

**ANX-PR/CL/001-01**  
**GUÍA DE APRENDIZAJE**

**ASIGNATURA**

Seguridad nuclear

**CURSO ACADÉMICO - SEMESTRE**

2016-17 - Segundo semestre

## Datos Descriptivos

<b>Nombre de la Asignatura</b>	Seguridad nuclear
<b>Titulación</b>	05AL - Master Universitario en Ciencia y Tecnología Nuclear
<b>Centro responsable de la titulación</b>	Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales
<b>Semestre/s de impartición</b>	Segundo semestre
<b>Carácter</b>	Optativa
<b>Código UPM</b>	53000846
<b>Nombre en inglés</b>	Nuclear safety

## Datos Generales

<b>Créditos</b>	4	<b>Curso</b>	1
<b>Curso Académico</b>	2016-17	<b>Período de impartición</b>	Febrero-Junio
<b>Idioma de impartición</b>	Castellano	<b>Otros idiomas de impartición</b>	

## Requisitos Previos Obligatorios

### Asignaturas Previas Requeridas

El plan de estudios Master Universitario en Ciencia y Tecnología Nuclear no tiene definidas asignaturas previas superadas para esta asignatura.

### Otros Requisitos

El plan de estudios Master Universitario en Ciencia y Tecnología Nuclear 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

Introducción a la Seguridad Nuclear

Tecnología Nuclear (ampliada)

Centrales Nucleares

## Competencias

---

CB10 - Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.

CB7 - Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio.

CB9 - Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones y los conocimientos y razones últimas que las sustentan a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades.

CE2 - Es capaz de realizar análisis matemático avanzado y simulación numérica de los diferentes procesos y sistemas de la física y de la ingeniería de los reactores de energía nuclear de fisión y/o fusión.

CE4 - Comprende los sistemas de las centrales nucleares de fisión, con todos sus componentes principales, y en particular su influencia sobre la seguridad.

CE5 - Comprende el sistema de regulación de la seguridad, está comprometido con la seguridad y entiende la cultura de seguridad para las aplicaciones de la energía nuclear.

CE7 - Es capaz de trabajar profesionalmente en las empresas del sector nuclear, diseñando, coordinando, dirigiendo e integrando los conocimientos necesarios para participar en la puesta en marcha y apoyo a operación de las instalaciones nucleares.

CG1 - Tener conocimientos fundamentales de los aspectos científicos y tecnológicos de la energía nuclear.

CG2 - Es capaz de realizar análisis matemático avanzado y simulación numérica de los diferentes procesos y sistemas de la física y de la ingeniería de los reactores de energía nuclear de fisión y/o fusión.

CG3 - Aplicar los conocimientos adquiridos y resolver problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios y multidisciplinares.

CG5 - Saber comunicar sus conclusiones -y los conocimientos y razones últimas que las sustentan- a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades.

CG6 - Poseer las habilidades de aprendizaje que permitan continuar estudiando de un modo autodirigido o autónomo.

CT10 - Conoce. Conocimiento de los temas contemporáneos.

CT12 - Es bilingüe. Capacidad de trabajar en un entorno bilingüe (inglés/castellano).

CT6 - Es responsable. Comprensión de la responsabilidad ética y profesional.

CT8 - Entiende los impactos. Educación amplia necesaria para entender el impacto de las soluciones ingenieriles en un contexto social global.

CT9 - Se actualiza. Reconocimiento de la necesidad y la habilidad para comprometerse al aprendizaje continuo.

## Resultados de Aprendizaje

---

RA27 - Conocer los accidentes históricos en centrales nucleares y su importancia para la mejora de la seguridad.

RA24 - Revisión de la evolución de los criterios de seguridad para centrales nucleares actuales y futuras.

RA25 - Conocer las metodologías para el análisis de accidentes y el análisis probabilista de la seguridad.

RA23 - Programas de Investigación y Desarrollo a escala nacional e internacional.

## Profesorado

---

### Profesorado

Nombre	Despacho	e-mail	Tutorías
Gallego Diaz, Eduardo Florentino <b>(Coordinador/a)</b>	Ing. Nuclear	eduardo.gallego@upm.es	J - 15:00 - 15:30 Previa cita
Jimenez Varas, Gonzalo	Ing. Nuclear	gonzalo.jimenez@upm.es	Previa cita

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

### Profesorado Externo

Nombre	e-mail	Centro de procedencia
Queral Salazar, César	cesar.queral@upm.es	ETSI Minas y Energía

## Descripción de la Asignatura

---

La asignatura "Seguridad Nuclear" tiene como objetivos principales:

- Presentar una revisión de la evolución de los criterios de seguridad para centrales nucleares actuales y futuras.
- Conocer las metodologías para el análisis de accidentes y el análisis probabilista de la seguridad.
- Estudiar la fenomenología de los accidentes severos en reactores nucleares de agua ligera.
- Profundizar en los temas abiertos que son objeto de investigación.

## Temario

---

1. Objetivos y principios fundamentales de la Seguridad Nuclear
2. Criterios básicos de seguridad nuclear para el emplazamiento y el diseño de centrales nucleares.
3. Seguridad en la operación de centrales nucleares.
4. Transitorios de reactividad.
5. Transitorios operacionales y termohidráulicos.
6. Accidentes con pérdida de refrigerante.
7. El Análisis Probabilista de Seguridad. Sucesos iniciadores. Realización de un APS nivel I.
8. APS nivel II: Los accidentes severos en las centrales con reactor de agua ligera.
  - 8.1. Los fenómenos "en vasija" asociados a los accidentes severos.
  - 8.2. Los fenómenos "fuera de vasija" asociados a los accidentes severos.
  - 8.3. Los fenómenos asociados a la integral de escape. El fallo de la contención.
  - 8.4. La investigación sobre accidentes severos.
  - 8.5. Modelos integrales y análisis de secuencias.
9. La gestión de los accidentes severos
10. Los objetivos de diseño desde el punto de vista de la seguridad para centrales avanzadas (Generación III+) y futuras (Generación IV).
11. Los accidentes nucleares de TMI-2 y Chernóbil.
12. El accidente nuclear de Fukushima-Daiichi

## Cronograma

**Horas totales:** 98 horas

**Horas presenciales:** 48 horas (46.2%)

**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>Clase en aula</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
Semana 2	<b>Clase en aula</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
Semana 3	<b>Clase en aula</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
Semana 4	<b>Clase en aula</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
Semana 5	<b>Clase en aula</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
Semana 6	<b>Clase en aula</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
Semana 7	<b>Clase en aula</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
Semana 8	<b>Clase en aula</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
Semana 9	<b>Clase en aula</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
Semana 10	<b>Clase en aula</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
Semana 11	<b>Clase en aula</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			

Semana 12	<p><b>Clase en aula</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Clase en aula</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
Semana 13	<p><b>Clase en aula</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Clase en aula</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
Semana 14	<p><b>Clase en aula</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Clase en aula</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>		<p><b>Seminario sobre investigación en accidentes severos en reactores de agua ligera</b> Duración: 02:00 OT: Otras actividades formativas</p>	
Semana 15			<p><b>Seminario sobre accidentes históricos</b> Duración: 02:00 OT: Otras actividades formativas</p>	
Semana 16				
Semana 17				<p><b>Presentación del Trabajo para evaluación</b> Duración: 50:00 TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua y sólo prueba final Actividad no presencial</p> <p><b>Presentación del trabajo final</b> Duración: 10:00 PI: Técnica del tipo Presentación Individual Evaluación continua y sólo prueba final Actividad presencial</p>

**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
17	Presentación del Trabajo para evaluación	50:00	Evaluación continua y sólo prueba final	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No	75%	5 / 10	CB7, CB10, CE4, CE7, CG1, CG6, CG3, CT6, CT8, CT9, CT10, CT12, CE5, CG2
17	Presentación del trabajo final	10:00	Evaluación continua y sólo prueba final	PI: Técnica del tipo Presentación Individual	Sí	25%	5 / 10	CT10, CT12, CG5

## Criterios de Evaluación

La asignatura tiene una orientación clara de tipo investigador y de actualidad. Por ello, la evaluación de los alumnos se basa esencialmente en el desarrollo de un trabajo sobre alguno de los aspectos tratados en la asignatura. Algunas de las áreas para dichos trabajos son:

- Estudios APS.
- Programa experimentales internacionales.
- Diseños avanzados de centrales frente a accidentes.
- Trabajos de investigación publicados recientemente.
- Revisión y conclusiones de los accidentes nucleares más significativos.
- Estudio de módulos de los códigos MELCOR y ASTEC.
- Revisión y estudio de normativa o requisitos internacionales: OIEA, EPRI, etc

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.

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.



## Recursos Didácticos

Descripción	Tipo	Observaciones
Abramson	Bibliografía	Abramson, Paul B., Guidebook to Light Water Reactor Safety Analysis. Hemisphere Publishing Corporation (Springer-Verlag), Washington (1985).
Alonso	Bibliografía	Alonso A., y otros, Curso de doctorado sobre "Análisis de accidentes severos" (3 tomos). Apuntes publicados por la Cátedra de Tecnología Nuclear, ETSII-UPM. Madrid, (1993-95).
Bolado y Gallego	Bibliografía	Bolado R. y Gallego E. (Editores), El Juicio de Expertos y su aplicación a cuestiones de seguridad. Fundación para el Fomento de la Innovación Industrial. Madrid, (ISBN 84-95108-06-2), (2000)
Sehgal	Bibliografía	Sehgal, B. R., Nuclear safety in light water reactors. Academic Press (2012)
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.
Código MELCOR	Equipamiento	Código para análisis de accidentes severos, desarrollado por los Sandia National Laboratories para la Nuclear Regulatory Commission de los EE.UU.
Código TRACE	Equipamiento	Código de análisis termohidráulico desarrollado por la Nuclear Regulatory Commission de los EE.UU.
Simulador de Central Nuclear	Equipamiento	Simulador de la Central Nuclear José Cabrera del tipo agua a presión.