



UNIVERSIDAD  
POLITÉCNICA  
DE MADRID

PROCESO DE  
COORDINACIÓN DE LAS  
ENSEÑANZAS PR/CL/001



E.T.S. de Ingenieros  
Industriales

# ANX-PR/CL/001-01

## GUÍA DE APRENDIZAJE

### ASIGNATURA

**53001041 - Gestion de Residuos Radiactivos**

### PLAN DE ESTUDIOS

05AX - Master Universitario En Ingenieria De La Energia

### CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2019/20 - 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.....	6
7. Actividades y criterios de evaluación.....	8
8. Recursos didácticos.....	9
9. Otra información.....	10

## 1. Datos descriptivos

---

### 1.1. Datos de la asignatura

<b>Nombre de la asignatura</b>	53001041 - Gestion de Residuos Radiactivos
<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 Ingenieria De La Energia
<b>Centro responsable de la titulación</b>	05 - Escuela Tecnica Superior de Ingenieros Industriales
<b>Curso académico</b>	2019-20

## 2. Profesorado

---

### 2.1. Profesorado implicado en la docencia

<b>Nombre</b>	<b>Despacho</b>	<b>Correo electrónico</b>	<b>Horario de tutorías</b> *
Eduardo Florentino Gallego Diaz (Coordinador/a)	Ing. Nuclear	eduardo.gallego@upm.es	M - 17:00 - 17:30 Previa cita.

\* 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
Francisco Javier Elorza Tenreiro	franciscojavier.elorza@upm.es	ETS de Ingenieros de Minas de la UPM

## 3. Conocimientos previos recomendados

---

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

El plan de estudios Master Universitario en Ingeniería de la Energía no tiene definidas asignaturas previas recomendadas para esta asignatura.

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

- Tecnología Nuclear - Ciclo del combustible nuclear
- Protección Radiológica

## 4. Competencias y resultados de aprendizaje

---

### 4.1. Competencias

CE 13. - Ser capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios, en el tratamiento y almacenamiento de los residuos radiactivos producidos en el combustible de los reactores nucleares, en la industria y en las aplicaciones de los radioisótopos, incluyendo reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios.

CE 17 - Capacitar para la caracterización de los residuos radiactivos y nucleares, y las tecnologías para su almacenamiento y el desmantelamiento de las instalaciones.

CE 18 - Conocer y formular juicios sobre las cuestiones éticas, sociales, legales e institucionales relacionadas con la gestión de residuos radiactivos.

CG 4 - Ser capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios.

CG 5 - Comprender el impacto de la Ingeniería Energética en el medio ambiente, el desarrollo sostenible de la sociedad y la importancia de trabajar en un entorno profesional y responsable.

## 4.2. Resultados del aprendizaje

RA59 - Conocer con detalle la problemática de los residuos radiactivos y nucleares en general.

RA62 - Abordar las cuestiones éticas, sociales, legales e institucionales relacionadas con la gestión de residuos radiactivos.

RA60 - Conocer y razonar los criterios básicos de seguridad y protección radiológica.

RA52 - Evaluación de las magnitudes y naturaleza (clasificación) de los residuos radiactivos generados en las Plantas Nucleares

RA61 - Conocer las tecnologías para la gestión de residuos de baja, media y alta actividad específica, así como para el desmantelamiento de instalaciones.

## 5. Descripción de la asignatura y temario

---

### 5.1. Descripción de la asignatura

La toxicidad de los residuos radiactivos obliga a que su gestión se realice en condiciones seguras, de tal modo que el riesgo para las personas y el medio ambiente resulte aceptable. La asignatura "Gestión de Residuos Radiactivos" tiene como objetivo principal permitir al alumno:

- Conocer con detalle la problemática de los residuos radiactivos y nucleares en general.
- Conocer y razonar los criterios básicos de seguridad y protección radiológica.
- Conocer las tecnologías para la gestión de residuos de baja, media y alta actividad específica, así como para el desmantelamiento de instalaciones.
- Abordar las cuestiones éticas, sociales, legales e institucionales relacionadas con la gestión de residuos radiactivos.

## 5.2. Temario de la asignatura

### 1. ASPECTOS GENERALES SOBRE LOS RESIDUOS RADIATIVOS

- 1.1. Generación, tipos y clasificación de los residuos radiactivos
- 1.2. Los residuos de la primera parte del ciclo del combustible y su estabilización
- 1.3. Los residuos en las centrales nucleares
- 1.4. Los residuos en las instalaciones radiactivas
- 1.5. El Plan General de residuos radiactivos de España

### 2. CRITERIOS BÁSICOS DE SEGURIDAD Y PROTECCIÓN RADIOLÓGICA

- 2.1. Los principios fundamentales de seguridad del OIEA. Aplicación a la gestión de residuos radiactivos
- 2.2. Detección y dosimetría de la radiación
- 2.3. Efectos sobre la salud derivados de la exposición a las radiaciones ionizantes
- 2.4. Criterios y objetivos de la protección radiológica
- 2.5. Criterios para la gestión de materiales con muy bajo contenido radiactivo
- 2.6. Normativa aplicable a la gestión de residuos radiactivos en España
- 2.7. Modelización de la biosfera en el análisis de seguridad

### 3. GESTIÓN DE RESIDUOS DE MEDIA, BAJA Y MUY BAJA ACTIVIDAD ESPECÍFICA

- 3.1. Inventario y caracterización de residuos
- 3.2. Entrega y transporte de residuos radiactivos
- 3.3. Criterios básicos de gestión y almacenamiento definitivo en instalaciones superficiales
- 3.4. Evaluación de la seguridad de las instalaciones superficiales de almacenamiento definitivo
- 3.5. Almacén centralizado de RBMA de "El Cabril".
- 3.6. Instalaciones para almacenamiento de residuos de muy baja actividad

### 4. GESTIÓN DE RESIDUOS DE ALTA ACTIVIDAD ESPECÍFICA

- 4.1. Almacenamiento temporal del combustible irradiado: Soluciones técnicas y criterios de seguridad
- 4.2. Almacenamiento temporal del combustible irradiado: Aplicaciones y situación en España
- 4.3. El Almacén Temporal Centralizado (ATC) del combustible irradiado y residuos radiactivos de alta actividad
- 4.4. La reelaboración del combustible gastado y la separación de los productos de vida larga

4.5. Transmutación de residuos radiactivos de vida larga

4.6. Almacenamiento definitivo de residuos de actividad elevada: Soluciones técnicas, criterios de seguridad y diseño conceptual

4.7. Almacenamientos geológicos profundos: El campo próximo y la geosfera

4.8. Almacenamientos geológicos profundos: Evaluación del comportamiento

4.9. Caracterización de emplazamientos

4.10. Análogos naturales del AGP: El fenómeno de Oklo y otras analogías naturales

4.11. La I + D en la gestión de los residuos radiactivos

## 5. DESMANTELAMIENTO DE INSTALACIONES NUCLEARES

5.1. Desmantelamiento de las instalaciones nucleares

5.2. Plan Integrado para la Mejora de las Instalaciones del CIEMAT (PIMIC). Proyecto de desmantelamiento

5.3. Proyecto de desmantelamiento y clausura de la C.N. José Cabrera

## 6. ASPECTOS GENERALES E INSTITUCIONALES

6.1. Calidad en la gestión de residuos radiactivos

6.2. Panorama internacional

6.3. Información al público y comunicación

## 6. Cronograma

### 6.1. Cronograma de la asignatura \*

Sem	Actividad presencial en aula	Actividad presencial en laboratorio	Otra actividad presencial	Actividades de evaluación
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8	<b>Presentación en clase</b> Duración: 05:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
9	<b>Presentación en clase</b> Duración: 05:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
10	<b>Presentación en clase</b> Duración: 05:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
11	<b>Presentación en clase</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		<b>Visita Técnica Almacén de residuos radiactivos de "El Cabril"</b> Duración: 04:00 OT: Otras actividades formativas	
12	<b>Presentación en clase</b> Duración: 05:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
13	<b>Presentación en clase</b> Duración: 05:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
14	<b>Presentación en clase</b> Duración: 05:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
15	<b>Presentación en clase</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		<b>Visita Técnica desmantelamiento de la Central Nuclear "José Cabrera"</b> Duración: 04:00 OT: Otras actividades formativas	
16	<b>Presentación en clase</b> Duración: 05:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
17				<b>Preparación y entrega de trabajos de evaluación</b> TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua y sólo prueba final Duración: 23:00

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
17	Preparación y entrega de trabajos de evaluación	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	23:00	100%	5 / 10	CG 4 CE 13. CE 18 CG 5 CE 17

#### 7.1.2. Evaluación sólo prueba final

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
17	Preparación y entrega de trabajos de evaluación	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	23:00	100%	5 / 10	CG 4 CE 13. CE 18 CG 5 CE 17

#### 7.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

No se ha definido la evaluación extraordinaria.

## 7.2. Criterios de evaluación

La asignatura tiene una orientación clara hacia la tecnología y las cuestiones de actualidad en cuanto al campo de la gestión de residuos radiactivos. En ella se pone énfasis en las soluciones técnicas empleadas en España.

La evaluación de los alumnos se basa esencialmente en el desarrollo de un trabajo sobre alguna de las cuestiones abordadas en el temario de la asignatura. En su valoración se tiene en cuenta, entre otros, los criterios de profundidad del trabajo, originalidad, aportación personal y validez de las conclusiones. Se trata de que el alumno demuestre que ha adquirido las competencias previstas en la asignatura y adquirido la madurez y responsabilidad deseables.

La asistencia a clase se controla mediante firma y también se tiene en cuenta, de forma no precisa, la participación que el alumno haya hecho en las clases, sus intervenciones sobre los temas tratados y el interés general demostrado por la temática de la asignatura.

## 8. Recursos didácticos

---

### 8.1. Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
Biblioteca especializada	Bibliografía	Informes especializados de proyectos de investigación internacionales y nacionales, así como de estudios y evaluaciones de los organismos reguladores y centros de investigación.
Biblioteca de ENRESA	Bibliografía	La Empresa Nacional de Residuos Radiactivos (ENRESA) ofrece acceso a su biblioteca a los alumnos de la asignatura.

Libro del curso	Bibliografía	Libro con los textos escritos de cada lección. Editado por CIEMAT.
Aula Virtual	Recursos web	Aula Virtual en Moodle con los contenidos y presentaciones de la asignatura.

## 9. Otra información

---

### 9.1. Otra información sobre la asignatura

La asignatura está planteada como curso de postgrado y de Máster, con la participación como conferenciantes de expertos de la UPM, ENRESA, el CIEMAT, el Consejo de Seguridad Nuclear e Iberdrola. Para su impartición en el formato presente, cuenta con el patrocinio de ENRESA y la colaboración del CIEMAT en su organización. en 2016 se imparte por vigésimo quinta ocasión. El Coordinador de la asignatura actúa como Director del Curso de postgrado.