



POLITÉCNICA

CAMPUS  
DE EXCELENCIA  
INTERNACIONAL

PROCESO DE  
COORDINACIÓN DE LAS  
ENSEÑANZAS PR/CL/001



E.T.S. de Ingenieros  
Industriales

# ANX-PR/CL/001-01

## GUÍA DE APRENDIZAJE

### ASIGNATURA

**53001038 - Diseño de reactores nucleares**

### PLAN DE ESTUDIOS

05AX - Master Universitario En Ingeniería De La Energia

### 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.....	3
6. Cronograma.....	5
7. Actividades y criterios de evaluación.....	7
8. Recursos didácticos.....	9

## 1. Datos descriptivos

### 1.1. Datos de la asignatura

<b>Nombre de la asignatura</b>	53001038 - Diseño de reactores nucleares
<b>No de créditos</b>	3 ECTS
<b>Carácter</b>	Obligatoria
<b>Curso</b>	Primer curso
<b>Semestre</b>	Segundo semestre
<b>Período de impartición</b>	Febrero-Junio
<b>Idioma de impartición</b>	Castellano
<b>Titulación</b>	05AX - Master universitario en ingeniería de la energía
<b>Centro en el que se imparte</b>	05 - Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales
<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>
Nuria Garcia Herranz (Coordinador/a)	Nuclear Planta1	nuria.garcia.herranz@upm.es	Sin horario. La hora previa a la impartición de las clases
Oscar Luis Cabellos De Francisco	Nuclear Planta2	oscar.cabellos@upm.es	Sin horario. La hora previa a la impartición de las clases

\* 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

- Ampliación de tecnología nuclear

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

- Estructura de la materia
- Tecnología nuclear: fundamentos de física de reactores de fisión
- Centrales nucleares

### 4. Competencias y resultados de aprendizaje

---

#### 4.1. Competencias

CE 10. - Aplicar los conocimientos adquiridos en la ciencia y tecnología nuclear para la práctica profesional en las empresas del sector nuclear, diseñando, coordinando, dirigiendo e integrando los conocimientos necesarios para poner en marcha y operar una instalación nuclear.

CE 11 - Aplicar los conocimientos adquiridos para identificar, formular y resolver problemas en las metodologías de simulación y de diseño de los reactores de fisión y fusión nuclear.

CE 16 - Capacitar en el cálculo del diseño de los reactores nucleares, mediante herramientas computacionales de simulación neutrónica y termohidráulica. Resolver problemas, interpretar los resultados, y conocer las limitaciones y capacidades de la simulación.

CE 19 - Conocer las tecnologías innovadoras de los nuevos diseños de reactores nucleares, y de sus sistemas avanzados de seguridad.

CG 1 - Aplicar conocimientos de ciencias y tecnologías avanzadas a la práctica profesional o investigadora de la Ingeniería Energética.

CG 2 - Poseer capacidad para diseñar, desarrollar, implementar, gestionar y mejorar productos, sistemas y procesos en los distintos ámbitos energéticos, usando técnicas analíticas, computacionales o experimentales avanzadas

CG 3 - Aplicar los conocimientos adquiridos para identificar, formular y resolver problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos multidisciplinares de la Ingeniería Energética.

CG 6. - Saber comunicar los conocimientos y conclusiones (y los conocimientos y razones últimas que las sustentan), de forma oral, escrita y gráfica, a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades.

CG 7 - Poseer habilidades de aprendizaje que le permitan continuar estudiando, de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo, para su adecuado desarrollo profesional o como investigador

CG 8 - Incorporar nuevas tecnologías y herramientas avanzadas de la Ingeniería Energética en sus actividades profesionales o investigadoras.

## 4.2. Resultados del aprendizaje

RA36 - Aplicabilidad de los códigos de cálculo para física de reactores de fisión

RA41 - Diseño y análisis de reactores nucleares de fisión

RA44 - Destreza en la utilización de herramientas de simulación para reactores de fisión

RA40 - Simulación numérica de Monte Carlo

## 5. Descripción de la asignatura y temario

---

### 5.1. Descripción de la asignatura

Los métodos de Monte Carlo son técnicas estocásticas para la resolución de diversos problemas a través de simulaciones numéricas que utilizan secuencias de números aleatorios. Hoy en día los métodos de Monte Carlo son ampliamente utilizados en diferentes campos de la física y la ingeniería, desde la astrofísica a la medicina nuclear. En particular en la industria nuclear, que necesita confiar en simulaciones numéricas precisas, estos métodos son prácticamente los únicos capaces de dar soluciones detalladas del transporte de radiación en sistemas complejos.

Este curso tiene como finalidad introducir al alumno en la utilización de este tipo de métodos computacionales y su

aplicación al diseño de sistemas nucleares. En primer lugar, se dota al alumno de los conocimientos básicos y específicos necesarios para llevar a cabo cálculos con códigos de transporte de radiación por el método de Monte Carlo. En segundo lugar, se presenta un código ampliamente utilizado en la industria, organismos reguladores y centros de investigación para el transporte neutrónico. Por último, se aplica dicho código a la evaluación del diseño de sistemas nucleares desde una perspectiva práctica.

De esta forma, el alumno se enfrentará a los mismos problemas que pueden surgirle en el ejercicio de su profesión: sabrá crear un modelo matemático de cualquier sistema, conocerá qué conjunto de datos necesita para su simulación con un código de Monte Carlo y qué resultados de interés puede obtener, aprendiendo a interpretar los resultados y a evaluar la bondad de los modelos y de las simulaciones realizadas.

## 5.2. Temario de la asignatura

1. Fundamentos de los métodos de Monte Carlo
  - 1.1. Bases de las técnicas de Monte Carlo
  - 1.2. Generadores de números aleatorios
  - 1.3. Proceso de muestreo
  - 1.4. Análisis estadístico
  - 1.5. Aplicación al transporte neutrónico
2. Código de Monte Carlo
  - 2.1. Geometría
  - 2.2. Materiales
  - 2.3. Términos fuente
  - 2.4. Registros o tallies
  - 2.5. Técnicas de reducción de varianza
3. Aplicación al Diseño de Sistemas Nucleares: cálculos neutrónicos estacionarios
  - 3.1. Diseño de la pin-cell
  - 3.2. Diseño del elemento combustible
  - 3.3. Diseño del núcleo/agrupación de elementos

## 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>Impartición Tema 1</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
2			<b>Ejercicios de simulación Tema 1</b> Duración: 02:00 AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas	
3			<b>Ejercicios de simulación Tema 1</b> Duración: 02:00 AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas	
4			<b>Ejercicios de simulación Tema 1</b> Duración: 02:00 AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas	
5	<b>Impartición Tema 2</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			<b>Entrega Ejercicios Tema 1</b> TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua Duración: 00:00
6			<b>Ejercicios de simulación Tema 2</b> Duración: 02:00 AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas	
7			<b>Ejercicios de simulación Tema 2</b> Duración: 02:00 AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas	
8			<b>Ejercicios de simulación Tema 2</b> Duración: 02:00 AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas	
9			<b>Ejercicios de simulación Tema 2</b> Duración: 02:00 AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas	
10			<b>Ejercicios de simulación Tema 2</b> Duración: 02:00 AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas	
11	<b>Impartición Tema 3</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			<b>Entrega Ejercicios Tema 2</b> TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua Duración: 00:00

12			<b>Ejercicios de simulación Tema 3</b> Duración: 02:00 AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas	
13			<b>Ejercicios de simulación Tema 3</b> Duración: 02:00 AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas	<b>Entrega Ejercicios Tema 3</b> TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua Duración: 00:00
14				<b>Presentación cuaderno electrónico elaborado</b> PI: Técnica del tipo Presentación Individual Evaluación continua Duración: 02:00
15				
16				
17				<b>Examen de evaluación continua</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Duración: 01:00  <b>Examen final- Parte teórica</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación sólo prueba final Duración: 01:00  <b>Examen final - Parte práctica</b> OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación sólo prueba final Duración: 01:00

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
5	Entrega Ejercicios Tema 1	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	00:00	15%	5 / 10	CG 1 CG 8 CG 2 CG 3 CE 16 CE 19 CG 7
11	Entrega Ejercicios Tema 2	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	00:00	15%	5 / 10	CG 1 CG 8 CG 2 CG 3 CE 16 CE 19 CG 7
13	Entrega Ejercicios Tema 3	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	00:00	10%	5 / 10	CG 1 CG 8 CG 2 CG 3 CE 16 CE 19 CG 7
14	Presentación cuaderno electrónico elaborado	PI: Técnica del tipo Presentación Individual	Presencial	02:00	20%	5 / 10	CG 6.
17	Examen de evaluación continua	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	01:00	40%	5 / 10	CE 11 CE 10.

#### 7.1.2. Evaluación sólo prueba final

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

17	Examen final- Parte teórica	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	01:00	40%	5 / 10	CE 11 CE 10.
17	Examen final - Parte práctica	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	01:00	60%	5 / 10	CG 1 CG 8 CG 2 CG 3 CE 16 CE 19 CG 6. CG 7

### 7.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

No se ha definido la evaluación extraordinaria.

## 7.2. Criterios de evaluación

Dos opciones de evaluación a elegir por el alumno: 1) Evaluación continua 2) Evaluación final

### 1) Evaluación continua (la asistencia a clase es OBLIGATORIA)

- 40% de la nota por evaluación de un examen a celebrar el día del examen final
- 60% de la nota por entrega de ejercicios en un cuaderno electrónico. Dicho cuaderno se expondrá oralmente a final de curso (20%) y su elaboración será individual (40% por contenidos)

### 2) Evaluación final

- 40% de la nota por evaluación de un examen final
- 60% de la nota por evaluación práctica de destrezas en el uso de códigos de simulación de reactores de fisión

## 8. Recursos didácticos

---

### 8.1. Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
Apuntes elaborados por el equipo docente	Bibliografía	Apuntes de la asignatura
A. Hébert, Applied Reactor Physics, Presses internationales Polytechnique, 2009	Bibliografía	Recomendada para consulta de los formalismos teóricos de los distintos temas
Plantillas de EXCEL	Otros	Plantillas elaboradas por el equipo docente para la realización de ejercicios del Tema 1
Programa en FORTRAN	Otros	Programa sencillo para ilustrar el transporte neutrónico por Monte Carlo
Manual código de Monte Carlo	Recursos web	Manual del código de Monte Carlo empleado