

# Micro/nano fabricación para tecnologías cuánticas

**MÁSTER UNIVERSITARIO EN TECNOLOGÍAS CUÁNTICAS**

***UNIVERSIDAD INTERNACIONAL MENÉNDEZ PELAYO***

Este documento puede utilizarse como documentación de referencia de esta asignatura para la solicitud de reconocimiento de créditos en otros estudios. Para su plena validez debe estar sellado por la Secretaría de Estudiantes UIMP.



## DATOS GENERALES

### Título asignatura

Micro/nano fabricación para tecnologías cuánticas

### Código asignatura

102774

### Curso académico

2024-25

### Planes donde se imparte

[MÁSTER UNIVERSITARIO EN TECNOLOGÍAS CUÁNTICAS](#)

### Créditos ECTS

3

### Carácter de la asignatura

OPTATIVA

### Duración

Cuatrimestral

### Idioma

Inglés

# CONTENIDOS

## Contenidos

El objetivo de esta asignatura es presentar los fundamentos de los procesos de micro y nano fabricación de estructuras y dispositivos, y su aplicación en tecnologías cuántica. El alumnado obtendrá una visión global de los métodos de nanofabricación, lo que le permitirá evaluar las posibilidades y limitaciones actuales para la realización práctica de sistemas cuánticos para aplicaciones en computación, comunicación y sensado.

El temario teórico de la asignatura se complementa con prácticas en las cuales se diseñarán y simularán procesos de fabricación, y se asistirá a sesiones de demostración (que podrán ser presenciales o virtuales dependiendo de los recursos disponibles).

- Introducción a la micro/nano fabricación
- Procesos de litografía
- Integración de procesos para tecnologías cuánticas
- Técnicas esenciales de caracterización
- Sesiones prácticas: simulación, diseño y demostración del proceso

# RESULTADOS DE APRENDIZAJE Y DE FORMACIÓN

## Generales

### RFA a nivel de Contenidos

RFA2 Entender el procesado de la información usando sistemas cuánticos, como qubits, puertas cuánticas, medidas, entrelazamiento, correlación, y limitaciones fundamentales y complejidad cuántica de algoritmos y operaciones.

RFA3 Identificar conceptos avanzados en el estudio mecano-cuántico de sistemas físicos de muchos cuerpos, fundamentos de interacción luz-materia, elementos de sistemas abiertos y topología.

RFA5 Conocer las principales implementaciones físicas de las tecnologías cuánticas y comprender sus principios de funcionamiento.

### RFA a nivel de Competencias

RFA6 Diseñar, organizar e implementar un evento científico para la presentación del estado del arte en un campo de investigación.

RFA7 Atender, comprender e interpretar una charla científica en un ámbito de investigación de frontera de las tecnologías cuánticas, así como desarrollar una exposición crítica de los resultados presentados.

RFA9 Desarrollar capacidad de análisis, razonamiento crítico y resolución de problemas.

RFA10 Trabajar en equipo de forma activa compartiendo información y tareas para lograr la consecución de los objetivos previstos.

RFA11 Desarrollar proyectos básicos de investigación de forma autónoma.

RFA12 Redactar documentos científicos y técnicos, en particular artículos científicos.

RFA13 Realizar presentaciones sobre una investigación o proyecto científico ante públicos especializados.

RFA14 Buscar, obtener, procesar, comunicar información y transformarla en conocimiento.

RFA15 Conocer las herramientas metodológicas necesarias para desarrollar proyectos de investigación.

### RFA a nivel de Habilidades o destrezas

RFA16 Aplicar conocimiento teórico relacionado con las tecnologías cuánticas en el ámbito de la investigación básica.

RFA17 Aplicar conocimiento teórico relacionado con las tecnologías cuánticas en el ámbito de la

investigación aplicada y el desarrollo tecnológico.

RFA18 Aplicar conocimiento práctico relacionado con las tecnologías cuánticas en el ámbito de la investigación básica.

RFA19 Aplicar conocimiento práctico relacionado con las tecnologías cuánticas en el ámbito de la investigación aplicada y el desarrollo tecnológico.

# PLAN DE APRENDIZAJE

## Actividades formativas

Lección magistral

Clase práctica

Tutorías individuales y/o colectivas

Estudio individual y trabajo autónomo del estudiante

Elaboración de trabajos individuales y/o en grupo

## Metodologías docentes

Clases magistrales

Resolución de casos prácticos

Prácticas de programación o de laboratorio

Ponencias sobre los trabajos o entregables de problemas

Seminarios y conferencias

Tutorías individuales y/o colectivas

# **SISTEMA DE EVALUACIÓN**

## **Descripción del sistema de evaluación**

Valoración de la participación en tutorías (ponderación mínima 10.0 y ponderación máxima 30.0)

Valoración de informe, prácticas y trabajos individuales o en grupo (ponderación mínima 20.0 y ponderación máxima 50.0)

Valoración de exposiciones orales de trabajos (ponderación mínima 20.0 y ponderación máxima 50.0)

Valoración del examen final oral o escrito (ponderación mínima 40.0 y ponderación máxima 80.0)

## PROFESORADO

### Profesor responsable

**Pérez Murano, Francesc Xavier**

*Doctor en Ciencias Físicas.*

*Profesor de Investigación del CSIC.*

*Instituto de Microelectrónica de Barcelona (IMB-CNM, CSIC).*

### Profesorado

**Sesé Monclús, Javier**

*Doctor en ciencias físicas.*

*Investigador Científico*

*Instituto de Nanociencia y Materiales de Aragón. CSIC Universidad de Zaragoza*

**de Teresa Nogueras, José María**

*Doctor en Ciencias Físicas.*

*Profesor de Investigación del CSIC.*

*Instituto de Nanociencia y Materiales de Aragón.*

**Alén Millán, Benito**

*Doctor en Física.*

*Científico Titular.*

*Instituto de Micro y Nanotecnología, CSIC.*

**Bausells Roigé, Juan**

*Doctor en Física.*

*Profesor de Investigación .*

*Instituto de Microelectrónica de Barcelona, CSIC.*

**Sangiao Barral, Soraya**

*Doctorado en Física.*

*Profesor Titular de Universidad (Física de la Materia Condensada).*

*Universidad de Zaragoza / Instituto de Nanociencia y Materiales de Aragón / Escuela de Ingeniería y Arquitectura.*

**Fernández Regúlez, Marta**

*Doctora.*

*Científica Titular CSIC.*

*Instituto de Microelectrónica de Barcelona IMB-CNM CSIC.*

**Gracia Lostao, Ana Isabel**

*Licenciada en Ciencias Químicas. Doctora en Bioquímica y Biología Molecular.*

*Investigadora senior ARAID (tipo ICREA).*

*Instituto de Nanociencia y Materiales de Aragón (INMA, CSIC-Universidad de Zaragoza).*

## HORARIO

### Horario

31/03/2025

18:30 - 19:30

General Introduction

José María de Teresa Nogueras

Doctor en Ciencias Físicas.  
Profesor de Investigación del CSIC.  
Instituto de Nanociencia y Materiales de Aragón.

01/04/2025

18:30 - 19:30

Introduction to micro/nano fabrication

Juan Bausells Roigé

Doctor en Física.  
Profesor de Investigación.  
Instituto de Microelectrónica de Barcelona, CSIC.

02/04/2025

18:30 - 19:30

Introduction to micro/nano fabrication

Juan Bausells Roigé

Doctor en Física.

Profesor de Investigación.  
Instituto de Microelectrónica de Barcelona, CSIC.

03/04/2025

18:30 - 19:30

Introduction to micro/nano fabrication

Juan Bausells Roigé

Doctor en Física.  
Profesor de Investigación.  
Instituto de Microelectrónica de Barcelona, CSIC.

04/04/2025

19:00 - 20:00

Introduction to micro/nano fabrication

Marta Fernández Regúlez

Doctora en Ingeniería Electrónica  
Contratado doctor FC (micro y nanofabricación)  
Instituto de Microelectrónica de Barcelona (IMB-CNM-CSIC)

07/04/2025

17:00 - 18:00

Introduction to micro/nano fabrication

Juan Bausells Roigé

Doctor en Física.

Profesor de Investigación.  
Instituto de Microelectrónica de Barcelona, CSIC.

08/04/2025

17:00 - 18:00

Introduction to micro/nano fabrication

Marta Fernández Regúlez

Doctora en Ingeniería Electrónica  
Contratado doctor FC (micro y nanofabricación)  
Instituto de Microelectrónica de Barcelona (IMB-CNM-CSIC)

09/04/2025

17:00 - 18:00

Introduction to micro/nano fabrication

Juan Bausells Roigé

Doctor en Física.  
Profesor de Investigación.  
Instituto de Microelectrónica de Barcelona, CSIC.

10/04/2025

17:00 - 18:00

Introduction to micro/nano fabrication

Marta Fernández Regúlez

Doctora en Ingeniería Electrónica

Contratado doctor FC (micro y nanofabricación)  
Instituto de Microelectrónica de Barcelona (IMB-CNM-CSIC)

11/04/2025

18:00 - 19:00

Lithography processes

Francesc Xavier Pérez Murano

Profesor de Investigación (CSIC)  
Instituto de Microelectrónica de Barcelona (IMB-CNM, CSIC)

22/04/2025

18:00 - 19:00

Lithography processes

Soraya Sangiao Barral

Doctorado en Física.  
Profesor Titular de Universidad (Física de la Materia Condensada).  
Universidad de Zaragoza / Instituto de Nanociencia y Materiales de Aragón / Escuela de  
Ingeniería y Arquitectura.

23/04/2025

18:00 - 19:00

Lithography processes

José María de Teresa Nogueras

Doctor en Ciencias Físicas.  
Profesor de Investigación del CSIC.

Instituto de Nanociencia y Materiales de Aragón.

24/04/2025

18:00 - 19:00

Lithography processes

Ana Isabel Gracia Lostao

Licenciada en Ciencias Químicas.

Doctora en Bioquímica y Biología Molecular

Investigadora senior ARAID

Instituto de Nanociencia y Materiales de Aragón (INMA, CSIC-UZ)

25/04/2025

17:00 - 18:00

Lithography processes

José María de Teresa Nogueras

Doctor en Ciencias Físicas.

Profesor de Investigación del CSIC.

Instituto de Nanociencia y Materiales de Aragón.

28/04/2025

19:00 - 20:00

Lithography processes

José María de Teresa Nogueras

Doctor en Ciencias Físicas.

Profesor de Investigación del CSIC.  
Instituto de Nanociencia y Materiales de Aragón.

29/04/2025

17:00 - 18:00

Lithography processes

Francesc Xavier Pérez Murano

Profesor de Investigación (CSIC)  
Instituto de Microelectrónica de Barcelona (IMB-CNM, CSIC)

30/04/2025

17:00 - 18:00

Lithography processes

Francesc Xavier Pérez Murano

Profesor de Investigación (CSIC)  
Instituto de Microelectrónica de Barcelona (IMB-CNM, CSIC)

05/05/2025

17:00 - 18:00

Lithography processes

Ana Isabel Gracia Lostao

Licenciada en Ciencias Químicas.  
Doctora en Bioquímica y Biología Molecular  
Investigadora senior ARAID  
Instituto de Nanociencia y Materiales de Aragón (INMA, CSIC-UZ)

06/05/2025

17:00 - 18:00

Lithography processes

José María de Teresa Nogueras

Doctor en Ciencias Físicas.  
Profesor de Investigación del CSIC.  
Instituto de Nanociencia y Materiales de Aragón.

07/05/2025

18:30 - 19:30

Integration

Francesc Xavier Pérez Murano

Profesor de Investigación (CSIC)  
Instituto de Microelectrónica de Barcelona (IMB-CNM, CSIC)

08/05/2025

18:00 - 19:00

Integration

Javier Sesé Monclús

Doctor en ciencias físicas  
Investigador Científico  
Instituto de Nanociencia y Materiales de Aragón. CSIC  
Universidad de Zaragoza

09/05/2025

18:00 - 19:00

Integration

Ana Isabel Gracia Lostao

Licenciada en Ciencias Químicas.  
Doctora en Bioquímica y Biología Molecular  
Investigadora senior ARAID  
Instituto de Nanociencia y Materiales de Aragón (INMA, CSIC-UZ)

12/05/2025

18:30 - 19:30

Integration

Benito Alén Millán

Científico Titular  
Instituto de Micro y Nanotecnología, CSIC

13/05/2025

18:00 - 19:00

Integration

José María de Teresa Nogueras

Doctor en Ciencias Físicas.  
Profesor de Investigación del CSIC.  
Instituto de Nanociencia y Materiales de Aragón.

14/05/2025

---

17:00 - 18:00

Integration

Francesc Xavier Pérez Murano

Profesor de Investigación (CSIC)  
Instituto de Microelectrónica de Barcelona (IMB-CNM, CSIC)

15/05/2025

17:00 - 18:00

Integration

José María de Teresa Nogueras

Doctor en Ciencias Físicas.  
Profesor de Investigación del CSIC.  
Instituto de Nanociencia y Materiales de Aragón.

16/05/2025

17:00 - 18:00

Process demonstration

Juan Bausells Roigé

Doctor en Física.  
Profesor de Investigación.  
Instituto de Microelectrónica de Barcelona, CSIC.

19/05/2025

17:00 - 18:00

Process demonstration

Marta Fernández Regúlez

Doctora en Ingeniería Electrónica  
Contratado doctor FC (micro y nanofabricación)  
Instituto de Microelectrónica de Barcelona (IMB-CNM-CSIC)

20/05/2025

17:00 - 18:00

Process demonstration

Marta Fernández Regúlez

Doctora en Ingeniería Electrónica  
Contratado doctor FC (micro y nanofabricación)  
Instituto de Microelectrónica de Barcelona (IMB-CNM-CSIC)

21/05/2025

17:00 - 18:00

Process demonstration

Francesc Xavier Pérez Murano

Profesor de Investigación (CSIC)  
Instituto de Microelectrónica de Barcelona (IMB-CNM, CSIC)

## BIBLIOGRAFÍA Y ENLACES RELACIONADOS

### Bibliografía

Marc J. Madou [Fundamentals of Microfabrication. The Science of Miniaturization](#). Second Edition. Taylor & Francis Group (2002).

J. M. De Teresa (editor) [Nanofabrication: Nanolithography techniques and their applications](#). Institute of Physics (U.K.) (2020).