MEMORIA DE VERIFICACIÓN

Máster Universitario en Física de Partículas y del Cosmos por la Universidad de Cantabria y la Universidad Internacional Menéndez Pelayo

Resolución positiva de verificación: 30/11/2017

1. DESCRIPCIÓN DEL TÍTULO

1.1. DATOS BÁSICOS

NIVEL	DENOMINACIÓN ESPECIFICA	CONJUNTO	CONVENIO	CONV. ADJUNTO
Máster	Máster Universitario en Física de Partículas y del Cosmos por la Universidad de Cantabria y la Universidad Internacional Menéndez Pelayo	Nacional		Ver Apartado 1: Anexo 1.

LISTADO DE ESPECIALIDADES
Especialidad en Física de Partículas
Especialidad en Física del Cosmos

RAMA	ISCED 1	ISCED 2
Ciencias	Física	

NO HABILITA O ESTÁ VINCULADO CON PROFESIÓN REGULADA ALGUNA
AGENCIA EVALUADORA
Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y Acreditación
UNIVERSIDAD SOLICITANTE
Universidad de Cantabria

LISTADO DE UNIVERSIDADES	
CÓDIGO	UNIVERSIDAD
016	Universidad de Cantabria
071	Universidad Internacional Menéndez Pelayo

LISTADO DE UNIVERSIDADES EXTRANJERAS	
CÓDIGO	UNIVERSIDAD
No existen datos	

LISTADO DE INSTITUCIONES PARTICIPANTES
No existen datos

1.2. DISTRIBUCIÓN DE CRÉDITOS EN EL TÍTULO

CRÉDITOS TOTALES	CRÉDITOS DE COMPLEMENTOS FORMATIVOS	CRÉDITOS EN PRÁCTICAS EXTERNAS
60		0
CRÉDITOS OPTATIVOS	**CRÉDITOS OBLIGATORIOS**	**CRÉDITOS TRABAJO FIN GRADO/ MÁSTER**
18	24	18

LISTADO DE ESPECIALIDADES	
ESPECIALIDAD	CRÉDITOS OPTATIVOS
Especialidad en Física de Partículas	12.
Especialidad en Física del Cosmos	12.

1.3. Universidad Internacional Menéndez Pelayo

1.3.1. CENTROS EN LOS QUE SE IMPARTE

LISTADO DE CENTROS	
CÓDIGO	CENTRO
28051751	Centro de Posgrado de la Universidad Internacional Menéndez Pelayo

1.3.2. Centro de Posgrado de la Universidad Internacional Menéndez Pelayo

1.3.2.1. Datos asociados al centro

TIPOS DE ENSEÑANZA QUE SE IMPARTEN EN EL CENTRO		
PRESENCIAL	SEMIPRESENCIAL	A DISTANCIA
Sí	No	No

PLAZAS DE NUEVO INGRESO OFERTADAS		
PRIMER AÑO IMPLANTACIÓN	SEGUNDO AÑO IMPLANTACIÓN	
10	10	
	TIEMPO COMPLETO	
	ECTS MATRÍCULA MÍNIMA	ECTS MATRÍCULA MÁXIMA
PRIMER AÑO	60.0	60.0
RESTO DE AÑOS	15.0	40.0
	TIEMPO PARCIAL	
	ECTS MATRÍCULA MÍNIMA	ECTS MATRÍCULA MÁXIMA
PRIMER AÑO	30.0	40.0
RESTO DE AÑOS	30.0	40.0
NORMAS DE PERMANENCIA		
http://web.unican.es/estudios/Documents/SGA/Legislación y Normativa/Normativa de estudios oficiales de posgrado/Regimen_permanencia_CS.pdf		
LENGUAS EN LAS QUE SE IMPARTE		
CASTELLANO	CATALÁN	EUSKERA
Sí	No	No
GALLEGO	VALENCIANO	INGLÉS
No	No	Sí
FRANCÉS	ALEMÁN	PORTUGUÉS
No	No	No
ITALIANO	OTRAS	
No	No	

1.3. Universidad de Cantabria

1.3.1. CENTROS EN LOS QUE SE IMPARTE

LISTADO DE CENTROS	
CÓDIGO	CENTRO
39011359	Facultad de Ciencias

1.3.2. Facultad de Ciencias

1.3.2.1. Datos asociados al centro

TIPOS DE ENSEÑANZA QUE SE IMPARTEN EN EL CENTRO		
PRESENCIAL	SEMIPRESENCIAL	A DISTANCIA
Sí	No	No
PLAZAS DE NUEVO INGRESO OFERTADAS		
PRIMER AÑO IMPLANTACIÓN	SEGUNDO AÑO IMPLANTACIÓN	
10	10	
	TIEMPO COMPLETO	
	ECTS MATRÍCULA MÍNIMA	ECTS MATRÍCULA MÁXIMA
PRIMER AÑO	60.0	60.0
RESTO DE AÑOS	42.0	60.0
	TIEMPO PARCIAL	
	ECTS MATRÍCULA MÍNIMA	ECTS MATRÍCULA MÁXIMA
PRIMER AÑO	18.0	36.0
RESTO DE AÑOS	18.0	36.0
NORMAS DE PERMANENCIA		
http://web.unican.es/estudios/normatica-academica/normativa-de-estudios-de-master-oficial		

LENGUAS EN LAS QUE SE IMPARTE		
CASTELLANO	**CATALÁN**	**EUSKERA**
Sí	No	No
GALLEGO	**VALENCIANO**	**INGLÉS**
No	No	Sí
FRANCÉS	**ALEMÁN**	**PORTUGUÉS**
No	No	No
ITALIANO	**OTRAS**	
No	No	

2. JUSTIFICACIÓN, ADECUACIÓN DE LA PROPUESTA Y PROCEDIMIENTOS

Ver Apartado 2: Anexo 1.

3. COMPETENCIAS

3.1 COMPETENCIAS BÁSICAS Y GENERALES
BÁSICAS
CB6 - 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
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
CB8 - 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
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
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.
GENERALES
CG1 - Capacidad para integrarse eficazmente en un grupo de trabajo y trabajar en equipo, compartir la información disponible e integrar su actividad en la del grupo colaborando de forma activa en la consecución de objetivos comunes
CG2 - Capacidad de estudio, síntesis y autonomía suficientes para, una vez finalizado este programa formativo, iniciar una Tesis Doctoral
CG3 - Capacidad para redactar documentos científicos y técnicos, en particular artículos científicos
CG4 - Saber preparar y conducir presentaciones, ante públicos especializado, sobre una investigación o proyecto científico
CG5 - Capacidad para planificar, diseñar y poner en marcha un proyecto avanzado
CG6 - Buscar, obtener, procesar, comunicar información y transformarla en conocimiento
CG7 - Conocer las herramientas metodológicas necesarias para desarrollar proyectos avanzados
CG8 - Capacidad de actualización de los conocimientos expuestos en el ámbito de la comunidad científica
3.2 COMPETENCIAS TRANSVERSALES
CT1 - Capacidad para buscar, obtener, seleccionar, tratar, analizar y comunicar información utilizando diferentes fuentes
3.3 COMPETENCIAS ESPECÍFICAS
CE1 - Capacidad para iniciar una Tesis Doctoral en el ámbito de la Física de Partículas y del Cosmos
CE2 - Capacidad para preparar y presentar el trabajo dentro del grupo de trabajo de grandes colaboraciones de Física de Partículas, Astrofísica y Cosmología
CE3 - Conocer las técnicas de análisis y modelización estadística de datos con capacidad para interpretación de resultados en Física de Partículas y del Cosmos
CE4 - Capacidad para manejar software específico de modelización y análisis de datos.
CE5 - Capacidad para manejar los principales sistemas operativos utilizados en el ámbito científico y desarrollar programas en lenguajes orientados al cálculo científico
CE6 - Capacidad de enfrentarse de forma autónoma a problemas numéricos, utilizando librerías científicas y desarrollando algoritmos
CE7 - Capacidad para planificar y desarrollar de forma autónoma proyectos informáticos de componente científico/numérico
CE8 - Capacidad para comprender el papel sinérgico que la Astronomía, la Cosmología y la Física de Partículas tienen a la hora de explicar el origen, evolución y composición del Universo, así como los mecanismos físicos fundamentales que lo rigen
CE9 - Capacidad para manejar los instrumentos y métodos experimentales utilizados en el ámbito de la Física de Partículas y del Cosmos
CE10 - Conocer las limitaciones de la distinta instrumentación utilizada en el ámbito de la Física de Partículas y del Cosmos

4. ACCESO Y ADMISIÓN DE ESTUDIANTES

4.1 SISTEMAS DE INFORMACIÓN PREVIO

Ver Apartado 4: Anexo 1.

4.2 REQUISITOS DE ACCESO Y CRITERIOS DE ADMISIÓN

El órgano responsable de la organización académica del Máster es la **Comisión de Coordinación Académica**, que estará dirigida por un Director (nombrado por Junta de la Facultad de Ciencias de la UC) y un co-Director (nombrado por el Vicerrectorado de Posgrado e Investigación de la UIMP), y completada por otros cuatro profesores (dos por cada una de las Especialidades).

Esta comisión reportará a las **Comisiones Académicas de Posgrado** competentes de cada una de las dos universidades:

- En el caso de la UC, ésta será la Comisión Académica de Posgrado de la Facultad de Ciencias, la cuál está compuesta por un presidente (el Coordinador de Posgrado) y por un vocal por cada uno de los Másteres en los que participa el personal de la Facultad y otro vocal por cada uno de los Programas de Doctorados afines a la misma. Este órgano coordina los Másteres oficiales impartidos en el Centro, además de aprobar el acceso y la admisión de alumnos a dichos Másteres. La composición concreta de este órgano de coordinación académica es aprobada por la Junta del Centro.
- En el caso de la UIMP, se trata de la Comisión de Estudios de Postgrado y Doctorado, presidida por la Vicerrectora de Postgrado e Investigación y compuesta por vocales especialistas en diversas áreas del conocimiento. Entre otras cosas, propone las autorizaciones de ingreso de estudiantes con formación extranjera no homologada e informa de las solicitudes de reconocimiento de créditos.

Además, la Comisión de Coordinación Académica estará supeditada a la **Comisión de Seguimiento del Máster**, que estará regulada por el Convenio UC-UIMP para Programas de Posgrado.

Acceso y Admisión al Máster.

El acceso y admisión al Máster está condicionado, por un lado, por el cumplimiento de las condiciones administrativas impuestas por la legislación vigente y, por otro lado, por el perfil del alumno, el cual puede ser muy variado, ya que puede provenir de los nuevos grados, de licenciaturas, o pueden ser estudiantes internacionales acogidos al EEES (como se ha explicado en la Justificación, este Máster pretende ofrecer condiciones reales que permitan que este tipo estudiantes se incorporen al mismo), o de otros países y/o continentes (Asia, América, etc).

Acceso.

Tendrán acceso al Máster todos los Licenciados/as, Diplomados/as, Graduados/as universitarios/as y, en general, todos aquellos que se encuentren en posesión de un título oficial universitario que les habilite para los estudios de posgrado, según lo dispuesto en el Artículo 16 del Real Decreto 1393/2007 de 29 de octubre, modificado por el Real Decreto 861/2010, por el que se establece la ordenación de las enseñanzas universitarias oficiales:

-Para acceder a las enseñanzas oficiales del Máster será necesario estar en posesión de un título universitario oficial español u otro expedido por una institución de educación superior del Espacio Europeo de Educación Superior que facultan en el país expedidor del título para el acceso a enseñanzas de Máster.

-Asimismo, podrán acceder los titulados conforme a sistemas educativos ajenos al Espacio Europeo de Educación Superior sin necesidad de la homologación de sus títulos, previa comprobación de que aquéllos acreditan un nivel de formación equivalente a los correspondientes títulos universitarios oficiales españoles y que facultan en el país expedidor del título para el acceso a enseñanzas de postgrado. El acceso por esta vía no implicará, en ningún caso, la homologación del título previo de que esté en posesión el interesado, ni su reconocimiento a otros efectos que el de cursar las enseñanzas del Máster.

La petición de incorporación de un alumno al Máster será analizada por la **Comisión de Coordinación Académica** (ver descripción más abajo). Quedarán excluidos los alumnos que no acrediten una formación previa suficiente de grado o equivalente de carácter científico-técnico.

La diferente casuística que se contempla referente a la admisión de alumnos es:

1. podrán acceder de manera directa los licenciados o graduados en Física cuyos créditos de formación superen los 240
2. también tendrán acceso los graduados en Física de universidades españolas y extranjeras que hayan completado una titulación de al menos 180 créditos. La **Comisión de Coordinación Académica**, podría proponer, según cada caso particular, la realización de algún complemento formativo.
3. podrán acceder los estudiantes procedentes de titulaciones afines (por ejemplo, Grados de Matemática, Ingeniería Química, Ingeniería Informática, o Ingeniería de Tecnologías de Telecomunicación) cuyos créditos de formación superen los 240 créditos, siempre y cuando la **Comisión de Coordinación Académica** considere que su formación previa en Física, Matemáticas y Programación Básica sea suficiente, y se pueda completar, en cualquier caso, con la realización de una serie de complementos formativos.

Los estudiantes deberán acreditar que tienen un dominio del inglés equivalente al B2. En ausencia de una acreditación oficial, ésta capacidad podrá ser verificada, con una prueba propia, por la UC.

La admisión al Máster. Los estudiantes deberán acreditar que tienen un dominio del inglés equivalente al B2. En ausencia de una acreditación oficial, ésta capacidad podrá ser verificada, con una prueba propia, por la UC.

La admisión a las titulaciones de Máster queda definida en el artículo 17 del Real Decreto 1393/2007, por el que se establece la ordenación de las enseñanzas universitarias oficiales, modificado por el Real Decreto 861/2010:

- Los estudiantes podrán ser admitidos a un Máster conforme a los requisitos específicos y criterios de valoración de méritos que, en su caso, sean propios del título de Máster Universitario o establezca la universidad.
- La Universidad incluirá los procedimientos y requisitos de admisión en el plan de estudios, entre los que podrán figurar complementos formativos en algunas disciplinas, en función de la formación previa acreditada por el estudiante. Dichos complementos formativos podrán formar parte del Máster siempre que el número total de créditos a cursar no supere los 120.

En todo caso, formen o no parte del Máster, los créditos correspondientes a los complementos formativos tendrán, a efectos de precios públicos y de concesión de becas y ayudas al estudio la consideración de créditos de nivel de Máster.

- Estos sistemas y procedimientos deberán incluir, en el caso de estudiantes con necesidades educativas específicas derivadas de discapacidad, los servicios de apoyo y asesoramiento adecuados, que evaluarán la necesidad de posibles adaptaciones curriculares, itinerarios o estudios alternativos.
- La admisión no implicará, en ningún caso, modificación alguna de los efectos académicos y, en su caso, profesionales que correspondan al título previo de que este en posesión el interesado, ni su reconocimiento a otros efectos que el de cursar enseñanzas de Máster.

En el caso de que el número de solicitudes superase el máximo ofertado, los alumnos serán admitidos atendiendo a su expediente académico. En caso de dudas o empates, se realizará una entrevista personal al alumno.

La **Comisión de Coordinación Académica** podrá admitir al alumno y asignarle hasta un máximo de 60 créditos en complementos de formación. Así, el alumno que no acredite una formación suficiente en física, matemáticas y/o programación, deberá realizar unos complementos de formación de los que hasta 42 serán de física, 18 de matemáticas y 12 de programación.

A requerimiento del alumno, la **Comisión de Coordinación Académica** estudiará la viabilidad de poder cursar todos o una parte de los complementos de formación, de manera simultanea al programa de máster, y siempre y cuando la formación complementaria necesaria no represente una carga adicional excesiva para el alumno. Dicha Comisión informará a las Comisiones Académicas de Posgrado de cada Universidad.

Estudiantes con necesidades educativas específicas.

Se garantizará la accesibilidad universal y se supervisará que los estudiantes con discapacidad dispongan de los recursos y apoyos necesarios para el correcto desarrollo del Máster, solicitándoles al hacer la matrícula que indiquen sus necesidades específicas.

4.3 APOYO A ESTUDIANTES

Una vez que el estudiante está matriculado recibirá toda la información que requiera para poder cursar el Máster tanto de forma presencial como virtual a través del correo electrónico. Los Directores del Máster son las personas que, de forma permanente, asesorarán al estudiante en todo aquello que necesiten para el correcto desarrollo de su formación. Los Directores se reunirán de forma periódica con los estudiantes para analizar el proceso de enseñanza y aprendizaje y considerar cualquier aspecto que estimen oportuno.

Una vez matriculados, los estudiantes van a recibir apoyo y orientación por diversas vías:

-Página web de la Universidad de Cantabria y de la Facultad de Ciencias que incluirá información académica general así como información particular sobre el presente título de Máster Universitario, como ya se hace con los másteres en vigor.

- Los estudiantes, antes del comienzo del máster, recibirán una Sesión Inaugural donde los Directores del Máster realizarán una exposición de la organización académica, normas de funcionamiento, datos de contacto del personal de apoyo y profesorado, procedimiento para consultar dudas o solicitar asesoramiento en la formación, etc.

- Cada alumno tendrá asignado un tutor, asignado por la Comisión de Gestión Académica

- Además, los estudiantes contarán con un procedimiento de tutoría permanente de los profesores que imparten la docencia, previa petición por el alumno. En caso de ser necesario, el profesor podrá elaborar un plan de estudio y trabajo para el estudiante del cual deberá realizar el seguimiento.

- Plataforma virtual interactiva, en la que se transmitirá al estudiante todos los programas, presentaciones, apuntes, grabaciones de videoconferencias, prácticas, calendario de actividades y material necesario para el desarrollo de las diferentes asignaturas. Asimismo, dicha plataforma constituye el mecanismo por el cual los estudiantes realizarán o entregarán al profesor gran parte de los trabajos prácticos, incluyendo la realización de tests, resolución de problemas, etc.

-Biblioteca de la Universidad de Cantabria: Cursos sobre localización de información

-SOUCAN: Técnicas y orientación para el estudio, comunicación oral e inteligencia

La Comisión Académica también velará por apoyar y asesorar al estudiante, así como de evaluar los procedimientos y resultados de las labores de orientación.

Unido a todo ello, el estudiante cuenta con el apoyo y asesoramiento de las Secretaría de Alumnos de la UC y la UIMP. Toda la información también estará disponible en la propia web del programa del máster.

4.4 SISTEMA DE TRANSFERENCIA Y RECONOCIMIENTO DE CRÉDITOS

Reconocimiento de Créditos Cursados en Enseñanzas Superiores Oficiales no Universitarias

MÍNIMO	MÁXIMO
0	0

Reconocimiento de Créditos Cursados en Títulos Propios

MÍNIMO	MÁXIMO
0	0

Adjuntar Título Propio

Ver Apartado 4: Anexo 2.

Reconocimiento de Créditos Cursados por Acreditación de Experiencia Laboral y Profesional

MÍNIMO	MÁXIMO
0	0

La **Comisión de Coordinación Académica** del Máster propondrá a las **Comisiones Académicas de Posgrado** competentes de ambas Universidades la transferencia y reconocimiento de créditos, a la vista de las solicitudes de los alumnos. En ningún caso, será objeto de convalidación o reconocimiento el Trabajo Fin de Máster.

La transferencia y reconocimiento de créditos se realizará de acuerdo con las disposiciones generales de la Universidad Cantabria, en tanto en cuanto es la universidad coordinadora.

La Comisión Académica de Posgrado en cuestión emitirá un informe para la Universidad sobre la solicitud del estudiante, a fin de establecer la equivalencia entre los créditos oficiales cursados y las asignaturas del Plan de Estudios en atención al tipo de Plan de Estudios de origen, la equivalencia de competencias y el número de créditos. El informe tendrá carácter académico y será favorable o desfavorable. El informe deberá justificarse en el caso de ser desfavorable.

A continuación se desarrolla la normativa de la Universidad de Cantabria sobre reconocimiento y transferencia de créditos.

El Título VI de la Normativa de Gestión Académica de los Estudios de Máster Oficial establece la siguiente normativa de reconocimiento y transferencia de créditos:

1. DEFINICIONES

Titulaciones de origen y de destino

Se denominará titulación de origen aquélla que se ha cursado previamente y cuyos créditos se proponen para el reconocimiento o transferencia. Se denominará titulación de destino aquélla para la que se solicita el reconocimiento o transferencia de los créditos obtenidos en la titulación de origen.

Reconocimiento de créditos

Se define el reconocimiento de créditos como la aceptación por la Universidad de Cantabria de los créditos que, habiendo sido obtenidos en las diferentes modalidades formativas recogidas en esta normativa, en la misma u otra universidad, son computados en la titulación de destino a efectos de la obtención de un título oficial, sustituyendo a determinados créditos de dicha titulación.
Tal como se indica en el Real Decreto 1393/2007, podrán ser objeto de reconocimiento los créditos cursados en otras enseñanzas superiores oficiales o en enseñanzas universitarias conducentes a la obtención de otros títulos universitarios sin carácter oficial.
Se establece igualmente que podrá ser objeto de reconocimiento la experiencia laboral y profesional acreditada en forma de créditos que computarán a efectos de la obtención de un título oficial, siempre que dicha experiencia esté relacionada con las competencias inherentes a dicho título.

Créditos reconocidos y créditos eximidos

Se entiende por créditos reconocidos los asignados a las asignaturas cursadas en la titulación de origen y que son computados en la titulación de destino a los efectos de la obtención del título.
Se considerarán créditos eximidos los asociados a asignaturas de la titulación de destino que el estudiante no deberá cursar para obtener el título.

Transferencia de créditos

Se entiende por transferencia de créditos la inclusión en los documentos académicos oficiales acreditativos de las enseñanzas seguidas por cada estudiante, de la totalidad de los créditos obtenidos en enseñanzas oficiales cursadas con anterioridad, en la misma u otra universidad, que no hayan conducido a la obtención de un título oficial.

2. TIPOS DE RECONOCIMIENTO DE CRÉDITOS EN ESTUDIOS DE MÁSTER

La Universidad de Cantabria podrá reconocer créditos en los estudios oficiales de Máster por los siguientes conceptos:

a) Estudios oficiales de Primer y Segundo ciclo y de Grado.
b) Estudios oficiales de Máster y Cursos de Doctorado
c) Estudios universitarios oficiales extranjeros de Máster o Doctorado.
d) Enseñanzas universitarias no oficiales.
e) Experiencia laboral o profesional.

3. CRITERIOS GENERALES DE RECONOCIMIENTO

El reconocimiento se realizará atendiendo a los siguientes criterios generales:

Primero: No podrán ser objeto de reconocimiento los créditos correspondientes al Trabajo Fin de Máster.

Segundo: En ningún caso se podrá hacer un reconocimiento parcial de asignaturas o de las prácticas externas.

Tercero: El número de créditos reconocidos en su conjunto por los conceptos correspondientes a enseñanzas universitarias no oficiales y experiencia profesional y laboral, no podrá superar el 15% del total de créditos del plan de estudios de destino, salvo en el caso de que el título oficial haya sido declarado como sustitutivo de un título propio previo.

Cuarto: El reconocimiento de créditos se efectuará teniendo en cuenta la adecuación entre los conocimientos asociados a las materias y/o asignaturas cursadas por el estudiante y los previstos en el plan de estudios respetándose las siguientes reglas:

1) El reconocimiento de créditos significa la exención de cursar determinadas asignaturas del plan de destino (reconocimiento con cargo a asignaturas), para lo cual se exigirá que se cumplan simultáneamente las condiciones siguientes:
- El número de créditos cursados, o en su caso de horas de formación recibida, sea, al menos, el 75% del número de créditos u horas de las asignaturas cuyo reconocimiento desee hacerse efectivo con cargo a las asignaturas cursadas.
- Las asignaturas cursadas contengan, al menos, el 75% de los contenidos de las asignaturas a reconocer y dichos contenidos guarden relación con las competencias vinculadas a dichas asignaturas.

2) Excepcionalmente podrán ser reconocidos créditos correspondientes a asignaturas cursadas sin necesidad de establecer una correspondencia con asignaturas del plan de destino, para lo cual deberán cumplirse los dos requisitos siguientes:
- Las competencias o contenidos de las asignaturas cursadas deben guardar relación con las competencias de la titulación de destino.
- El plan de estudios de destino debe tener créditos de carácter optativo. En este caso, el número de créditos optativos que deberá cursar el estudiante se verá reducido en la cuantía de los créditos cursados y reconocidos.

Quinto: Cuando se produzcan reconocimientos con cargo a asignaturas del plan de destino se deberá garantizar, en cualquier caso, que al finalizar sus estudios el estudiante tenga superados un número de créditos obligatorios y optativos al menos igual a los establecidos por el plan de estudios para cada tipo de materias.

4. ÓRGANOS COMPETENTES PARA EL RECONOCIMIENTO Y TRANSFERENCIA DE CRÉDITOS

Comisión General de Reconocimiento y Transferencia de Créditos

Se constituirá en la Universidad de Cantabria la Comisión General de Reconocimiento y Transferencia de Créditos presidida por el Rector, o por el Vicerrector de Ordenación Académica por delegación, e integrada por los Decanos o Directores de los Centros, el Presidente del Consejo de Estudiantes y el Jefe del Servicio de Gestión Académica.

Será competencia de la Comisión General de Reconocimiento y Transferencia de Créditos elevar propuesta de resolución de los recursos de alzada al Rector, contra los acuerdos de las Comisiones de Posgrado de los Centros en materia de reconocimiento y transferencia de créditos, así como informar aquellas solicitudes que no hayan podido ser resueltas por las Comisiones de Posgrado de los Centros.

La Comisión General de Reconocimiento y Transferencia de Créditos se reunirá, en sesión ordinaria, dos veces cada curso académico de acuerdo con lo establecido en los calendarios académicos y de procesos, y en sesión extraordinaria a instancia del Presidente o cuando existan solicitudes pendientes de resolver.

Comisiones de Posgrado de los Centros

La Comisión de Posgrado de cada Centro será la responsable de formular y elevar al Decano/Director las propuestas de resolución de las solicitudes.

La Comisión podrá recabar los informes y el asesoramiento técnico necesario de los Departamentos o de los profesores del Centro con el fin de informar las solicitudes presentadas.

Las solicitudes serán resueltas por el Decano/Director del Centro. Contra las resoluciones cabe formular recurso de alzada ante el Rector de la Universidad de Cantabria.

5. MATERIAS CORRESPONDIENTES A ESTUDIOS OFICIALES DE PRIMER Y SEGUNDO CICLO Y DE GRADO

Podrán reconocerse las materias correspondientes a estudios oficiales de Primer y Segundo Ciclo y de Grado en función de la adecuación entre las competencias y conocimientos adquiridos en la titulación aportada con los correspondientes a los módulos, materias o asignaturas del Plan de Estudios de Máster con las que deberán ser explícitamente identificadas. En todo caso, el estudiante deberá cursar un mínimo, incluidos los complementos de formación,

de 60 créditos para superar el Máster, con independencia del reconocimiento de créditos que proceda por lo establecido en los apartados siguientes.

6. MATERIAS CORRESPONDIENTES A ESTUDIOS OFICIALES DE MÁSTER Y CURSOS DE DOCTORADO

Podrán reconocerse las materias correspondientes a estudios oficiales de Máster o a cursos de Doctorado en función de la adecuación entre las competencias y conocimientos adquiridos en la titulación aportada con los correspondientes a los módulos, materias o asignaturas del Plan de Estudios de Máster con las que deberán ser explícitamente identificadas.

Los módulos, materias o asignaturas comunes entre distintos títulos de Máster serán objeto de reconocimiento automático.

7. MATERIAS CORRESPONDIENTES A ESTUDIOS UNIVERSITARIOS OFICIALES EXTRANJEROS DE MÁSTER O DOCTORADO

7.1. Reconocimiento por participación en programas de intercambio

La Universidad de Cantabria reconocerá los créditos obtenidos en universidades extranjeras cuando el estudiante participe en programas de intercambio, en los términos establecidos en la normativa de gestión académica de programas de intercambio.

7.2. Reconocimiento de créditos fuera de programas de intercambio

Para el reconocimiento de créditos obtenidos en titulaciones extranjeras será requisito indispensable que la titulación de origen tenga carácter oficial en el país de la institución que expide el título y que todas las certificaciones académicas sean expedidas por autoridades competentes para expedir títulos de acuerdo con las disposiciones legales, reglamentarias o administrativas del Estado del que procedan.

Si la titulación de origen está adaptada al esquema del Espacio Europeo de Educación Superior y utiliza el sistema de créditos ECTS, los créditos reconocidos, en su caso, corresponderán a los créditos de las asignaturas de origen.

Si la titulación de origen no hace uso del sistema ECTS, la Comisión de Reconocimiento y Transferencia de Créditos del centro será la encargada de establecer el número de créditos reconocidos a partir de la formación recibida, garantizando que cada crédito reconocido se hace con cargo a unas horas docentes de al menos el 35% del valor del crédito.

8. MATERIAS CORRESPONDIENTES A ENSEÑANZAS UNIVERSITARIAS NO OFICIALES

El artículo 6 del Real Decreto 1393/2007 establece que se podrán reconocer los créditos cursados en enseñanzas universitarias conducentes a la obtención de un título propio universitario.

La Comisión de Posgrado del Centro efectuará el reconocimiento de créditos respetando el criterio general tercero establecido en el apartado 3.

Solo podrán ser objeto de reconocimiento los créditos correspondientes a títulos de Máster, Experto o con una carga docente equivalente a esos títulos en la Universidad de Cantabria y siempre que el estudiante haya completado la totalidad del título o los equivalentes que les sustituyan en el futuro.

El reconocimiento se hará siempre con cargo a asignaturas y siempre que la formación recibida en el título propio garantice que se cubran y alcancen al menos el 75% de los contenidos y competencias de las asignaturas de la titulación de destino.

9. RECONOCIMIENTO DE LA EXPERIENCIA LABORAL O PROFESIONAL

Se podrán reconocer créditos por la experiencia laboral y profesional acreditada, siempre que dicha experiencia esté relacionada con las competencias inherentes a dicho título y tengan un nivel adecuado al mismo.

El número máximo de créditos reconocibles por esta vía, sumado al posible reconocimiento de créditos por enseñanzas universitarias no oficiales, no podrá superar el 15% de los créditos de la titulación de destino.

Las Comisiones de Posgrado de los distintos centros resolverán los reconocimientos teniendo en cuenta el tipo y duración temporal de la experiencia laboral, y el tipo de instituciones públicas o privadas o empresas en las que se ha desarrollado.

Las citadas comisiones elaborarán anualmente los criterios de reconocimiento que serán aprobados por la Comisión General de Reconocimiento y Transferencia de Créditos de la Universidad.

Si el plan de destino incluye prácticas externas como asignaturas optativas u obligatorias, los créditos de estas prácticas podrán ser objeto de reconocimiento a partir de la experiencia laboral o profesional del estudiante. En cualquier caso, para el reconocimiento de las prácticas externas no se considerarán periodos de actividad profesional demostrada inferiores a 50 horas por cada crédito que se reconozca.

También podrá ser utilizada la experiencia profesional para reconocer créditos de formación correspondientes a asignaturas obligatorias u optativas, siempre que el estudiante acredite que ha adquirido como consecuencia de su actividad profesional al menos, el 75% de las competencias de los módulos, materias o asignaturas cuyo reconocimiento quiere obtener, acreditando además una experiencia profesional mínima equivalente a 1 año a jornada laboral completa.

Para el reconocimiento de asignaturas las Comisiones de Posgrado los centros podrán exigir la realización al estudiante de una prueba de verificación de su nivel de competencias o de una entrevista personal.

10. TRANSFERENCIA DE CRÉDITOS

El artículo 6.6 del Real Decreto 1393/2007 establece que la transferencia de créditos implica que, en los documentos académicos oficiales acreditativos de las enseñanzas seguidas por cada estudiante, se incluirán la totalidad de los créditos obtenidos en enseñanzas oficiales cursadas con anterioridad, en la misma u otra universidad, que no hayan conducido a la obtención de un título oficial.

La transferencia se realizará consignando el literal, el número de créditos y la calificación original de las asignaturas aportadas por el estudiante.

11. PROCEDIMIENTO DE SOLICITUD

Inicio del procedimiento

Los estudiantes podrán solicitar reconocimiento y transferencia de créditos en las enseñanzas de Máster para las que hayan formalizado matrícula. El plazo de presentación y resolución de solicitudes será aprobado por la Comisión de Ordenación Académica para cada Curso Académico.

Las solicitudes, en modelo normalizado, se presentarán en las Secretarías de los Centros Universitarios.

Documentación requerida

Las solicitudes irán acompañadas de la siguiente documentación:
- Para solicitar el reconocimiento o transferencia de créditos correspondiente de estudios universitarios oficiales o propios cursados en centros universitarios sujetos a la normativa española:
o Fotocopia cotejada o compulsada del certificado académico personal de los estudios realizados.
o Fotocopia cotejada o compulsada de la guía docente o programa de cada asignatura de la que se solicita el reconocimiento de crédito con indicación de las competencias y los conocimientos adquiridos, los contenidos desarrollados, las actividades realizadas y su extensión en créditos u horas, sellado por el Centro correspondiente.

No será necesario presentar esta documentación si los estudios origen del reconocimiento se han cursado en la Universidad de Cantabria.

- Para estudios universitarios cursados en centros extranjeros
o Fotocopia cotejada o compulsada del certificado académico personal de los estudios realizados, en la que consten las asignaturas cursadas, las calificaciones obtenidas, la carga lectiva en horas o en créditos, los años académicos en los que se realizaron y el sistema de calificación en que se ha expedido la certificación académica, con indicación expresa de la nota mínima y máxima de dicho sistema.
o Fotocopia cotejada o compulsada del programa de las asignaturas cursadas y superadas de las que solicita el reconocimiento de créditos, con indicación de las competencias y los conocimientos adquiridos, los contenidos desarrollados, las actividades realizadas y su extensión en créditos u horas, sellado por el Centro correspondiente
o Fotocopia cotejada o compulsada del Plan de Estudios sellado por el Centro correspondiente
En caso de que la documentación sea expedida en un país extranjero deberá presentarse debidamente legalizada y traducida al español por traductor jurado, de acuerdo con la legislación del Ministerio de Educación.

- Para la experiencia laboral o profesional
o Curriculum vitae
o Vida laboral de la Seguridad Social
o Informe o certificación de la empresa o institución pública o privada en las que ha prestado servicios, indicando las funciones y tareas desarrolladas y el tiempo de desempeño

o Memoria del solicitante indicando las destrezas y competencias que a su juicio han sido logradas a través de la labor profesional desarrollada.

Resolución de las solicitudes

Las solicitudes se resolverán en los plazos establecidos en el calendario aprobado por la Comisión de Ordenación Académica.

La resolución de reconocimiento de créditos por estudios oficiales contendrá:
- Relación de asignaturas superadas en el plan de estudios de origen, con indicación del número de créditos y calificación, que son reconocidas en los estudios de destino, así como las asignaturas del plan de estudios de destino correspondientes a los créditos eximidos.
- Relación de asignaturas, indicando su naturaleza y número de créditos, que el estudiante necesita cursar en el plan de estudios de destino para completar sus créditos. En el caso de los créditos optativos se le indicará la relación de asignaturas que se ofertan.
- Asignaturas superadas en el plan de estudios de origen y que serán transferidas al expediente de estudios de grado del estudiante.
En el caso de reconocimiento de créditos por estudios no oficiales o titulaciones universitarias oficiales extranjeras fuera de programas de intercambio, la resolución de reconocimiento de créditos contendrá:
- Denominación de la titulación de origen aportada por el alumno y la relación de asignaturas que le son reconocidas en los estudios de destino.

Para el reconocimiento de créditos por experiencia laboral o profesional la resolución de reconocimiento de créditos contendrá:
- Descripción de la experiencia laboral o profesional acreditada y la relación de asignaturas que le son reconocidas en los estudios de destino.

Las resoluciones se comunicarán a los interesados. Contra las mismas, que no ponen fin a la vía administrativa, se podrá interponer recurso de alzada ante el Rector, de acuerdo con lo establecido en los artículos 114 y 115 de la Ley 30/1992, de 26 de noviembre, de Régimen Jurídico de las Administraciones Públicas y del Procedimiento Administrativo Común, modificada por la Ley 4/1999, de 13 de enero.
Tras la resolución de reconocimiento, el estudiante tendrá la posibilidad de realizar ajustes en su matrícula.

12. INCORPORACIÓN AL EXPEDIENTE ACADÉMICO DEL ESTUDIANTE

El artículo 6.7 del Real Decreto 1393/2007 indica que todos los créditos obtenidos por el estudiante en enseñanzas oficiales cursados en cualquier universidad, los transferidos, los reconocidos y los superados para la obtención del correspondiente título, serán incluidos en su expediente académico y reflejados en el Suplemento Europeo al Título.

En el expediente académico se establecerá una separación tipográfica clara entre los créditos que puedan ser usados para la obtención del título de Máster correspondiente y aquellas otras asignaturas transferidas que no conduzcan a un título oficial.

La incorporación al expediente académico se realizará de la siguiente forma:

12.1 Reconocimiento de créditos

a) Formación obligatoria y optativa obtenida en estudios Máster, Doctorado o primer y segundo ciclo en estudios oficiales españoles

Las asignaturas de formación básica, obligatoria u optativa cursadas en otra titulación o universidad cuyos créditos sean reconocidos, pasarán a consignarse en el expediente del estudiante con la denominación, la universidad, el número de créditos, el curso académico y la convocatoria en que fueron superadas.
El reconocimiento de créditos, tanto de formación básica como obligatoria u optativa, incluirá las calificaciones obtenidas por el estudiante en la formación de origen.

b) Formación en estudios oficiales extranjeros fuera de programas de intercambio
En el expediente figurarán las asignaturas que le son reconocidas en el plan de estudios de destino, indicando la titulación oficial y universidad de los estudios de origen.

c) Reconocimiento de créditos por estudios propios
En el expediente figurará la denominación del título propio, así como las asignaturas que le son reconocidas en el plan de estudios de destino.
El reconocimiento de estos créditos no incorporará calificación de los mismos por lo que no computarán a efectos de baremación del expediente.

d) Reconocimiento por la actividad laboral o profesional

En el expediente figurará la actividad laboral o profesional realizada, así como las asignaturas que le son reconocidas en el plan de estudios de destino.

El reconocimiento de estos créditos no incorporará calificación de los mismos por lo que no computarán a efectos de baremación del expediente.

12.2 Transferencia de créditos
En los procesos de transferencia de créditos, estos se anotarán en el expediente académico del estudiante con la denominación, la tipología, el número de créditos y convocatorias y la calificación obtenida en el expediente de origen, y, en su caso, indicando la Universidad y los estudios en los que se cursó.

12.3 Calificación media final del expediente
Los créditos reconocidos por estudios propios, experiencia laboral o profesional, así como los créditos transferidos, no se computarán para el cálculo de la nota media final del expediente del estudiante. Asimismo, no se computarán aquellos reconocimientos que no tengan calificación en su expediente.
12.4 Precios por servicios académicos
Los créditos reconocidos se incorporarán al expediente del estudiante una vez que se hayan abonados los precios públicos que establezca para el reconocimiento de créditos la Orden de la Consejería de Educación por la que se fijan los precios a satisfacer por la prestación de servicios y actividades académicas en el curso académico.

A continuación se desarrolla la normativa de la Universidad Internacional Menéndez y Pelayo sobre reconocimiento y transferencia de créditos.

Normativa de reconocimiento y transferencia de créditos

Corresponde a la Comisión de Estudios de Postgrado proponer al Rector los posibles reconocimientos parciales de estudios en los programas oficiales, a petición de los interesados.
El reconocimiento parcial de estudios se aplicará en el caso de asignaturas o módulos cuyos contenidos sean sustancialmente iguales a los reconocidos, o si se han obtenido a través de programas internacionales de movilidad.
El reconocimiento supone trasladar al expediente la calificación obtenida en los estudios que se reconocen.

Estudios que pueden reconocerse:

Estudios realizados en la UIMP:
- Realizados en otros Másteres Universitarios de la UIMP.
- Enseñanzas reconocidas con títulos propios de postgrado de la UIMP.
En estos casos, se procederá al reconocimiento de asignaturas o módulos, recogiéndose la calificación correspondiente.
Otros estudios:
- Estudios realizados en otros Másteres Universitarios españoles aprobados al amparo del RD 56/2005 y RD 1393/2007.
- Estudios realizados en programas de Doctorado de otras Universidades españolas del plan de estudios regulado por el Decreto 778/98 de Tercer Ciclo.
- Estudios extranjeros realizados con posterioridad a la titulación que da acceso a los Estudios de Máster o Doctorado en el país correspondiente.
- Enseñanzas propias universitarias post-licenciatura/ingeniería (reconocidas como títulos propios de universidades españolas o títulos de universidades extranjeras posteriores a la titulación que da acceso a los Estudios de Máster o Doctorado en el país correspondiente).
- Cursos extracurriculares de nivel equivalente a los Estudios de Máster o Doctorado en los que exista un control académico y, consecuentemente, una evaluación del trabajo realizado por el alumno.
Los créditos basados en horas lectivas no son directamente equiparables a los créditos ECTS, por lo tanto, la Comisión Académica del título realizará la propuesta de reconocimiento.

Solicitud y documentación necesaria:
La solicitud del estudiante deberá ir acompañada de un informe del Director/a responsable del programa correspondiente que certifique la adecuación de la solicitud, la cual será valorada por la Comisión de Estudios de Postgrado.
El estudiante presentará en la Secretaría de Estudiantes la siguiente documentación:
- Impreso de solicitud de reconocimiento de créditos (Impresos).
- Fotocopia compulsada de la Titulación de acceso y de la certificación académica del plan docente cursado en el que consten las asignaturas, duración de los estudios y calificación obtenida. El estudiante debe comprobar, en función del país expedidor de la titulación universitaria, la documentación necesaria que debe aportar.
- Fotocopia compulsada del programa de las asignaturas cursadas y superadas de las que se solicita el reconocimiento de créditos, con indicación de los contenidos desarrollados y de las competencias adquiridas, sellado por el centro correspondiente.
- Descripción del número de créditos que desea que le sean reconocidos, así como las asignaturas a que se refiere la solicitud de reconocimiento.
- Informe del Director/a responsable del programa que certifique la adecuación de la solicitud.

Propuesta de resolución:

La propuesta de resolución corresponderá a la Comisión de Estudios de Postgrado, que la elevará al Consejo de Gobierno de la UIMP para su aprobación.

La resolución de reconocimiento de créditos contendrá:
La denominación de la/s asignatura/s objeto del reconocimiento, su tipología, número de créditos y calificación, indicando las asignaturas origen del reconocimiento.
La denominación de la/s asignatura/s que no proceda reconocer, indicando las asignaturas del plan de estudios de origen. En este caso la resolución será motivada.
La resolución se comunicará a la Secretaría de Estudiantes para su inclusión en el expediente del estudiante.

Importe y liquidación de los créditos reconocidos:
El estudiante debe matricularse obligatoriamente, y en los plazos establecidos de matrícula, de todos los créditos requeridos por curso académico, con independencia de si en las asignaturas que deba cursar se solicita, o no, reconocimiento de créditos.

Los estudiantes que obtengan el reconocimiento de créditos tendrán derecho a la devolución del 75% de precio del crédito correspondiente al Máster Universitario que realicen, establecido para el año en el que se realice el reconocimiento en la resolución de precios públicos por estudios universitarios de la UIMP.

4.6 COMPLEMENTOS FORMATIVOS

Como se ha indicado en el apartado 4.2 se ha diseñado un programa de hasta 72 créditos de complementos de formación para completar la formación del alumno, que, en cualquier caso, no podrá realizar más de 60.

Los complementos de formación incluyen tres materias que se distribuyen a su vez en asignaturas de la siguiente manera:

Materia Complementos de Física, 42 créditos (cada asignatura es de 6 créditos)

1. Mecánica Clásica y Relatividad (G49)
2. Astronomía (G50)
3. Electricidad y Magnetismo (G51)
4. Electromagnetismo y Óptica (G52)
5. Física Cuántica y Estructura de la Materia I: Fundamentos de la Física Cuántica (G55)
6. Física Cuántica y Estructura de la Materia II: Átomos, Moléculas y Sólidos (G56)
7. Física Cuántica y Estructura de la Materia IV: Núcleos y Partículas (G58)

Materia Complementos de Matemáticas, 18 créditos (cada asignatura es de 6 créditos)

1. Matemáticas I: Algebra Lineal y Geometría (G35)
2. Matemáticas II: Cálculo Diferencial (G36)
3. Matemáticas III: Cálculo Integral (G37)

Materia Complementos de Programación, 12 créditos (cada asignatura es de 6 créditos)

1. Programación (G40)
2. Introducción al Software (G2666)

Estos Complementos estarán asociados a asignaturas del Grado en Física y en Ingeniería Informática de la UC. El código indicado en cada asignatura hace referencia a la nomenclatura del programa de Grado de la UC.

5. PLANIFICACIÓN DE LAS ENSEÑANZAS

5.1 DESCRIPCIÓN DEL PLAN DE ESTUDIOS
Ver Apartado 5: Anexo 1.
5.2 ACTIVIDADES FORMATIVAS
Participación y asistencia a lecciones magistrales en el aula
Participación y asistencia en seminarios dirigidos por un profesor
Realización de experiencias de laboratorio
Realización de prácticas de computación
Desarrollo de proyectos guiados
Realización y presentación oral de trabajos
Participación y asistencia a trabajos de campo
Visitas a empresas, hospitales, zonas de campo, observatorios y centros de investigación
Tutorías con un profesor que se desarrollarán tanto personalmente como por medio de recursos en red (por ejemplo, correo electrónico, gestor de contenidos en entorno web . e.g. Moodle)
Elaboración de informes de laboratorio y de campo
Realización y presentación escrita de trabajos
Estudio individual de contenidos de la asignatura
Estudio en grupo de contenidos de la asignatura
Examen escrito
Examen práctico en el laboratorio
Presentaciones orales
5.3 METODOLOGÍAS DOCENTES
Clases magistrales en el aula
Resolución de casos en el aula
Experiencias de laboratorio
Prácticas de computación
Exposiciones orales de trabajos
Trabajos escritos
Elaboración de informes
Seminarios
Tutorías
Visitas a empresas, observatorios y centros de investigación
5.4 SISTEMAS DE EVALUACIÓN
Examen escrito
Examen oral
Examen práctico en el laboratorio
Valoración de informes y trabajos escritos
Valoración de exposiciones orales de trabajos
Seguimiento de actividades presenciales
Memoria escrita del Trabajo Fin de Máster
Defensa del Trabajo Fin de Máster
5.5 NIVEL 1: Módulo Común
5.5.1 Datos Básicos del Nivel 1
NIVEL 2: Estadística, Análisis de Datos y Programación

5.5.1.1 Datos Básicos del Nivel 2		
CARÁCTER	Obligatoria	
ECTS NIVEL 2	9	
DESPLIEGUE TEMPORAL: Cuatrimestral		
ECTS Cuatrimestral 1	**ECTS Cuatrimestral 2**	**ECTS Cuatrimestral 3**
9		
ECTS Cuatrimestral 4	**ECTS Cuatrimestral 5**	**ECTS Cuatrimestral 6**
ECTS Cuatrimestral 7	**ECTS Cuatrimestral 8**	**ECTS Cuatrimestral 9**
ECTS Cuatrimestral 10	**ECTS Cuatrimestral 11**	**ECTS Cuatrimestral 12**
LENGUAS EN LAS QUE SE IMPARTE		
CASTELLANO	**CATALÁN**	**EUSKERA**
Sí	No	No
GALLEGO	**VALENCIANO**	**INGLÉS**
No	No	Sí
FRANCÉS	**ALEMÁN**	**PORTUGUÉS**
No	No	No
ITALIANO	**OTRAS**	
No	No	
NIVEL 3: Estadística y Análisis de Datos		
5.5.1.1.1 Datos Básicos del Nivel 3		
CARÁCTER	**ECTS ASIGNATURA**	**DESPLIEGUE TEMPORAL**
Obligatoria	6	Cuatrimestral
DESPLIEGUE TEMPORAL		
ECTS Cuatrimestral 1	**ECTS Cuatrimestral 2**	**ECTS Cuatrimestral 3**
6		
ECTS Cuatrimestral 4	**ECTS Cuatrimestral 5**	**ECTS Cuatrimestral 6**
ECTS Cuatrimestral 7	**ECTS Cuatrimestral 8**	**ECTS Cuatrimestral 9**
ECTS Cuatrimestral 10	**ECTS Cuatrimestral 11**	**ECTS Cuatrimestral 12**
LENGUAS EN LAS QUE SE IMPARTE		
CASTELLANO	**CATALÁN**	**EUSKERA**
Sí	No	No
GALLEGO	**VALENCIANO**	**INGLÉS**
No	No	Sí
FRANCÉS	**ALEMÁN**	**PORTUGUÉS**
No	No	No
ITALIANO	**OTRAS**	
No	No	
NIVEL 3: Programación en el Entorno Científico		
5.5.1.1.1 Datos Básicos del Nivel 3		
CARÁCTER	**ECTS ASIGNATURA**	**DESPLIEGUE TEMPORAL**
Obligatoria	3	Cuatrimestral
DESPLIEGUE TEMPORAL		
ECTS Cuatrimestral 1	**ECTS Cuatrimestral 2**	**ECTS Cuatrimestral 3**

3		
ECTS Cuatrimestral 4	**ECTS Cuatrimestral 5**	**ECTS Cuatrimestral 6**
ECTS Cuatrimestral 7	**ECTS Cuatrimestral 8**	**ECTS Cuatrimestral 9**
ECTS Cuatrimestral 10	**ECTS Cuatrimestral 11**	**ECTS Cuatrimestral 12**
LENGUAS EN LAS QUE SE IMPARTE		
CASTELLANO	**CATALÁN**	**EUSKERA**
Sí	No	No
GALLEGO	**VALENCIANO**	**INGLÉS**
No	No	Sí
FRANCÉS	**ALEMÁN**	**PORTUGUÉS**
No	No	No
ITALIANO	**OTRAS**	
No	No	

5.5.1.2 RESULTADOS DE APRENDIZAJE

- Conocimiento de la importancia de los datos y su análisis riguroso en el ámbito de la investigación
- Capacidad para contrastar hipótesis a la luz de una muestra de datos, decidiendo si ambos son compatibles a un determinado nivel de confianza, y conociendo qué técnicas son las más adecuadas en cada caso
- Uso de simulaciones para estimar la viabilidad de un experimento, para comprobar si sus resultados son compatibles con una determinada hipótesis, y para estimar intervalos de confianza en los parámetros del modelo
- Desarrollo de un sentido crítico general sobre las distintas aplicaciones de la estadística y sus limitaciones
- Escribir programas de dificultad media en un lenguaje informático para el cálculo científico
- Utilizar librerías científicas en la resolución de problemas numéricos
- Manejar conceptos básicos de sistemas operativos utilizados en el entorno científico.
- Desarrollar algoritmos para la resolución de problemas numéricos.

5.5.1.3 CONTENIDOS

- Distribuciones de probabilidad más frecuentes en Física. Incertidumbres y errores en el trabajo con instrumentos. Propagación. Significancia de una detección. Cociente señal-ruido
- Contrastes de hipótesis paramétricos y no paramétricos. Análisis de Varianza
- Ajustes a modelos. Métodos de máxima verosimilitud
- Estadística Bayesiana
- Simulación. Técnicas de Montecarlo. Bootstrapping
- Sistemas operativos en el entorno científico
- Paradigma de lenguaje de programación de alto nivel para el cálculo científico
- Manejo de librerías científicas
- Algoritmos numéricos para la resolución de problemas en el entorno científico/técnico

5.5.1.4 OBSERVACIONES

- Se requieren conocimientos previos de matemáticas a nivel de cálculo diferencial e integral.
- Se requieren conocimientos previos de programación a nivel de estructuras y funciones básicas.

5.5.1.5 COMPETENCIAS

5.5.1.5.1 BÁSICAS Y GENERALES

CG1 - Capacidad para integrarse eficazmente en un grupo de trabajo y trabajar en equipo, compartir la información disponible e integrar su actividad en la del grupo colaborando de forma activa en la consecución de objetivos comunes

CG2 - Capacidad de estudio, síntesis y autonomía suficientes para, una vez finalizado este programa formativo, iniciar una Tesis Doctoral

CG3 - Capacidad para redactar documentos científicos y técnicos, en particular artículos científicos

CG4 - Saber preparar y conducir presentaciones, ante públicos especializado, sobre una investigación o proyecto científico

CG5 - Capacidad para planificar, diseñar y poner en marcha un proyecto avanzado

CG7 - Conocer las herramientas metodológicas necesarias para desarrollar proyectos avanzados

CB6 - 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

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

CB8 - 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
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
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.
5.5.1.5.2 TRANSVERSALES
CT1 - Capacidad para buscar, obtener, seleccionar, tratar, analizar y comunicar información utilizando diferentes fuentes
5.5.1.5.3 ESPECÍFICAS
CE3 - Conocer las técnicas de análisis y modelización estadística de datos con capacidad para interpretación de resultados en Física de Partículas y del Cosmos
CE4 - Capacidad para manejar software específico de modelización y análisis de datos.
CE5 - Capacidad para manejar los principales sistemas operativos utilizados en el ámbito científico y desarrollar programas en lenguajes orientados al cálculo científico
CE6 - Capacidad de enfrentarse de forma autónoma a problemas numéricos, utilizando librerías científicas y desarrollando algoritmos
CE7 - Capacidad para planificar y desarrollar de forma autónoma proyectos informáticos de componente científico/numérico
5.5.1.6 ACTIVIDADES FORMATIVAS

ACTIVIDAD FORMATIVA	HORAS	PRESENCIALIDAD
Participación y asistencia a lecciones magistrales en el aula	35.5	100
Realización de prácticas de computación	32	100
Desarrollo de proyectos guiados	6	50
Realización y presentación oral de trabajos	8	50
Tutorías con un profesor que se desarrollarán tanto personalmente como por medio de recursos en red (por ejemplo, correo electrónico, gestor de contenidos en entorno web . e.g. Moodle)	3	50
Elaboración de informes de laboratorio y de campo	50	0
Realización y presentación escrita de trabajos	18	0
Estudio individual de contenidos de la asignatura	70	0
Examen práctico en el laboratorio	2	100
Presentaciones orales	0.5	100

5.5.1.7 METODOLOGÍAS DOCENTES
Clases magistrales en el aula
Resolución de casos en el aula
Experiencias de laboratorio
Prácticas de computación
Trabajos escritos
Elaboración de informes
Seminarios
Tutorías
5.5.1.8 SISTEMAS DE EVALUACIÓN

SISTEMA DE EVALUACIÓN	PONDERACIÓN MÍNIMA	PONDERACIÓN MÁXIMA
Examen práctico en el laboratorio	0.0	100.0
Valoración de informes y trabajos escritos	50.0	85.0
Valoración de exposiciones orales de trabajos	0.0	20.0
Seguimiento de actividades presenciales	0.0	40.0
NIVEL 2: Física de Partículas y del Cosmos		
5.5.1.1 Datos Básicos del Nivel 2		
CARÁCTER	Obligatoria	
ECTS NIVEL 2	15	
DESPLIEGUE TEMPORAL: Anual		
ECTS Anual 1	**ECTS Anual 2**	**ECTS Anual 3**
15		
ECTS Anual 4	**ECTS Anual 5**	**ECTS Anual 6**
LENGUAS EN LAS QUE SE IMPARTE		
CASTELLANO	**CATALÁN**	**EUSKERA**
Sí	No	No
GALLEGO	**VALENCIANO**	**INGLÉS**
No	No	Sí
FRANCÉS	**ALEMÁN**	**PORTUGUÉS**
No	No	No
ITALIANO	**OTRAS**	
No	No	
NIVEL 3: Modelo Estándar de Física de Partículas		
5.5.1.1.1 Datos Básicos del Nivel 3		
CARÁCTER	**ECTS ASIGNATURA**	**DESPLIEGUE TEMPORAL**
Obligatoria	6	Cuatrimestral
DESPLIEGUE TEMPORAL		
ECTS Cuatrimestral 1	**ECTS Cuatrimestral 2**	**ECTS Cuatrimestral 3**
6		
ECTS Cuatrimestral 4	**ECTS Cuatrimestral 5**	**ECTS Cuatrimestral 6**
ECTS Cuatrimestral 7	**ECTS Cuatrimestral 8**	**ECTS Cuatrimestral 9**
ECTS Cuatrimestral 10	**ECTS Cuatrimestral 11**	**ECTS Cuatrimestral 12**
LENGUAS EN LAS QUE SE IMPARTE		
CASTELLANO	**CATALÁN**	**EUSKERA**
Sí	No	No
GALLEGO	**VALENCIANO**	**INGLÉS**
No	No	Sí
FRANCÉS	**ALEMÁN**	**PORTUGUÉS**
No	No	No
ITALIANO	**OTRAS**	
No	No	
NIVEL 3: Física del Cosmos		
5.5.1.1.1 Datos Básicos del Nivel 3		

CARÁCTER	ECTS ASIGNATURA	DESPLIEGUE TEMPORAL
Obligatoria	6	Cuatrimestral
DESPLIEGUE TEMPORAL		
ECTS Cuatrimestral 1	**ECTS Cuatrimestral 2**	**ECTS Cuatrimestral 3**
6		
ECTS Cuatrimestral 4	**ECTS Cuatrimestral 5**	**ECTS Cuatrimestral 6**
ECTS Cuatrimestral 7	**ECTS Cuatrimestral 8**	**ECTS Cuatrimestral 9**
ECTS Cuatrimestral 10	**ECTS Cuatrimestral 11**	**ECTS Cuatrimestral 12**
LENGUAS EN LAS QUE SE IMPARTE		
CASTELLANO	**CATALÁN**	**EUSKERA**
Sí	No	No
GALLEGO	**VALENCIANO**	**INGLÉS**
No	No	Sí
FRANCÉS	**ALEMÁN**	**PORTUGUÉS**
No	No	No
ITALIANO	**OTRAS**	
No	No	
NIVEL 3: Frontier Research in Astrophysics and Particle Physics		
5.5.1.1.1 Datos Básicos del Nivel 3		
CARÁCTER	**ECTS ASIGNATURA**	**DESPLIEGUE TEMPORAL**
Obligatoria	3	Anual
DESPLIEGUE TEMPORAL		
ECTS Anual 1	**ECTS Anual 2**	**ECTS Anual 3**
3		
ECTS Anual 4	**ECTS Anual 5**	**ECTS Anual 6**
LENGUAS EN LAS QUE SE IMPARTE		
CASTELLANO	**CATALÁN**	**EUSKERA**
Sí	No	No
GALLEGO	**VALENCIANO**	**INGLÉS**
No	No	Sí
FRANCÉS	**ALEMÁN**	**PORTUGUÉS**
No	No	No
ITALIANO	**OTRAS**	
No	No	
5.5.1.2 RESULTADOS DE APRENDIZAJE		

- Comprender los aspectos esenciales del modelo estándar del Big-Bang
- Conocer los principales procesos físicos relevantes en Astronomía y Astrofísica
- Obtener una visión general de cómo la gravedad y el electromagnetismo regulan la formación y evolución de los cuerpos celestes
- Comprender cómo se relacionan los procesos astrofísicos con las observaciones que se pueden realizar desde la Tierra
- Ser capaz de obtener información sobre un tema concreto en la literatura, analizar datos, realizar cálculos, obtener conclusiones y presentar el correspondiente informe
- Conocer el Modelo Estándar (ME) de Física de Partículas
- Entender el significado de las simetrías en Física de Partículas
- Conocer la naturaleza y formulación matemática de las interacciones fundamentales
- Ser capaz de realizar cálculos sencillos de los observables físicos
- Conocer el grado de precisión requerido para una eficiente comparación teoría/experimento

- Se capaz de comprender el significado de los resultados experimentes y su comparación con la teoría
- Conocer los métodos experimentales existentes para la validación del ME

- Ser capaz de obtener información sobre avances en la teoría, cálculos avanzados, de los resultados experimentas y de las técnicas de análisis , así como de presentar informes al respecto
- Obtener una visión general de los temas de mayor interés en la actualidad en las áreas de astrofísica, cosmología y física de partículas.
- Obtener una visión general de las diferentes metodologías empleadas en la investigación de ciertas temáticas concretas relacionadas a estas áreas.
- Establecer un contacto y un diálogo directo con investigadores de reconocido prestigio especializados en temáticas de actualidad en el campo.
- Reconocer los logros y retos actuales y futuros en las áreas de astrofísica, cosmología y física de partículas tanto experimental como teórica.
- Aprender a obtener información sobre algún tema concreto en la literatura.

5.5.1.3 CONTENIDOS

- El modelo estándar del Big-Bang
- Gravitación clásica y relativista: colapso gravitatorio, acreción, principios de Relatividad General, ecuaciones de Einstein, agujeros negros
- Equilibrio termodinámico e hidrostático: temperatura, energía, masa de Jeans, dinámica de fluidos
- Procesos de emisión y absorción de radiación: procesos térmicos y no térmicos
- Interacción radiación-materia: ionización y recombinación, dispersión, espectros de continuo y de líneas, luminosidad de Eddington
- Conceptos básicos del ME de Física de Partículas
- La ecuación de Dirac
- Interacción entre partículas puntuales
- Aniquilación electrón-positrón
- Dispersión profundamente inelástica
- Simetrías y Modelo Quark
- Cromodinamica Cuántica
- Interacción Débil
- Unificación Electro-Débil
- El Bosón de Higgs y la ruptura espontanea de simetría
- Test del Modelo Estándar: Fenomenología
- Seminarios sobres temas punteros de investigación sobre diversos temas actuales, tales como:
    - Materia oscura y energía oscura
    - Agujeros negros y gravitación
    - Fondo cósmico de microondas
    - Estructura a gran escala del universo
    - Astronomía en diversas longitudes de onda
    - Núcleos galácticos activos
    - Ondas gravitacionales
    - Teorías de Supersimetría
    - Posibles extensiones al Modelo Estándar de física de partículas
    - Búsqueda de partículas supersimétricas en colisionadores hadrónicos
    - Medidas de precisión de procesos del Model Standard de física de partículas
    - Física del sector de Higgs y sus posibles extensiones
    - Búsqueda directa e indirecta de materia oscura

Las temáticas podrían variar y por lo tanto esta lista no es exhaustiva ni tampoco puede garantizarse que todos los años se cubran todos los temas.

5.5.1.4 OBSERVACIONES

Se requieren conocimientos generales de Astronomía y de Física.

En relación a la asignatura *¿Frontier research in astrophysics and particle physics¿,* hay que destacar que esta asignatura tiene un carácter diferente del resto de las asignaturas del módulo en particular, y del máster. Esencialmente se imparte en un formato parecido a un seminario, donde investigadores de centros españoles o internacionales de reconocido prestigio ofrecen al alumnado una visión del estado actual en sus respectivas áreas de especialización. Cada clase constaría de dos partes: una hora de seminario, y una hora de discusión con los alumnos. Se prevé un número de 11 o 12 de estas sesiones por año.

5.5.1.5 COMPETENCIAS

5.5.1.5.1 BÁSICAS Y GENERALES

CG2 - Capacidad de estudio, síntesis y autonomía suficientes para, una vez finalizado este programa formativo, iniciar una Tesis Doctoral

CG4 - Saber preparar y conducir presentaciones, ante públicos especializado, sobre una investigación o proyecto científico

CG5 - Capacidad para planificar, diseñar y poner en marcha un proyecto avanzado

CG6 - Buscar, obtener, procesar, comunicar información y transformarla en conocimiento

CG8 - Capacidad de actualización de los conocimientos expuestos en el ámbito de la comunidad científica

CB6 - 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

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

CB8 - 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

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

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.
5.5.1.5.2 TRANSVERSALES
CT1 - Capacidad para buscar, obtener, seleccionar, tratar, analizar y comunicar información utilizando diferentes fuentes
5.5.1.5.3 ESPECÍFICAS
CE1 - Capacidad para iniciar una Tesis Doctoral en el ámbito de la Física de Partículas y del Cosmos
CE2 - Capacidad para preparar y presentar el trabajo dentro del grupo de trabajo de grandes colaboraciones de Física de Partículas, Astrofísica y Cosmología
CE3 - Conocer las técnicas de análisis y modelización estadística de datos con capacidad para interpretación de resultados en Física de Partículas y del Cosmos
CE8 - Capacidad para comprender el papel sinérgico que la Astronomía, la Cosmología y la Física de Partículas tienen a la hora de explicar el origen, evolución y composición del Universo, así como los mecanismos físicos fundamentales que lo rigen
CE9 - Capacidad para manejar los instrumentos y métodos experimentales utilizados en el ámbito de la Física de Partículas y del Cosmos
CE10 - Conocer las limitaciones de la distinta instrumentación utilizada en el ámbito de la Física de Partículas y del Cosmos

5.5.1.6 ACTIVIDADES FORMATIVAS

ACTIVIDAD FORMATIVA	HORAS	PRESENCIALIDAD
Participación y asistencia a lecciones magistrales en el aula	82.5	100
Participación y asistencia en seminarios dirigidos por un profesor	30	100
Desarrollo de proyectos guiados	20	40
Realización y presentación oral de trabajos	16	40
Tutorías con un profesor que se desarrollarán tanto personalmente como por medio de recursos en red (por ejemplo, correo electrónico, gestor de contenidos en entorno web . e.g. Moodle)	4	40
Realización y presentación escrita de trabajos	75	0
Estudio individual de contenidos de la asignatura	120	0
Estudio en grupo de contenidos de la asignatura	22.5	0
Examen escrito	3	100
Presentaciones orales	2	100

5.5.1.7 METODOLOGÍAS DOCENTES

Clases magistrales en el aula
Resolución de casos en el aula
Experiencias de laboratorio
Exposiciones orales de trabajos
Trabajos escritos
Elaboración de informes
Tutorías

5.5.1.8 SISTEMAS DE EVALUACIÓN

SISTEMA DE EVALUACIÓN	PONDERACIÓN MÍNIMA	PONDERACIÓN MÁXIMA
Examen escrito	0.0	100.0
Valoración de informes y trabajos escritos	10.0	20.0

Valoración de exposiciones orales de trabajos	0.0	80.0
Seguimiento de actividades presenciales	10.0	30.0
5.5 NIVEL 1: Módulo de Especialización		
5.5.1 Datos Básicos del Nivel 1		
NIVEL 2: Especialización en Física de Partículas		
5.5.1.1 Datos Básicos del Nivel 2		
CARÁCTER	Optativa	
ECTS NIVEL 2	12	
DESPLIEGUE TEMPORAL: Cuatrimestral		
ECTS Cuatrimestral 1	**ECTS Cuatrimestral 2**	**ECTS Cuatrimestral 3**
6	6	
ECTS Cuatrimestral 4	**ECTS Cuatrimestral 5**	**ECTS Cuatrimestral 6**
ECTS Cuatrimestral 7	**ECTS Cuatrimestral 8**	**ECTS Cuatrimestral 9**
ECTS Cuatrimestral 10	**ECTS Cuatrimestral 11**	**ECTS Cuatrimestral 12**
LENGUAS EN LAS QUE SE IMPARTE		
CASTELLANO	**CATALÁN**	**EUSKERA**
Sí	No	No
GALLEGO	**VALENCIANO**	**INGLÉS**
No	No	Sí
FRANCÉS	**ALEMÁN**	**PORTUGUÉS**
No	No	No
ITALIANO	**OTRAS**	
No	No	
LISTADO DE ESPECIALIDADES		
Especialidad en Física de Partículas		
NIVEL 3: Métodos y Técnicas de Detección en Física de Partículas		
5.5.1.1.1 Datos Básicos del Nivel 3		
CARÁCTER	**ECTS ASIGNATURA**	**DESPLIEGUE TEMPORAL**
Optativa	6	Cuatrimestral
DESPLIEGUE TEMPORAL		
ECTS Cuatrimestral 1	**ECTS Cuatrimestral 2**	**ECTS Cuatrimestral 3**
6		
ECTS Cuatrimestral 4	**ECTS Cuatrimestral 5**	**ECTS Cuatrimestral 6**
ECTS Cuatrimestral 7	**ECTS Cuatrimestral 8**	**ECTS Cuatrimestral 9**
ECTS Cuatrimestral 10	**ECTS Cuatrimestral 11**	**ECTS Cuatrimestral 12**
LENGUAS EN LAS QUE SE IMPARTE		
CASTELLANO	**CATALÁN**	**EUSKERA**
Sí	No	No
GALLEGO	**VALENCIANO**	**INGLÉS**
No	No	Sí
FRANCÉS	**ALEMÁN**	**PORTUGUÉS**
No	No	No

ITALIANO	OTRAS	
No	No	
LISTADO DE ESPECIALIDADES		
Especialidad en Física de Partículas		
NIVEL 3: Herramientas de Análisis en Física de Partículas		
5.5.1.1.1 Datos Básicos del Nivel 3		
CARÁCTER	**ECTS ASIGNATURA**	**DESPLIEGUE TEMPORAL**
Optativa	6	Cuatrimestral
DESPLIEGUE TEMPORAL		
ECTS Cuatrimestral 1	**ECTS Cuatrimestral 2**	**ECTS Cuatrimestral 3**
	6	
ECTS Cuatrimestral 4	**ECTS Cuatrimestral 5**	**ECTS Cuatrimestral 6**
ECTS Cuatrimestral 7	**ECTS Cuatrimestral 8**	**ECTS Cuatrimestral 9**
ECTS Cuatrimestral 10	**ECTS Cuatrimestral 11**	**ECTS Cuatrimestral 12**
LENGUAS EN LAS QUE SE IMPARTE		
CASTELLANO	**CATALÁN**	**EUSKERA**
Sí	No	No
GALLEGO	**VALENCIANO**	**INGLÉS**
No	No	Sí
FRANCÉS	**ALEMÁN**	**PORTUGUÉS**
No	No	No
ITALIANO	**OTRAS**	
No	No	
LISTADO DE ESPECIALIDADES		
Especialidad en Física de Partículas		

5.5.1.2 RESULTADOS DE APRENDIZAJE

- Conocimiento de los diferentes tipos de radiaciones ionizantes, su detección y su uso en la investigación y en la industria.
- Conocimiento de los métodos de calibración de los detectores de radiación.
- Conocimiento de los diferentes tipos y las propiedades generales de un detector de radiación de estado sólido
- Conocimiento básico del procesado y acondicionamiento electrónico de señales rápidas (1GHz)
- Conocimiento del estado actual de la técnica de los detectores de estados sólido y una perspectiva de los futuros desarrollos de la misma.
- Conocimiento de los usos industriales de los detectores de radiación para tareas de vigilancia y protección radiológica.
- Destreza en el uso de láseres semiconductores para la caracterización de detectores de radiación fabricados en silicio.
- Los alumnos conocerán las principales técnicas usadas para reconstruir las partículas y trigger que dejan señales en el detector
- Conocerán las técnicas de reconstrucción de los objetos físicos que se usan en los análisis de física.
- Aprenderán técnicas de análisis de física para medida de eficiencias, determinar fondos, extraer señales y determinar las incertidumbres sistemáticas.
- Aprenderán distintas alternativas para usar en cada caso bien sea en medidas de precisión o en búsquedas.

5.5.1.3 CONTENIDOS

- Fuentes naturales y artificiales de radiación. Unidades y definiciones, fuentes de electrones, partículas cargadas pesadas, fuentes electromagnéticas, fuentes de neutrones
- Interacción de la radiación con la materia. Electrones, fotones, iones pesados, iones ligeros. Tipos de interacciones.
- Propiedades generales de un detector de Radiación. Modelo simplificado de un detector, resolución y eficiencia de detección, tiempo muerto
- Detectores basados en diodos semiconductores. Propiedades del material semiconductor, el diodo de unión p-n completamente vaciado, características operacionales y eléctricas, generación de señal por la radiación ionizante.
- Fabricación de detectores: procesos planares de fabricación de semiconductores. Caracterización eléctrica (curvas IV y CV) de diodos a diferentes temperaturas
- Acondicionamiento y lectura de las señales de detectores de radiación semiconductores. Preamplificación, conformado y procesado de las señales generadas por un detector semiconductor. Ruido electrónico, razón señal/ruido.
- Caracterización TCT (Transient Current Technique) de un diodo iluminado por un laser de pico segundo, determinación de la concentración efectiva de portadores.
- Detectores de semiconductor usados en física nuclear y de partículas. Diodos, microstrips, píxeles. Grandes sistemas detectores: calorimetría y medida de trayectorias. Aplicaciones a física médica. Evolución histórica: de la espectrometría nuclear al detector traceador del LHC. Nuevos desarrollos: sensores CMOS activos, integración 3D, fotomultiplicadores de silicio, alta resistencia a radiación.
- Fundamentos prácticos y calibración de detectores de radiación. Media de actividad gamma con detector de Germanio puro. Medida actividad alfa con detector semiconductor. Medida flujo de neutrones con fotodiodo.
- Usos industriales de los detectores de radiación: Pórticos de detección para vigilancia radiológica de factorías. Protección Radiológica en industria, medicina e investigación.
- Trigger. Niveles de datos. Uso de adquisición de datos. Definición de ¿DataSers¿
- Reconstrucción de trazas. Track finding, Track Fitting: Kalman Fitter. Métodos Adaptativos

- Reconstrucción de Jets, leptones, MET. Concepto de Objeto en PP. Algoritmos diferentes. Correcciones. Particle Flow.
- Simulación del detector y MonteCarlos: Necesidad de simulación, varias técnicas, General concept on Monte Carlos. Generación de MonteCarlo.
- Medida de las eficiencias
- Técnicas de análisis: Hacer una selección de datos. Herramientas: histogramas, n-tuplas. Uso de análisis simples, secuenciales, ajustes a una variable. Análisis complejos, uso de técnicas estadísticas avanzadas.
- Incertidumbre sistemáticas. Principales fuentes de incertidumbre en la medidas tanto teóricas como instrumentales. Correlaciones.
- Medidas de precisión. Uso actual e Importancia de las mismas. Ejemplo de algunos de las principales análisis realizado a día de hoy.
- Extracción de límites. Superiores e inferiores. Interpretaciones de los limites.

5.5.1.4 OBSERVACIONES

5.5.1.5 COMPETENCIAS

5.5.1.5.1 BÁSICAS Y GENERALES

CG1 - Capacidad para integrarse eficazmente en un grupo de trabajo y trabajar en equipo, compartir la información disponible e integrar su actividad en la del grupo colaborando de forma activa en la consecución de objetivos comunes

CG2 - Capacidad de estudio, síntesis y autonomía suficientes para, una vez finalizado este programa formativo, iniciar una Tesis Doctoral

CG3 - Capacidad para redactar documentos científicos y técnicos, en particular artículos científicos

CG4 - Saber preparar y conducir presentaciones, ante públicos especializado, sobre una investigación o proyecto científico

CG7 - Conocer las herramientas metodológicas necesarias para desarrollar proyectos avanzados

CG8 - Capacidad de actualización de los conocimientos expuestos en el ámbito de la comunidad científica

CB6 - 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

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

CB8 - 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

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

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.

5.5.1.5.2 TRANSVERSALES

CT1 - Capacidad para buscar, obtener, seleccionar, tratar, analizar y comunicar información utilizando diferentes fuentes

5.5.1.5.3 ESPECÍFICAS

CE2 - Capacidad para preparar y presentar el trabajo dentro del grupo de trabajo de grandes colaboraciones de Física de Partículas, Astrofísica y Cosmología

CE3 - Conocer las técnicas de análisis y modelización estadística de datos con capacidad para interpretación de resultados en Física de Partículas y del Cosmos

CE9 - Capacidad para manejar los instrumentos y métodos experimentales utilizados en el ámbito de la Física de Partículas y del Cosmos

CE10 - Conocer las limitaciones de la distinta instrumentación utilizada en el ámbito de la Física de Partículas y del Cosmos

5.5.1.6 ACTIVIDADES FORMATIVAS

ACTIVIDAD FORMATIVA	HORAS	PRESENCIALIDAD
Participación y asistencia a lecciones magistrales en el aula	46	100
Participación y asistencia en seminarios dirigidos por un profesor	4	100
Realización de experiencias de laboratorio	20	100
Realización de prácticas de computación	20	100
Desarrollo de proyectos guiados	15	30
Realización y presentación oral de trabajos	10	30

Tutorías con un profesor que se desarrollarán tanto personalmente como por medio de recursos en red (por ejemplo, correo electrónico, gestor de contenidos en entorno web . e.g. Moodle)	2	30
Elaboración de informes de laboratorio y de campo	60	0
Estudio individual de contenidos de la asignatura	120	0
Examen práctico en el laboratorio	2	100
Presentaciones orales	1	100
5.5.1.7 METODOLOGÍAS DOCENTES		
Clases magistrales en el aula		
Resolución de casos en el aula		
Experiencias de laboratorio		
Exposiciones orales de trabajos		
Trabajos escritos		
Elaboración de informes		
Seminarios		
Tutorías		
5.5.1.8 SISTEMAS DE EVALUACIÓN		
SISTEMA DE EVALUACIÓN	**PONDERACIÓN MÍNIMA**	**PONDERACIÓN MÁXIMA**
Examen escrito	0.0	100.0
Valoración de informes y trabajos escritos	0.0	85.0
Valoración de exposiciones orales de trabajos	0.0	20.0
Seguimiento de actividades presenciales	0.0	40.0
NIVEL 2: Especialización en Física del Cosmos		
5.5.1.1 Datos Básicos del Nivel 2		
CARÁCTER	Optativa	
ECTS NIVEL 2	12	
DESPLIEGUE TEMPORAL: Cuatrimestral		
ECTS Cuatrimestral 1	**ECTS Cuatrimestral 2**	**ECTS Cuatrimestral 3**
6	6	
ECTS Cuatrimestral 4	**ECTS Cuatrimestral 5**	**ECTS Cuatrimestral 6**
ECTS Cuatrimestral 7	**ECTS Cuatrimestral 8**	**ECTS Cuatrimestral 9**
ECTS Cuatrimestral 10	**ECTS Cuatrimestral 11**	**ECTS Cuatrimestral 12**
LENGUAS EN LAS QUE SE IMPARTE		
CASTELLANO	**CATALÁN**	**EUSKERA**
Sí	No	No
GALLEGO	**VALENCIANO**	**INGLÉS**
No	No	Sí
FRANCÉS	**ALEMÁN**	**PORTUGUÉS**
No	No	No
ITALIANO	**OTRAS**	

No	No	
LISTADO DE ESPECIALIDADES		
Especialidad en Física del Cosmos		
NIVEL 3: Cosmología		
5.5.1.1.1 Datos Básicos del Nivel 3		
CARÁCTER	**ECTS ASIGNATURA**	**DESPLIEGUE TEMPORAL**
Optativa	6	Cuatrimestral
DESPLIEGUE TEMPORAL		
ECTS Cuatrimestral 1	**ECTS Cuatrimestral 2**	**ECTS Cuatrimestral 3**
	6	
ECTS Cuatrimestral 4	**ECTS Cuatrimestral 5**	**ECTS Cuatrimestral 6**
ECTS Cuatrimestral 7	**ECTS Cuatrimestral 8**	**ECTS Cuatrimestral 9**
ECTS Cuatrimestral 10	**ECTS Cuatrimestral 11**	**ECTS Cuatrimestral 12**
LENGUAS EN LAS QUE SE IMPARTE		
CASTELLANO	**CATALÁN**	**EUSKERA**
Sí	No	No
GALLEGO	**VALENCIANO**	**INGLÉS**
No	No	Sí
FRANCÉS	**ALEMÁN**	**PORTUGUÉS**
No	No	No
ITALIANO	**OTRAS**	
No	No	
LISTADO DE ESPECIALIDADES		
Especialidad en Física del Cosmos		
NIVEL 3: Astrofísica Extragaláctica		
5.5.1.1.1 Datos Básicos del Nivel 3		
CARÁCTER	**ECTS ASIGNATURA**	**DESPLIEGUE TEMPORAL**
Optativa	6	Cuatrimestral
DESPLIEGUE TEMPORAL		
ECTS Cuatrimestral 1	**ECTS Cuatrimestral 2**	**ECTS Cuatrimestral 3**
6		
ECTS Cuatrimestral 4	**ECTS Cuatrimestral 5**	**ECTS Cuatrimestral 6**
ECTS Cuatrimestral 7	**ECTS Cuatrimestral 8**	**ECTS Cuatrimestral 9**
ECTS Cuatrimestral 10	**ECTS Cuatrimestral 11**	**ECTS Cuatrimestral 12**
LENGUAS EN LAS QUE SE IMPARTE		
CASTELLANO	**CATALÁN**	**EUSKERA**
Sí	No	No
GALLEGO	**VALENCIANO**	**INGLÉS**
No	No	Sí
FRANCÉS	**ALEMÁN**	**PORTUGUÉS**
No	No	No
ITALIANO	**OTRAS**	
No	No	

LISTADO DE ESPECIALIDADES

Especialidad en Física del Cosmos

5.5.1.2 RESULTADOS DE APRENDIZAJE

- Comprender la evolución y la nucleosíntesis estelar
- Conocer el contenido de las galaxias, y comprender la relación entre morfología y propiedades físicas
- Aprender procedimientos para determinar las propiedades de galaxias
- Entender la formación y evolución de galaxias
- Distinguir entre galaxias normales y galaxias activas, reconociendo las galaxias con núcleo activo y comprendiendo la física involucrada
- Conocer y ser capaz de resolver las ecuaciones de Friedmann para los distintos modelos cosmológicos.
- Comprender los momentos esenciales en la historia térmica del universo
- Conocer cómo evolucionan las estructuras del universo a partir de las fluctuaciones primordiales y ser capaz de relacionar éstas con los parámetros cosmológicos
- Adquirir una visión actual de la cosmología dentro de un marco evolutivo de nuestras ideas sobre el universo
- Conocer el papel de los principales observables en cosmología y su utilidad a la hora de acotar los modelos cosmológicos teóricos
- Adquirir destreza con técnicas novedosas para abordar los problemas actuales en cosmología.
- Ser capaz de obtener información sobre un tema concreto en la literatura, analizar datos, realizar cálculos, obtener conclusiones y presentar el correspondiente informe.

5.5.1.3 CONTENIDOS

- Radiación electromagnética: emisión, extinción y detección (fotometría y espectroscopia)
- Ideas básicas de estrellas: evolución y nucleosíntesis estelar
- Clasificación morfológica de galaxias y su relación con propiedades físicas
- Contenido de las galaxias: estrellas, gas, polvo y materia oscura
- Formación y evolución de galaxias
- Propiedades de galaxias: luminosidad, tamaño, masa, distancia, etc
- Núcleos activos de galaxias: taxonomía, componentes y modelo unificado
- Cuásares: variabilidad y sistemas interviniendo
- Ecuaciones de Friedmann
- Cosmografía: distancias, luminosidades, volúmenes
- Modelo cosmológico: componentes materiales y energéticas del Universo
- Historia térmica del Universo
- Problemas con el modelo clásico del Big Bang: Inflación
- Teoría de perturbaciones y crecimiento de estructura
- Observables:
    - Fondo Cósmico de Microondas
    - Distribución de galaxias y estructura a gran escala
    - Cúmulos de galaxias

5.5.1.4 OBSERVACIONES

5.5.1.5 COMPETENCIAS

5.5.1.5.1 BÁSICAS Y GENERALES

CG1 - Capacidad para integrarse eficazmente en un grupo de trabajo y trabajar en equipo, compartir la información disponible e integrar su actividad en la del grupo colaborando de forma activa en la consecución de objetivos comunes

CG2 - Capacidad de estudio, síntesis y autonomía suficientes para, una vez finalizado este programa formativo, iniciar una Tesis Doctoral

CG3 - Capacidad para redactar documentos científicos y técnicos, en particular artículos científicos

CG4 - Saber preparar y conducir presentaciones, ante públicos especializado, sobre una investigación o proyecto científico

CG5 - Capacidad para planificar, diseñar y poner en marcha un proyecto avanzado

CG7 - Conocer las herramientas metodológicas necesarias para desarrollar proyectos avanzados

CG8 - Capacidad de actualización de los conocimientos expuestos en el ámbito de la comunidad científica

CB6 - 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

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

CB8 - 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

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

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.

5.5.1.5.2 TRANSVERSALES
CT1 - Capacidad para buscar, obtener, seleccionar, tratar, analizar y comunicar información utilizando diferentes fuentes
5.5.1.5.3 ESPECÍFICAS
CE1 - Capacidad para iniciar una Tesis Doctoral en el ámbito de la Física de Partículas y del Cosmos
CE3 - Conocer las técnicas de análisis y modelización estadística de datos con capacidad para interpretación de resultados en Física de Partículas y del Cosmos
CE4 - Capacidad para manejar software específico de modelización y análisis de datos.
CE6 - Capacidad de enfrentarse de forma autónoma a problemas numéricos, utilizando librerías científicas y desarrollando algoritmos
CE8 - Capacidad para comprender el papel sinérgico que la Astronomía, la Cosmología y la Física de Partículas tienen a la hora de explicar el origen, evolución y composición del Universo, así como los mecanismos físicos fundamentales que lo rigen

5.5.1.6 ACTIVIDADES FORMATIVAS

ACTIVIDAD FORMATIVA	HORAS	PRESENCIALIDAD
Participación y asistencia a lecciones magistrales en el aula	78	100
Realización de prácticas de computación	9	100
Desarrollo de proyectos guiados	22	40
Realización y presentación oral de trabajos	14	40
Tutorías con un profesor que se desarrollarán tanto personalmente como por medio de recursos en red (por ejemplo, correo electrónico, gestor de contenidos en entorno web . e.g. Moodle)	4	40
Elaboración de informes de laboratorio y de campo	35	0
Realización y presentación escrita de trabajos	25	0
Estudio individual de contenidos de la asignatura	110	0
Examen práctico en el laboratorio	2	100
Presentaciones orales	1	100

5.5.1.7 METODOLOGÍAS DOCENTES

Clases magistrales en el aula
Resolución de casos en el aula
Exposiciones orales de trabajos
Trabajos escritos
Elaboración de informes
Seminarios
Tutorías

5.5.1.8 SISTEMAS DE EVALUACIÓN

SISTEMA DE EVALUACIÓN	PONDERACIÓN MÍNIMA	PONDERACIÓN MÁXIMA
Examen escrito	0.0	100.0
Valoración de informes y trabajos escritos	0.0	80.0
Valoración de exposiciones orales de trabajos	0.0	20.0
Seguimiento de actividades presenciales	10.0	20.0

5.5 NIVEL 1: Módulo Investigación Avanzada

5.5.1 Datos Básicos del Nivel 1		
NIVEL 2: Astrofísica Avanzada		
5.5.1.1 Datos Básicos del Nivel 2		
CARÁCTER	Optativa	
ECTS NIVEL 2	18	
DESPLIEGUE TEMPORAL: Cuatrimestral		
ECTS Cuatrimestral 1	**ECTS Cuatrimestral 2**	**ECTS Cuatrimestral 3**
	18	
ECTS Cuatrimestral 4	**ECTS Cuatrimestral 5**	**ECTS Cuatrimestral 6**
ECTS Cuatrimestral 7	**ECTS Cuatrimestral 8**	**ECTS Cuatrimestral 9**
ECTS Cuatrimestral 10	**ECTS Cuatrimestral 11**	**ECTS Cuatrimestral 12**
LENGUAS EN LAS QUE SE IMPARTE		
CASTELLANO	**CATALÁN**	**EUSKERA**
Sí	No	No
GALLEGO	**VALENCIANO**	**INGLÉS**
No	No	Sí
FRANCÉS	**ALEMÁN**	**PORTUGUÉS**
No	No	No
ITALIANO	**OTRAS**	
No	No	
LISTADO DE ESPECIALIDADES		
No existen datos		
NIVEL 3: Técnicas Instrumentales en Astrofísica		
5.5.1.1.1 Datos Básicos del Nivel 3		
CARÁCTER	**ECTS ASIGNATURA**	**DESPLIEGUE TEMPORAL**
Optativa	6	Cuatrimestral
DESPLIEGUE TEMPORAL		
ECTS Cuatrimestral 1	**ECTS Cuatrimestral 2**	**ECTS Cuatrimestral 3**
	6	
ECTS Cuatrimestral 4	**ECTS Cuatrimestral 5**	**ECTS Cuatrimestral 6**
ECTS Cuatrimestral 7	**ECTS Cuatrimestral 8**	**ECTS Cuatrimestral 9**
ECTS Cuatrimestral 10	**ECTS Cuatrimestral 11**	**ECTS Cuatrimestral 12**
LENGUAS EN LAS QUE SE IMPARTE		
CASTELLANO	**CATALÁN**	**EUSKERA**
Sí	No	No
GALLEGO	**VALENCIANO**	**INGLÉS**
No	No	Sí
FRANCÉS	**ALEMÁN**	**PORTUGUÉS**
No	No	No
ITALIANO	**OTRAS**	
No	No	
LISTADO DE ESPECIALIDADES		
No existen datos		

NIVEL 3: Agujeros Negros y Núcleos Galácticos Activos		
5.5.1.1.1 Datos Básicos del Nivel 3		
CARÁCTER	**ECTS ASIGNATURA**	**DESPLIEGUE TEMPORAL**
Optativa	6	Cuatrimestral
DESPLIEGUE TEMPORAL		
ECTS Cuatrimestral 1	**ECTS Cuatrimestral 2**	**ECTS Cuatrimestral 3**
	6	
ECTS Cuatrimestral 4	**ECTS Cuatrimestral 5**	**ECTS Cuatrimestral 6**
ECTS Cuatrimestral 7	**ECTS Cuatrimestral 8**	**ECTS Cuatrimestral 9**
ECTS Cuatrimestral 10	**ECTS Cuatrimestral 11**	**ECTS Cuatrimestral 12**
LENGUAS EN LAS QUE SE IMPARTE		
CASTELLANO	**CATALÁN**	**EUSKERA**
Sí	No	No
GALLEGO	**VALENCIANO**	**INGLÉS**
No	No	Sí
FRANCÉS	**ALEMÁN**	**PORTUGUÉS**
No	No	No
ITALIANO	**OTRAS**	
No	No	
LISTADO DE ESPECIALIDADES		
No existen datos		
NIVEL 3: La Época Oscura y la Reionización del Universo		
5.5.1.1.1 Datos Básicos del Nivel 3		
CARÁCTER	**ECTS ASIGNATURA**	**DESPLIEGUE TEMPORAL**
Optativa	6	Cuatrimestral
DESPLIEGUE TEMPORAL		
ECTS Cuatrimestral 1	**ECTS Cuatrimestral 2**	**ECTS Cuatrimestral 3**
	6	
ECTS Cuatrimestral 4	**ECTS Cuatrimestral 5**	**ECTS Cuatrimestral 6**
ECTS Cuatrimestral 7	**ECTS Cuatrimestral 8**	**ECTS Cuatrimestral 9**
ECTS Cuatrimestral 10	**ECTS Cuatrimestral 11**	**ECTS Cuatrimestral 12**
LENGUAS EN LAS QUE SE IMPARTE		
CASTELLANO	**CATALÁN**	**EUSKERA**
Sí	No	No
GALLEGO	**VALENCIANO**	**INGLÉS**
No	No	Sí
FRANCÉS	**ALEMÁN**	**PORTUGUÉS**
No	No	No
ITALIANO	**OTRAS**	
No	No	
LISTADO DE ESPECIALIDADES		
No existen datos		
5.5.1.2 RESULTADOS DE APRENDIZAJE		
• Conocer los procedimientos para obtener información en Astrofísica		

- Aprender a identificar los rangos espectrales más apropiados para estudiar diversos tipos de fuentes astronómicas en función también de qué tipo de estudios se pretenda realizar sobre ellas
- Obtener una visión general de cuál es la instrumentación más apropiada para obtener datos en cada rango espectral estudiado
- Aprender técnicas de reducción y análisis de datos astronómicos en varios rangos espectrales
- Ser capaz de obtener información sobre un tema concreto en la literatura, analizar datos, realizar cálculos, obtener conclusiones y presentar el correspondiente informe
- Obtener una visión general sobre la física de la actividad nuclear en galaxias
- Conocer los diferentes tipos de núcleos activos, y sus propiedades en diferentes longitudes de onda.
- Conocer el modelo unificado
- Conocer los procesos físicos relacionados con la alimentación del agujero negro central, y su relación con el entorno próximo y lejano
- Contextualizar desde los núcleos activos más potentes, los quasares, hasta los de menor luminosidad.
- Obtención de una visión general de la época oscura del Universo y los actores físicos de la Reionización.
- Evaluación del balance de ionización y contenido de metales a escala cósmica.
- Visión crítica de las diferentes predicciones y confrontación con las restricciones observacionales.
- Aprender resultados y restricciones observacionales obtenidos a partir de las misiones recientes para el fondo de microondas.

5.5.1.3 CONTENIDOS

Procesado y análisis de imagen. Óptica adaptativa. Detección de fuentes en Astronomía

Astronomía de rayos X

Astronomía en el óptico, infrarrojo y ultravioleta

Radioastronomía

Astronomía multi-longitud de onda: distribuciones espectrales de energía

Introducción sobre os agujeros negros como objetos de estudio de aspectos fundamentales de la Física, como la gravitación y la naturaleza de la materia.

Agujeros negros supermasivos y su rol en los núcleos activos de galaxias, desde una perfectiva multifrecuencia.

Diferentes tipos de núcleos activos de galaxias, sus componentes, y la interpretación del modelo unificado.

Relación con la galaxia que los alberga y su conexión con la evolución de las galaxias.

Introducción: La época oscura del Universo. La Reionización Cósmica y las primeras estructuras.

La época de la Reionización a través de la ventana del Fondo Cósmico de Microondas

El medio intergaláctico en la época de la Reionización. H+ y He+ y balance de la ionización cósmica.

Formación de las primeras estrellas y la formación de galaxias

Enriquecimiento metálico en la época de la Reionización. Nucleosíntesis. PopIII, PISN, supervientos, diseminación y mezcla.

Restricciones observacionales. Experiencias y misiones espaciales.

Exploraciones. Galaxias a alto desplazamiento al rojo y Reionización del Universo.

Galaxias emisoras Lyman_alfa

Cuásares como posibles sondas cosmológicas de la Reionización

El papel de las exploraciones en la línea de 21 cm. Futuro con SKA.

5.5.1.4 OBSERVACIONES

Se requieren conocimientos generales de Astronomía. Trabajos sobre datos observacionales publicados obtenidos de la literatura.

5.5.1.5 COMPETENCIAS

5.5.1.5.1 BÁSICAS Y GENERALES

CG1 - Capacidad para integrarse eficazmente en un grupo de trabajo y trabajar en equipo, compartir la información disponible e integrar su actividad en la del grupo colaborando de forma activa en la consecución de objetivos comunes

CG2 - Capacidad de estudio, síntesis y autonomía suficientes para, una vez finalizado este programa formativo, iniciar una Tesis Doctoral

CG3 - Capacidad para redactar documentos científicos y técnicos, en particular artículos científicos

CG4 - Saber preparar y conducir presentaciones, ante públicos especializado, sobre una investigación o proyecto científico

CG5 - Capacidad para planificar, diseñar y poner en marcha un proyecto avanzado

CG6 - Buscar, obtener, procesar, comunicar información y transformarla en conocimiento

CG7 - Conocer las herramientas metodológicas necesarias para desarrollar proyectos avanzados
CG8 - Capacidad de actualización de los conocimientos expuestos en el ámbito de la comunidad científica
CB6 - 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
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
CB8 - 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
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
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.
5.5.1.5.2 TRANSVERSALES
CT1 - Capacidad para buscar, obtener, seleccionar, tratar, analizar y comunicar información utilizando diferentes fuentes
5.5.1.5.3 ESPECÍFICAS
CE3 - Conocer las técnicas de análisis y modelización estadística de datos con capacidad para interpretación de resultados en Física de Partículas y del Cosmos
CE9 - Capacidad para manejar los instrumentos y métodos experimentales utilizados en el ámbito de la Física de Partículas y del Cosmos
CE10 - Conocer las limitaciones de la distinta instrumentación utilizada en el ámbito de la Física de Partículas y del Cosmos

5.5.1.6 ACTIVIDADES FORMATIVAS

ACTIVIDAD FORMATIVA	HORAS	PRESENCIALIDAD
Participación y asistencia a lecciones magistrales en el aula	100	100
Realización de experiencias de laboratorio	15	100
Realización de prácticas de computación	15	100
Tutorías con un profesor que se desarrollarán tanto personalmente como por medio de recursos en red (por ejemplo, correo electrónico, gestor de contenidos en entorno web . e.g. Moodle)	45	50
Elaboración de informes de laboratorio y de campo	40	0
Estudio individual de contenidos de la asignatura	210	0
Presentaciones orales	25	100

5.5.1.7 METODOLOGÍAS DOCENTES

Clases magistrales en el aula
Experiencias de laboratorio
Prácticas de computación
Exposiciones orales de trabajos
Elaboración de informes
Tutorías

5.5.1.8 SISTEMAS DE EVALUACIÓN

SISTEMA DE EVALUACIÓN	PONDERACIÓN MÍNIMA	PONDERACIÓN MÁXIMA
Examen escrito	0.0	100.0
Valoración de informes y trabajos escritos	20.0	80.0

Valoración de exposiciones orales de trabajos	20.0	50.0
Seguimiento de actividades presenciales	5.0	25.0
NIVEL 2: Física de Partículas y Cosmología Avanzada		
5.5.1.1 Datos Básicos del Nivel 2		
CARÁCTER	Optativa	
ECTS NIVEL 2	24	
DESPLIEGUE TEMPORAL: Cuatrimestral		
ECTS Cuatrimestral 1	**ECTS Cuatrimestral 2**	**ECTS Cuatrimestral 3**
	24	
ECTS Cuatrimestral 4	**ECTS Cuatrimestral 5**	**ECTS Cuatrimestral 6**
ECTS Cuatrimestral 7	**ECTS Cuatrimestral 8**	**ECTS Cuatrimestral 9**
ECTS Cuatrimestral 10	**ECTS Cuatrimestral 11**	**ECTS Cuatrimestral 12**
LENGUAS EN LAS QUE SE IMPARTE		
CASTELLANO	**CATALÁN**	**EUSKERA**
Sí	No	No
GALLEGO	**VALENCIANO**	**INGLÉS**
No	No	Sí
FRANCÉS	**ALEMÁN**	**PORTUGUÉS**
No	No	No
ITALIANO	**OTRAS**	
No	No	
LISTADO DE ESPECIALIDADES		
No existen datos		
NIVEL 3: El Universo Oscuro		
5.5.1.1.1 Datos Básicos del Nivel 3		
CARÁCTER	**ECTS ASIGNATURA**	**DESPLIEGUE TEMPORAL**
Optativa	6	Cuatrimestral
DESPLIEGUE TEMPORAL		
ECTS Cuatrimestral 1	**ECTS Cuatrimestral 2**	**ECTS Cuatrimestral 3**
	6	
ECTS Cuatrimestral 4	**ECTS Cuatrimestral 5**	**ECTS Cuatrimestral 6**
ECTS Cuatrimestral 7	**ECTS Cuatrimestral 8**	**ECTS Cuatrimestral 9**
ECTS Cuatrimestral 10	**ECTS Cuatrimestral 11**	**ECTS Cuatrimestral 12**
LENGUAS EN LAS QUE SE IMPARTE		
CASTELLANO	**CATALÁN**	**EUSKERA**
Sí	No	No
GALLEGO	**VALENCIANO**	**INGLÉS**
No	No	Sí
FRANCÉS	**ALEMÁN**	**PORTUGUÉS**
No	No	No
ITALIANO	**OTRAS**	
No	No	

LISTADO DE ESPECIALIDADES		
No existen datos		
NIVEL 3: El Universo muy Temprano: Inflación		
5.5.1.1.1 Datos Básicos del Nivel 3		
CARÁCTER	**ECTS ASIGNATURA**	**DESPLIEGUE TEMPORAL**
Optativa	6	Cuatrimestral
DESPLIEGUE TEMPORAL		
ECTS Cuatrimestral 1	**ECTS Cuatrimestral 2**	**ECTS Cuatrimestral 3**
	6	
ECTS Cuatrimestral 4	**ECTS Cuatrimestral 5**	**ECTS Cuatrimestral 6**
ECTS Cuatrimestral 7	**ECTS Cuatrimestral 8**	**ECTS Cuatrimestral 9**
ECTS Cuatrimestral 10	**ECTS Cuatrimestral 11**	**ECTS Cuatrimestral 12**
LENGUAS EN LAS QUE SE IMPARTE		
CASTELLANO	**CATALÁN**	**EUSKERA**
Sí	No	No
GALLEGO	**VALENCIANO**	**INGLÉS**
No	No	Sí
FRANCÉS	**ALEMÁN**	**PORTUGUÉS**
No	No	No
ITALIANO	**OTRAS**	
No	No	
LISTADO DE ESPECIALIDADES		
No existen datos		
NIVEL 3: Retos Actuales en Física de Partículas		
5.5.1.1.1 Datos Básicos del Nivel 3		
CARÁCTER	**ECTS ASIGNATURA**	**DESPLIEGUE TEMPORAL**
Optativa	6	Cuatrimestral
DESPLIEGUE TEMPORAL		
ECTS Cuatrimestral 1	**ECTS Cuatrimestral 2**	**ECTS Cuatrimestral 3**
	6	
ECTS Cuatrimestral 4	**ECTS Cuatrimestral 5**	**ECTS Cuatrimestral 6**
ECTS Cuatrimestral 7	**ECTS Cuatrimestral 8**	**ECTS Cuatrimestral 9**
ECTS Cuatrimestral 10	**ECTS Cuatrimestral 11**	**ECTS Cuatrimestral 12**
LENGUAS EN LAS QUE SE IMPARTE		
CASTELLANO	**CATALÁN**	**EUSKERA**
Sí	No	No
GALLEGO	**VALENCIANO**	**INGLÉS**
No	No	Sí
FRANCÉS	**ALEMÁN**	**PORTUGUÉS**
No	No	No
ITALIANO	**OTRAS**	
No	No	
LISTADO DE ESPECIALIDADES		

No existen datos		
NIVEL 3: Exploración Multi-Mensajero del Universo		
5.5.1.1.1 Datos Básicos del Nivel 3		
CARÁCTER	**ECTS ASIGNATURA**	**DESPLIEGUE TEMPORAL**
Optativa	6	Cuatrimestral
DESPLIEGUE TEMPORAL		
ECTS Cuatrimestral 1	**ECTS Cuatrimestral 2**	**ECTS Cuatrimestral 3**
	6	
ECTS Cuatrimestral 4	**ECTS Cuatrimestral 5**	**ECTS Cuatrimestral 6**
ECTS Cuatrimestral 7	**ECTS Cuatrimestral 8**	**ECTS Cuatrimestral 9**
ECTS Cuatrimestral 10	**ECTS Cuatrimestral 11**	**ECTS Cuatrimestral 12**
LENGUAS EN LAS QUE SE IMPARTE		
CASTELLANO	**CATALÁN**	**EUSKERA**
Sí	No	No
GALLEGO	**VALENCIANO**	**INGLÉS**
No	No	Sí
FRANCÉS	**ALEMÁN**	**PORTUGUÉS**
No	No	No
ITALIANO	**OTRAS**	
No	No	
LISTADO DE ESPECIALIDADES		
No existen datos		

5.5.1.2 RESULTADOS DE APRENDIZAJE

- Los alumnos conocerán que se entiende en la actualidad por el Universo Oscuro
- Aprenderán a entender el universo oscuro desde varios puntos de vista: astrofísica, Cosmología y física de partículas
- Conocerán los esfuerzos teóricos y experimentales que se están haciendo para entender esta parte del Universo
- Conocerán las propiedades de la materia y energía oscuras y sus posibles interpretaciones
- Conocerán el estado del arte de los experimentos de búsquedas directas, indirectas y colisionadores

- Conocer los problemas del modelo del Big Bang y como se solucionan en el marco inflacionario.
- Adquirir una visión actual de la física de inflación y de los distintos modelos inflacionarios a través de la teoría de campos efectiva.
- Conocer la teoría de las perturbaciones cosmológicas en un universo de FLRW.
- Comprender como se generan las fluctuaciones en el universo inflacionario.
- Conocer la conexión entre las perturbaciones iniciales y los observables cosmológicos.

- Conocer el rango de validez y las limitaciones del Modelo Estándar (ME)
- Conocer el problema de las jerarquías y de la ¿naturalidad¿
- Conocer el estado actual del conocimientos en física fundamental y sus posibles implicaciones en el ME
- Conocer las principales alternativas al Modelo Estándar y sus propuestas para la resolución de sus limitaciones
- Conocer los métodos experimentales existentes para la producción y detección de materia oscura
- Conocer los métodos experimentales para la detección y estudio de neutrinos
- Conocer y aplicar las técnicas de análisis para el estudio fenomenológico de modelos de mas allá del ME
- Conocer las implicaciones de los resultados experimentales en los modelos cosmológicos
- Ser capaz de obtener información sobre avances en los modelos, de los resultados experimentas y de las técnicas de análisis , así como de presentar informes al respecto

- Conocer y comprender los fundamentos de los entornos astrofísicos donde se dan cita procesos de muy alta energía
- Entender los procesos físicos de emisión de fotones de alta energía, rayos cósmicos y neutrinos
- Comprender las bases físicas de la Relatividad General, su formulación básica y el papel de la radiación gravitatoria. Saber estimar en qué condiciones astrofísicas se generan ondas gravitatorias y estimar su intensidad.
- Estar familiarizado con los instrumentos e instalaciones de detección de fotones de muy alta energía en tierra y en el espacio, de rayos cósmicos, de neutrinos y de ondas gravitatorias y saber en qué rangos operan en cada caso.
- Comprender los mecanismos de detección (directa o indirecta) de ondas gravitatorias.
- Reconocer qué información astrofísica es posible obtener usando multi-mensajeros.

5.5.1.3 CONTENIDOS

- Materia oscura (DM), Energía oscura (DE)
- Evidencias de la existencia de DM
- Candidatos a Materia Oscura
- Experimentos de búsquedas directas, indirectas y colisionadores
- Modelos alternativos a DM

- Evidencias de la expansión acelerada del universo
- Naturaleza de la DE: constante cosmológica, quintaesencia
- Alternativas a la DE: gravedad modificada, fluido oscuro
- Implicaciones sobre el destino del universo

- El universo inflacionario
- La física de inflación: teoría de campos efectiva
- Teoría de perturbaciones cosmológicas
- Generación de fluctuaciones
- Conexión con los observables cosmológicos: el Fondo Cósmico de Microondas y la Estructura a Gran Escala

- Problemas del modelo estándar
- El problema de las Jerarquías
- El problema de la Naturalidad
- Supersimetrías, modelo mínimo y extensiones mínimas de modelos supersimétricos
- Fenomenología del modelo mínimo supersimétrico
- Relaciones de supersimetrías con supercuerdas y modelos cuánticos de la gravitación
- Física de neutrinos y extensiones al modelo estándar
- Fenomenología de neutrinos
- El problema de la violación CP en la interacción fuerte
- Axiones y modelos de materia oscura con axiones
- Materia oscura: modelos y fenomenología
- Extra-dimensiones: modelos y fenomenología en aceleradores de partículas
- Nuevas direcciones en la super-unificación y sus implicaciones fenomenológicas

- Fenomenología del Universo en altas energías: Estrellas de Neutrones, Púlsares, PWN, Agujeros Negros, Binaras de rayos X y de rayos gamma, Galaxias Activas.
- Fenómenos astrofísicos transitorios: Supernovas, TDEs, GRBs etc.
- Procesos radiativos de alta energía en astrofísica: Ciclotrón, sincrotrón, bremsstrahlung, scattering Compton, creación/aniquilación de pares, procesos hadrónicos.
- Mecanismos de aceleración de partículas en entorno astrofísico.
- Acreción y eyección en fuentes de alta energía
- Telescopios gamma en el espacio: telescopios Compton, telescopios de pares e-e+ (Fermi)
- Telescopios Cherenkov atmosféricos, cascadas electromagnéticas y hadrónicas. MAGIC, HESS, VERITAS y CTA.
- Producción y propagación de neutrinos. Neutrinos solares.
- Detección de neutrinos: AMANDA, ICECube, km3Net
- Fundamentos de Relatividad General, principio de equivalencia fuerte.
- Ecuaciones de Einstein. Gravedad lineal, y ondas gravitatorias.
- Producción de ondas gravitatorias, fuentes astrofísicas potenciales. Radiación gravitatoria en binarias.
- Detección de ondas gravitatorias: barras e interferómetros.
- Detectores de ondas gravitatorias: LIGO, VIRGO y LISA. Primeras detecciones directas de ondas gravitatorias.

5.5.1.4 OBSERVACIONES

5.5.1.5 COMPETENCIAS

5.5.1.5.1 BÁSICAS Y GENERALES

CG1 - Capacidad para integrarse eficazmente en un grupo de trabajo y trabajar en equipo, compartir la información disponible e integrar su actividad en la del grupo colaborando de forma activa en la consecución de objetivos comunes

CG2 - Capacidad de estudio, síntesis y autonomía suficientes para, una vez finalizado este programa formativo, iniciar una Tesis Doctoral

CG3 - Capacidad para redactar documentos científicos y técnicos, en particular artículos científicos

CG4 - Saber preparar y conducir presentaciones, ante públicos especializado, sobre una investigación o proyecto científico

CG5 - Capacidad para planificar, diseñar y poner en marcha un proyecto avanzado

CG6 - Buscar, obtener, procesar, comunicar información y transformarla en conocimiento

CG7 - Conocer las herramientas metodológicas necesarias para desarrollar proyectos avanzados

CG8 - Capacidad de actualización de los conocimientos expuestos en el ámbito de la comunidad científica

CB6 - 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

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

CB8 - 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

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

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.
5.5.1.5.2 TRANSVERSALES
CT1 - Capacidad para buscar, obtener, seleccionar, tratar, analizar y comunicar información utilizando diferentes fuentes
5.5.1.5.3 ESPECÍFICAS
CE2 - Capacidad para preparar y presentar el trabajo dentro del grupo de trabajo de grandes colaboraciones de Física de Partículas, Astrofísica y Cosmología
CE3 - Conocer las técnicas de análisis y modelización estadística de datos con capacidad para interpretación de resultados en Física de Partículas y del Cosmos
CE6 - Capacidad de enfrentarse de forma autónoma a problemas numéricos, utilizando librerías científicas y desarrollando algoritmos
CE8 - Capacidad para comprender el papel sinérgico que la Astronomía, la Cosmología y la Física de Partículas tienen a la hora de explicar el origen, evolución y composición del Universo, así como los mecanismos físicos fundamentales que lo rigen
CE9 - Capacidad para manejar los instrumentos y métodos experimentales utilizados en el ámbito de la Física de Partículas y del Cosmos

5.5.1.6 ACTIVIDADES FORMATIVAS

ACTIVIDAD FORMATIVA	HORAS	PRESENCIALIDAD
Participación y asistencia a lecciones magistrales en el aula	160	100
Participación y asistencia en seminarios dirigidos por un profesor	20	100
Realización y presentación oral de trabajos	35	30
Tutorías con un profesor que se desarrollarán tanto personalmente como por medio de recursos en red (por ejemplo, correo electrónico, gestor de contenidos en entorno web . e.g. Moodle)	5	30
Realización y presentación escrita de trabajos	100	0
Estudio individual de contenidos de la asignatura	240	0
Estudio en grupo de contenidos de la asignatura	25	0
Presentaciones orales	15	100

5.5.1.7 METODOLOGÍAS DOCENTES

Clases magistrales en el aula
Resolución de casos en el aula
Exposiciones orales de trabajos
Trabajos escritos
Elaboración de informes
Seminarios
Tutorías
Visitas a empresas, observatorios y centros de investigación

5.5.1.8 SISTEMAS DE EVALUACIÓN

SISTEMA DE EVALUACIÓN	PONDERACIÓN MÍNIMA	PONDERACIÓN MÁXIMA
Examen escrito	0.0	100.0
Valoración de informes y trabajos escritos	20.0	80.0
Valoración de exposiciones orales de trabajos	20.0	50.0

Seguimiento de actividades presenciales	10.0	30.0
NIVEL 2: Proyecto de Investigación		
5.5.1.1 Datos Básicos del Nivel 2		
CARÁCTER	Optativa	
ECTS NIVEL 2	24	
DESPLIEGUE TEMPORAL: Cuatrimestral		
ECTS Cuatrimestral 1	**ECTS Cuatrimestral 2**	**ECTS Cuatrimestral 3**
24	24	
ECTS Cuatrimestral 4	**ECTS Cuatrimestral 5**	**ECTS Cuatrimestral 6**
ECTS Cuatrimestral 7	**ECTS Cuatrimestral 8**	**ECTS Cuatrimestral 9**
ECTS Cuatrimestral 10	**ECTS Cuatrimestral 11**	**ECTS Cuatrimestral 12**
LENGUAS EN LAS QUE SE IMPARTE		
CASTELLANO	**CATALÁN**	**EUSKERA**
Sí	No	No
GALLEGO	**VALENCIANO**	**INGLÉS**
No	No	Sí
FRANCÉS	**ALEMÁN**	**PORTUGUÉS**
No	No	No
ITALIANO	**OTRAS**	
No	No	
LISTADO DE ESPECIALIDADES		
No existen datos		
NIVEL 3: Proyecto de Investigación I		
5.5.1.1.1 Datos Básicos del Nivel 3		
CARÁCTER	**ECTS ASIGNATURA**	**DESPLIEGUE TEMPORAL**
Optativa	6	Cuatrimestral
DESPLIEGUE TEMPORAL		
ECTS Cuatrimestral 1	**ECTS Cuatrimestral 2**	**ECTS Cuatrimestral 3**
6	6	
ECTS Cuatrimestral 4	**ECTS Cuatrimestral 5**	**ECTS Cuatrimestral 6**
ECTS Cuatrimestral 7	**ECTS Cuatrimestral 8**	**ECTS Cuatrimestral 9**
ECTS Cuatrimestral 10	**ECTS Cuatrimestral 11**	**ECTS Cuatrimestral 12**
LENGUAS EN LAS QUE SE IMPARTE		
CASTELLANO	**CATALÁN**	**EUSKERA**
Sí	No	No
GALLEGO	**VALENCIANO**	**INGLÉS**
No	No	Sí
FRANCÉS	**ALEMÁN**	**PORTUGUÉS**
No	No	No
ITALIANO	**OTRAS**	
No	No	
LISTADO DE ESPECIALIDADES		
No existen datos		

NIVEL 3: Proyecto de Investigación II		
5.5.1.1.1 Datos Básicos del Nivel 3		
CARÁCTER	**ECTS ASIGNATURA**	**DESPLIEGUE TEMPORAL**
Optativa	6	Cuatrimestral
DESPLIEGUE TEMPORAL		
ECTS Cuatrimestral 1	**ECTS Cuatrimestral 2**	**ECTS Cuatrimestral 3**
6	6	
ECTS Cuatrimestral 4	**ECTS Cuatrimestral 5**	**ECTS Cuatrimestral 6**
ECTS Cuatrimestral 7	**ECTS Cuatrimestral 8**	**ECTS Cuatrimestral 9**
ECTS Cuatrimestral 10	**ECTS Cuatrimestral 11**	**ECTS Cuatrimestral 12**
LENGUAS EN LAS QUE SE IMPARTE		
CASTELLANO	**CATALÁN**	**EUSKERA**
Sí	No	No
GALLEGO	**VALENCIANO**	**INGLÉS**
No	No	Sí
FRANCÉS	**ALEMÁN**	**PORTUGUÉS**
No	No	No
ITALIANO	**OTRAS**	
No	No	
LISTADO DE ESPECIALIDADES		
No existen datos		
NIVEL 3: Proyecto de Investigación III		
5.5.1.1.1 Datos Básicos del Nivel 3		
CARÁCTER	**ECTS ASIGNATURA**	**DESPLIEGUE TEMPORAL**
Optativa	6	Cuatrimestral
DESPLIEGUE TEMPORAL		
ECTS Cuatrimestral 1	**ECTS Cuatrimestral 2**	**ECTS Cuatrimestral 3**
6	6	
ECTS Cuatrimestral 4	**ECTS Cuatrimestral 5**	**ECTS Cuatrimestral 6**
ECTS Cuatrimestral 7	**ECTS Cuatrimestral 8**	**ECTS Cuatrimestral 9**
ECTS Cuatrimestral 10	**ECTS Cuatrimestral 11**	**ECTS Cuatrimestral 12**
LENGUAS EN LAS QUE SE IMPARTE		
CASTELLANO	**CATALÁN**	**EUSKERA**
Sí	No	No
GALLEGO	**VALENCIANO**	**INGLÉS**
No	No	Sí
FRANCÉS	**ALEMÁN**	**PORTUGUÉS**
No	No	No
ITALIANO	**OTRAS**	
No	No	
LISTADO DE ESPECIALIDADES		
No existen datos		
NIVEL 3: Proyecto de Investigación IV		

5.5.1.1.1 Datos Básicos del Nivel 3		
CARÁCTER	**ECTS ASIGNATURA**	**DESPLIEGUE TEMPORAL**
Optativa	6	Cuatrimestral
DESPLIEGUE TEMPORAL		
ECTS Cuatrimestral 1	**ECTS Cuatrimestral 2**	**ECTS Cuatrimestral 3**
6	6	
ECTS Cuatrimestral 4	**ECTS Cuatrimestral 5**	**ECTS Cuatrimestral 6**
ECTS Cuatrimestral 7	**ECTS Cuatrimestral 8**	**ECTS Cuatrimestral 9**
ECTS Cuatrimestral 10	**ECTS Cuatrimestral 11**	**ECTS Cuatrimestral 12**
LENGUAS EN LAS QUE SE IMPARTE		
CASTELLANO	**CATALÁN**	**EUSKERA**
Sí	No	No
GALLEGO	**VALENCIANO**	**INGLÉS**
No	No	Sí
FRANCÉS	**ALEMÁN**	**PORTUGUÉS**
No	No	No
ITALIANO	**OTRAS**	
No	No	
LISTADO DE ESPECIALIDADES		
No existen datos		

5.5.1.2 RESULTADOS DE APRENDIZAJE

- Capacidad de desarrollar un trabajo avanzado de forma autónoma, de exponerlo y defenderlo
- Capacidad de resolución de situaciones realistas complejas, buscando las herramientas adecuadas, manejando los conocimientos necesarios y realizando una planificación adecuada
- Capacidad de expresión, exposición y debate constructivo acerca de cuestiones relacionadas con las materias del Máster, dominando tanto los contenidos teóricos como las aplicaciones
- Profundizar en las temáticas del Máster diferentes a la de la especialidad escogida

5.5.1.3 CONTENIDOS

Desarrollo de un trabajo avanzado que integre las asignaturas del Máster cursadas. En el caso de asignaturas que involucren, como máximo, 12 créditos, se animará a los alumnos a que la temática sea diferente a la de su Especialidad.

5.5.1.4 OBSERVACIONES

- Por motivos de organización docente, se ofertan 4 asignaturas de 6 créditos cada una, pero la idea es que se puedan combinar para formar un único proyecto de una carga docente total de 6, 12, 18 o 24 ECTS
- Se puede cursar tanto en el segundo como en el primer cuatrimestre
- Esta materia permite, entre otras cosas, dar una oferta específica y amplia a potenciales estudiantes extranjeros

5.5.1.5 COMPETENCIAS

5.5.1.5.1 BÁSICAS Y GENERALES

CG1 - Capacidad para integrarse eficazmente en un grupo de trabajo y trabajar en equipo, compartir la información disponible e integrar su actividad en la del grupo colaborando de forma activa en la consecución de objetivos comunes

CG2 - Capacidad de estudio, síntesis y autonomía suficientes para, una vez finalizado este programa formativo, iniciar una Tesis Doctoral

CG5 - Capacidad para planificar, diseñar y poner en marcha un proyecto avanzado

CB6 - 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

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

CB8 - 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

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		
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.		
5.5.1.5.2 TRANSVERSALES		
CT1 - Capacidad para buscar, obtener, seleccionar, tratar, analizar y comunicar información utilizando diferentes fuentes		
5.5.1.5.3 ESPECÍFICAS		
CE1 - Capacidad para iniciar una Tesis Doctoral en el ámbito de la Física de Partículas y del Cosmos		
CE8 - Capacidad para comprender el papel sinérgico que la Astronomía, la Cosmología y la Física de Partículas tienen a la hora de explicar el origen, evolución y composición del Universo, así como los mecanismos físicos fundamentales que lo rigen		
5.5.1.6 ACTIVIDADES FORMATIVAS		
ACTIVIDAD FORMATIVA	**HORAS**	**PRESENCIALIDAD**
Tutorías con un profesor que se desarrollarán tanto personalmente como por medio de recursos en red (por ejemplo, correo electrónico, gestor de contenidos en entorno web . e.g. Moodle)	118	100
Elaboración de informes de laboratorio y de campo	180	0
Realización y presentación escrita de trabajos	100	0
Estudio individual de contenidos de la asignatura	200	0
Presentaciones orales	2	100
5.5.1.7 METODOLOGÍAS DOCENTES		
Exposiciones orales de trabajos		
Trabajos escritos		
Seminarios		
Tutorías		
5.5.1.8 SISTEMAS DE EVALUACIÓN		
SISTEMA DE EVALUACIÓN	**PONDERACIÓN MÍNIMA**	**PONDERACIÓN MÁXIMA**
Valoración de informes y trabajos escritos	50.0	90.0
Valoración de exposiciones orales de trabajos	10.0	50.0
NIVEL 2: Computación Avanzada		
5.5.1.1 Datos Básicos del Nivel 2		
CARÁCTER	Optativa	
ECTS NIVEL 2	6	
DESPLIEGUE TEMPORAL: Cuatrimestral		
ECTS Cuatrimestral 1	**ECTS Cuatrimestral 2**	**ECTS Cuatrimestral 3**
	6	
ECTS Cuatrimestral 4	**ECTS Cuatrimestral 5**	**ECTS Cuatrimestral 6**
ECTS Cuatrimestral 7	**ECTS Cuatrimestral 8**	**ECTS Cuatrimestral 9**
ECTS Cuatrimestral 10	**ECTS Cuatrimestral 11**	**ECTS Cuatrimestral 12**
LENGUAS EN LAS QUE SE IMPARTE		
CASTELLANO	**CATALÁN**	**EUSKERA**
Sí	No	No

GALLEGO	VALENCIANO	INGLÉS
No	No	Sí
FRANCÉS	**ALEMÁN**	**PORTUGUÉS**
No	No	No
ITALIANO	**OTRAS**	
No	No	
LISTADO DE ESPECIALIDADES		
No existen datos		
NIVEL 3: Computación de Alto Rendimiento		
5.5.1.1.1 Datos Básicos del Nivel 3		
CARÁCTER	**ECTS ASIGNATURA**	**DESPLIEGUE TEMPORAL**
Optativa	6	Cuatrimestral
DESPLIEGUE TEMPORAL		
ECTS Cuatrimestral 1	**ECTS Cuatrimestral 2**	**ECTS Cuatrimestral 3**
	6	
ECTS Cuatrimestral 4	**ECTS Cuatrimestral 5**	**ECTS Cuatrimestral 6**
ECTS Cuatrimestral 7	**ECTS Cuatrimestral 8**	**ECTS Cuatrimestral 9**
ECTS Cuatrimestral 10	**ECTS Cuatrimestral 11**	**ECTS Cuatrimestral 12**
LENGUAS EN LAS QUE SE IMPARTE		
CASTELLANO	**CATALÁN**	**EUSKERA**
Sí	No	No
GALLEGO	**VALENCIANO**	**INGLÉS**
No	No	Sí
FRANCÉS	**ALEMÁN**	**PORTUGUÉS**
No	No	No
ITALIANO	**OTRAS**	
No	No	
LISTADO DE ESPECIALIDADES		
No existen datos		
5.5.1.2 RESULTADOS DE APRENDIZAJE		
• Conocimiento de los sistemas actuales en computación de altas prestaciones y las técnicas y herramientas para uso de los mismos • Capacidad para desarrollar aplicaciones informáticas que requieren dichos sistemas de altas prestaciones para su ejecución • Experiencia práctica en el uso de un supercomputador, un entorno distribuido GRID, y recursos en Cloud		
5.5.1.3 CONTENIDOS		
• Optimización de aplicaciones • Programación en paralelo • Almacenamiento y transferencia de datos y acceso a bases de datos • Uso de supercomputadores • Computación distribuida (GRID) • Computación utilizando recursos CLOUD		
5.5.1.4 OBSERVACIONES		
5.5.1.5 COMPETENCIAS		
5.5.1.5.1 BÁSICAS Y GENERALES		
CG1 - Capacidad para integrarse eficazmente en un grupo de trabajo y trabajar en equipo, compartir la información disponible e integrar su actividad en la del grupo colaborando de forma activa en la consecución de objetivos comunes		

CG2 - Capacidad de estudio, síntesis y autonomía suficientes para, una vez finalizado este programa formativo, iniciar una Tesis Doctoral
CG7 - Conocer las herramientas metodológicas necesarias para desarrollar proyectos avanzados
CB6 - 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
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
CB8 - 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
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
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.
5.5.1.5.2 TRANSVERSALES
CT1 - Capacidad para buscar, obtener, seleccionar, tratar, analizar y comunicar información utilizando diferentes fuentes
5.5.1.5.3 ESPECÍFICAS
CE7 - Capacidad para planificar y desarrollar de forma autónoma proyectos informáticos de componente científico/numérico

5.5.1.6 ACTIVIDADES FORMATIVAS

ACTIVIDAD FORMATIVA	HORAS	PRESENCIALIDAD
Participación y asistencia a lecciones magistrales en el aula	28	100
Participación y asistencia en seminarios dirigidos por un profesor	5	100
Realización de prácticas de computación	12	100
Desarrollo de proyectos guiados	20	30
Realización y presentación oral de trabajos	15	30
Tutorías con un profesor que se desarrollarán tanto personalmente como por medio de recursos en red (por ejemplo, correo electrónico, gestor de contenidos en entorno web . e.g. Moodle)	5	30
Elaboración de informes de laboratorio y de campo	19	0
Realización y presentación escrita de trabajos	10	0
Estudio individual de contenidos de la asignatura	33	0
Examen práctico en el laboratorio	2	100
Presentaciones orales	1	100

5.5.1.7 METODOLOGÍAS DOCENTES

Clases magistrales en el aula
Prácticas de computación
Trabajos escritos

5.5.1.8 SISTEMAS DE EVALUACIÓN

SISTEMA DE EVALUACIÓN	PONDERACIÓN MÍNIMA	PONDERACIÓN MÁXIMA
Examen escrito	0.0	100.0
Examen práctico en el laboratorio	0.0	50.0
Valoración de informes y trabajos escritos	0.0	50.0

5.5 NIVEL 1: Módulo Trabajo Fin de Máster		
5.5.1 Datos Básicos del Nivel 1		
NIVEL 2: Trabajo Fin de Máster		
5.5.1.1 Datos Básicos del Nivel 2		
CARÁCTER	Trabajo Fin de Grado / Máster	
ECTS NIVEL 2	18	
DESPLIEGUE TEMPORAL: Cuatrimestral		
ECTS Cuatrimestral 1	**ECTS Cuatrimestral 2**	**ECTS Cuatrimestral 3**
	18	
ECTS Cuatrimestral 4	**ECTS Cuatrimestral 5**	**ECTS Cuatrimestral 6**
ECTS Cuatrimestral 7	**ECTS Cuatrimestral 8**	**ECTS Cuatrimestral 9**
ECTS Cuatrimestral 10	**ECTS Cuatrimestral 11**	**ECTS Cuatrimestral 12**
LENGUAS EN LAS QUE SE IMPARTE		
CASTELLANO	**CATALÁN**	**EUSKERA**
Sí	No	No
GALLEGO	**VALENCIANO**	**INGLÉS**
No	No	Sí
FRANCÉS	**ALEMÁN**	**PORTUGUÉS**
No	No	No
ITALIANO	**OTRAS**	
No	No	
LISTADO DE ESPECIALIDADES		
No existen datos		
NIVEL 3: Trabajo Fin de Máster		
5.5.1.1.1 Datos Básicos del Nivel 3		
CARÁCTER	**ECTS ASIGNATURA**	**DESPLIEGUE TEMPORAL**
Trabajo Fin de Grado / Máster	18	Cuatrimestral
DESPLIEGUE TEMPORAL		
ECTS Cuatrimestral 1	**ECTS Cuatrimestral 2**	**ECTS Cuatrimestral 3**
	18	
ECTS Cuatrimestral 4	**ECTS Cuatrimestral 5**	**ECTS Cuatrimestral 6**
ECTS Cuatrimestral 7	**ECTS Cuatrimestral 8**	**ECTS Cuatrimestral 9**
ECTS Cuatrimestral 10	**ECTS Cuatrimestral 11**	**ECTS Cuatrimestral 12**
LENGUAS EN LAS QUE SE IMPARTE		
CASTELLANO	**CATALÁN**	**EUSKERA**
Sí	No	No
GALLEGO	**VALENCIANO**	**INGLÉS**
No	No	Sí
FRANCÉS	**ALEMÁN**	**PORTUGUÉS**
No	No	No
ITALIANO	**OTRAS**	
No	No	
5.5.1.2 RESULTADOS DE APRENDIZAJE		

- Capacidad de desarrollar un trabajo avanzado de forma autónoma, de exponerlo y defenderlo
- Capacidad de resolución de situaciones realistas complejas, buscando las herramientas adecuadas, manejando los conocimientos necesarios y realizando una planificación adecuada
- Capacidad de expresión, exposición y debate constructivo acerca de cuestiones relacionadas con las materias del Máster, dominando tanto los contenidos teóricos como las aplicaciones
- Profundizar en las temáticas del Máster de la especialidad escogida

5.5.1.3 CONTENIDOS

Desarrollo de un trabajo avanzado que integre las asignaturas del Máster cursadas y en consonancia con la especialidad elegida, versando sobre temáticas científicas de actualidad en el campo de la Astrofísica, Cosmología y la Física de Partículas.

5.5.1.4 OBSERVACIONES

Los TFM serán supervisados, como normal general, por investigadores del Instituto de Física de Cantabria, del Instituto de Astrofísica de Andalucía y de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Cantabria. Eventualmente, también podrán ser dirigidos por investigadores de otros centros e instituto del CSIC, así como de otras Universidades españolas y europeas, siempre que la idoneidad sea confirmada por la Comisión de Coordinación del Máster.

5.5.1.5 COMPETENCIAS

5.5.1.5.1 BÁSICAS Y GENERALES

CG1 - Capacidad para integrarse eficazmente en un grupo de trabajo y trabajar en equipo, compartir la información disponible e integrar su actividad en la del grupo colaborando de forma activa en la consecución de objetivos comunes

CG2 - Capacidad de estudio, síntesis y autonomía suficientes para, una vez finalizado este programa formativo, iniciar una Tesis Doctoral

CG3 - Capacidad para redactar documentos científicos y técnicos, en particular artículos científicos

CG4 - Saber preparar y conducir presentaciones, ante públicos especializado, sobre una investigación o proyecto científico

CG5 - Capacidad para planificar, diseñar y poner en marcha un proyecto avanzado

CG6 - Buscar, obtener, procesar, comunicar información y transformarla en conocimiento

CG7 - Conocer las herramientas metodológicas necesarias para desarrollar proyectos avanzados

CG8 - Capacidad de actualización de los conocimientos expuestos en el ámbito de la comunidad científica

CB6 - 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

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

CB8 - 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

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

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.

5.5.1.5.2 TRANSVERSALES

CT1 - Capacidad para buscar, obtener, seleccionar, tratar, analizar y comunicar información utilizando diferentes fuentes

5.5.1.5.3 ESPECÍFICAS

CE1 - Capacidad para iniciar una Tesis Doctoral en el ámbito de la Física de Partículas y del Cosmos

CE6 - Capacidad de enfrentarse de forma autónoma a problemas numéricos, utilizando librerías científicas y desarrollando algoritmos

CE7 - Capacidad para planificar y desarrollar de forma autónoma proyectos informáticos de componente científico/numérico

CE8 - Capacidad para comprender el papel sinérgico que la Astronomía, la Cosmología y la Física de Partículas tienen a la hora de explicar el origen, evolución y composición del Universo, así como los mecanismos físicos fundamentales que lo rigen

5.5.1.6 ACTIVIDADES FORMATIVAS

ACTIVIDAD FORMATIVA	HORAS	PRESENCIALIDAD
Tutorías con un profesor que se desarrollarán tanto personalmente como	88	100

por medio de recursos en red (por ejemplo, correo electrónico, gestor de contenidos en entorno web . e.g. Moodle)		
Elaboración de informes de laboratorio y de campo	135	0
Realización y presentación escrita de trabajos	75	0
Estudio individual de contenidos de la asignatura	150	0
Presentaciones orales	2	100
5.5.1.7 METODOLOGÍAS DOCENTES		
Exposiciones orales de trabajos		
Trabajos escritos		
Seminarios		
Tutorías		
5.5.1.8 SISTEMAS DE EVALUACIÓN		
SISTEMA DE EVALUACIÓN	**PONDERACIÓN MÍNIMA**	**PONDERACIÓN MÁXIMA**
Memoria escrita del Trabajo Fin de Máster	50.0	90.0
Defensa del Trabajo Fin de Máster	10.0	50.0

6. PERSONAL ACADÉMICO

6.1 PROFESORADO Y OTROS RECURSOS HUMANOS				
Universidad	**Categoría**	**Total %**	**Doctores %**	**Horas %**
Universidad de Cantabria	Personal Docente contratado por obra y servicio	2	100	2
Universidad de Cantabria	Profesor Contratado Doctor	6	100	6
Universidad de Cantabria	Profesor Titular de Universidad	44	100	44
Universidad de Cantabria	Catedrático de Universidad	48	100	48

PERSONAL ACADÉMICO

Ver Apartado 6: Anexo 1.

6.2 OTROS RECURSOS HUMANOS

Ver Apartado 6: Anexo 2.

7. RECURSOS MATERIALES Y SERVICIOS

Justificación de que los medios materiales disponibles son adecuados: Ver Apartado 7: Anexo 1.

8. RESULTADOS PREVISTOS

8.1 ESTIMACIÓN DE VALORES CUANTITATIVOS		
TASA DE GRADUACIÓN %	**TASA DE ABANDONO %**	**TASA DE EFICIENCIA %**
90	10	90
CODIGO	**TASA**	**VALOR %**
No existen datos		

Justificación de los Indicadores Propuestos:

Ver Apartado 8: Anexo 1.

8.2 PROCEDIMIENTO GENERAL PARA VALORAR EL PROCESO Y LOS RESULTADOS

El procedimiento será el mismo para la UC y la UIMP, y éste será el que usualmente sigue la UC. Esta universidad valora el progreso y los resultados de aprendizaje de los estudiantes a través de distintos procesos y mecanismos que comprenden tanto la planificación de las enseñanzas como su seguimiento. De esta manera se asegura que las titulaciones se impartan de acuerdo a lo indicado en la memoria de verificación y se garantiza que los estudiantes alcancen los objetivos y las competencias previstos.

1. Cada curso académico, y con antelación suficiente al inicio del periodo lectivo, el Consejo de Gobierno aprueba la planificación de las enseñanzas y el calendario académico. Establecida la oferta formativa de la UC, cada Centro procede a planificar e implementar las enseñanzas que se imparten en él.

2. Los Consejos de Departamento revisan y aprueban las Guías Docentes de las asignaturas que tienen adscritas, en las que se especifican los objetivos docentes, competencias, contenidos, metodología docente y sistemas de evaluación del progreso de los alumnos, fijando el tipo de pruebas, su número y la forma de evaluación/calificación del estudiante. A partir de esta información, la Junta del Centro aprueba definitivamente las Guías Docentes.

3. Además de estos procedimientos de planificación de las enseñanzas, la Comisión de Calidad elabora anualmente el Informe Final del SGIC del Título en el que realiza el seguimiento de los resultados de aprendizaje de los estudiantes. En este informe se identifican los puntos fuertes y débiles del proceso de enseñanza-aprendizaje de la titulación y se formulan acciones correctoras en un proceso de mejora continua, que son implementadas una vez aprobadas por la Junta de Centro.

4. El Vicerrectorado de Ordenación Académica y Profesorado establece los indicadores complementarios que permiten medir y contextualizar las tasas de graduación, eficiencia y abandono para posteriormente analizar los resultados previstos en el Título. Los datos correspondientes a estos indicadores académicos son aportados y difundidos por el Servicio de Gestión Académica una vez cerrado el curso académico para garantizar su uniformidad de cálculo y su validez. Posteriormente son enviados al Área de Calidad de la Universidad de Cantabria para completarlos con los datos de las encuestas de satisfacción con el Título de todos los grupos de interés, antes de enviarse a cada Centro.

5. La Comisión de Calidad de la UC establece a través del procedimiento *P9 Distribución de la información del SGIC* un modelo común de Informe Final del SGIC de cada titulación, garantizando el análisis y la valoración de los resultados de aprendizaje cada curso académico. Este análisis lo lleva a cabo la Comisión de Calidad del Título y en él se evalúan los resultados académicos y se comparan con los valores declarados en la memoria de veri-

ficación, estableciendo propuestas de mejora. Estas propuestas se concretan señalando el responsable de su ejecución, mecanismos para llevarlas a cabo e indicadores para su seguimiento.

6. Esta Comisión analiza también la calidad de las prácticas externas, como se establece en el procedimiento *P4 Prácticas Externas y Movilidad*, evaluando las competencias alcanzadas por los estudiantes y la aplicación de los conocimientos y habilidades adquiridos durante su formación académica.

7. El procedimiento *P5 Inserción laboral, resultados de aprendizaje y satisfacción con la formación recibida* establece las acciones que se llevarán a cabo para medir y analizar los resultados de aprendizaje de los egresados y su incidencia en la revisión y mejora del Título.

8. Finalmente el Trabajo Fin de Máster permite valorar, tal y como establece el RD 1393/2007 de 30 de octubre y posterior modificación en el RD 861/2010 de 2 de julio, que se han alcanzado los resultados de aprendizaje establecidos en la memoria del Título.

Los procedimientos anteriormente mencionados forman parte del Manual General del Procedimiento del SGIC de la UC.

https://sharepoint.unican.es/sgic/Procedimientos/Indice.html

9. SISTEMA DE GARANTÍA DE CALIDAD

ENLACE	http://web.unican.es/unidades/area-calidad/sgic

10. CALENDARIO DE IMPLANTACIÓN

10.1 CRONOGRAMA DE IMPLANTACIÓN	
CURSO DE INICIO	2017
Ver Apartado 10: Anexo 1.	
10.2 PROCEDIMIENTO DE ADAPTACIÓN	
No es necesario prever ningún procedimiento de adaptación, dado que no hay estudios preexistentes de los que puedan migrar los estudiantes.	
10.3 ENSEÑANZAS QUE SE EXTINGUEN	
CÓDIGO	**ESTUDIO - CENTRO**

2. Justificación del título

2. JUSTIFICACIÓN

2.1. Justificación del título propuesto, argumentando el interés académico, científico o profesional del mismo

Del lado de la Universidad de Cantabria (UC), este título se desarrolla de manera complementaria al máster oficial actualmente en vigor, "Máster Universitario en Física, Instrumentación y Medio Ambiente", que aporta las especialidades de "Física Avanzada", "Instrumentación y Computación" y "Evaluación de riesgos naturales y medio ambiente" y que deriva del programa de doctorado en Ciencia y Tecnología, concretamente en la línea de investigación en Física y Ciencias de la Tierra. Del lado de la Universidad Internacional Menéndez Pelayo (UIMP), este máster supone su referencia nacional en la formación investigadora de posgrado en los campos de la Física de Partículas, la Astrofísica y la Cosmología, apoyándose fundamentalmente en la participación de investigadores de reconocido prestigio del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), tanto de centros mixtos como propios.

El máster que se propone emana principalmente de la línea de investigación en Astrofísica y Física de Partículas del programa de doctorado anteriormente mencionado de la UC. Es de destacar que este programa obtuvo la mención de calidad en la primera convocatoria por parte del ministerio. Desde entonces se ha ido renovando esta mención o las equivalentes en las subsiguientes convocatorias. En la actualidad, el profesorado y las líneas temáticas tratadas en este máster forman parte del mismo programa de doctorado con mención hacia la excelencia en "Ciencias, Tecnología y Computación". La actividad investigadora en la que se sustentan tanto el máster como el programa de doctorado ha sido uno de los pilares de la propuesta de la UC y de la UIMP por la que le fue concedida la condición de "Campus de Excelencia Internacional", y de la que forman parte el CSIC, entre otros organismos.

La propuesta actual surge de la necesidad de satisfacer la demanda por parte del alumnado de un máster orientado hacia la investigación y focalizado en las especializaciones de física de partículas y del cosmos. Esas dos líneas de investigación han generado un gran interés nacional e internacional en los últimos años, debido en parte a la inmensa actividad investigadora que se ha desarrollado en ambas líneas dentro de grandes colaboraciones internacionales como las misiones XMM, Planck y Herschel de la Agencia Europea del Espacio, o la colaboración CMS del gran acelerador hadrónico del CERN, el centro europeo de física de partículas, y que cuentan con la participación de docentes e investigadores de la UC y del CSIC. En la última década se ha producido una convergencia notable entre las comunidades de astrofísica y de física de partículas debido a la evolución que han tenido algunos aspectos clave de ambas disciplinas. Hoy ya es globalmente reconocido por la comunidad científica que un enfoque multidisciplinar que aproveche la clara sinergia entre ambas especializaciones es crucial para el estudio de temas de mayor interés en la actualidad, como la formación y evolución del universo o la naturaleza de la materia oscura, por citar solo dos ejemplos. Este acercamiento se evidencia por la creciente cantidad de congresos que combinan expertos de ambos campos, por ejemplo el organizado por el Instituto de Física de Cantabria (IFCA, CSIC-UC) este mismo año, celebrado en Santander, y titulado "Dark Matter 2016: from the smallest to the largest scales", y también por el surgimiento de programas de máster universitario que combinan ambas disciplinas, ya que la demanda de un máster con estas características no ha pasado desapercibida en otras universidades europeas, como se indica en el apartado 2.2

csv: 259724185114599489009002

Con la intención de formar a estudiantes tanto españoles como extranjeros se ha buscado un máster que, sin perder el carácter avanzado, permita una transversalidad en el perfil de acceso. Se busca que el título sea atractivo para graduados de titulaciones científicas españolas o extranjeras, permitiéndoles cursarlo, en los casos que sea necesario, tanto con los complementos formativos adecuados a las necesidades académicas previas, como con una oferta de asignaturas amplia y de calidad, que permitan cursar más créditos, si fuera necesario, de cara a satisfacer las condiciones imprescindibles para enrolarse, posteriormente, en un Programa de Doctorado. El máster tiene deliberadamente una fuerte componente de investigación fundamental con la intención de acercar al alumnado a los grupos de investigación españoles más activos en las dos áreas de especialización. En cuanto a la temática, se ha querido proporcionar especialización en dos áreas en las que nuestro profesorado tiene amplia experiencia. Además, como se mencionó anteriormente, se ha detectado una importante demanda por parte de los estudiantes de Física, algunos de los cuales han venido buscando este tipo de oferta formativa en otras universidades, en muchos casos extranjeras. Con este objetivo se cuenta entre el profesorado no solo con docentes de la UC, sino también con investigadores del CSIC, en concreto del Instituto de Astrofísica de Andalucía (IAA) y del IFCA. De hecho, estos dos centros firman la propuesta del nuevo máster, aportando expertos de reconocido prestigio en las dos áreas de especialización, y que desarrollan su actividad investigadora enmarcada en las grandes colaboraciones internacionales como las citadas previamente. Además, se espera contar, a titulo individual, con la participación de investigadores de otros centros del CSIC dentro de la misma línea de investigación, así como de otras universidades y centros de investigación nacionales y extranjeros (en su mayoría, europeos).

Este máster pretende capacitar al alumnado para, si así lo desea, continuar con una formación basada en la investigación científica, accediendo a cualquier programa de doctorado dentro o fuera de España. Más allá de la clara orientación investigadora y de la formación avanzada en las especialidades de astrofísica y física de partículas, el máster también contiene asignaturas, tanto obligatorias como optativas, que proporcionan una formación transversal en aspectos de gran valor fuera del ámbito exclusivamente académico, como métodos de análisis, estadística, programación avanzada, desarrollo de detectores de partículas y técnicas instrumentales para la detección de diferentes formas de radiación. Aunque el objetivo principal de estas asignaturas es proporcionar la base indispensable de conocimientos necesarios para cualquiera de las dos especialidades, también dotan al alumnado de un gran valor añadido para poder ser absorbidos en el mundo empresarial, en los ámbitos de las telecomunicaciones, las empresas de programación, la electrónica, y en diversos sectores donde se requiera una capacidad avanzada de análisis de datos y de simulaciones.

El título propone dar esta formación por medio de un módulo básico obligatorio con asignaturas de nivel avanzado en estadística, análisis de datos, programación en el entorno científico, y conceptos fundamentales en física del cosmos y física de partículas. Se prevé también una asignatura obligatoria de carácter transversal en la que se hace una primera toma de contacto en diversos temas de la actualidad investigadora. A partir del módulo básico el alumnado puede optar por una de dos especialidades: física del cosmos, o física de partículas, pudiendo voluntariamente cursar asignaturas de ambas. Cada especialidad consta de dos asignaturas de carácter obligatorio donde se profundizan conocimientos fundamentales en cosmología y astrofísica extragaláctica en un caso, y métodos y técnicas de detección y herramientas de análisis en el otro. Adicionalmente, el máster cuenta con una atractiva oferta de asignaturas optativas en los temas de mayor interés en la actualidad del campo, y en la que se cuenta especialmente con la colaboración de investigadores del CSIC además del profesorado de la universidad. Entre las asignaturas optativas se ofrece además

csv: 259724185114599489009002

la posibilidad de ampliar la experiencia investigadora del alumnado a través de proyectos de investigación, que pueden pertenecer o no a su campo de especialización. Por último, los alumnos han de cursar un Trabajo de fin de Máster, en el campo de la especialidad escogida, con un peso de 18 créditos.

En los últimos años, se ha observado un interés por parte de alumnado extranjero que se quiere reforzar mediante la difusión y establecimiento de acuerdos. Por una parte, hay una creciente demanda de países iberoamericanos, manifestada a través de la Oficina de Relaciones Internacionales de la UC, donde existe una carencia de formación de posgrado. Una de sus principales opciones es la formación en Europa y, por motivos del idioma, España es uno de los destinos preferidos. Por otra parte, también desde el ámbito europeo y norteamericano se viene observando un cierto interés de formación avanzada con el valor añadido del idioma castellano, abriéndoles camino a los mercados emergentes de Iberoamérica. Actualmente hay acuerdos Erasmus para intercambio de alumnos de máster con varias universidades europeas, que podrían ser aprovechados, fundamentalmente, para posibilitar la realización del TFM en otro centro o universidad. Además de la demanda por parte del alumnado, se ha constatado también una necesidad por parte de los grupos de investigación de la UC y de sus institutos asociados (así como por otros centros de investigación) de titulados de máster con este perfil para realizar un doctorado o simplemente tareas de investigación avanzadas. Existe una demanda significativa que no se cubre con los egresados de másteres locales de la UC, de manera que en torno al 50% de estos perfiles se cubren con titulados extranjeros o de otras universidades españolas.

Con todo ello, este nuevo máster quiere incentivar la participación de estudiantes extranjeros, pretendiéndose que, de manera directa, estos alumnos (especialmente los europeos) se formen directamente en el mismo. Esto se facilita, principalmente, a través de dos vías:

- Si bien la realización del máster consta de 60 ECTS, se da la posibilidad de cursar mayor número de créditos. En particular, esto permite a los estudiantes extranjeros que llegan al máster con grados de 180 ECTS, la posibilidad de completar los créditos necesarios para poder acceder, si así lo desean, a cualquier programa de doctorado europeo. Los alumnos con estas necesidades, también serán guiados en su elección por la Comisión de Coordinación del Máster.
- El idioma de impartición de la docencia será el castellano y el inglés. Así, cuando la realidad del alumnado lo requiera, las clases, tutorías y demás acciones formativas serán conducidas en inglés. En ningún caso se formarán grupos en función del idioma de impartición.

Este máster se apoya en la amplia experiencia investigadora y de formación de posgrado en las dos áreas de especialización de los grupos involucrados en esta propuesta. Las materias son impartidas, en su inmensa mayoría, por profesores de la UC y por investigadores del CSIC (cuya participación viene particularmente impulsada a través de la UIMP), así como de investigadores nacionales e internacionales de reconocido prestigio, cuya participación supone un valor añadido a la experiencia docente e investigadora de los anteriormente citados (su participación también viene canalizada a través de la UIMP) . Con todo ello, cabe destacar que los alumnos van a tener a su alcance un profesorado con una enorme experiencia investigadora, desarrollada netamente en el contexto internacional, y en el marco de las grandes colaboraciones en Física de Partículas y Astrofísica.

De hecho, todos los grupos a los que pertenecen los docentes, desarrollan proyectos de investigación financiados por distintos planes nacionales del Ministerio o por la Unión

csv: 259724185114599489009002

Europea en líneas afines a las especialidades propuestas, confirmando su adecuación a la actual situación de la I+D+i del área. Además, es importante destacar que la mayoría de los grupos colaboradores en esta propuesta están integrados en algunos de los proyectos de ámbito internacional más relevantes del momento, desarrollando infraestructura local y contribuyendo a la creación y operación de grandes infraestructuras científicas que sólo son posibles a través de estas colaboraciones.

Finalmente indicar la importancia de la temática escogida para este máster. Por una parte por el indudable interés y la gran actividad existente en la actualidad en el campo de la Física, como motor del aumento del conocimiento. Por otra por su contribución como motor del desarrollo tecnológico y la innovación.

En resumen, es un título que viene avalado por una experiencia previa de formación de posgrado, por un equipo de profesores, investigadores y profesionales de probada experiencia, que trata temáticas de claro interés para la sociedad, y por una fructífera y probada colaboración entre la Universidad de Cantabria, la Universidad Internacional Menéndez Pelayo, y el Consejo Superior de Investigaciones Científicas.

Por último, experiencias previas y estimaciones razonables hacen prever una demanda significativa por parte de los alumnos y una demanda de egresados por parte de grupos de investigación.

2.2. Referentes externos a la universidad proponente que avalen la adecuación de la propuesta a criterios nacionales o internacionales para títulos de similares características académicas

Se citan dos tipos de referentes externos que avalan la adecuación de esta propuesta: la existencia de programas de máster europeos similares que apuntan a captar un alumnado con el mismo perfil, y la celebración de congresos internacionales en los que se evidencia la enorme actividad investigadora que existe en la actualidad donde confluyen las líneas de física de partículas y del cosmos. Entre los programas de másteres similares se encuentran, por citar solo algunos:

- Master in Physics, Astrophysics and Cosmology, University of Portsmouth, Reino Unido
- Master's specialisation in Particle and Astrophysics, Radboud University, Nijmegen, Países Bajos
- Master en Physique Subatomique et Astroparticules, LPSC-Grenoble, Francia
- Master's Programme in Particle Physics and Astrophysical Sciences, Master of Science, University of Helsinki, Finlandia
- Master in Nuclei, particles, astroparticles and cosmology, UPMC Sorbonne Universités, Paris, Francia
- Master in Gravitation, Astro-, and Particle Physics, University of Amsterdam, Países Bajos
- Master en Astrofísica, Física de Partículas y Cosmología, Universidad de Barcelona.
- Master en Física de Altas Energías, Astrofísica y Cosmología, Universidad Autónoma de Barcelona
- Máster Universitario en Física Teórica (especialidad Partículas Elementales y Cosmología y especialidad Astrofísica y Física del Cosmos), Universidad Autónoma de Madrid
- Máster Universitario en Física Teórica por la Universidad Complutense de Madrid.

csv: 259724185114599489009002

Como se menciona más arriba, estos másteres son similares al aquí propuesto, mostrando el interés que existe en toda Europa por ofrecer una formación de calidad a futuros investigadores en dos campos tan de vanguardia como son la Física de Partículas y la Astrofísica.

Sin embargo, nuestra propuesta incide aún más en ofrecer una formación en ambos perfiles, algo que creemos no se hace de manera tan explícita en otras ofertas similares, sobre todo a nivel nacional. Así, todos los alumnos cursan, de manera obligatoria, 15 ECTS comunes donde ambos campos son abordados por igual. De ellos, 3 ECTS son impartidos en base a seminarios a cargo de investigadores de reconocido prestigio nacional e internacional, con los cuáles los alumnos interaccionan posteriormente. También cabe destacar que el TFG propuesto es, dentro del panorama nacional, uno de los más extensos (18 ECTS), lo que permite al alumno profundizar en la iniciación a la investigación, lo cual creemos que es un aspecto clave a la hora de formar futuros investigadores.

Para evidenciar la efervescente actividad conjunta de estas dos especializaciones basta con citar solo algunos pocos ejemplos de congresos únicamente del año 2016:

- TEVPA 2016, Septiembre de 2016, CERN, Ginebra, Suiza
- KIAS workshop on particle physics and cosmology, Octubre de 2016 en Durham, Reino Unido
- Dark Matter 2016: from the smallest to the largest scales, Junio-Julio de 2016, Santander, España
- International Conference on Interconnections between Particle Physics and Cosmology (PPC), Julio de 2016, Sao Paulo, Brasil
- Particle Physics meets Cosmology, Octubre de 2016 en Bonn, Alemania

La creciente sinergia y la complementariedad entre las dos especialidades han dado lugar a un acercamiento evidente de ambas, y esto se ve reflejado tanto en la investigación conjunta de temáticas comunes como en la proliferación de conferencias, grupos de investigación y programas de máster que combinan las especialidades de física de partículas y del cosmos.

2.3 Descripción de los procedimientos de consulta internos y externos utilizados para la elaboración del plan de estudios

2.3.1 Procedimientos Internos

Se ha constituido una comisión con representación de ambas áreas del conocimiento: Astronomía y Astrofísica (11 personas), y Física de Partículas (7 personas). Dicha comisión ha estado formada por personal del Departamento de Física Moderna de la UC (10 personas) y, a través de la UIMP, por investigadores del CSIC (8 personas), tanto del IFCA (6 personas) como del IAA (2 personas). Todo ello ha estado coordinado por dos investigadores con perfiles complementarios: Astrofísica (de la UC) y Física de Partículas (del CSIC).

En particular, la comisión ha observado experiencias similares en otras Universidades, tanto nacionales como extranjeras. Además, se recabó la opinión de algunos alumnos de grado y de posgrado, preguntándoles sobre sus intereses en lo que a un máster de investigación se refiere.

Se han llevado a cabo reuniones organizativas entre la UC, la UIMP y vicepresidencia del

csv: 259724185114599489009002

CSIC. Se ha contactado a los directores de otros centros de investigación del CSIC que trabajan en temáticas próximas al interés de este título. De ellos se ha recabado información para definir el alcance de algunas las asignaturas, además de pedir su involucración en la elaboración del programa y en la impartición de algunas de las asignaturas. En ese sentido, se ha logrado un compromiso institucional de colaboración por parte del Instituto de Física de Cantabria y del Instituto de Astrofísica de Andalucía. Además, se ha establecido la participación de investigadores del CSIC de otros centros, a título individual.

Con esta información la comisión realizó una propuesta de máster que fue expuesta a la Junta de Facultad de Ciencias de la UC, recabando las sugerencias e implementando aquellas que se consideraron pertinentes. Finalmente, se tramitó de acuerdo con los procedimientos propios de la UC y de la UIMP, que, tras la Elaboración de la Memoria de Verificación, son:

Por parte de la UC:

1. Elaboración de la Memoria de Verificación y aprobación por la Junta del Centro Responsable.
2. Envío al Vicerrectorado de Ordenación Académica de la Memoria de Verificación provisional para su revisión y exposición pública.
3. Aprobación por el Consejo de Gobierno de la Universidad de Cantabria.
4. Aprobación por el Consejo Social de la Universidad de Cantabria.
5. Comunicación de la aprobación de la nueva titulación a la Comunidad Autónoma.

Por parte de la UIMP:

1. Elaboración de la Memoria de Verificación y envío de la misma a la Comisión de Estudios de Postgrado de la UIMP para su evaluación.
2. Aprobación por el Consejo de Gobierno de la UIMP.

2.3.2 Procedimientos Externos

Como se mencionó más arriba, la propuesta fue enviada a todos los centros e institutos del CSIC, cuya investigación está asociada a la temática del máster (IFCA, IAA, IFT, IFIC e ICE). Si bien debido a otros compromisos, los tres últimos centros no han podido participar de manera directa en este nuevo máster, si que vieron el interés y la idoneidad de la propuesta académica, mostrando de hecho el interés de que algunos de sus investigadores pudiesen participar, a titulo individual.

Los órganos de dirección de los centros del CSIC asesoraron sobre la idoneidad del máster, ofreciendo una visión global sobre cuáles son los temas de interés actual y en los próximos años, en los que debería formarse un futuro estudiante de doctorado interesado en proseguir una investigación en Física de Partículas o del Cosmos.

2.4 Orientación del Máster

El máster tiene una orientación de investigación académica/científica.

2.5 Objetivos

csv: 259724185114599489009002

Uno de los objetivos de este máster es ofrecer una formación atractiva y de actualidad a alumnos españoles y extranjeros interesados en ampliar su educación y profundizar sus conocimientos en un área concreta de especialización. Otro objetivo es, consecuentemente, proporcionar a estos alumnos una formación avanzada en temáticas relacionadas, como su título indica, con la física de partículas y del cosmos. Se pretende transmitir el conocimiento adquirido por grupos con amplia experiencia en investigación y formación de posgrado para su aplicación en estos ámbitos. Se quiere formar alumnos que sean capaces de incorporarse a un grupo de investigación para desarrollar una tesis doctoral, pero sin descartar que puedan incorporarse a una empresa que requiera de la aplicación de técnicas novedosas de análisis de datos y del manejo de instrumentación avanzada.

2.6 Justificación de las especialidades establecidas

Como se ha indicado, el módulo común proporcionará al alumno, a través de las asignaturas obligatorias, una formación avanzada en estadística, métodos de análisis de datos, programación, física del cosmos y de partículas, que le permitirán abordar el módulo de especialización temática.

Se han identificado dos especialidades donde se observa a la vez una elevada experiencia en el profesorado y una demanda potencial por parte de los alumnos. Ambas especialidades (Física del Cosmos y Física de Partículas) están fundamentalmente orientadas a la investigación, para el alumnado con vocación de proseguir su formación hacia un doctorado, y avaladas por grupos de investigación sólidos con destacada relevancia a nivel nacional e internacional y con una dilatada experiencia en formación postdoctoral. A continuación se describe con mayor detalle el interés de cada una de las especialidades.

Física del Cosmos

Cubre a fondo las temáticas de cosmología y astrofísica. El máster ofrece adicionalmente asignaturas optativas relacionadas con esta especialidad, en las que se tratan en profundidad temas de gran interés en la actualidad: el universo oscuro, agujeros negros y núcleos galácticos activos, universo muy temprano e inflación, la época oscura y reionización del universo y exploración multi-mensajero del universo. Un gran número de grupos de investigación y de colaboraciones internacionales trabajan activamente en estas áreas, incluyendo al personal docente que impartirá las asignaturas.

Física de Partículas

Esta especialidad profundiza en las técnicas utilizadas en la investigación fundamental de física de partículas: métodos y técnicas de detección y herramientas de análisis. Se proporciona una formación que capacita al estudiante a participar en los grupos de análisis de datos en las colaboraciones de los grandes detectores en aceleradores de partículas. Entre las asignaturas optativas relacionadas a esta especialidad se cubren temas como teoría cuántica de campos avanzada y retos actuales en física de partículas, que cubre temas de gran interés como la determinación de la naturaleza de la materia oscura y extensiones teóricas al modelo estándar (supersimetría, extensiones en el sector de Higgs, etc...).

Todas estas temáticas son de interés, como se demuestra porque todas ellas vienen fuertemente apoyadas por el Plan Nacional de I+D+i y por proyectos Europeos, y, más claramente, porque son los campos de investigación que justifican los programas científicos de las grandes colaboraciones activas, tanto de la física de partículas, como de la astrofísica

csv: 259724185114599489009002

y la cosmología.

Como ya se ha indicado, las dos especialidades no son disjuntas, compartiendo en parte temáticas y técnicas, como son los temas de universo oscuro, universo temprano, la inflación cósmica y la teoría cuántica de campos. Se ofrece también una asignatura optativa en computación de alto rendimiento, una herramienta valiosa para ambas especialidades debido a la naturaleza de la investigación en estos campos, altamente dependiente de métodos de computación avanzados para el procesado de un enorme volumen de datos.

csv: 259724185114599489009002

4. Sistemas de información previa a la matriculación

4. ACCESO Y ADMISIÓN DE ESTUDIANTES

4.1. Sistemas de información previa a la matriculación y procedimientos accesibles de acogida y orientación de los estudiantes de nuevo ingreso para facilitar su incorporación a la universidad y la titulación

Orientación del Título.

El presente Máster universitario está orientado a todo tipo de alumnos con interés en formación de posgrado relativa a Física de Partículas y del Cosmos, y que, eventualmente, busquen una formación avanzada en alguna de las dos especialidades que ofrece el mismo (Física de Partículas y Física del Cosmos).

Según este planteamiento, el perfil de los licenciados/graduados en Física es el más adecuado para acceder a este máster. Pero también los alumnos con tales inquietudes, procedentes de titulaciones afines, como los graduados/ingenieros de ciertas especialidades (Electrónica o Telecomunicaciones, por citar algunos ejemplos) o los graduados/licenciados en Matemáticas, son también susceptibles de realizar este Máster. Ver el perfil indicado en el apartado 4.2.

Sistemas de información y acogida.

La organización de la docencia será gestionada por la Facultad de Ciencias de la UC, previa consulta a la **Comisión de Coordinación Académica**. Las labores de acogida de alumnos se coordinan a través de dicho centro, a través de la comisión que regula el servicio de orientación y de acogida de alumnos que es supervisado por el Servicio de Gestión Académica.

A cada alumno se le asignará un tutor, y al principio de cada curso se entregará al estudiante una guía en la que se incluye toda la información referente al calendario escolar, distribución de horarios, guías docentes de cada asignatura, aulas y recursos materiales disponibles.

Además, ambas universidades tienen diversos mecanismos para informar sobre su oferta formativa a todos los agentes interesados dentro y fuera de la propia institución: estudiantes, profesorado, personal de administración y servicios, futuros alumnos y en general a toda la sociedad.

En el caso de la UC, los futuros alumnos reciben información sobre los criterios de acceso y admisión, procedimiento de matrícula, etc., a través de su Servicio de Gestión Académica que edita cada año una Guía de Estudios Oficiales de Posgrado, distribuida tanto internamente como fuera de la institución, enviándose a Universidades españolas, Oficinas de Información Juvenil, Oficinas de Información Universitaria de Ayuntamientos, Consejería de Educación de Cantabria y Consejerías de Educación de toda España. Esta Guía está también accesible en la Web institucional desde la sección de Servicio de Información Académica:

http://web.unican.es/unidades/gestion-academica/Documents/Folleto Oferta Máster y Doctorado.pdf

csv: 257961806812927450970839

En el caso de la UIMP, toda la información hacia el alumnado interesado en la titulación, previa a su matriculación, se proporcionará a través de la Secretaría de Alumnos. Dicha información se podrá consultar en la página web de estudios ofertados:

http://www.uimp.es/actividades-academicas/postgrado-e-investigacion/estudios/masteres-universitarios.html

De forma particular, la Facultad de Ciencias de la UC, que, como se ha indicado más arriba, es la responsable de la organización de la docencia y de las labores de acogida del máster, edita también información completa sobre las titulaciones que imparte. Ésta está accesible al público a través de la página Web de la Universidad (http://web.unican.es/estudios) y del Centro (http://web.unican.es/centros/ciencias). La información recogida en dicha página WEB incluye, entre otros aspectos, las vías y requisitos de acceso al título, incluyendo el perfil de acceso recomendado.

Sobre el número de matrículas

El número total de plazas de nuevo ingreso es 20, de los cuáles 10 pertenecerían a la UC y 10 a la UIMP. Sin embargo, ha de notarse que los recursos necesarios para la organización y puesta en marcha de este máster son independientes de cuál es el número de matrículas que gestiona cada una de las dos universidades, ya que tanto los medios materiales como humanos son independientes de este factor.

Por tanto, en la práctica, cualquiera de las dos universidades podría aceptar más de 10 alumnos matriculados de nuevo ingreso, siempre y cuando la suma total no superen el límite indicado en el apartado 1.3 de esta memoria.

csv: 257961806812927450970839

5. Planificación de las enseñanzas

5. PLANIFICACIÓN DE LAS ENSEÑANZAS

5.1 Descripción del plan de estudios

Descripción de la estructura del Máster

El Plan de Estudios se desarrolla en 60 créditos que se distribuyen en dos cuatrimestres. Ha sido estructurado en módulos y materias, siendo la unidad básica la asignatura. Todas las asignaturas que forman parte de dichas materias, salvo tres de ellas, tendrán 6 créditos. De las tres excepciones, una es el *"Trabajo Fin de Máster"* (que consta de 18 créditos) y las otras son *"Programación en el entorno científico"* y *"Frontier research in astrophysics and particle physics"*, con 3 créditos cada una. La distribución temporal de las asignaturas dentro del plan de estudios será conocida por los alumnos antes de su primera matrícula, además de ser pública en la web de las Universidades y en las guías de información de la titulación.

De acuerdo con las normativas de las Universidades participantes, se permitirá y facilitará en lo posible que los alumnos que lo deseen puedan aumentar su formación cursando adicionalmente asignaturas optativas de una especialización distinta a la elegida.

El Máster consiste de un Módulo Común, obligatorio, un Módulo de Especialización (los alumnos han de escoger una de las dos Materias que lo componen), un Módulo de Investigación Avanzada (formado por asignaturas optativas) y el Módulo obligatorio correspondiente al Trabajo Fin de Máster.

Para completar los 60 créditos, el alumno, además de cursar el **"Módulo Común"**, de **24 créditos** y el "**Trabajo Fin de Master"** de **18 créditos**, deberá cursar **12 créditos** escogiendo una de las dos Materias de "**Módulo de Especialización"** (que constan de 2 asignaturas cada uno): "*Física de Partículas"* o "*Física del Cosmos"*. Los **6 créditos** restantes se podrán completar, bien escogiendo una de las asignaturas que forman el Módulo de la otra Especialidad, bien de entre el **"Módulo de Investigación Avanzada"**. El TFM versará sobre una temática asociada a la Especialización escogida. Un resumen de esta estructura se expone en la Figura 1.

Como se ha mencionado anteriormente, el Máster ofrece una formación dirigida a futuros estudiantes de doctorado, si bien se piensa que la formación recibida también dotan al alumnado de un gran valor añadido para poder ser fácilmente absorbidos en el mundo empresarial, en los ámbitos de las telecomunicaciones, las empresas de programación, la electrónica, y en diversos sectores donde se aprecie una capacidad avanzada de análisis de datos y de simulaciones.

Además las competencias básicas, generales, transversales y específicas enumeradas en las Sección 3 de esta memoria, se han identificado otro conjunto adicional de competencias específicas que no están asociadas al máster en su totalidad, pero sí a una de las dos Especializaciones, a alguna materia optativa particular. Dichas competencias específicas son (continuando con la nomenclatura de la Sección 3):

csv: 259725347980353160722493

Módulo Común

Materia Estadística, análisis de datos y programación
- Asignatura: Estadística y análisis de datos (6 ECTS)
- Asignatura: Programación en el entorno científico (3 ECTS)

Materia Física de Partículas y del Cosmos
- Asignatura: Modelo Estándar de Física de Partículas (6 ECTS)
- Asignatura: Física del Cosmos (6 ECTS)
- Asignatura: Frontier research in astrophysics and particle physics (3 ECTS)

Módulo Trabajo Fin de Máster

Materia Trabajo Fin de Máster
- Asignatura: Trabajo Fin de Máster (18 ECTS)

Módulo de Especialización

Materia Especialización en Física de Partículas
- Asignatura: Métodos y técnicas de detección en Física de Partículas (6 ECTS)
- Asignatura: Herramientas de análisis en Física de Partículas (6 ECTS)

Materia Especialización en Física del Cosmos
- Asignatura: Cosmología (6 ECTS)
- Asignatura: Astrofísica Extragaláctica (6 ECTS)

Módulo Investigación Avanzada

Materia Astrofísica Avanzada
- Asignatura: Técnicas instrumentales en astrofísica (6 ECTS)
- Asignatura: Agujeros negros y núcleos galácticos activos (6 ECTS)
- Asignatura: La época oscura y la reionización del universo (6 ECTS)

Materia Física de Partículas y Cosmología Avanzada
- Asignatura: El Universo Oscuro (6 ECTS)
- Asignatura: El universo muy temprano: inflación (6 ECTS)
- Asignatura: Retos actuales en Física de Partículas (6 ECTS)
- Asignatura: Exploración multi-mensajero del Universo (6 ECTS)

Materia Proyecto de investigación
- Asignatura: Proyecto de Investigación I (6 ECTS)
- Asignatura: Proyecto de Investigación II (6 ECTS)
- Asignatura: Proyecto de Investigación III (6 ECTS)
- Asignatura: Proyecto de Investigación IV (6 ECTS)

Materia Computación Avanzada
- Asignatura: Computación de alto rendimiento (6 ECTS)

Figuras 1. Esquema de Módulos, Materias y Asignaturas del Máster

csv: 259725347980353160722493

CE11 - Capacidad para manejar distintas técnicas específicas para tratamiento de análisis de datos y combinación de datos en función de la respuesta que buscan en el ámbito de Física de partículas
CE12 – Capacidad para enfrentarse a un análisis de datos recogidos por un detector de colisiones desde el inicio, escogiendo el conjunto de datos adecuado hasta la extracción de la medida.
CE13 - Conocer el estado del arte actual en energía y materia oscura, así como los distintos modelos tanto cosmológicos como de partículas que las expliquen la materia oscura, y modelos alternativos
CE14 – Conocer los distintos esfuerzos experimentales en este campo de la detección y caracterización de la materia oscura
CE15- Trabajo en equipo dentro del marco de grandes colaboraciones internacionales

Aunque el alumno opta por una Especialización, el Máster tiene una visión conjunta de la Física de Partículas y del Cosmos, ya que, hoy en día, son dos ramas de investigación que van más de la mano, y donde muchos de los objetivos finales de estudio son comunes: el origen y evolución del universo, su contenido material y energético, y las leyes fundamentales que lo rigen. Tras completar el Máster, el alumno tendrá una formación interdisciplinar mínima, garantizada o promovida por tres vías:

- El **Módulo Común** presenta los aspectos más relevantes de las dos especialidades, y han de ser estudiados por todos los estudiantes
- El **Módulo de Investigación Avanzada** tiene una Materia (con 4 asignaturas) de un marcado carácter interdisciplinar
- Se animará a que aquellos alumnos que realicen un *"Proyecto de Investigación"* de 12 créditos o menos, a que lo realicen sobre una temática diferente a la de su **TFM**.

El Máster se divide en dos cuatrimestres. En el primero tendrán lugar las asignaturas del Módulo Común, salvo *"Frontier research in astrophysics and particle physics*", que será anual. Durante el primer cuatrimestre también se ofertará una de las dos asignaturas que forman cada una las Materias del **Módulo de Especialización** (*"Astrofísica Extragaláctica"* y *"Métodos y técnicas de detección en Física de Partículas"*). También se ofertarán, según las necesidades del alumnado (en particular, de aquellos que persigan completar más de 60 créditos, por las necesidades comentadas anteriormente), algunas de las asignaturas optativas del **Módulo de Investigación Avanzada**, en particular, las de *"Proyecto de Investigación"*. El segundo cuatrimestre estará centrado en la realización de las asignaturas restantes de los **Módulos de Especialización**, el **TFM**, y las asignaturas optativas del **Módulo de Investigación Avanzada**.

El **Módulo Común**, de carácter obligatorio, tiene por objetivo proporcionar al alumno las capacidades y destrezas necesarias para poder cursar la especialidad elegida. Se hace hincapié en técnicas y herramientas avanzadas (matemáticas e informáticas) enfocadas al mundo de la investigación. Este Módulo está orientado a ampliar los conocimientos de estas temáticas que posee un alumno de Grado o equivalente con formación científico-técnica.
El Máster está diseñado para que las competencias básicas se desarrollen en mayor o menor medida en todas las asignaturas. Todas las asignaturas proporcionan conocimientos que permitirán al alumno desarrollo y aplicación de ideas originales (competencia CB6). El enfoque que se plantea, eminentemente práctico, pone un gran énfasis en la capacidad de aplicar estos conocimientos (CB7).
De igual forma, durante todo el Máster y, muy en particular en el módulo común, se promociona que los alumnos además de adquirir conocimientos sean capaces de manejar los adquiridos en distintos contextos para aplicarlos a situaciones realistas (competencia básica

csv: 259725347980353160722493

CB8), mediante la realización de casos prácticos (problemas, experimentos, programas...) de investigación. En todos los casos se trabaja también la presentación de los resultados, para reforzar la competencia básica CB9. Se favorece también el trabajo autónomo (CB10), de manera que gran parte del aprendizaje provenga directamente de la actividad del alumno, bien sea en la resolución de casos prácticos mencionada o en la adquisición de conocimientos. De igual forma se desarrollan en todos la competencia transversal en el manejo, filtrado y transmisión de información (CT1). Además, en la materia *Estadística, análisis de datos y programación* se trabajan especialmente las competencias generales CG1 a CG5 y la CG7, y las específicas CE3 a CE7, mientras que en Física de Partículas y del Cosmos, se buscará que adquieran las competencias generales CG2, CG4 a CG6 y CG8, así como las específicas CE1 a CE3, de CE8 a CE10, y la CE15.

El **Módulo de Especialización** ofrece el alumno profundizar en temáticas avanzadas de temas actuales en la investigación en Física (teóricos y experimentales) como son la Astrofísica, la Cosmología y la Física de Partículas. Este módulo busca reforzar el desarrollo de las competencias antes citadas, dentro de temáticas o enfoques concretos, donde, las competencias generales a potenciar son las CG1 a CG4 (y la CG5 en el caso de la Especialización en Física de Partículas), CG7 y CG8; y la transversal CT1. Según la especialidad escogida, se trabajan adicionalmente las competencias específicas CE2, CE3, de CE9 a CE12, y CE15, en la Especialización en Física de Partículas; y en Física del Cosmos CE1, CE3, CE4, CE6, CE8, y la CE13.

El **Módulo de Investigación Avanzada** da la posibilidad al alumno de, si lo desea, optar por adquirir conocimientos más técnicos y específicos de su Especialización, o por cursar una asignatura que le ayude a complementar su formación multidisciplinar, según sus intereses específicos, en particular, a través de un proyecto de investigación. Las materias de Astrofísica Avanzada y Física de Partículas y Cosmología Avanzada ayudan a desarrollar las competencias generales CG1 a CG8. Por su parte, la asignatura de Proyectos de Investigación potencia la adquisición de las competencias generales CG1, CG2 y CG5, mientras que Computación Avanzada ayuda a desarrollar CG1, CG2 y CG7. CT1 es una competencia transversal que se desarrolla en todas las materias del módulo. En lo que a las competencias específicas se refiere, Astrofísica Avanzada potenciará el desarrollo de CE3, CE9 y CE10; por su parte, la naturaleza sinérgica de Física de Partículas y Cosmología Avanzada ayuda adquirir varias competencias, en particular, CE2, CE3, CE6, CE8, CE9, y de CE11 a CE14; por su parte Proyecto de Investigación esencialmente desarrolla competencias relacionadas con la realización de una investigación práctica, esto es, CE1 y CE8. Por último, Computación Avanzada desarrolla principalmente CE7.

El **Trabajo Fin de Máster** se entiende como una herramienta clave para adquirir gran parte de las competencias de este máster y por lo tanto se ha fijado como obligatorio con una dedicación del alumno equivalente a 18 créditos. En particular debe contribuir a la adquisición de casi la totalidad de competencias básicas, generales, transversales y específicas. El alumno realizará un trabajo avanzado de manera autónoma bajo la supervisión de un profesor del Máster. La temática y orientación de este trabajo dependerá de la especialidad escogida, pero en todos los casos deberá estar relacionada con los contenidos del Máster e implicar un trabajo del alumno que le permita adquirir las competencias correspondientes. En efecto, la Tesis de Máster debe implicar un trabajo autónomo (CB10) que enseñe al alumno a aplicar los conocimientos adquiridos (CB7), a realizar valoraciones sobre conocimientos y resultados (CB8), y a transmitir sus resultados (CB9). Además, dado que el trabajo se realizará bajo la supervisión de un tutor, integrándose en un grupo de investigación, se contribuirá también a adquirir la competencia de trabajo en grupo (CG1) y la de iniciar una tesis (CG2). De hecho, el TFG desarrolla el

csv: 259725347980353160722493

resto de competencias generales, de CG3 a CG8. Además, ayudará a adquirir las competencias específicas CE1, y de CE6 a CE8.

La siguiente Tabla resume las competencias que son adquiridas en cada una de las materias o módulos en los que se divide el máster.

Competencias del Máster	Materias/Módulos								
	EST	FPC	TFM	COS	PAR	AsA	PyC	PRO	CoA
CB6	X	X	X	X	X	X	X	X	X
CB7	X	X	X	X	X	X	X	X	X
CB8	X	X	X	X	X	X	X	X	X
CB9	X	X	X	X	X	X	X	X	X
CB10	X	X	X	X	X	X	X	X	X
CG1	X		X	X	X	X	X	X	X
CG2	X	X	X	X	X	X	X	X	X
CG3	X		X	X	X	X	X		
CG4	X	X	X	X	X	X	X		
CG5	X	X	X	X		X	X	X	
CG6		X	X			X	X		
CG7	X		X	X	X	X	X		X
CG8		X	X	X	X	X	X		
CT1	X	X	X	X	X	X	X	X	X
CE1		X	X	X				X	
CE2		X			X		X		
CE3	X	X		X	X	X	X		
CE4	X			X					
CE5	X								
CE6	X		X	X			X		
CE7	X		X						X
CE8		X	X	X			X	X	
CE9		X			X	X	X		
CE10		X			X	X			
Competencias específicas adicionales									
CE11					X		X		
CE12					X		X		
CE13				X			X		
CE14							X		
CE15		X			X				

EST: Materia Estadística, análisis de datos y programación
FPC: Materia Física de Partículas y del Cosmos
TFM: Módulo Trabajo Fin de Máster
COS: Materia Especialización Física del Cosmos
PAR: Materia Especialización Física de Partículas
AsA: Materia Astrofísica Avanzada
PyC: Materia Física de Partículas y Cosmología

csv: 259725347980353160722493

PRO: Materia Proyecto de Investigación
CoA: Materia Computación Avanzada

Alumnos a tiempo parcial

El máster se podrá cursar a tiempo parcial, de acuerdo con la normativa de la UC y la UIMP. Para su desarrollo de manera efectiva para estudiantes que compaginan su formación con un trabajo, o residen fuera de Santander, se concentrarán temporalmente las actividades en las que la presencia física del alumno es obligatoria (por ejemplo actividades en laboratorios) y se favorecerá la realización de otras de forma no presencial (plataformas web actividades dirigidas, etc.), o presencial-remota (videoconferencia). La UC y la UIMP y, en particular, el profesorado implicado en este máster, tiene una dilatada experiencia en plataformas de enseñanza no presencial por medio de distintas plataformas: Moodle, Blackboard y OpencourseWare. Aunque hasta el momento no se han utilizado extensivamente en docencia, sí que se tiene experiencia y herramientas para realización de videoconferencias. Es una experiencia habitual en la investigación, que de forma puntual se ha utilizado para docencia de posgrado. No existe problema para extenderlo de manera habitual, si el perfil de alumnos así lo requiriese.

Alumnos extranjeros

Como se ha mencionado anteriormente, este máster aboga por captar alumnos extranjeros (especialmente europeos). El mayor problema que podemos encontramos es que los 60 ECTS del máster no sean suficientes para estos alumnos que, en su mayoría completan grados de 180 ECTS y que, por tanto, a la finalización del máster (que es eminentemente de investigación) no cumplen el requisito mínimo de 300 ECTS para incorporase a un programa de Doctorado Europeo. Es por ello, que ofertamos la posibilidad de completar su formación a través de una oferta académica amplia y de calidad, y de la realización de amplios proyectos de investigación.

Descripción de los Módulos

1.- Módulo **Común**.

Este Módulo es obligatorio para todos los alumnos matriculados y consta de 5 asignaturas agrupadas en 2 materias. Su ubicación temporal es el primer cuatrimestre, y tiene como objetivo proporcionar los conocimientos necesarios para abordar las especialidades y adquirir parte de las competencias del máster. Se presentan conceptos necesarios para cursar el resto de los módulos y amplían los conocimientos alcanzados en el Grado, básicos para incorporarse a un programa de doctorado. La asignatura *"Frontier research in astrophysics and particle physics*", que se expande durante todo el año, tiene una razón de ser un poco diferente a las otras de este Módulo, ya que tiene como objetivo específico acercar al alumno seminarios sobre temas de actualidad y un contacto directo con investigadores reconocidos en el campo.

1.1.- Materia Estadística, análisis de datos y programación (9 créditos):

- Estadística y Análisis de Datos (6 créditos)
- Programación en el entorno científico (3 créditos)

csv: 259725347980353160722493

1.2- Materia Física de Partículas y del Cosmos (15 créditos):

- Modelo estándar de Física de Partículas (6 créditos)
- Física del Cosmos (6 créditos)
- Frontier research in astrophysics and particle physics (3 créditos)

2.- Módulo de **Especialización**

Este Módulo consta de dos Materias, concebidas para el alumnado que desee acceder a un programa de doctorado en Física, realizando una tesis doctoral en Física de Partículas, Astrofísica o Cosmología. Una de las asignaturas tiene lugar en el primer cuatrimestre. El objetivo es proporcionar la formación necesaria para incorporarse a los grupos de investigación para realizar la tesis doctoral e iniciarse en la carrera investigadora. Todas las asignaturas de una materia son obligatorias para la especialidad en cuestión.

2.1.- Materia Especialización en Física de Partículas (12 créditos):

- Métodos y técnicas de detección en Física de Partículas (6 créditos)
- Herramientas de análisis en Física de Partículas (6 créditos)

2.2.- Materia Especialización en Física del Cosmos (12 créditos):

- Cosmología (6 créditos)
- Astrofísica Extragaláctica (6 créditos)

3.- Módulo **Investigación Avanzada**

Este Módulo está formado por cuatro materias optativas, dividas en 12 asignaturas en total. La mayoría de las asignaturas están ubicadas en el segundo cuatrimestre, aunque podrán ser reestructuradas dependiendo de las necesidades de los alumnos. Este es el caso particular de la Materia Proyectos de Investigación.

Este módulo tiene como objetivo proporcionar conocimientos más técnicos y específicos de su Especialización, o, si a sí lo desea el alumno, complementar su formación multidisciplinar, o incrementar sus competencias de computación.

3.1.- Materia Astrofísica Avanzada (18 créditos):

- Técnicas Instrumentales en Astrofísica (6 créditos)
- Agujeros negros y núcleos galácticos activos (6 créditos)
- La época oscura y la reionización del universo (6 créditos)

3.2- Materia Física de Partículas y Cosmología Avanzada (24 créditos):

- El universo oscuro (6 créditos)
- El universo muy temprano: inflación (6 créditos)
- Retos actuales en Física de Partículas (6 créditos)
- Exploración multi-mensajero del universo (6 créditos)

3.3- Materia Proyecto de Investigación (24 créditos):

- Proyecto de Investigación I (6 créditos)
- Proyecto de Investigación II (6 créditos)
- Proyecto de Investigación III (6 créditos)
- Proyecto de Investigación IV (6 créditos)

csv: 259725347980353160722493

3.4- Materia Computación Avanzada (6 créditos):

- Computación de Alto Rendimiento (6 créditos)

4.- Módulo **Trabajo Fin de Máster**

El trabajo Fin de Máster consistirá en un trabajo avanzado realizado de manera autónoma por el alumno bajo la supervisión de un profesor del Máster. La temática y orientación de este trabajo dependerá de la especialidad escogida. Supondrá un trabajo de iniciación a la investigación que le permitirá incorporarse a un grupo de investigación para realizar su tesis doctoral.

El trabajo Fin de Máster podrá realizarse en cualquier grupo de investigación al que pertenezcan los docentes del Máster (Facultad de Ciencias, IFCA e IAA), o bien en algún otro centro del CSIC o Universidad Nacional o Extranjera, con el que se llegue a algún acuerdo específico. Para ello se propondrán cada año un número de trabajos para elección de los alumnos, que serán asesorados, en primer lugar, por su tutor y, si fuese necesario, por la Comisión de Coordinación Académica.

El Trabajo Fin de Máster se presentará en forma escrita y será defendido oralmente ante un tribunal nombrado al efecto que evaluará tanto el documento presentado como la defensa del mismo.

Comisión de Coordinación Académica del Máster

La Comisión de Coordinación Académica del Máster será la responsable del correcto desarrollo de la planificación docente y de la coordinación de las enseñanzas. Asignará un tutor a cada alumno matriculado para orientarlo en la elección de una especialidad, y de materias optativas, y determinará la adecuación del Trabajo Fin de Máster a dicha especialidad o materias. También asesorará a las Comisiones Académicas de Posgrado sobre la admisión de los alumnos y sobre la conveniencia de adquirir complementos formativos. Esta Comisión estará formada por el Director y el co-Director del Máster, y por otros cuatro profesores (2 por cada especialidad).

csv: 259725347980353160722493

6.1. Personal académico

6. PERSONAL ACADÉMICO

6.1. Profesorado y otros recursos humanos necesarios y disponibles para llevar a cabo el plan de estudios propuesto.

6.1.1 Personal académico disponible

UC = Universidad de Cantabria
CSIC = Consejo Superior de Investigaciones Científicas
IFCA = Instituto de Física de Cantabria
IAA = Instituto de Astrofísica de Andalucía

El porcentaje de horas a cubrir por cada tipo de personal (ver tabla inferior) ha de considerarse sólo como un valor aproximado, pudiendo variar entorno a un 15% o 20%, con respecto a lo indicado.

Además de este personal específico, el máster contará con un número adicional de docentes que participarán, de manera puntal, en algunas asignaturas. Dichos docentes pertenecerán tanto a otros centros de investigación afines del CSIC, como de universidades españolas y extranjeras, con un reconocido prestigio en el campo. Su participación será entorno al 15% o el 20%, salvo en el caso de la asignatura "Frontier research in astrophysics and particle physics", cuya naturaleza implica un profesorado muy heterogéneo. En cualquier caso, el perfil de esta fracción del profesorado será similar al que aportan la UC y el CSIC (IFCA e IAA), en lo que a experiencia docente e investigadora se refiere, y al reconocimiento, como investigadores, en su campo.

Catedrático de Universidad	Total % 48	Doctores % 100	Horas % 48
Profesor Titular de Universidad	Total % 44	Doctores % 100	Horas % 44
Profesor Contratado Doctor	Total % 6	Doctores % 100	Horas % 6
Profesor Docente Contratado Por Obra o Servicio	Total % 2	Doctores % 100	Horas % 2

Nótese que dentro de la categoría de *Catedrático de Universidad* se ha considerado no sólo a esta figura (provenientes de la UC), si no que también da cuenta de *Profesores de Investigación del CSIC* (cuya participación, como ya se ha mencionado anteriormente, viene auspiciada por la UIMP), tanto del IFCA como del IAA. En particular, el porcentaje del 48% de este tipo de profesorado está formado por un 20% de Catedráticos de Universidad, y por un 28% de Profesores de Investigación. Igualmente, la categoría *Profesor Titular de Universidad* engloba no sólo a este tipo de docente, si no que también aquí se da cuenta de otras dos figuras del CSIC, como son los *Investigadores Científicos* y los *Científicos Titulares*. En este caso, el porcentaje del 44% de este tipo de profesorado está formado por un 20% de Profesores Titulares de Universidad, un 8% de Investigadores Científicos y un 16% de Científicos Titulares, ambos del CSIC.

csv: 257959331588106307162911

6.1.1 Información detallada

El personal académico del Máster está formado por profesores de la UC e investigadores del CSIC en el Instituto de Física de Cantabria (IFCA, centro mixto UC-CSIC) y en el Instituto de Astrofísica de Andalucía (IAA). Los profesores de la UC pertenecen en su gran mayoría al departamento Física Moderna y al IFCA. Se ha incluido al personal del CSIC perteneciente al IFCA y al IAA en el apartado 6.1, ya que se puede equiparar este personal al de la Universidad de Cantabria en lo concerniente a la docencia de posgrado, ya que su participación viene amparada tanto por la UC, como por la UIMP. De acuerdo con la Normativa de Gestión Académica de los Estudios Oficiales de Máster, el personal de plantilla del CSIC perteneciente al IFCA goza de venia docendi permanente para la impartición de docencia en los másteres oficiales de la UC. En la actualidad el personal del CSIC perteneciente al IFCA imparte docencia en el máster oficial en vigor de la UC titulado "Máster Universitario en Física, Instrumentación y Medio Ambiente".

Tanto el IFCA como el IAA han manifestado su acuerdo e interés en que el personal del CSIC perteneciente a ambos institutos participe en la docencia del Máster en Física de Partículas y del Cosmos (ver escritos adjuntos de los directores del IFCA y del IAA).

Se incluyen en la tabla del apartado 6.1.1 los profesores e investigadores que han estado involucrados en el diseño del máster. Estos son los que, presumiblemente, lo impartirán en los primeros años (la organización docente de cada año puede, por supuesto, cambiar).

A modo indicativo, se estima que el personal académico estaría compuesto por unos 25 profesores que se desglosan por categorías como se detalla en la tabla. A grandes rasgos, cerca de un 44% está formado por Catedráticos de Universidad y Profesores de Investigación del CSIC, 48% por Profesores Titulares de Universidad, Investigadores Científicos y Científicos Titulares del CSIC. El 8% restante está compuesto de Profesores Contratado Doctor (6%), Investigadores Ramón y Cajal e investigadores postdoctorales (2%). Se trata, por tanto, de un profesorado muy estable, aunque incluye también profesores jóvenes.

En cuanto a áreas temáticas, los profesores se reparten principalmente entre las dos grandes ramas del Máster: Física de Partículas (31%) y Física del Cosmos (59%) mientras que el porcentaje restante tiene especializaciones en estadística, óptica y computación. En un porcentaje muy elevado los profesores han impartido docencia en los últimos 4 años en los másteres oficiales actualmente en vigor en la UC.

Todos los profesores de la UC e investigadores del CSIC que participan en el Máster son doctores con dedicación a tiempo completo. Su dedicación media al título es del 15%. En la tabla siguiente se desglosan algunos datos estadísticos sobre estos 25 profesores:

	CU + PI-CSIC	TU+INV&CT-CSIC	Contratado Doctor
Número de profesores	11	12	2
Años de experiencia docente por profesor	26	16	12

csv: 257959331588106307162911

Número de sexenios de investigación por profesor	5	4	3
Número de Tesis doctorales dirigidas por profesor	8	3	3

CU: Catedrático de Universidad. PI-CSIC: Profesor de Investigación del CSIC.
TU: Profesor Titular de Universidad.
INV-CSIC: Investigador Científico del CSIC. CT-CSIC: Científico Titular del CSIC.

Profesores de la UC:

Participan en el Máster 12 profesores de la UC.

Experiencia docente:
Todos los profesores de la UC tienen al menos 12 años de experiencia docente. El 75% del profesorado tiene más de 20 años de experiencia docente. El 25% del profesorado tiene más de 30 años de experiencia docente.

Experiencia investigadora:
Todos los profesores de la UC tienen al menos 18 años de experiencia investigadora. El 83% del profesorado tiene más de 20 años de experiencia investigadora. El 42% del profesorado tiene más de 30 años de experiencia investigadora.

Tramos de investigación reconocidos:
Todos los profesores permanentes de la UC tienen al menos 2 sexenios de investigación reconocido. El 92% del profesorado tiene 3 o más sexenios de investigación reconocidos. El 75% del profesorado tiene 4 o más sexenios de investigación reconocidos. El 33% del profesorado tiene 5 o más sexenios de investigación reconocidos. El 8% del profesorado tiene 6 sexenios de investigación reconocidos.

Investigadores del CSIC en el IFCA:

Participan en el Máster 7 investigadores del CSIC asociados al IFCA.

Experiencia docente:
Los investigadores del CSIC han impartido docencia en las licenciaturas y grados de Física y Matemáticas y en los másteres oficiales de la UC titulados “Física y Tecnologías Físicas”, “Técnicas de Análisis, Evaluación y Gestión Sostenible de Procesos y Riesgos Naturales” y “Física, Instrumentación y Medio Ambiente”. El 86% de los investigadores tiene más de 10 años de experiencia docente. El 43% tiene más de 20 años de experiencia docente.

Experiencia investigadora:
Los investigadores trabajan en las líneas de investigación de Astrofísica, Física de Partículas, Física Estadística y no lineal y Computación. Todos los investigadores del CSIC tienen al menos 20 años de experiencia investigadora. El 43% tiene más de 30 años de experiencia investigadora.

Tramos de investigación reconocidos:
Todos los investigadores tienen 3 o más sexenios de investigación reconocidos. El 43%

csv: 257959331588106307162911

tiene 5 sexenios de investigación reconocidos.

Investigadores del CSIC en el IAA:

Participan en el Máster 6 investigadores del CSIC asociados al IAA.

Experiencia docente:
Los investigadores del IAA participantes en el programa tienen una amplia experiencia en la formación de doctores, sumando más de 40. El 33% de estos investigadores tiene más de 30 años de experiencia docente.

Experiencia investigadora:
Los investigadores trabajan en diversas líneas de investigación de astrofísica y cosmología. Todos los investigadores del CSIC tienen al menos 24 años de experiencia investigadora. El 67% tiene más de 30 años de experiencia investigadora.

Tramos de investigación reconocidos:
Todos los investigadores del CSIC tienen al menos 4 sexenios de investigación reconocidos. El 67% tiene 5 o más sexenios de investigación reconocidos. El 33% tiene 6 sexenios de investigación reconocidos.

Hay que destacar que una gran fracción de los profesores del Máster participan en el Programa de Doctorado en “Ciencias, Tecnología y Computación” que obtuvo la Mención hacia la Excelencia en 2011, y que entre ellos se encuentran el decano de la facultad de ciencias y el vicerrector de doctorado y relaciones institucionales de la UC.

csv: 257959331588106307162911

6.2. Personal de apoyo

6.2 Otros recursos humanos disponibles

Diverso personal de administración y servicios de los diferentes organismos prestarán apoyo al máster, como especifica el convenio de colaboración entre la UC y la UIMP.

De una parte, la UC se encargará de aportar los recursos de personal propios, en particular, de administración (secretaría de alumnos y coordinación de profesores, gestión académica, servicio de comunicación, etc.) y servicios (biblioteca, mantenimiento de aulas de computación y laboratorios, reprografía, etc.), principalmente desde la Facultad de Ciencias.

La Facultad de Ciencias cuenta con una plantilla cualificada de personal, que permite atender todos los aspectos de administración del máster. En concreto la Administración de la Facultad cuenta con 10 personas, si se incluyen las que trabajan en la Conserjería del centro, y la división de Ciencias de la Biblioteca de la Universidad de Cantabria cuenta con la participación de 3 personas; todas ellas con una larga trayectoria profesional en el ámbito de la Facultad y cuya vinculación con la UC está basada en contratos laborales fijos o funcionarios. Asimismo, el Servicio de Informática de la Universidad presta servicio permanente para atender todas las necesidades del centro relacionadas con la instalación y mantenimiento del software y hardware de sus diferentes laboratorios y de los equipos del personal que trabaja en la Facultad de Ciencias, asignando de manera permanente al centro un titulado medio como técnico de sistemas microinformáticos. El Servicio de reprografía de la Facultad cuenta, además, con 2 personas con amplia experiencia profesional (mayor de 10 años) con vinculación laboral permanente a la UC.

Denominación del Puesto	Categoría administrativa
Administrador	Escala administrativa. Funcionario C1. Nivel 20.
2 Puestos Base Administrativos	Escala administrativa. Funcionario C1. Nivel 16.
Secretario del Decano	Escala administrativa. Funcionario C1. Nivel 18.
Técnico de Organización y Calidad	Escala de gestión. Funcionario interino A2. Nivel 20.
Técnico Especialista Microinformática.	Escala administrativa. Funcionario C1. Nivel 16.
4 Servicios Auxiliares	Laboral Servicios auxiliares. Especialidad Servicios de Conserjería. Escala B.
Titulado Universitario	Laboral Titulado universitario. Especialidad Laboratorio. Escala A
3 Mantenimiento y Reprografía	Laboral Mantenimiento y reprografía. 2 Especialidad Reprografía. 1 Especialidad Mantenimiento. Escala B.

La mayoría de estos servicios dependen orgánica y funcionalmente del Administrador de la facultad, excepto la biblioteca, el técnico informático y el técnico de organización y calidad, que depende directamente de la dirección del centro.

Por otro lado, en la administración de los departamentos que imparten docencia de forma mayoritaria en la Facultad hay otras 14 personas de Personal de

csv: 257959404098847936694839

Administración y Servicios. En concreto, el Departamento de Física Moderna, cuyo personal participa en mayor proporción en el máster, cuenta con 1 administrador (escala administrativa adscrito al grupo C1, nivel 18) y 2 personas que trabajan en los laboratorios del Departamento (personal laboral de especialidad Laboratorio, escala B15).

Además, la UC gestionará la docencia del máster a través de su Vicerrectorado de Ordenación Académica y de Profesorado, en particular, a través del Área de Calidad y de la Secretaría de Gestión Académica. Estos servicios se encargarán, entre otros aspectos, de la gestión de matrículas y expedientes, admisión de estudiantes, y la expedición de títulos.

Igualmente, la UIMP aporta los recursos de personal propios, como administración (servicio de secretaría de alumnos y coordinación de profesores, gabinete de prensa y emisión de títulos y certificaciones, gestión económica) y servicios (reprografía).

Denominación del puesto	**Categoría administrativa**
Coordinador de estudios y programas	Profesor titular de universidad Funcionario A1
Coordinador de estudios de posgrado	Catedrático de enseñanza secundaria Funcionario A1
Técnico de gestión académica	Técnico de programación Laboral Grupo 2
Auxiliar administrativo Vicerrectorado de Posgrado e Investigación	Auxiliar administrativo Funcionario C2
Jefe de la Secretaría de Alumnos de Posgrado.	Jefe de Servicio Funcionario A2
Auxiliar administrativo de Secretaria de alumnos	Auxiliar administrativo Funcionario C2
Jefe de servicio de relaciones institucionales y convenios	Gestión del Estado Funcionario A2
Jefe de servicio de coordinación informática	Gestión del Estado Funcionario A2
Técnico de gestión informática	Técnico de programación informática Laboral Grupo 1

csv: 257959404098847936694839

7. Recursos materiales

7. RECURSOS MATERIALES Y SERVICIOS

7.1. Justificación de la adecuación de los medios materiales y servicios disponibles

La UC y el IFCA proporcionarán el grueso de los espacios necesarios (aulas, laboratorios y salas de ordenadores), mientras que el material académico y bibliográfico necesario para el adecuado desarrollo del Máster será proporcionado por todos los centros e investigadores participantes. Los distintos grupos de investigación están dispuestos a dar acceso a parte de su material investigador en los casos necesarios.

En la Facultad de Ciencias de la UC se dispone (a compartir con otros usos) de un total de cerca de 20 aulas y seminarios (con capacidad entre 12 y 132 alumnos, proyector, retroproyector de transparencias, pantalla y pizarra), 5 Laboratorios de Informática para docencia (entre 8 y 39 equipos con S.O. Windows y Linux), uno para acceso libre de los alumnos (con 10 equipos PCs con S.O. Windows y software científico instalado), 15 laboratorios de prácticas o investigación, biblioteca (con 12 estaciones de trabajo) y sala de estudio (capacidad para 78 alumnos), con acceso wifi en todo el recinto de la Facultad.

En el IFCA se podrá disponer, principalmente, del laboratorio de metrología, laboratorio de comunicaciones ópticas, sala limpia y observatorio académico. Entre los medios disponibles, se cuenta en el IFCA con sistemas de computación con acceso especial para los alumnos del Máster, que incluyen:

- Clúster 3 Teraflops con SO Linux
- Supercomputador 50 Teraflops con SO Linux
- Compiladores (C, C++, Fortran) y software científico (paquetes de simulación, procesado de datos y análisis, entre otros Matlab, ROOT, R, GEANT, etc.).
- Sistema de almacenamiento con capacidad de 2 Petabytes
- Conexión de red a 10Gb a Internet
- Sistema de archivado con capacidad de 1 Petabyte

Por su parte, el campus de Las Llamas (Santander) de la UIMP dispone de un pabellón central de clases y un pabellón de servicios. El pabellón central está dotado de un paraninfo con 492 butacas, infraestructura de vídeo y de audio controlables desde cabina de control, y conexión informática cableada y de wi-fi. Se cuenta también con 4 aulas grandes con aforos de entre 70 y 100 plazas, un aula de tamaño medio de 50 plazas, y 21 aulas estándar de 20 plazas, todas ellas dotadas de conexión informática e infraestructura acústica y de vídeo, con una sala de consulta informática de 10 puestos fijos y una biblioteca con una capacidad de 40 puestos, ambas dotadas de conexión informática. En el pabellón de servicios, la UIMP alberga una sala de conferencias, 4 aulas estándar adicionales, una sala dotada de 20 puestos fijos de CPU + monitor y una sala polivalente de amplio espacio.

La Universidad de Cantabria dispone de dos programas para garantizar la adecuación de las infraestructuras a las necesidades derivadas de la implantación de las nuevas titulaciones:

a) Programa de Obras de Reparación y Conservación (Inversiones) integrado como anexo 8 en los presupuestos anuales, vinculado al Programa 5 "RAM y Equipamiento" del Contrato-Programa con el Gobierno de Cantabria.
b) Planes trienales de Renovación y Adquisición de Equipamiento Docente.

csv: 257959249082639137017661

La Universidad de Cantabria gestiona de forma centralizada una serie de servicios que forman parte de este equipamiento e infraestructura, como son la Biblioteca y el Aula Virtual, y la infraestructura de Red:

Biblioteca: La Biblioteca de la Universidad de Cantabria (BUC) tiene el objetivo de contribuir al avance de la Universidad de Cantabria hacia la excelencia en el cumplimiento de sus funciones y el desarrollo de sus actividades. Para ello, la biblioteca cuenta con avanzados recursos de información (colecciones, documentación electrónica, tareas de consultoría y asesoría especializada), recursos de infraestructuras (espacios, instalaciones y equipamientos), y servicios (personal, horarios de atención).

Servicio de Informática: El Servicio de Informática (SdeI) gestiona el servicio tecnológico de la Universidad de Cantabria tanto relativo a los alumnos como al profesorado y al personal de administración y servicios, y es una base fundamental de apoyo tanto a la gestión de la titulación como a la formación académica. El SdeI es el responsable del mantenimiento, renovación y actualización tanto del soporte técnico como del soporte humano del servicio tecnológico.

Planes Piloto de Adaptación al EEES: Desde el curso 2004-2005, la Universidad de Cantabria ha ido desarrollando planes piloto de adaptación al EEES, que incluyen la adecuación de espacios en los centros. Con cargo a estos planes piloto los centros de la Universidad de Cantabria están realizando obras de adaptación de espacios docentes, y dotación de recursos materiales necesarios para desarrollar sus propuestas formativas.

Se cuenta con la participación en la docencia de investigadores del CSIC. Estos investigadores impartirán parte de la docencia en varias asignaturas. Tanto el Instituto de Física de Cantabria (IFCA) como el Instituto de Astrofísica de Andalucía (IAA) han manifestado su acuerdo e interés en participar en el Máster y en recibir estudiantes del Máster para que lleven a cabo Proyectos de Investigación o Trabajos de Fin de Máster.

7.2. Previsión de adquisición de recursos materiales y servicios necesarios

En un principio, no se prevén nuevas necesidades de materiales ni servicios más allá de las estrictamente necesarias para la renovación y actualización de los existentes. Gran parte del material científico técnico que utilizarán los alumnos vendrá proporcionado por los grupos de investigación.

csv: 257959249082639137017661

8. Resultados previstos

8. RESULTADOS PREVISTOS

8.1. Valores cuantitativos estimados para los indicadores y su justificación

8.1.1 Justificación de los indicadores

Al tratarse de un título de nueva implantación, no se dispone de información histórica respecto a los indicadores. Únicamente podemos tratar de extrapolar los datos de otros másteres de similares características que se han impartido en la Facultad de Ciencias de la Universidad de Cantabria, como son el "Máster en Física y Tecnologías Físicas" y el "Máster Universitario en Física, Instrumentación y Medio Ambiente" (el primero de ellos ya extinguido). También se dispone de información de másteres de la UIMP, en colaboración con el CSIS, en el área de Ciencias, si bien ninguno directamente relacionado con el aquí propuesto.

En lo que al histórico de la titulación ya extinguida se refiere, "Máster en Física y Tecnologías Físicas", el histórico revela una tasa de graduación del 82% y de eficiencia del 90%, careciendo prácticamente de abandonos.

El "Máster en Física, Instrumentación y Medio Ambiente" se lleva impartiendo en su estructura actual en la Facultad de Ciencias de la Universidad de Cantabria desde el curso 2013/14. Es posible hacer unas estimaciones del indicador de la tasa de graduación en base a los alumnos presentes durante los cursos 2013/14 y 2014/15. Teniendo en cuenta que el número de alumnos de nuevo ingreso ha sido 8 y 7, y que gran parte de ellos cursa sus estudios en el tiempo previsto en el plan de estudios, o en un año más (7 y 7), representaría una tasa de graduación de alrededor del 93%.

Según la experiencia en dicho máster, la mayoría de los alumnos se adaptan de manera adecuada al ritmo y exigencias del mismo, lo que hace que prácticamente ninguno abandone los estudios. Por ello la estimación que se hace de la tasa de abandono dependerá en cierta manera del tipo de alumnado, aunque en todo caso se estima que será igualmente baja.

Los alumnos que finalizaron en 2014 y 2015 requirieron en media matricularse de 60 créditos, que es el número de créditos de que consta el plan de estudios. Así pues, para estos dos cursos ninguno empleó más de un año en finalizar los estudios, lo que repercute directamente en la eficiencia. Este tipo de estimación, por tanto, dependerá igualmente de la situación particular del alumnado, y va a ser relativamente fluctuante de un curso a otro aunque se prevé alta.

Además, tanto la Facultad de Ciencias de la UC como la UIMP, gestionan otros másteres que, si bien no se centran en este ámbito de la Física de Partículas, la Astrofísica y la Cosmología, si son másteres en el campo de Ciencias (por ejemplo, el *"Máster en Técnicas De Análisis, Evaluación y Gestión Sostenible de Procesos y Riesgos Naturales"* de la UC, o los *"Máster Universitario en Energías Renovables, Pilas de Combustible e Hidrógeno"*, *"Máster Universitario en Alta Especialización en Plásticos y Caucho"*, *"Máster Universitario en Cristalografía y Cristalización"*, *"Máster Universitario en Cambio Global"* y *"Máster Universitario en Biodiversidad en Áreas Tropicales y su Conservación"* de la UIMP). Estos másteres presentan, en promedio, tasas de graduación del 88%, del 4% de abandono, y del, 93% de abandono.

csv: 257959213724731061576338

Así pues, y asumiendo las limitaciones que podemos tener a la hora de hacer extrapolaciones a partir de másteres que no son del todo similares a la nueva propuesta, optamos por una **previsión** conservadora, previendo alcanzar una tasa de **abandono del 10%**, del **90 % para la de graduación**, y del **90% para la tasa de eficiencia**.

csv: 257959213724731061576338

10. Cronograma de implantación

10. CALENDARIO DE IMPLANTACIÓN

10.1. Cronograma de implantación de la titulación

10.1.1 Justificación

El nuevo Plan de Estudios de Máster Inter-Universitario en ***Física de Partículas y del Cosmos por la Universidad de Cantabria y la Universidad Internacional Menéndez Pelayo*** se implantará en el curso 2017-2018.

10.1.2 Cronograma de implantación

El plan de estudios propuesto en este Máster se implantará en el curso 2017-18 sin necesidad de otro sistema de implantación gradual, dado que su duración es de un año (60 ECTS).

csv: 257959132400503286127742