



UNIVERSIDAD  
POLITÉCNICA  
DE MADRID

PROCESO DE  
COORDINACIÓN DE LAS  
ENSEÑANZAS PR/CL/001



E.T.S. de Ingenieros de Minas y  
Energía

# ANX-PR/CL/001-01

## GUÍA DE APRENDIZAJE

### ASIGNATURA

**65002024 - Energía Nuclear Y Ciclo Del Combustible**

### PLAN DE ESTUDIOS

06RE - Grado En Ingeniería De Los Recursos Energeticos, Combustibles Y Explosivos

### CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2023/24 - 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.....	8
8. Recursos didácticos.....	11
9. Otra información.....	12

## 1. Datos descriptivos

---

### 1.1. Datos de la asignatura

<b>Nombre de la asignatura</b>	65002024 - Energía Nuclear y Ciclo del Combustible
<b>No de créditos</b>	4.5 ECTS
<b>Carácter</b>	Obligatoria
<b>Curso</b>	Tercero curso
<b>Semestre</b>	Sexto semestre
<b>Período de impartición</b>	Febrero-Junio
<b>Idioma de impartición</b>	Castellano
<b>Titulación</b>	06RE - Grado en Ingeniería de los Recursos Energeticos, Combustibles y Explosivos
<b>Centro responsable de la titulación</b>	06 - Escuela Técnica Superior De Ingenieros De Minas Y Energía
<b>Curso académico</b>	2023-24

## 2. Profesorado

---

### 2.1. Profesorado implicado en la docencia

<b>Nombre</b>	<b>Despacho</b>	<b>Correo electrónico</b>	<b>Horario de tutorías</b> *
Jose Cesar Queral Salazar (Coordinador/a)	720	cesar.queral@upm.es	M - 12:00 - 14:00 J - 12:00 - 14:00

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

## 2.2. Personal investigador en formación o similar

Nombre	Correo electrónico	Profesor responsable
Sanchez Torrijos, Jorge	jorge.sanchez.torrijos@alumnos. upm.es	Queral Salazar, Jose Cesar

## 3. Conocimientos previos recomendados

---

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

- Fisica I
- Fisica II

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

El plan de estudios Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos, Combustibles y Explosivos no tiene definidos otros conocimientos previos para esta asignatura.

## 4. Competencias y resultados de aprendizaje

---

### 4.1. Competencias

CG1 - Conocer y aplicar conocimientos de ciencias y tecnologías básicas a la práctica de la Ingeniería de los Recursos Energéticos, Combustibles y Explosivos.

CG2 - Poseer capacidad para diseñar, analizar, calcular, proyectar, construir, mantener, conservar, explotar, desarrollar, implementar, gestionar y mejorar productos, sistemas y procesos en los distintos ámbitos de las Tecnologías Mineras, usando técnicas analíticas, computacionales o experimentales apropiadas, incluyendo la función de asesoría en estos campos.

CG4 - Comprender el impacto de la Ingeniería de los Recursos Energéticos, Combustibles y Explosivos en el medio ambiente, el desarrollo sostenible de la sociedad . desarrollando la capacidad para la realización de estudios de ordenación del territorio y de los aspectos medioambientales relacionados con los proyectos, plantas e instalaciones, en su ámbito.

CG5 - Saber comunicar los conocimientos y conclusiones, tanto de forma oral, escrita y gráfica, a públicos

especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades.

CG8 - Capacidad de trabajar en un entorno bilingüe (ingléscastellano).

F27 - Ingeniería nuclear y protección radiológica.

F31 - Control de la calidad de los materiales empleados.

## 4.2. Resultados del aprendizaje

RA149 - Diferenciar las diferentes tecnologías de generación térmica nuclear.

RA150 - Analizar el impacto de la gestión del combustible nuclear en los parámetros de seguridad de la planta.

RA151 - Comprender las actividades relacionadas con la primera y segunda parte del ciclo del combustible nuclear.

RA152 - Analizar las posibilidades de tratamiento y gestión de los residuos radiactivos de baja, media y alta actividad.

RA147 - Utilizar los principios de la ingeniería nuclear y la protección radiológica.

RA148 - Analizar el comportamiento de la población neutrónica en un reactor nuclear.

## 5. Descripción de la asignatura y temario

---

### 5.1. Descripción de la asignatura

Con esta asignatura el alumno adquirirá unos conocimientos básicos sobre la generación de electricidad a través del uso civil de la Energía nuclear, englobando tanto aspectos ingenieriles como aspectos de física nuclear.

## 5.2. Temario de la asignatura

1. Radiactividad y protección radiológica. Detectores de partículas radiactivas.
  - 1.1. Mecanismos de generación de las partículas radiactivas.
  - 1.2. Interacciones de la radiación con la materia. Blindajes.
  - 1.3. Efectos biológicos de la radiación. Normativa.
  - 1.4. Detectores de radiación.
2. Fisión. Moderación y difusión de neutrones.
  - 2.1. Interacciones de los neutrones. Fisión
  - 2.2. Moderación de neutrones. Moderadores.
3. Reactores Nucleares. Sistema eléctrico.
  - 3.1. Sistema eléctrico español. Objetivos de Desarrollo Sostenible
  - 3.2. Tipos de reactores
  - 3.3. Reactores de agua ligera a presión
4. Ciclo del combustible nuclear y gestión de residuos radiactivos. Clausura y desmantelamiento de instalaciones radiactivas y nucleares.
  - 4.1. Primera parte del ciclo de combustible nuclear.
  - 4.2. Segunda parte del ciclo de combustible nuclear.

## 6. Cronograma

### 6.1. Cronograma de la asignatura \*

Sem	Actividad en aula	Actividad en laboratorio	Tele-enseñanza	Actividades de evaluación
1	<p><b>Tema 1. Mecanismos de generación de las partículas radiactivas.</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 1. Interacciones de la radiación con la materia. Blindajes.</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
2	<p><b>Tema 1. Atenuación de la radiación mediante blindajes.</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 1. Atenuación de la radiación mediante blindajes.</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
3	<p><b>Tema 1. Ejercicios.</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> <p><b>Tema 1. Detectores de radiación</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 1. Efectos biológicos de la radiación</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
4		<p><b>Laboratorio de detectores</b> Duración: 04:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		
5	<p><b>Tema 1. Efectos biológicos de la radiación</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 1. Normativa.</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			

6	<p><b>Tema 2. Interacciones de los neutrones. Fisión</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 2. Probabilidades de interacción. Secciones eficaces</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			<p><b>Examen Bloque Protección Radiológica</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Presencial Duración: 02:00</p>
7	<p><b>Tema 2. Probabilidades de interacción. Secciones eficaces</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 2. Moderación de neutrones. Moderadores.</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			<p><b>Informe de Práctica de Laboratorio</b> TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación continua Presencial Duración: 04:00</p>
8	<p><b>Tema 2. Alternativas técnicas para la obtención de reactores nucleares.</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 3. Sistema eléctrico español. Objetivos de Desarrollo Sostenible</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
9	<p><b>Tema 3. Reactores de agua a presión. Descripción del primario.</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 3. Tipos de reactores</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
10	<p><b>Tema 3. Reactores de agua a presión. Descripción del primario.</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 3. Reactores de agua a presión. Descripción del primario.</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
11	<p><b>Tema 3. Reactores de agua a presión. Descripción del primario.</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 3. Reactores de agua a presión. Descripción del secundario.</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
12	<p><b>Tema 3. Reactores de agua a presión. Descripción del secundario.</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 3. Reactores de agua a presión. Sistemas auxiliares</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			

13	<p><b>Tema 3. Reactores de agua a presión. Sistemas auxiliares</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 3. Reactores de agua a presión. Sistemas de emergencia.</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
14	<p><b>Tema 3. Reactores de agua a presión. Sistemas de emergencia.</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 3. Reactores de agua a presión. Sistemas de emergencia.</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			<p><b>Examen Bloque Reactores nucleares de Agua Ligera</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Presencial Duración: 03:00</p>
15	<p><b>Tema 4. Segunda parte del ciclo de combustible nuclear.</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 4. Primera parte del ciclo de combustible nuclear.</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			<p><b>Trabajo individual sobre el ciclo del combustible nuclear. Tema 4</b> TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua y sólo prueba final No presencial Duración: 08:00</p>
16				
17				<p><b>Examen Bloque de Protección Radiológica</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación sólo prueba final Presencial Duración: 02:00</p> <p><b>Examen Bloque Reactores Nucleares</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación sólo prueba final Presencial Duración: 02:00</p> <p><b>Informe Prácticas de Laboratorio</b> TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación sólo prueba final Presencial Duración: 02:00</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.

\* 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 (progresiva)

Sem.	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
6	Examen Bloque Protección Radiológica	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:00	30%	3 / 10	F27 F31 CG1 CG2 CG4 CG5
7	Informe de Práctica de Laboratorio	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	Presencial	04:00	10%	4 / 10	F27 F31 CG1 CG5
14	Examen Bloque Reactores nucleares de Agua Ligera	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	03:00	50%	3 / 10	F27 F31 CG1 CG2 CG4 CG5
15	Trabajo individual sobre el ciclo del combustible nuclear. Tema 4	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	08:00	10%	4 / 10	F27 CG5 CG8

#### 7.1.2. Prueba evaluación global

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
15	Trabajo individual sobre el ciclo del combustible nuclear. Tema 4	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	08:00	10%	4 / 10	F27 CG5 CG8
17	Examen Bloque de Protección Radiológica	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:00	30%	3 / 10	F27 F31 CG1 CG2 CG4 CG5

17	Examen Bloque Reactores Nucleares	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:00	50%	3 / 10	F27 F31 CG1 CG2 CG4 CG5
17	Informe Prácticas de Laboratorio	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	Presencial	02:00	10%	4 / 10	F27 F31 CG1 CG5

### 7.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
Examen Bloque Protección Radiológica	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:00	30%	3 / 10	F27 F31 CG1 CG2 CG4 CG5
Trabajo individual sobre el Tema 4	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Presencial	04:00	10%	4 / 10	F27 CG5 CG8
Examen Bloque Reactores Nucleares de Agua ligera	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:00	50%	3 / 10	F27 F31 CG1 CG2 CG4 CG5
Informe Practicas de Laboratorio	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	Presencial	02:00	10%	4 / 10	F27 F31 CG1 CG5

## 7.2. Criterios de evaluación

### Calificación por Evaluación continua:

- 10% informe de laboratorio
- 30% Examen Bloque Protección Radiológica.
- 50% Examen Presencial Bloque Reactores Nucleares
- 10 % Trabajo del tema 4, Ciclo del Combustible Nuclear.

### Calificación por Examen Final:

- 10% informe de laboratorio
- 30% Examen Bloque Protección Radiológica.
- 50% Examen Presencial Bloque Reactores Nucleares
- 10 % Trabajo del tema 4, Ciclo del Combustible Nuclear.

### Calificación por Examen en Convocatoria Extraoria:

- 10% informe de laboratorio
- 30% Examen Bloque Protección Radiológica.
- 50% Examen Presencial Bloque Reactores Nucleares
- 10 % Trabajo del tema 4, Ciclo del Combustible Nuclear.

En caso de no haber realizado las Prácticas de Laboratorio, se tendrá que responder a una pregunta en el examen sobre las mismas con un peso del 10 %.

Se podrán presentar al examen final los alumnos que deseen subir nota en alguno de los bloques, y se le guardará la mejor de las dos notas.

Se deberán presentar al examen final los alumnos que tengan menos de un 3 en el examen de un bloque. Solo es necesario subir la nota del bloque correspondiente.

La nota mínima para aprobar la asignatura en el Trabajo del Tema 4, y del informe de prácticas es de un 4.

## 8. Recursos didácticos

### 8.1. Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
Presentaciones en Moodle	Recursos web	Presentaciones de cada uno de los temas de la asignatura
REACTORES NUCLEARES. J.M. MARTÍNEZ-VAL PEÑALOSA, M. PIERA. Editorial: UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID. ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES. ISBN: 9788474841190	Bibliografía	Libro
El ciclo de combustible nuclear. Sociedad Nuclear Española	Bibliografía	Libro
TANG, Y.S.; SALING, J.H. Radiactive Waste Management. Hemisphere Publishing Corp. New York, 1990	Bibliografía	Libro
Detectores Geiger-Muller y de centelleo.	Equipamiento	Detectores de radiación.

## 9. Otra información

---

### 9.1. Otra información sobre la asignatura

La asignatura permite relacionar los Objetivos de Desarrollo Sostenible con las distintas fuentes de generación de energía eléctrica siguiendo los informes del IPCC. En concreto se profundizará sobre el ODS 7 "Energía Asequible y No Contaminante".

Se utilizara un equipo de la plataforma Teams con el nombre de la asignatura para la comunicación telemática con el alumno.

Se utilizará Moodle para la difusión de apuntes y para entregar el trabajo.

Los alumnos se podrán comunicar por email o por Teams con el profesorado de la asignatura