



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

**53001932 - Materiales Bajo Irradiación**

### PLAN DE ESTUDIOS

05CN - D.M.U. En Ingeniería Industrial Y En Ciencia Y Tecnología Nuclear

### CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2025/26 - Primer semestre

## Índice

---

### Guía de Aprendizaje

1. Datos descriptivos.....	1
2. Profesorado.....	1
3. Conocimientos previos recomendados.....	2
4. Competencias y resultados de aprendizaje.....	3
5. Descripción de la asignatura y temario.....	5
6. Cronograma.....	7
7. Actividades y criterios de evaluación.....	9
8. Recursos didácticos.....	13
9. Otra información.....	15

## 1. Datos descriptivos

---

### 1.1. Datos de la asignatura

<b>Nombre de la asignatura</b>	53001932 - Materiales Bajo Irradiación
<b>No de créditos</b>	3 ECTS
<b>Carácter</b>	Optativa
<b>Curso</b>	Segundo curso
<b>Semestre</b>	Tercer semestre
<b>Período de impartición</b>	Septiembre-Enero
<b>Idioma de impartición</b>	Inglés/Castellano
<b>Titulación</b>	05CN - D.m.u. en Ingeniería Industrial y en Ciencia y Tecnología Nuclear
<b>Centro responsable de la titulación</b>	05 - E.T.S. De Ingenieros Industriales
<b>Curso académico</b>	2025-26

## 2. Profesorado

---

### 2.1. Profesorado implicado en la docencia

<b>Nombre</b>	<b>Despacho</b>	<b>Correo electrónico</b>	<b>Horario de tutorías *</b>
David Garoz Gomez	IFN	david.garoz@upm.es	Sin horario. To be arranged with the professor
Ovidio Yordanis Peña Rodriguez (Coordinador/a)	IFN	ovidio.pena@upm.es	Sin horario. To be arranged with the professor

Antonio Juan Rivera De Mena	IFN	antonio.rivera@upm.es	Sin horario. To be arranged with the professor
Raquel Gonzalez Arrabal	IFN	raquel.gonzalez.arrabal@upm.es	Sin horario. To be arranged with the professor

\* 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
Jorge Kohanoff	j.kohanoff@upm.es	IFN-UPM

## 3. Conocimientos previos recomendados

---

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

El plan de estudios D.m.u. en Ingeniería Industrial y en Ciencia y Tecnología Nuclear no tiene definidas asignaturas previas recomendadas para esta asignatura.

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

- Solid state physics
- Materials science

## 4. Competencias y resultados de aprendizaje

---

### 4.1. Competencias

MUII. (I) - ES BILINGÜE. Capacidad de trabajar en un entorno bilingüe (inglés/castellano).

MUCTN.CB06 - Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación

MUCTN.CB07 - 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

MUCTN.CB09 - 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

MUCTN.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.

MUCTN.CE01 - Entiende a fondo las leyes básicas y avanzadas de la física atómica y nuclear y las ciencias de la ingeniería pertinentes aplicables a la tecnología de las plantas de energía nuclear de fisión y/o fusión

MUCTN.CE02 - 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

MUCTN.CE06 - Concibe la utilización de los aceleradores de partículas como herramientas avanzadas en la investigación física, y sus aplicaciones en la medicina e industria

MUCTN.CE08 - Es capaz de elaborar, redactar y defender un proyecto original en el ámbito de la ingeniería nuclear de contenido científico en el que se sintetizan e integran las competencias adquiridas durante el Máster.

MUCTN.CG01 - Tener conocimientos avanzados de los aspectos científicos y tecnológicos de la energía nuclear

MUCTN.CG02 - Realizar investigación, desarrollo e innovación en procesos y métodos aplicables a los sistemas de fisión o fusión nuclear

MUCTN.CG03 - Aplicar los conocimientos adquiridos y resolver problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios y multidisciplinares

MUCTN.CG05 - Saber comunicar las conclusiones y los conocimientos y razones últimas que las sustentan a

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

MUCTN.CG06 - Poseer las habilidades de aprendizaje que permitan continuar estudiando de un modo autodirigido o autónomo

MUCTN.CT01 - Aplica. Habilidad para aplicar conocimientos científicos, matemáticos y tecnológicos en sistemas relacionados con la práctica de la ingeniería

MUCTN.CT02 - Experimenta. Habilidad para diseñar y realizar experimentos así como analizar e interpretar datos

MUCTN.CT04 - Trabaja en equipo. Habilidad para trabajar en equipos multidisciplinares

MUCTN.CT05 - Resuelve. Habilidad para identificar, formular y resolver problemas de ingeniería

MUCTN.CT07 - Comunica. Habilidad para comunicar eficazmente

MUCTN.CT09 - Se actualiza. Reconocimiento de la necesidad y la habilidad para comprometerse al aprendizaje continuo

MUCTN.CT10 - Conoce. Conocimiento de los temas contemporáneos

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

MUCTN.CT14 - Idea. Creatividad

MUII. (b) - EXPERIMENTA. Habilidad para diseñar y realizar experimentos así como analizar e interpretar datos.

MUII. (d) - TRABAJA EN EQUIPO. Habilidad para trabajar en equipos multidisciplinares.

MUII. (e) - RESUELVE. Habilidad para identificar, formular y resolver problemas de ingeniería.

MUII. (g) - COMUNICA. Habilidad para comunicar eficazmente.

MUII. (i) - SE ACTUALIZA. Reconocimiento de la necesidad y la habilidad para comprometerse al aprendizaje continuo.

MUII. (j) - CONOCE. Conocimiento de los temas contemporáneos.

MUII. (n) - IDEA. Creatividad

MUII.CB06 - Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación

MUII.CB07 - 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

MUII.CB09 - 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

MUII.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.

MUII.CG08 - Aplicar los conocimientos adquiridos y resolver problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios y multidisciplinares.

MUII.CG10 - Saber comunicar las conclusiones y los conocimientos y razones últimas que las sustentan a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades.

MUII.CG11 - Poseer las habilidades de aprendizaje que permitan continuar estudiando de un modo autodirigido o autónomo.

## 4.2. Resultados del aprendizaje

RA8 - Diseño y análisis de reactores nucleares de fusión

RA21 - Identificar, analizar, e interpretar los datos del problema planteado por el profesor.

RA15 - Energía nuclear

## 5. Descripción de la asignatura y temario

---

### 5.1. Descripción de la asignatura

The main objective of this subject is to understand the effects of irradiation on materials, particularly the influence of radiation-induced damage over the material properties. We will study the radiation fluxes produced on different nuclear facilities and at different locations within them, as well as the thermomechanical, atomistic and electronic effects produced by the radiation. As part of the course, we will learn to use various simulation codes, to calculate the effects of radiation-induced damage in the diverse energy regimes. Finally, we will discuss the capabilities and limitations of several experimental techniques for characterization radiation-induced damage.

## 5.2. Temario de la asignatura

1. Introduction
2. Thermomechanical effects
3. Atomistic effects
4. Effects of high electronic excitation
5. Macroscopic effects

## 6. Cronograma

### 6.1. Cronograma de la asignatura \*

Sem	Actividad tipo 1	Actividad tipo 2	Tele-enseñanza	Actividades de evaluación
1	<b>1. Introduction</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
2	<b>2.1. Thermomechanical effects</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
3	<b>2.2. Thermomechanical effects</b> Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			
4	<b>3.1. Atomistic effects</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
5	<b>3.2. Atomistic effects</b> Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			
6	<b>3.3. Atomistic effects (Computer simulations)</b> Duración: 02:00 AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas			
7	<b>4.1. Effects of high electronic excitation</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
8	<b>4.2. Effects of high electronic excitation</b> Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			
9	<b>4.3. Effects of high electronic excitation (Computer simulations)</b> Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			
10		<b>Visit to experimental facility</b> Duración: 02:00 OT: Otras actividades formativas / Evaluación		
11	<b>5.1. Macroscopic effects</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
12	<b>5.2. Macroscopic effects</b> Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			<b>Deliveries, mandatory and non-recoverable</b> TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación Progresiva y Global No presencial Duración: 00:00

13	<b>5.3. Macroscopic effects (Processing of experimental data)</b> Duración: 02:00 AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas			
14	<b>5.4. Macroscopic effects (Damage simulation)</b> Duración: 00:00 AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas			
15				<b>Global evaluation</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación Progresiva y Global Presencial Duración: 02:00
16				
17				

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.

## 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
12	Deliveries, mandatory and non-recoverable	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No Presencial	00:00	60%	5 / 10	MUII. (b) MUII. (d) MUII. (e) MUII. (g) MUII. (i) MUII. (j) MUII. (l) MUII. (n) MUII.CB06 MUII.CB07 MUII.CB09 MUII.CB10 MUII.CG08 MUII.CG10 MUII.CG11 MUCTN.CB06 MUCTN.CB07 MUCTN.CB09 MUCTN.CB10 MUCTN.CG01 MUCTN.CG02 MUCTN.CG03 MUCTN.CG05 MUCTN.CG06 MUCTN.CT01 MUCTN.CT02 MUCTN.CT04 MUCTN.CT05 MUCTN.CT07 MUCTN.CT09 MUCTN.CT10 MUCTN.CT12 MUCTN.CT14 MUCTN.CE01 MUCTN.CE02 MUCTN.CE06 MUCTN.CE08

15	Global evaluation	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:00	40%	5 / 10	MUII. (e) MUII. (g) MUII. (i) MUII. (j) MUII. (l) MUII. (n) MUII.CB06 MUII.CB07 MUII.CB09 MUII.CB10 MUII.CG08 MUII.CG10 MUII.CG11 MUCTN.CB06 MUCTN.CB07 MUCTN.CB09 MUCTN.CB10 MUCTN.CG01 MUCTN.CG02 MUCTN.CG03 MUCTN.CG05 MUCTN.CG06 MUCTN.CT01 MUCTN.CT05 MUCTN.CT07 MUCTN.CT09 MUCTN.CT10 MUCTN.CT12 MUCTN.CT14 MUCTN.CE01 MUCTN.CE02 MUCTN.CE06 MUCTN.CE08
----	-------------------	--	------------	-------	-----	--------	---

### 7.1.2. Prueba evaluación global

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
							MUII. (b) MUII. (d) MUII. (e) MUII. (g) MUII. (i) MUII. (j) MUII. (l) MUII. (n) MUII.CB06 MUII.CB07 MUII.CB09 MUII.CB10 MUII.CG08 MUII.CG10 MUII.CG11 MUCTN.CB06

12	Deliveries, mandatory and non-recoverable	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No Presencial	00:00	60%	5 / 10	MUCTN.CB07 MUCTN.CB09 MUCTN.CB10 MUCTN.CG01 MUCTN.CG02 MUCTN.CG03 MUCTN.CG05 MUCTN.CG06 MUCTN.CT01 MUCTN.CT02 MUCTN.CT04 MUCTN.CT05 MUCTN.CT07 MUCTN.CT09 MUCTN.CT10 MUCTN.CT12 MUCTN.CT14 MUCTN.CE01 MUCTN.CE02 MUCTN.CE06 MUCTN.CE08
15	Global evaluation	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:00	40%	5 / 10	MUII. (e) MUII. (g) MUII. (i) MUII. (j) MUII. (l) MUII. (n) MUII.CB06 MUII.CB07 MUII.CB09 MUII.CB10 MUII.CG08 MUII.CG10 MUII.CG11 MUCTN.CB06 MUCTN.CB07 MUCTN.CB09 MUCTN.CB10 MUCTN.CG01 MUCTN.CG02 MUCTN.CG03 MUCTN.CG05 MUCTN.CG06 MUCTN.CT01 MUCTN.CT05 MUCTN.CT07 MUCTN.CT09 MUCTN.CT10 MUCTN.CT12 MUCTN.CT14 MUCTN.CE01 MUCTN.CE02 MUCTN.CE06 MUCTN.CE08

### 7.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
Extraordinary evaluation	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:00	40%	5 / 10	MUII. (e) MUII. (g) MUII. (i) MUII. (j) MUII. (l) MUII. (n) MUII.CB06 MUII.CB07 MUII.CB09 MUII.CB10 MUII.CG08 MUII.CG10 MUII.CG11 MUCTN.CB06 MUCTN.CB07 MUCTN.CB09 MUCTN.CB10 MUCTN.CG01 MUCTN.CG02 MUCTN.CG03 MUCTN.CG05 MUCTN.CG06 MUCTN.CT01 MUCTN.CT05 MUCTN.CT07 MUCTN.CT09 MUCTN.CT10 MUCTN.CT12 MUCTN.CT14 MUCTN.CE01 MUCTN.CE02 MUCTN.CE06 MUCTN.CE08

## 7.2. Criterios de evaluación

Two deliveries will be published during the course. They are compulsory and non-recoverable. They account for 60% of the final grade, and will be considered both in the ordinary and extraordinary calls.

### 1.-Ordinary call:

1.1.- Written exam: 40% of the final grade

1.2.- Deliveries: 60% of the final grade

### 2.- Extraordinary call:

2.1.- Written exam: 40% of the final grade

2.2.- Deliveries: 60% of the final grade

## 8. Recursos didácticos

### 8.1. Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
G.S. Was, Fundamentals of Radiation Materials Science, Springer (2007), ISBN 978-1-4939-3438-6	Bibliografía	
A. Rivera Noviembre 2012. Apuntes Interacción Radiación - Materia	Bibliografía	
J. F. Ziegler, M. D. Ziegler, J. Biersack: The Stopping and Range of Ions in Solids, ISBN-13: 978-0080216034	Bibliografía	
D Garoz, R González-Arrabal, R Juárez, J Álvarez, J Sanz, J M Perlado and A Rivera. Silica final lens performance in laser fusion facilities: HiPER and LIFE. Nuclear Fusion 53(1):013010, Enero 2013.	Bibliografía	

<p>D Garoz, A R Páramo, A Rivera, J M Perlado and R González-Arrabal. Modelling the thermomechanical behaviour of the tungsten first wall in HiPER laser fusion scenarios. Nuclear Fusion 56(12):126014, 2016</p>	<p>Bibliografía</p>	
<p>O Peña-Rodríguez, M L Crespillo, P Díaz-Nuñez, J M Perlado, A Rivera and J Olivares. In situ monitoring the optical properties of dielectric materials during ion irradiation. Optical Materials Express 6(3):734-742, 2016</p>	<p>Bibliografía</p>	
<p>J Alvarez, D Garoz, R Gonzalez-Arrabal, A Rivera and M Perlado. The role of spatial and temporal radiation deposition in inertial fusion chambers: the case of HiPER. Nuclear Fusion 51(5):053019, Mayo 2011</p>	<p>Bibliografía</p>	
<p><a href="http://www.srim.org">www.srim.org</a></p>	<p>Recursos web</p>	
<p>M. Born, E. Wolf, Principles of optics: Electromagnetic theory of propagation, interference and diffraction of light, 7th ed., Cambridge University Press, UK, 1999.</p>	<p>Bibliografía</p>	
<p>An introduction to computational Physics. Tao Pang. Cambridge University Press</p>	<p>Bibliografía</p>	
<p>D. K. Avasthi G. K. Mehta, Swift Heavy Ions for Materials Engineering and Nanostructuring, 978-94-007-1229-4</p>	<p>Bibliografía</p>	

Primary Radiation Damage in Materials, Nuclear Science, NEA/NSC/DOC(2015)9, www.oecdnea.org	Bibliografía	
Konings, Allen, Stoller, and Yamanaka Comprehensive Nuclear Materials, Editors:, Elsevier, 2012, ISBN: 008056027X	Bibliografía	

## 9. Otra información

---

### 9.1. Otra información sobre la asignatura

SDG2 Zero Hunger: Radiation techniques can be used to improve food security and agriculture. They serve a variety of purposes, from conserving soil, water, and agricultural resources, to protecting plants from insect pests, and raising new varieties of plants with desirable characteristics. For food preparation and preservation, irradiation techniques can be used to ensure higher quality, longer shelf life, and increased food safety.

SDG3 Health and wellness: The development of Irradiation Techniques has given rise to new diagnostic and treatment techniques through Radiography, Radiotherapy and Nuclear Medicine. They can be used to treat cancer and to control and evaluate other health conditions, such as cardiovascular disease or tuberculosis.

SDG7 Affordable and clean energy: Access to clean, reliable and affordable energy is a precondition for sustainable economic growth and the improvement of human well-being. It encourages the efficient and safe use of nuclear energy to safely meet growing energy demands for development, while improving energy security, reducing the environmental and health effects of energy production, and mitigating climate change.

SDG9 Industry, innovation and infrastructure: Leading-edge industrial technologies underpin the success of strong economies, in both developed and developing countries. Nuclear science and technology, in particular, can make an important contribution to economic growth and play an important role in supporting sustainable development. Each country's economies can increase the competitiveness of their industries by using nuclear technologies to conduct safety and quality tests in the industry and by applying irradiation techniques to improve product durability.

Irradiation also improves industrial sustainability by helping to reduce the environmental impact of industrial production.

SDG13 Climate action: Nuclear science, including nuclear energy, can play an important role in both mitigation and adaptation to climate change. Nuclear energy can play a relevant role in relation to climate change and the reduction of greenhouse gas emissions. Nuclear power is one of the lowest carbon-emitting technologies available to generate electricity. It helps countries to use nuclear techniques to adapt and mitigate the consequences of climate change through management of soil, water and crop resources and scientific research with nuclear tools.

SDG17 Partnerships to achieve the goals: Partnerships help expand access to science and technology to achieve the SDGs. Close collaboration between the IAEA, United Nations organizations, such as FAO and the World Health Organization, and other international and civil society organizations help maximize the contribution of IAEA support to achieving development priorities. of the countries.