



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

53001597 - Historia de la Física Nuclear y de la Ingeniería Nuclear

PLAN DE ESTUDIOS

05BF - Master Universitario En Ciencia Y Tecnologia Nuclear

CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2019/20 - Primer semestre

Índice

Guía de Aprendizaje

1. Datos descriptivos.....	1
2. Profesorado.....	1
3. Competencias y resultados de aprendizaje.....	2
4. Descripción de la asignatura y temario.....	3
5. Cronograma.....	5
6. Actividades y criterios de evaluación.....	8
7. Recursos didácticos.....	12
8. Otra información.....	15

1. Datos descriptivos

1.1. Datos de la asignatura

Nombre de la asignatura	53001597 - Historia de la Física Nuclear y de la Ingeniería Nuclear
No de créditos	3 ECTS
Carácter	Optativa
Curso	Primer curso
Semestre	Primer semestre
Período de impartición	Septiembre-Enero
Idioma de impartición	Castellano
Titulación	05BF - Master Universitario En Ciencia Y Tecnología Nuclear
Centro responsable de la titulación	05 - Escuela Tecnica Superior de Ingenieros Industriales
Curso académico	2019-20

2. Profesorado

2.1. Profesorado implicado en la docencia

Nombre	Despacho	Correo electrónico	Horario de tutorías *
M. Natividad Carpintero Santamaria (Coordinador/a)	Despacho	natividad.csantamaria@upm.es	J - 10:30 - 14:00 La tutoria debe solicitarse previamente por e-mail en el caso de que estos horarios pudieran sufrir cambios.

* Las horas de tutoría son orientativas y pueden sufrir modificaciones. Se deberá confirmar los horarios de tutorías

con el profesorado.

3. Competencias y resultados de aprendizaje

3.1. Competencias

CB08 - Que los estudiantes sean 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

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

CE05 - Entiende a fondo el sistema de regulación de la seguridad, está comprometido con la seguridad y es consciente de la importancia de la cultura de seguridad para las aplicaciones de la energía nuclear, así como las implicaciones ético-sociales del manejo de residuos radiactivos y materiales del ciclo nuclear

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

CG04 - Ser capaz 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

CT06 - Es responsable. Comprensión de la responsabilidad ética y profesional

CT07 - Comunica. Habilidad para comunicar eficazmente

CT08 - Entiende los impactos. Educación amplia necesaria para entender el impacto de las soluciones ingenieriles en un contexto social global

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

CT10 - Conoce. Conocimiento de los temas contemporáneos

CT11 - Usa herramientas. Habilidad para usar las técnicas, destrezas y herramientas ingenieriles modernas necesarias para la práctica de la ingeniería

3.2. Resultados del aprendizaje

RA53 - Aprender el ámbito de las distintas aplicaciones de las ciencias nucleares en áreas de desarrollo social y desarrollo sostenible

RA50 - Conocer la historia de la ciencia como mecanismo de producción social e individual de conocimientos.

RA51 - Aprender la sinergia entre ciencia y desarrollo

RA52 - Aprender aspectos epistemológicos de la investigación científica

4. Descripción de la asignatura y temario

4.1. Descripción de la asignatura

Esta asignatura formó parte del Programa de Doctorado del Departamento de Ingeniería Nuclear de la E.T.S. de Ingenieros Industriales durante la década de los años 90. Se vuelve a impartir actualizada como asignatura optativa en el MUCyTN.

Los objetivos generales de la asignatura son los siguientes:

- Contribuir a la formación humanística como parte fundamental de la formación científica y técnica.
- Conocer los orígenes y el desarrollo de la Física Nuclear.
- Conocer el desarrollo de las innovaciones tecnológicas en las ciencias nucleares y energéticas.
- Conocer el desarrollo de las distintas aplicaciones de la ciencia nuclear en los campos de la medicina; agricultura y alimentación; protección de medios marinos y terrestres; recursos hídricos, etc.
- Profundizar en los principios de la ética y la responsabilidad científica.

4.2. Temario de la asignatura

1. El descubrimiento de la radiactividad.
2. Desarrollo histórico de la mecánica cuántica.
3. La emigración intelectual en los años 30.
4. El descubrimiento de la fisión nuclear y la Segunda Guerra Mundial. El determinismo histórico.
5. Evolución histórica de las innovaciones tecnológicas e industriales.
6. Historia de las técnicas nucleares en la producción de energía eléctrica basadas en la fisión nuclear de los elementos pesados y en la fusión nuclear del hidrógeno.
7. Historia de las técnicas nucleares.
 - 7.1. Medicina nuclear.
 - 7.1.1. Esterilización de alimentos.
 - 7.1.1.1. Fitotecnia.
 - 7.1.1.1.1. Sericultura.
 - 7.1.1.1.1.1. Edafología y plaguicidas.
8. Desarrollo histórico de la protección radiológica.
9. Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). El Organismo Internacional de Energía Atómica.

5. Cronograma

5.1. Cronograma de la asignatura *

Sem	Actividad presencial en aula	Actividad presencial en laboratorio	Otra actividad presencial	Actividades de evaluación
1	Exposición del tema o lección. Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		Los alumnos exponen su trabajo hecho en clase Duración: 00:30 AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas	Los alumnos presentan un powerpoint donde exponen en grupo su apreciación y aprendizaje de la lección impartida. TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación continua Duración: 00:20
2	Exposición del tema o lección. Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		Los alumnos exponen su trabajo hecho en clase Duración: 00:30 AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas	Los alumnos presentan un powerpoint donde exponen en grupo su apreciación y aprendizaje de la lección impartida. TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación continua Duración: 00:20
3	Exposición del tema o lección. Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		Los alumnos exponen su trabajo hecho en clase Duración: 00:30 AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas	Los alumnos presentan un powerpoint donde exponen en grupo su apreciación y aprendizaje de la lección impartida. TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación continua Duración: 00:20
4	Exposición del tema o lección. Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		Los alumnos exponen su trabajo hecho en clase Duración: 00:30 AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas	Los alumnos presentan un powerpoint donde exponen en grupo su apreciación y aprendizaje de la lección impartida. TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación continua Duración: 00:20
5	Exposición del tema o lección. Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		Los alumnos exponen su trabajo hecho en clase Duración: 00:30 AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas	Los alumnos presentan un powerpoint donde exponen en grupo su apreciación y aprendizaje de la lección impartida. TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación continua Duración: 00:20
6	Exposición del tema o lección. Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		Los alumnos exponen su trabajo hecho en clase Duración: 00:30 AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas	Los alumnos presentan un powerpoint donde exponen en grupo su apreciación y aprendizaje de la lección impartida. TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación continua Duración: 00:20
7	Exposición del tema o lección. Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		Los alumnos exponen su trabajo hecho en clase Duración: 00:30 AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas	Los alumnos presentan un powerpoint donde exponen en grupo su apreciación y aprendizaje de la lección impartida. TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación continua Duración: 00:20

8	<p>Exposición del tema o lección. Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>		<p>Los alumnos exponen su trabajo hecho en clase Duración: 00:30 AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas</p>	<p>Los alumnos presentan un powerpoint donde exponen en grupo su apreciación y aprendizaje de la lección impartida. TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación continua Duración: 00:20</p>
9	<p>Exposición del tema o lección. Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>		<p>Los alumnos exponen su trabajo hecho en clase Duración: 00:30 AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas</p>	<p>Los alumnos presentan un powerpoint donde exponen en grupo su apreciación y aprendizaje de la lección impartida. TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación continua Duración: 00:20</p>
10	<p>Exposición del tema o lección. Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>		<p>Los alumnos exponen su trabajo hecho en clase Duración: 00:30 AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas</p>	<p>Los alumnos presentan un powerpoint donde exponen en grupo su apreciación y aprendizaje de la lección impartida. TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación continua Duración: 00:20</p>
11	<p>Exposición del tema o lección. Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>		<p>Los alumnos exponen su trabajo hecho en clase Duración: 00:30 AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas</p>	<p>Los alumnos presentan un powerpoint donde exponen en grupo su apreciación y aprendizaje de la lección impartida. TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación continua Duración: 00:20</p>
12	<p>Exposición del tema o lección. Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>		<p>Los alumnos exponen su trabajo hecho en clase Duración: 00:30 AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas</p>	<p>Los alumnos presentan un powerpoint donde exponen en grupo su apreciación y aprendizaje de la lección impartida. TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación continua Duración: 00:20</p>
13	<p>Exposición del tema o lección. Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>		<p>Los alumnos exponen su trabajo hecho en clase Duración: 00:30 AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas</p>	<p>Los alumnos presentan un powerpoint donde exponen en grupo su apreciación y aprendizaje de la lección impartida. TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación continua Duración: 00:20</p>
14	<p>Exposición del tema o lección. Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>		<p>Los alumnos exponen su trabajo hecho en clase Duración: 00:30 AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas</p>	<p>Los alumnos presentan un powerpoint donde exponen en grupo su apreciación y aprendizaje de la lección impartida. TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación continua Duración: 00:20</p>
15				<p>Los alumnos presentan su trabajo fin de curso. PI: Técnica del tipo Presentación Individual Evaluación continua Duración: 04:00</p> <p>Examen escrito de los contenidos de la asignatura. EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación sólo prueba final Duración: 02:00</p>
16				

17				
----	--	--	--	--

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.

6. Actividades y criterios de evaluación

6.1. Actividades de evaluación de la asignatura

6.1.1. Evaluación continua

Sem.	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
1	Los alumnos presentan un powerpoint donde exponen en grupo su apreciación y aprendizaje de la lección impartida.	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	Presencial	00:20	5%	5 / 10	CT06 CT10 CB09 CE05 CG04 CT09 CT11 CT08 CB08 CT07 CE06
2	Los alumnos presentan un powerpoint donde exponen en grupo su apreciación y aprendizaje de la lección impartida.	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	Presencial	00:20	5%	5 / 10	CT06 CT10 CB09 CE05 CG04 CT09 CT11 CT08 CB08
3	Los alumnos presentan un powerpoint donde exponen en grupo su apreciación y aprendizaje de la lección impartida.	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	Presencial	00:20	5%	5 / 10	CT06 CT10 CB09 CE05 CG04 CT09 CT11 CT08 CB08
4	Los alumnos presentan un powerpoint donde exponen en grupo su apreciación y aprendizaje de la lección impartida.	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	Presencial	00:20	5%	5 / 10	CT06 CT10 CB09 CE05 CG04 CT09 CT11 CT08 CB08

5	Los alumnos presentan un powerpoint donde exponen en grupo su apreciación y aprendizaje de la lección impartida.	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	Presencial	00:20	5%	5 / 10	CT06 CT10 CB09 CE05 CG04 CT09 CT11 CT08 CB08
6	Los alumnos presentan un powerpoint donde exponen en grupo su apreciación y aprendizaje de la lección impartida.	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	Presencial	00:20	5%	5 / 10	CT10 CB09 CE05 CG04 CT09 CT11 CT08 CB08
7	Los alumnos presentan un powerpoint donde exponen en grupo su apreciación y aprendizaje de la lección impartida.	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	Presencial	00:20	5%	5 / 10	CT10 CB09 CE05 CG04 CT09 CT11 CT08 CB08
8	Los alumnos presentan un powerpoint donde exponen en grupo su apreciación y aprendizaje de la lección impartida.	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	Presencial	00:20	5%	5 / 10	CT10 CB09 CE05 CG04 CT09 CT11 CT08 CB08
9	Los alumnos presentan un powerpoint donde exponen en grupo su apreciación y aprendizaje de la lección impartida.	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	Presencial	00:20	5%	5 / 10	CT10 CB09 CE05 CG04 CT09 CT11 CT08 CB08
10	Los alumnos presentan un powerpoint donde exponen en grupo su apreciación y aprendizaje de la lección impartida.	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	Presencial	00:20	5%	5 / 10	CT06 CT10 CB09 CE05 CG04 CT09 CT11 CT08 CB08

11	Los alumnos presentan un powerpoint donde exponen en grupo su apreciación y aprendizaje de la lección impartida.	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	Presencial	00:20	5%	5 / 10	CT06 CT10 CB09 CE05 CG04 CT09 CT11 CT08 CB08
12	Los alumnos presentan un powerpoint donde exponen en grupo su apreciación y aprendizaje de la lección impartida.	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	Presencial	00:20	5%	5 / 10	CT06 CT10 CB09 CE05 CG04 CT09 CT11 CT08 CB08
13	Los alumnos presentan un powerpoint donde exponen en grupo su apreciación y aprendizaje de la lección impartida.	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	Presencial	00:20	5%	5 / 10	CT06 CT10 CB09 CE05 CG04 CT09 CT11 CT08 CB08
14	Los alumnos presentan un powerpoint donde exponen en grupo su apreciación y aprendizaje de la lección impartida.	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	Presencial	00:20	5%	5 / 10	CT06 CT10 CB09 CE05 CG04 CT09 CT11 CT08 CB08 CT07 CE06
15	Los alumnos presentan su trabajo fin de curso.	PI: Técnica del tipo Presentación Individual	Presencial	04:00	30%	5 / 10	CT06 CT10 CB09 CE05 CG04 CT09 CT11 CT08 CB08 CT07 CE06

6.1.2. Evaluación sólo prueba final

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
15	Examen escrito de los contenidos de la asignatura.	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:00	100%	5 / 10	CT06 CT10 CB09 CE05 CG04 CT09 CT11 CT08 CB08 CT07 CE06

6.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

No se ha definido la evaluación extraordinaria.

6.2. Criterios de evaluación

EVALUACION CONTINUA:

- La asistencia a clase es obligatoria, pasándose lista en cada clase.
- Tras la impartición de la lección magistral correspondiente al temario, los alumnos forman grupos de trabajo y elaboran y presentan un trabajo sobre los puntos que ellos consideran más relevantes de la temática dada.
- Para hacer el trabajo final de evaluación continua, el alumno podrá elegir el tema que desee dentro del programa de la asignatura. Este tema será presentado en clase y tendrá una duración de 20 minutos.
- El 75% de la nota son las exposiciones que se hacen como trabajo de grupo en las clases.
- El 25% de la nota es la presentación final del trabajo individual de cada alumno.

EVALUACION PRUEBA FINAL:

- Los alumnos que opten por evaluación final realizarán un examen escrito de dos horas de duración, basado en el temario de la asignatura. Asimismo presentarán un tema elegido libremente que se corresponda con el programa y cuya duración será de 20 minutos.

7. Recursos didácticos

7.1. Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
Bethe, H.A.	Bibliografía	The Road from Los Alamos. The American Institute of Physics. 1991.
Born, M. and H.	Bibliografía	Ciencia y Conciencia en la Era Atómica. Alianza. 1971.
Canadian Nuclear Association	Recursos web	The Role of the Nuclear Industry in the World. https://cna.ca/wp-content/uploads/2014/05/The-Role-of-the-Nuclear-Industry-FINAL.pdf
Caro, R. et al.	Bibliografía	Historia Nuclear de España. Sociedad Nuclear Española. 1989.
Carpintero, N.	Bibliografía	To Fermi, Hahn and Meitner. In Memoriam. Nuclear Europe. 9-10. 1989
Carpintero Santamaría, N.	Bibliografía	La fisión nuclear en la Unión Soviética 1949: Georgi Flerov, recuerdos de un científico. Arbor. nº 513. Pp. 69-88. Marzo 1988. https://canal.uned.es/mmobj/index/id/13528

Carpintero-Santamaría, N.	Bibliografía	The Pragmatism of Wisdom. Aerospace and Defense Science 9, 21-21. 1990.
Carpintero Santamaría, María Natividad	Bibliografía	Transmisión de secretos nucleares durante la Segunda Guerra Mundial. Investigación y Ciencia, junio, 2005.
Carpintero Santamaría, N.	Bibliografía	La bomba atómica. El factor humano en la Segunda Guerra Mundial. Díaz de Santos. 2007.
Carpintero, N.	Recursos web	Los albores de la energía nuclear. https://canal.uned.es/mmobj/index/id/12979
Carpintero Santamaría, Natividad	Recursos web	El programa nuclear en la antigua Unión Soviética. https://www.youtube.com/watch?v=th-ZGz9kL8I
Carpintero, Natividad	Recursos web	El desarrollo del programa nuclear en la Alemania del Tercer Reich. https://canal.uned.es/uploads/materials/resources/pdf/2/6/1354871704062.pdf
Carpintero Santamaría, M.N.	Bibliografía	Cincuenta años de fisión nuclear. Dos encuentros históricos. Nuclear España. Nº 86, pp. 20-27. Abril 1990.
CERN Accelerating science	Recursos web	https://home.cern/
Gallego, E.	Recursos web	Radiaciones ionizantes y protección radiológica. Foro Nuclear. http://62.43.237.121/nuclear_radi.pdf
Goldschmidt, B.	Bibliografía	Pionniers de l'Atom. Stock. Paris. 1987
Heisenberg, E.	Bibliografía	Inner Exile. Birkhäuser. Boston. 1980.
Holloway, D.	Bibliografía	Stalin and the Bomb. The Soviet Union and Atomic Energy 1939-1956. Yale University Press. 1994
IAEA	Recursos web	www.iaea.org
Lindell, B.	Recursos web	Historia de la Radiación, la Radiactividad y la Radioprotección. Tomo I: La Caja de Pandora: El período previo a la Segunda Guerra Mundial. www.radioproteccionsar.org.ar/includes/php/download.php?file=la-

		caja...Lindell...
Martínez-Val, J.M.	Bibliografía	Dos decenios de oro en la historia de la ciencia y de la técnica. Nuclear Española. Nº 85. pp. 21-28. Marzo 1990.
Mínguez, E.	Recursos web	El futuro de la energía nuclear hacia el 2020. IEEE. Documento de Trabajo 15/2015. http://www.ieee.es/Galerias/fichero/docs_trabajo/2015/DIEEET15-2015_FuturoEnergiaNuclear_E.Minguez.pdf
Perlado, J.M.	Recursos web	La fusión nuclear como fuente masiva de energía. Ingeniería y Territorio. Nº 90. 2010. http://www.ciccp.es/revistaIT/portada/img_portada/issue_525/pdf/IT90%20Total.pdf
Russian Nuclear Industry Today	Recursos web	http://www.niaep.ru/wps/wcm/connect/niaep/site.eng/guests/russian_nuc_today/
Sánchez del Rio y Sierra, C.	Bibliografía	Los principios de la física en su evolución histórica. Ed. UCM. 1986
Velarde, G.	Bibliografía	Proyecto Islero. Cuando España pudo desarrollar armas nucleares. Ed. Guadalmazan. 2016
Velarde, G. and Carpintero-Santamaría, N. (eds)	Bibliografía	Inertial Confinement Nuclear Fusion. A Historical Approach by Its Pioneers. Foxwell and Davies Publishing. 2007.
Velarde, G. (Coordinador). Autores: Gallego, E., Mínguez, E., Perlado, J.M. y Velarde, G.	Recursos web	La energía nuclear después del accidente de Fukushima. CESEDEN. 2013. http://www.defensa.gob.es/ceseden/Galerias/destacados/publicaciones/docSegyDef/ficheros/053_LA_ENERGIA_NUCLEAR_DESPUES_DEL_ACCIDENTE_DE_FUKUSHIMA.pdf
Walker, M.	Bibliografía	German National Socialism and the Quest for Nuclear Power 1939-1949. CUP. 1989.
Weiner, C (Ed)	Bibliografía	Exploring the History of Nuclear Physics. A.I.P. Conference Proceedings. Nº 7. AIP. New York. 1972.

World Nuclear Association	Recursos web	The many uses of Nuclear Technolgy. http://www.world-nuclear.org/information-library/n-power-nuclear-applications/overview/the-many-uses-of-nuclear-technology.aspx
---------------------------	--------------	---

8. Otra información

8.1. Otra información sobre la asignatura

Los recursos didácticos bibliográficos que no están en web se encuentran en la Biblioteca del Instituto de Fusión Nuclear (UPM).