



POLITÉCNICA

CAMPUS
DE EXCELENCIA
INTERNACIONAL

PROCESO DE
COORDINACIÓN DE LAS
ENSEÑANZAS PR/CL/001



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

ANX-PR/CL/001-01

GUÍA DE APRENDIZAJE

ASIGNATURA

65004064 - Seguridad nuclear

PLAN DE ESTUDIOS

06IE - Grado en Ingeniería de la Energía

CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2017/18 - Primer 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.....	4
6. Cronograma.....	6
7. Actividades y criterios de evaluación.....	8
8. Recursos didácticos.....	10
9. Otra información.....	10

1. Datos descriptivos

1.1. Datos de la asignatura

Nombre de la asignatura	65004064 - Seguridad nuclear
No de créditos	3 ECTS
Carácter	Optativa
Curso	Cuarto curso
Semestre	Séptimo semestre
Período de impartición	Septiembre-Enero
Idioma de impartición	Castellano
Titulación	06IE - Grado en Ingeniería de la Energía
Centro en el que se imparte	Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas y Energía
Curso académico	2017-18

2. Profesorado

2.1. Profesorado implicado en la docencia

Nombre	Despacho	Correo electrónico	Horario de tutorías *
Eduardo Florentino Gallego Díaz	Ing. Nuclear	eduardo.gallego@upm.es	M - 15:00 - 15:30 Previa cita.
Gonzalo Jimenez Varas (Coordinador/a)	Ing. Nuclear	gonzalo.jimenez@upm.es	M - 15:00 - 15:30 Previa cita. Nuevo Coordinador a partir del Curso 2015-16

* 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
César Queral Salazar	cesar.querel@upm.es	ETSIME

3. Conocimientos previos recomendados

3.1. Asignaturas previas que se recomienda haber cursado

- Transferencia de calor y materia
- Tecnología nuclear
- Ecuaciones diferenciales
- Centrales nucleares
- Ingeniería de fluidos
- Mecánica de fluidos e hidráulica

3.2. Otros conocimientos previos recomendados para cursar la asignatura

- Es recomendable no empezar la asignatura con materias pendientes de cursos previos.

4. Competencias y resultados de aprendizaje

4.1. Competencias que adquiere el estudiante al cursar la asignatura

CE42 - Conocer y comprender la física y tecnología de la desintegración radiactiva, la fisión y la fusión nuclear.

CE43 - Aplicar los principios de la ingeniería nuclear y de la protección radiológica.

CE53 - Aplicar los principios de la tecnología ambiental a la evaluación de impactos, al tratamiento de residuos y a la sostenibilidad.

CE58 - Aplicar los fundamentos de la prevención de riesgos laborales en los proyectos e instalaciones energéticas.

CG2 - Poseer capacidad para diseñar, desarrollar, implementar, gestionar y mejorar productos, sistemas y procesos en los distintos ámbitos energéticos, usando técnicas analíticas, computacionales o experimentales apropiadas.

CG3 - Aplicar los conocimientos adquiridos para identificar, formular y resolver problemas dentro de contextos amplios y multidisciplinarios, siendo capaces de integrar conocimientos, trabajando en equipos multidisciplinarios.

CG4 - 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.

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.

CG6 - Poseer habilidades de aprendizaje que permitan continuar estudiando a lo largo de la vida para su adecuado desarrollo profesional.

CG7 - Incorporar nuevas tecnologías y herramientas de la Ingeniería Energética en sus actividades profesionales.

4.2. Resultados del aprendizaje al cursar la asignatura

RA350 - Iniciación al manejo de algunos programas de ordenador útiles en el análisis de seguridad nuclear

RA239 - Introducir los criterios de seguridad y los aspectos tecnológicos necesarios para el emplazamiento, diseño, construcción y operación de centrales nucleares en condiciones seguras, así como las bases teóricas del análisis de accidentes y del análisis de seguridad.

RA240 - Preparación básica para desempeñar un trabajo en ingeniería o en organismo regulador sobre seguridad de las centrales nucleares

5. Descripción de la asignatura y temario

5.1. Descripción de la asignatura

La seguridad nuclear abarca el conjunto de ciencias y tecnologías para diseñar componentes, sistemas y estructuras nucleares; así como establecer objetivos, principios, criterios y procedimientos para conseguir mantener bajo control, de forma permanente, los productos radiactivos que se acumulan en el combustible nuclear, mientras estén en el núcleo del reactor y fuera de éste.

En esta asignatura, de carácter introductorio, se tratan de introducir los conceptos básicos necesarios en seguridad nuclear, centrados en la dinámica de la acumulación y liberación de radiactividad en las centrales nucleares, los criterios de seguridad nuclear para centrales nucleares y el análisis de accidentes.

5.2. Temario de la asignatura

1. MÓDULO I INTRODUCCIÓN Y CONCEPTOS BÁSICOS

- 1.1. Los principios fundamentales de la seguridad nuclear y su aplicación.
- 1.2. El concepto de riesgo y la cuantificación de la seguridad

2. MÓDULO II ACUMULACIÓN Y LIBERACIÓN DE RADIATIVIDAD EN LAS CC.NN.

- 2.1. La acumulación de productos radiactivos en el reactor nuclear
- 2.2. El balance de radiactividad en el refrigerante de una central nuclear
- 2.3. La descarga de radiactividad al medio ambiente

3. MÓDULO III: ANÁLISIS DE TRANSITORIOS Y ACCIDENTES EN CC.NN.

- 3.1. Introducción a los accidentes en centrales nucleares. Clasificación. Metodologías de análisis determinista y probabilista. Ejemplo de transitorio: disparo de turbina
- 3.2. Accidentes en reactores tipo PWR:
 - 3.2.1. Large Break Loss of Coolant Accident (LBLOCA)
 - 3.2.2. Small Break Loss of Coolant Accident (SBLOCA)
 - 3.2.3. Steam Generator Tube Rupture (SGTR)
 - 3.2.4. Total Loss of Feedwater (TLOFW)
 - 3.2.5. Transitorios de reactividad
 - 3.2.6. Station Blackout (SBO)

3.3. Introduccción a los accidentes severos en reactores de agua ligera

3.4. Accidentes históricos en centrales nucleares: TMI-2; Chernóbil; Fukushima

6. Cronograma

6.1. Cronograma de la asignatura *

Sem	Actividad presencial en aula	Actividad presencial en laboratorio	Otra actividad presencial	Actividades de evaluación
1	Clase teórica Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
2	Clase teórica Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
3	Clase teórica Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral Clase de problemas Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			
4	Clase teórica Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
5	Clase teórica Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral Clase de problemas Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			
6	Clase teórica Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
7	Clase teórica Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral Clase de problemas Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			
8	Clase teórica Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		Tutoría Grupal Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas	Problemas para trabajo personal TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua Duración: 01:00
9	Clase teórica Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
10	Clase teórica Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral Clase de problemas Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			

11	Clase teórica Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	Práctica en simulador de Central Nuclear Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		Examen y memoria de práctica de laboratorio TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación continua y sólo prueba final Duración: 01:00 Trabajo - cuestionario sobre Criterios de Proyecto TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua Duración: 00:00
12	Clase teórica Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
13	Clase teórica Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
14	Clase teórica Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
15				Examen parcial EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Duración: 02:00
16				
17				Examen final EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación sólo prueba final Duración: 03:30

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
8	Problemas para trabajo personal	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Presencial	01:00	10%	5 / 10	CG2 CE42 CE43 CE53
11	Examen y memoria de práctica de laboratorio	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	Presencial	01:00	10%	5 / 10	CG2 CG3 CG4 CE42 CE43
11	Trabajo - cuestionario sobre Criterios de Proyecto	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	00:00	10%	5 / 10	CG4 CG6 CE43 CE53 CE58
15	Examen parcial	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:00	70%	5 / 10	CG2 CG3 CG4 CG5 CG6 CG7 CE42 CE43 CE53 CE58

7.1.2. Evaluación sólo prueba final

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
11	Examen y memoria de práctica de laboratorio	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	Presencial	01:00	10%	5 / 10	CG2 CG3 CG4 CE42 CE43

17	Examen final	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	03:30	90%	5 / 10	CG2 CG3 CG4 CG5 CG6 CG7 CE42 CE43 CE53 CE58
----	--------------	--	------------	-------	-----	--------	--

7.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

No se ha definido la evaluación extraordinaria.

7.2. Criterios de evaluación

Evaluación continua: Tipos de pruebas y peso en la nota final (recomendable superior al 35%):

- 70 % Controles escritos (prueba parcial).
- 10 % Ejercicios periódicos (tutoría grupal).
- 10 % Trabajos tutelados, individuales o en grupo.
- 0 % Autoevaluación (AulaWeb, Mecfunnet).
- 0 % Exposiciones orales en sesión pública.
- 10 % Prácticas.
- 0 % Otros (especificuese):

Examen final: Nota mínima exigible en el examen final: 5

8. Recursos didácticos

8.1. Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
Apuntes del Profesor	Bibliografía	Editados por el profesor
Moodle o Aula web de la asignatura	Recursos web	Contenidos variados: presentaciones, problemas resueltos, enlaces a webs de interés, etc.
Simulador de central nuclear PWR	Equipamiento	Programa de simulación
Bibliografía complementaria	Bibliografía	Textos para ampliación de temas, a disposición de los alumnos en el Departamento

9. Otra información

9.1. Otra información sobre la asignatura

Material bibliográfico e informático a disposición de los alumnos:

- Lee J.C., McCormick N. J., Risk and Safety Analysis of Nuclear Systems. Wiley (2011).
- Petrangeli G., Nuclear Safety. Butterworth-Heinemann (2006).
- Abramson P.B. (Editor), "Guidebook to Light Water Reactor Safety Analysis". Hemisphere Publishing Co., Washington (1985).
- Alonso A., "Introducción a la Seguridad Nuclear"; Vol. I: Fundamentos; Vol. II: La seguridad en la ubicación, proyecto, construcción y explotación de las centrales nucleares; Editorial Instituto de Estudios Nucleares, Junta de Energía Nuclear, Madrid (1975).
- Alonso A., y col., "Curso monográfico sobre análisis de accidentes". Editorial Instituto de Estudios de la Energía. CIEMAT, Madrid (1988).
- Eurocourse on Analysis of Severe Accidents in Light Water Reactors. F2I2-ETSII-UPM. 1997.
- Goded, F., Serradell, V., Martínez-Val, J.M y Oltrá, F., Teoría de Reactores y elementos de Ingeniería

Nuclear, J.E.N., Madrid (1975, tomo I) (1981, tomo II).

- Lewis E.E., "Nuclear Power Reactor Safety". John Wiley & Sons, N.York (1977).
- Thompson T.J., Beckerley J.G. (Editors), "The Technology of Nuclear Reactor Safety"; Vol 1: Reactor Physics and Control; Vol. 2: Reactor Materials and Engineering. The M.I.T. Press, Cambridge, Massachusetts (1964 y 1973).
- Sehgal B.R., Nuclear Safety in Light Water Reactors: Severe Accident Phenomenology. Academic Press. (2012).
