b>Período de impartición</b>	Septiembre-Enero
<b>Idioma de impartición</b>	Castellano	<b>Otros idiomas de impartición</b>	

## Requisitos Previos Obligatorios

---

### Asignaturas Superadas

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

### Otros Requisitos

El plan de estudios Grado en Matematicas e Informatica no tiene definidos otros requisitos para esta asignatura.

## Conocimientos Previos

---

### Asignaturas Previas Recomendadas

El coordinador de la asignatura no ha definido asignaturas previas recomendadas.

### Otros Conocimientos Previos Recomendados

Lenguajes de ordenador

Arquitecturas de ordenador

Algorítmica numérica

## 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.

## Resultados de Aprendizaje

---

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.

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.

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.

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.

## Profesorado

---

### Profesorado

Nombre	Despacho	e-mail	Tutorías
Martin Ayuso, Vicente ( <b>Coordinador/a</b> )	5210	vicente.martin@upm.es	

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

### Personal Investigador en Formación o Similar

Nombre	e-mail	Profesor Responsable
Rosales Bejarano, Jose Luis	jose.rosales@fi.upm.es	Martin Ayuso, Vicente

### Profesorado Externo

Nombre	e-mail	Centro de procedencia
Hernando Vieites, Juan	jhernando@fi.upm.es	Center for Computational Simulation

## 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. El tema específico de esta extensión puede 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.

---

## Temario

---

1. Introducción a HPC
2. Optimización en arquitecturas secuenciales.
3. Introducción al paralelismo y arquitecturas paralelas
4. Programación paralela.
5. Aplicaciones y técnicas especializadas en HPC

## Cronograma

**Horas totales:** 66 horas

**Horas presenciales:** 66 horas (42.3%)

**Peso total de actividades de evaluación continua:**  
100%

**Peso total de actividades de evaluación sólo prueba final:**  
100%

Semana	Actividad Presencial en Aula	Actividad Presencial en Laboratorio	Otra Actividad Presencial	Actividades Evaluación
Semana 1	<b>Introducción. Arquitecturas secuenciales</b> Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
Semana 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		
Semana 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	
Semana 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	
Semana 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	
Semana 6				<b>Tema 1: Presentación y desarrollo de los temas de discusión.</b> Duración: 04:00 TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua Actividad presencial
Semana 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> Duración: 04:00 TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación continua Actividad presencial
Semana 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	
Semana 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		

Semana 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		
Semana 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	
Semana 12				<b>Tema 2 y 3: Presentación y desarrollo de los temas de discusión.</b> Duración: 04:00 PI: Técnica del tipo Presentación Individual Evaluación continua Actividad presencial
Semana 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		
Semana 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		
Semana 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		
Semana 16				<b>Tema 4: Presentación y desarrollo de los temas de discusión.</b> Duración: 04:00 PI: Técnica del tipo Presentación Individual Evaluación continua Actividad presencial
Semana 17				<b>Examen Final - Teoría</b> Duración: 01:00 EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación sólo prueba final Actividad presencial <b>Entregable Proyecto: Memoria final</b> Duración: 00:00 TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación continua Actividad no presencial <b>Examen Final - Prácticas</b> Duración: 01:30 EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas Evaluación sólo prueba final Actividad presencial

**Nota.-** El cronograma sigue una planificación teórica de la asignatura que puede sufrir modificaciones durante el curso.

**Nota 2.-** Para poder calcular correctamente la dedicación de un alumno, la duración de las actividades que se repiten en el tiempo (por ejemplo, subgrupos de prácticas") únicamente se indican la primera vez que se definen.

## Actividades de Evaluación

Semana	Descripción	Duración	Tipo evaluación	Técnica evaluativa	Presencial	Peso	Nota mínima	Competencias evaluadas
6	Tema 1: Presentación y desarrollo de los temas de discusión.	04:00	Evaluación continua	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Sí	10%		CE39, CG01, CG02, CG08, CE37, CE25
7	Entregable: Definición y esquema breve del proyecto a realizar.	04:00	Evaluación continua	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	Sí	20%		CG08, CE37, CG02, CE25, CG01, CE39
12	Tema 2 y 3: Presentación y desarrollo de los temas de discusión.	04:00	Evaluación continua	PI: Técnica del tipo Presentación Individual	Sí	10%		CG08, CG01, CE39, CE37, CG02, CE25
16	Tema 4: Presentación y desarrollo de los temas de discusión.	04:00	Evaluación continua	PI: Técnica del tipo Presentación Individual	Sí	10%		CG01, CE39, CG08, CE37, CG02, CE25
17	Examen Final - Teoría	01:00	Evaluación sólo prueba final	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Sí	50%	5 / 10	CG01, CE39, CG08, CE37, CG02, CE25
17	Entregable Proyecto: Memoria final	00:00	Evaluación continua	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No	50%		CE39, CG08, CE37, CG02, CE25, CG01
17	Examen Final - Prácticas	01:30	Evaluación sólo prueba final	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Sí	50%	5 / 10	CG01, CE39, CG08, CE37, CG02, CE25

## 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 3 de estas presentaciones, correspondientes a los Temas 1, 2+3 y 4. Cada presentación pesa un 10% en la calificación final.

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. 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 20% de la calificación del curso. El desarrollo del mismo constituirá la entrega a realizar a final del curso. y supone un 50% 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 se haya pasado la fase de definición de la misma.

**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 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 realizará en las fechas establecidas por jefatura de estudios.

## Recursos Didácticos

Descripción	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

## Otra Información

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



CAMPUS  
DE EXCELENCIA  
INTERNACIONAL

**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID**

E.T.S. de Ingenieros Informaticos

**PROCESO DE SEGUIMIENTO DE TÍTULOS OFICIALES**

ANX-PR/CL/001-02: GUÍA DE APRENDIZAJE



Código PR/CL/001

<http://www.personal.fi.upm.es/~vicente/tcc/tcc.html>