

# 1 Descripción del Título

## 1.1 Datos Básicos

**Nivel:**

Máster

**Denominación corta:**

Computación de Altas Prestaciones / High Performance Computing

**Denominación específica:**

Máster Universitario en Computación de Altas Prestaciones / High Performance Computing por la Universidad de A Coruña y la Universidad de Santiago de Compostela

**Título conjunto:**

Nacional

**Descripción del convenio:**

Convenio de cooperación académica entre la Universidade da Coruña y la Universidade de Santiago de Compostela para el desarrollo del Máster Universitario en Computación de Altas Prestaciones/High Performance Computing

**Convenio:**

 A continuación se incluye el archivo PDF correspondiente.

**CONVENIO DE COOPERACIÓN ACADÉMICA ENTRE A UNIVERSIDADE DA CORUÑA E A UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA PARA O DESENVOLVEMENTO DO “MÁSTER UNIVERSITARIO EN COMPUTACIÓN DE ALTAS PRESTACIONES/HIGH PERFORMANCE COMPUTING”.**

En A Coruña, a 13 de novembro de 2017

**REUNIDOS**

Dunha parte, o Excmo. Sr. D. Julio Ernesto Abalde Alonso, Reitor Magnífico da Universidade da Coruña que actúa en nome e representación dela en virtude do Decreto 1/2016, de 8 de xaneiro (DOG 11/01/2016), do seu nomeamento, e no uso das atribucións que lle confire o art. 36.1.f) dos Estatutos da Universidade da Coruña, aprobados polo Decreto 101/2004, de 13 de maio, da Xunta de Galicia (DOG de 26 de maio), modificado polo Decreto 194/2007 de 11 de outubro.

E doutra parte, o Excmo. Sr. D. Juan Manuel Viaño Rei, Reitor Magnífico da Universidade de Santiago de Compostela que actúa en nome e representación dela en virtude do Decreto 62/2014, de 28 de maio (DOG 4/06/2014), do seu nomeamento, e polas facultades conferidas pola Lei Orgánica 6/2001, de 21 de decembro, de Universidades, modificada pola Lei Orgánica 4/2007, de 12 de abril e o Decreto 14/2014, de 30 de xaneiro, polo que se aproban os estatutos da Universidade de Santiago de Compostela.

As partes recoñécense mutuamente capacidade xurídica suficiente para subscribir o presente Convenio, e para ese efecto

**EXPOÑEN**

Que a Lei Orgánica 6/2001, de 21 de decembro, de Universidades (publicada no BOE de 24 de decembro), modificada pola Lei 4/2007 de 12 de abril, regula no seu artigo 35 a homologación dos Plans de Estudos.

Que o Real Decreto 1393/2007, de 29 de outubro (publicado no BOE de 30 de outubro de 2007), que regula as ensinanzas universitarias oficiais, considera a posibilidade de desenvolver estudos de máster interuniversitarios. A tal fin, o plan de estudos deberá incluír o correspondente convenio, non que se especificará, como mínimo, que universidade será responsable da custodia dos expedientes dos estudantes e da expedición e rexistro do título, así como o procedemento de modificación ou extincións dos plans de estudos.

Que son tamén de aplicación a este convenio as normativas reguladoras das titulacións de posgrao oficial aprobadas pola Universidade da Coruña e a Universidade de Santiago de Compostela.

Que as Universidades da Coruña e de Santiago de Compostela, en exercizo da súa autonomía, consideran adecuado aos seus fins institucionais o establecemento de relacións interuniversitarias no ámbito da xestión e docencia para a implantación da referida titulación.

Considerando polo tanto o interese compartido na implantación da citada titulación, as partes subscriben ete convenio de colaboración coas seguintes

## CLÁUSULAS

### **PRIMEIRA.- OBXECTO.**

Este convenio ten por obxecto a regulación das bases de actuación para a xestión do título de “Máster Universitario en Computación de Altas Prestaciones/High Performance Computing”.

### **SEGUNDA.- CARACTERÍSTICAS DA TITULACIÓN.**

1. As Universidades participantes establecerán un Título Universitario conxunto coa denominación de “Máster Universitario en Computación de Altas Prestaciones/High Performance Computing”, de 60 créditos ECTS.

A formalización da proposta realizaraa cada Universidade, asumindo a responsabilidade académica do título conxunto ante o seu Consello de Goberno e o seu Consello Social, que deberán aprobalo, sen prexuízo da tramitación legalmente prevista no artigo 35 da Lei Orgánica 6/2001, de 21 de decembro, de Universidades.

2. Cada Universidade participará neste Máster en igualdade de condicións e dereitos.

3. O Máster incluírase dentro da oferta de titulacións oficiais impartidas en cada unha das universidades.

### **TERCERA.- COORDINACIÓN ACADÉMICA.**

As universidades da Coruña e de Santiago de Compostela asumen a xestión do título. A coordinación do Máster corresponderá á Universidade da Coruña. Esta universidade encargárase da tramitación da verificación do título e as súas eventuais modificacións ante o Ministerio de Educación, Cultura e Deporte.

As Universidades asinantes nomearán unha Comisión Académica Interuniversitaria da que formarán parte os Decanos/Directores dos centros nos que se imparte o título, os coordinadores deste e os responsables de calidade dos centros. O seu obxectivo é realizar a supervisión e actualización dos ensinos, así como de elevar aos órganos propoñentes e responsables do Máster Universitario de cada institución participante as propostas de mellora para futuras edicións.

Esta Comisión, sempre que non contraveña as normas aplicables en cada Universidade, propoñerá os requisitos de admisión para os alumnos, que deben de constar na memoria verificada do título e no plan de estudos, de acordo co establecido no artigo 17 do Real Decreto 1393/2007, do 29 de outubro precitado e, se é o caso, o número máximo de alumnos admisibles por cada unha das universidades participantes.

A Comisión Académica Interuniversitaria responsabilizarase da planificación e o seguimento do título, para o que se reunirá polo menos unha vez ao ano e propoñerá á Comisión de Seguimento, se fose necesario, os cambios oportunos nos contidos ou na organización do mesmo.

#### **CUARTA.- PROGRAMA DOCENTE E OFERTA DO MÁSTER UNIVERSITARIO.**

O programa docente será elaborado e actualizado conxuntamente polas universidades participantes no Máster Universitario a través da Comisión Académica Interuniversitaria e ofertarase uniformemente en cada unha das universidades asinantes do presente convenio.

#### **QUINTA.-ACCESO, ADMISIÓN E MATRÍCULA.**

1. O acceso ao Máster realizarase de acordo co disposto no artigo 16 do RD 1393/2007, do 29 de outubro.
2. Os estudantes que desexen cursar o título solicitarán a admisión en calquera das Universidades participantes.

A admisión ao Máster farase de acordo cos requisitos específicos e criterios de valoración de méritos que sexan propios do título, e sexan establecidos polas universidades na memoria verificada deste.

O estudiantado poderá formular solicitude de ingreso en calquera das Universidades, ou nas dúas á vez, debendo optar no caso de ser admitido nas dúas por unha delas no momento de formalizar a matrícula.

3. Os estudantes seleccionados pola Comisión Académica Interuniversitaria deberán cumprir, con anterioridade ao comezo do período lectivo en calquera das universidades, con cantos trámites sexan precisos para a súa matrícula, e satisfacer

os prezos públicos por servizos académicos que estableza anualmente a Comunidade Autónoma de Galicia.

A Comisión de Seguimento, prevista na cláusula undécima deste convenio, propoñerá aos Reitores das Universidades os prezos que aboará o alumnado estranxeiro, maior de 18 anos, que non teña a condición de residente, excluídos os nacionais de Estados membros da UE e aqueles a quen sexa de aplicación o réxime comunitario en cada caso procedan.

Os estudantes do “Máster Universitario en Computación de Altas Prestaciones/High Performance Computing” entenderanse vinculados á Universidade en que están matriculados a efectos académicos e administrativos, sen prexuízo de ser considerados estudantes do título conxunto.

O alumnado da titulación conxunta poderá trasladar o seu expediente á outra institución con carácter anual, sen que tal feito teña a consideración xurídica de traslado, polo que non se abonarán prezos públicos por tal concepto.

As materias superadas polo alumnado e recollidas no seu expediente serán incorporadas coas súas cualificacións no expediente do alumno na outra Universidade. A transcripción do expediente será literal e sen textos engadidos, notas ou aclaracións. Así mesmo, o alumnado da titulación conxunta poderá matricularse en materias que se impartan en universidade distinta daquela na que estea matriculado. Os estudantes abonarán os prezos públicos na universidade na que estean matriculados; esta universidade comunicará á outra universidade participante esta inscrición aos efectos da súa inclusión nun expediente específico, así como nas actas da materia.

Cando finalice o prazo de matrícula, cada universidade remitirá á outra unha certificación na que figure o alumnado matriculado en cada unha das materias do título polo procedemento que se estableza.

Cada universidade será a responsable da custodia dos expedientes dos estudantes matriculados nela.

4. Para a obtención do título, o alumnado deberá ter superados todos os créditos establecidos no plan de estudos, independentemente da universidade onde os superase. O título denominarase “Máster Universitario en Computación de Altas Prestaciones / High Performance Computing por la Universidad de A Coruña y la Universidad de Santiago de Compostela”.

4. A Universidade responsable da tramitación, expedición e do rexistro do título conxunto será aquela na que o estudante finalice os seus estudos. Os títulos rexistraranse no correspondente Rexistro Universitario de Títulos Universitarios Oficiais da Universidade, e no Registro Nacional de Titulados Universitarios Oficiais, de acordo co artigo 4 do RD 1002/2010, de 5 de agosto, sobre expedición de títulos

universitarios oficiais. Así mesmo, será a encargada da expedición de todo o relacionado coas certificacións, duplicados, rexistro e custodia do título.

6.- Os estudantes estarán suxeitos ás normas académicas de cada universidade mentres cursan os seus estudos en cada unha delas, o que tamén implica o cumprimento das normas de permanencia da Universidade na que estean matriculados.

#### **SEXTA.- MOBILIDADE DO PROFESORADO E DO ALUMNADO**

Os órganos responsables do Máster Universitario de cada unha das universidades participantes deberán establecer os mecanismos necesarios para a mobilidade do profesorado afectado e, no seu caso, do alumnado, así como a supervisión e desenvolvemento das prácticas que se deban realizar, de acordo coas súas normativas específicas.

#### **SÉTIMA.- RÉXIME ECONÓMICO**

O financiamento dos gastos ordinarios asociados á realización do “Máster Universitario en Computación de Altas Prestaciones/High Performance Computing” levarase a cabo por parte de cada Universidade, da mesma forma que se fai co resto dos seus programas de títulos oficiais.

O presente convenio de colaboración interuniversitario non vincula ás Universidades participantes á achega de fondos adicionais, polo que non cabe interpretalo senón como unha declaración de intencións, cuxo fin é manifestar o compromiso mútuo de promover auténticas relacións de beneficio mutuo en materia académica.

#### **OITAVA.- CRITERIOS DE CALIDADE**

A colaboración plasmada no presente convenio suscítase tratando de conseguir un ensino de calidade no ámbito dos estudos oficiais de posgrao a partir das relacións entre as universidades participantes.

Con carácter anual, a Comisión Académica Interuniversitaria fará chegar un informe ás respectivas Comisións de estudos de posgrao de cada universidade e aos centros e departamentos implicados.

#### **NOVENA.- MODIFICACIÓN E EXTINCIÓN DO PLAN DE ESTUDO**

Cada unha das universidades participantes poderá solicitar, tras ser estudado pola Comisión de Seguimento, e a proposta da Comisión Académica Interuniversitaria, a

modificación, extinción, ou unha nova proposta do plan de estudos. A dita solicitude deberá comunicarse á outra parte, en todo caso, con anterioridade ao 30 de xaneiro do ano anterior ao do comezo do curso académico de que se trate.

Os trámites realizaranse conforme ao establecido no artigo 15 e seguintes do Decreto da Xunta de Galicia 222/2011, do 2 de decembro, polo que se regulan as ensinanzas oficiais no ámbito da Comunidade Autónoma de Galicia.

En caso de extinción do “Máster Universitario en Computación de Altas Prestacións/High Performance Computing”, as universidades implicadas garantirán os dereitos académicos dos estudantes que se encontren cursando os ditos estudos nos termos establecidos na resolución de extinción do plan de estudos.

Entre outros, seguiranse os seguintes criterios:

- Non se admitirán matrículas de novo ingreso.
- Implantaranse titorías específicas e de orientación para os estudantes repetidores.
- Garantírase o dereito á avaliación ata esgotar as convocatorias reguladas na normativa de aplicación e/ou o transcurso dos prazos de extinción que se acorden.

#### **DÉCIMA.-VIXENCIA DO CONVENIO**

O presente Convenio entrará en vigor a partir do momento da súa firma e será de aplicación a partir do curso académico 2018/2019. A aplicación está condicionada á aprobación definitiva do título e á aprobación da programación docente anual polas respectivas comisións delegadas das Universidades participantes.

Este convenio terá unha duración mínima de catro cursos académicos, podendo prorrogarse de forma expresa para os seguintes catro anos de común acordo polas partes, e en tanto non se denuncie expresamente como mínimo cun ano de antelación.

#### **UNDÉCIMA.- COMISIÓN DE SEGUIMIENTO.**

Créase unha Comisión de Seguimento do presente convenio. Estará integrada polos Vicerreitores con competencias en titulacións e en oferta académica, os Secretarios Xerais das Universidades e os coordinadores do título.

A Comisión de Seguimento terá as seguintes competencias:

1. Resolver os problemas que suscite a execución deste convenio.
2. Interpretar e aplicar, con carácter xeral, as súas estipulacións, así como controlar o seu cumprimento e resolver os conflitos entre as partes.

3. Estudar as modificacións propostas.
4. Tomar medidas en relación ás incidencias que xurdan na implantación do título.

A Comisión de Seguimento reunirse cando así o propoña calquera das partes.

#### **DÉCIMOSEGUNDA.- CUESTIÓN LITIXIOSAS.**

As partes comprométense a resolver de xeito amistoso calquera desacordo que poida xurdir no desenvolvemento do presente convenio de colaboración interuniversitario. As controversias non resoltas deste xeito serán de coñecemento e competencia da orde xurisdiccional contencioso-administrativa.

E, en proba de conformidade e para a debida constancia de todo o convido, todas as partes asinan o presente Convenio, en exemplar duplicado e en todas as súas follas, no lugar e data ao principio indicados.

POLA UNIVERSIDADE DA CORUÑA

POLA UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

<b>Rama:</b>	<b>ISCED 1:</b>	<b>ISCED 2:</b>
Ingeniería y Arquitectura	Ciencias de la computación	

<b>Habilitada para la profesión regulada:</b>	<b>Profesión regulada:</b>
No	

<b>Vinculado con Profesión Regulada:</b>	<b>Profesión Regulada Vinculada:</b>	<b>Tipo de Vinculación:</b>
No		

<b>Resolución:</b>	<b>Norma:</b>

**Universidades:**

Código	Universidad
007	Universidad de Santiago de Compostela
037	Universidad de A Coruña

<b>Universidad solicitante:</b>	<b>Agencia evaluadora:</b>
Universidad de A Coruña (037)	Axencia para a Calidade do Sistema Universitario de Galicia

<b>Mención / Especialidad</b>	<b>Nivel MECES</b>
	3

## 1.2 Distribución de Créditos en el Título

Número de créditos en Prácticas Externas	6
Número de créditos en optativos	12
Número de créditos en obligatorios	27
Número de créditos Trabajo Fin de Máster	15
Número de créditos de Complementos Formativos	0
<b>Créditos totales:</b>	<b>60</b>

### 1.3 Información vinculada a los Centros en los que se imparte

#### 1.3.1 Universidad de A Coruña (Solicitante)

##### 1.3.1.1 Facultad de Informática (15025451) - Universidad de A Coruña

###### Tipos de Enseñanza que se imparten en el Centro:

Presencial	Semipresencial	A distancia
Sí	No	Sí

###### Plazas de Nuevo Ingreso Ofertadas:

	Número de plazas
Primer año de implantación	13
Segundo año de implantación	13
Tercer año de implantación	
Cuarto año de implantación	

###### Créditos por curso:

	Tiempo Completo		Tiempo Parcial	
	ECTS Matrícula mínima	ECTS Matrícula máxima	ECTS Matrícula mínima	ECTS Matrícula máxima
Primer curso	60.0	60.0	24.0	48.0
Resto de Cursos	42.0	42.0	24.0	48.0

###### Normas:

[https://www.udc.es/export/sites/udc/normativa/\\_galeria\\_down/academica/dedicacion\\_estudo\\_permanencia.pdf](https://www.udc.es/export/sites/udc/normativa/_galeria_down/academica/dedicacion_estudo_permanencia.pdf)

###### Lenguas en las que se imparte:

- castellano
- gallego
- ingles

### 1.3.2 Otras Universidades Participantes

#### 1.3.2.1 Universidad de Santiago de Compostela (007)

##### 1.3.2.1.1 Escuela Técnica Superior de Ingeniería (15028282) - Universidad de Santiago de Compostela

**Tipos de Enseñanza que se imparten en el Centro:**

Presencial	Semipresencial	A distancia
Sí	No	Sí

**Plazas de Nuevo Ingreso Ofertadas:**

	Número de plazas
Primer año de implantación	12
Segundo año de implantación	12
Tercer año de implantación	
Cuarto año de implantación	

**Créditos por curso:**

	Tiempo Completo		Tiempo Parcial	
	ECTS Matrícula mínima	ECTS Matrícula máxima	ECTS Matrícula mínima	ECTS Matrícula máxima
Primer curso	60.0	60.0	24.0	30.0
Resto de Cursos	42.0	60.0	24.0	30.0

**Normas:**

<http://www.usc.es/es/normativa/estudiantes/>

**Lenguas en las que se imparte:**

- castellano
- gallego
- ingles

## 2 Justificación

### 2.1 Justificación, adecuación de la propuesta y procedimientos

 A continuación se incluye el archivo PDF correspondiente.

## 2. JUSTIFICACIÓN

### 2.1. Justificación del título propuesto

#### *Justificación del interés socioeconómico del título para Galicia*

*Estudio sobre la incidencia y beneficios derivados de la nueva enseñanza.*

Hoy en día la computación se considera una parte imprescindible, junto con la teoría y la experimentación, para el avance del conocimiento científico. La llamada “computación de altas prestaciones” (*high performance computing* o HPC, en inglés) se puede describir como el uso de grandes sistemas de procesamiento para resolver problemas computacionalmente muy complejos. La simulación numérica, por ejemplo, permite el estudio de sistemas complejos y fenómenos naturales que sería demasiado caro, peligroso o incluso imposible estudiar de forma directa. La búsqueda de mayores niveles de detalle y realismo en muchas simulaciones requiere de una enorme capacidad computacional, y ha motivado en gran medida muchos avances en el campo de la computación de altas prestaciones. Gracias a esos avances, científicos e ingenieros pueden ahora resolver problemas a gran escala que en su día se pensaron intratables.

El campo de la Computación de Altas Prestaciones y sus aplicaciones se ha convertido en uno de los más dinámicos en el mundo de la Informática, y ha sido reconocido como un campo prioritario tanto en los distintos programas marco de la Comunidad Europea como en los programas de financiación de la investigación en España. La disciplina que cubre este campo está actualmente muy consolidada, con una carga de conocimientos intrínsecos muy relevantes, y las aplicaciones de esta disciplina son muy numerosas y pueden encontrarse prácticamente en cualquier campo de la Ingeniería y de la Industria. En el gobierno y las instituciones de investigación, los científicos están simulando, por ejemplo, la creación de galaxias, la energía de fusión y el calentamiento global. Algunos ejemplos de HPC comerciales son la simulación de accidentes automovilísticos para el diseño estructural, el flujo de aire sobre automóviles o aviones, o la interacción molecular para el diseño de nuevos fármacos. Las compañías de entretenimiento pueden usar HPC para renderizar gráficos y animaciones para nuevas películas y videojuegos. El HPC es también una herramienta crítica para la toma de decisiones. Las redes de distribución de electricidad y agua, el transporte, las aplicaciones en defensa, etc., todas utilizan simulación basada en HPC.

Más aún, la revolución TIC que comenzó hace algunas décadas está lejos de haber finalizado. En el transcurso de los próximos años, se alcanzará la computación exaescala. Más procesadores y más rápidos estarán presentes en aparatos cotidianos y, en consecuencia, se producirán, transmitirán y almacenarán más datos. Las previsiones sugieren que en 2020, 25 billones de aparatos estarán conectados al *Internet de las Cosas* (IoT) generando más de 2 Zettabytes de tráfico IP al año. La convergencia del HPC, *big data* y *cloud* permitirá que emerjan nuevas aplicaciones y servicios. Por ejemplo, si sobre plataformas cloud se pueden ofrecer recursos HPC y herramientas software para análisis y simulación, esto permitirá producir mejores productos y servicios a pequeñas y medianas empresas (PYME), que hoy carecen de capacidad internamente. Por otra parte, un cloud para ciencia permitiría a la comunidad científica

beneficiarse de grandes capacidades computacionales y de una gran abundancia de información y datos abiertos.

El HPC y el big data permiten a sectores tradicionalmente intensivos en computación dar un salto en el valor añadido de sus productos y servicios, como por ejemplo ocurre con la manufactura inteligente/industria 4.0. El HPC permite al sector de manufactura ser más eficiente y más adaptable a los requerimientos específicos de clientes, y gestionar la creciente complejidad de la inteligencia descentralizada y en red de las nuevas instalaciones industriales.

Por todo lo expuesto, el dominio de las tecnologías HPC, desde el hardware y el software de sistema hasta las aplicaciones, se han convertido en una prioridad estratégica para países como EEUU, China, Japón, Rusia o la India. Por ejemplo, EE.UU. lanzó en julio de 2015 una estrategia coordinada para HPC (denominada NSCI, “National Strategic Computing Initiative”) para maximizar los beneficios de I+D+i en HPC para la competitividad de la economía, con un presupuesto de 318 millones de dólares para 2017. Y este mismo año, EE.UU. anuncia un aumento del presupuesto de un 77% para la investigación en computación *exascale*, mientras otras áreas de la ciencia sufren importantes recortes (<https://www.hpcwire.com/2017/05/23/exascale-escapes-2018-budget-axe-rest-science-suffers/>). En Europa, las tecnologías HPC son un recurso estratégico que se recoge en el pilar “Excellent Science” del Programa H2020 a través de una convocatoria específica FET-Proactive para tópicos HPC (FETHPC). Además, sus aplicaciones en diversos ámbitos científicos, que se abordarán en el marco interdisciplinar de la titulación que se propone, están incluidas en el pilar “Societal Challenges” de ese programa. Y muy recientemente (el 23 de marzo de 2017) los ministros de siete países europeos (Francia, Alemania, Italia, Luxemburgo, Holanda, Portugal y España) han firmado una declaración de apoyo a la nueva generación de infraestructuras de computación y datos, denominada declaración EuroHPC, para trabajar hacia el establecimiento de un marco de cooperación para la adquisición y desarrollo de una infraestructura de supercomputación integrada para la era *exascale*.

Además de su evidente interés en el contexto internacional y nacional, en el contexto autonómico la temática y objetivos de la titulación se enmarcan perfectamente en el Reto 2 (“Nuevo modelo industrial sustentado en la competitividad y el conocimiento”) de la *estrategia de especialización inteligente RIS3* de Galicia, en concreto en su Prioridad 2.3: “Impulso de las TICs como sector tractor de la economía del conocimiento en Galicia”.

La estrecha relación existente entre el HPC y un creciente número de aplicaciones industriales y áreas científicas hacen del HPC una herramienta interdisciplinar clave, ya que los aspectos computacionales se integran cada vez más a la formación, el desarrollo de habilidades y los currículos en múltiples y diversas áreas como son la bioquímica, farmacología, ingeniería, entretenimiento y finanzas. Prueba de ello, y del interés que puede generar en nuestra comunidad, es el éxito que están teniendo las colaboraciones entre el Grupo de Arquitectura de Computadores de la UDC (GAC-UDC), el Grupo de Arquitectura de Computadores de la USC (GAC-USC), y el Centro de Supercomputación de Galicia (CESGA), que promueven esta propuesta, y el resto de los grupos que participan en la “Red de Tecnologías Cloud y Big Data para HPC (II)”, financiada por la Consellería de Educación e Ordenación Universitaria de la Xunta de Galicia, como el grupo de Filogenética de la UVIGO, el grupo de Ingeniería de Bioprocesos del CSIC, o el grupo de Ecología Planctónica e Bioquímica del Instituto Español de Oceanografía (IEO) en A Coruña.

Para finalizar, en la Comunidad Autónoma de Galicia contamos con el Centro de Supercomputación de Galicia (CESGA), centro reconocido como Infraestructura Científico-Técnica Singular y uno de los centros tecnológicos más importantes de nuestra comunidad, que da servicio de cálculo de altas prestaciones a la comunidad científica gallega y del CSIC a nivel nacional, así como a otras instituciones de investigación. El CESGA ha manifestado su compromiso firme con la titulación que se propone, y participará activamente en el desarrollo de la misma: asesorando en la descripción y planificación de las enseñanzas, aportando la infraestructura necesaria para el desarrollo de muchas de las actividades formativas, aportando profesionales con experiencia en aquellas materias y contenidos muy prácticos, y muy especialmente sirviendo de nexo tanto con las empresas del sector como con otras empresas y grupos de investigación con necesidades en HPC. Aunque el CESGA no puede aparecer en la solicitud como un tercer socio, puesto que no es una Universidad, su participación está al mismo nivel que la de la UDC y la USC. El CESGA ha participado tanto en la propuesta inicial, como en la comisión de redacción del título, y participará en la Comisión Académica del Título, como se explica detalladamente en el apartado 5 de esta memoria. También en el apartado 5 se detalla la participación del CESGA en el desarrollo de la enseñanza, muy particularmente en la modalidad a distancia, ya que además cuenta con un departamento especializado en e-Learning. Además, en el desarrollo de los laboratorios prácticos en las materias se utilizará sus infraestructuras de computación, como se indica en las fichas de algunas materias. En el apartado 6 se detallan los recursos humanos que aporta el CESGA, al igual que en el apartado 7 se muestran los recursos materiales que proporcionan. Se adjunta, además, a esta justificación una carta de compromiso del CESGA con el Máster en Computación de Altas Prestaciones, y, una vez verificado el título, se firmará un convenio de colaboración entre el CESGA y las dos universidades. Por tanto, la participación del CESGA en el máster no es, ni será, testimonial, sino que es de su interés participar como un tercer socio en la propuesta e implementación de este Máster en Computación de Altas Prestaciones.

#### *Carácter esencial o estratégico para el Sistema Universitario de Galicia (SUG).*

Como justificación del carácter esencial o estratégico de la titulación que se presenta, cabe resaltar la importante presencia y demanda actual de las tecnologías que se tratarán en este programa, y su prometedor futuro, tanto en el ámbito científico-académico como empresarial, por lo que la nueva titulación es oportuna y estratégica para situar la oferta académica del SUG en una posición destacada tanto en el contexto nacional como europeo.

Como ya se ha comentado, las tecnologías HPC son un recurso estratégico tanto en programas europeos como en programas nacionales y retos autonómicos. Sin embargo, un componente crítico de estas estrategias y retos es desarrollar una base de personal bien formado en HPC. Existe todavía una escasez de candidatos cualificados en HPC, ya que las competencias en HPC tienen escasa presencia en los currículos universitarios en ciencia e ingeniería en el SUG.

En la comunidad gallega el Máster en Computación de Altas Prestaciones será la única titulación universitaria con una especialización en computación de altas prestaciones. Lo más próximo a esta especialización es el Máster Universitario en Ingeniería Informática (UDC) con un número muy limitado de materias relacionadas con la computación de altas prestaciones y el Máster en Tecnologías de Análisis de Datos

Masivos: Big Data, por la Universidad de Murcia (UM) y la Universidad de Santiago de Compostela, que se orienta a la analítica de datos y la inteligencia de negocio, ámbitos muy diferentes de la computación de altas prestaciones.

Por otra parte, a nivel nacional la única titulación específica en computación de altas prestaciones es el Máster Universitario en Computación Paralela y Distribuida, ofertado por la Universidad Politécnica de Valencia. La Universidad Politécnica de Cataluña (UPC) oferta también un máster en Innovación e Investigación en Informática, que tiene una especialidad dedicada completamente a la Computación de Altas Prestaciones, y que, por lo tanto, tiene un número considerable de créditos dedicados a HPC. Algunas otras titulaciones de máster, como el Máster en Ingeniería Informática/Computer Engineering de la Universidad Autónoma de Barcelona, o el Máster Universitario de Ingeniería de Computadores y Redes de la Universidad de Granada, por citar solo dos ejemplos, incluyen contenidos específicos en HPC, pero en ninguno de los casos consultados ofrecen más de 18 ECTS, que además suelen ser optativos.

En conclusión, creemos que resulta de especial interés para el SUG ofertar un máster en computación de altas prestaciones que cumpla los requisitos necesarios para incorporar aquellos alumnos que quieran completar sus estudios académicos, o que por otro lado necesiten un mayor conocimiento de las técnicas de la computación de altas prestaciones y sus aplicaciones.

En el ámbito académico el programa pretende una especialización superior que permita acceder a un nuevo nivel de conocimientos, una vez obtenida una titulación de acceso de la rama de las ingenierías o de las ciencias experimentales.

En el ámbito científico los graduados que completen este máster estarán capacitados para trabajar en centros o equipos de investigación multidisciplinares, pues serán capaces de aplicar las técnicas de la supercomputación en entornos tecnológicos e industriales para la mejora de la calidad y la productividad, y conocerán y sabrán usar las herramientas que provee un supercomputador para resolver los problemas técnicos y científicos de su especialidad. Podrán también proseguir la formación investigadora y realizar una tesis doctoral en su caso.

En resumen, se pretende la formación de especialistas que desempeñen sus funciones en los campos de I+D+i. Y también se propone la formación continuada de profesionales en activo.

## ***Mercado laboral***

### *Estudio de las necesidades del mercado laboral*

El sector de las tecnologías de la información y de las comunicaciones en el que se enmarca esta titulación es uno de los más emergentes en la actualidad. Esto, unido al hecho de que sus necesidades de innovación, en las cuales los titulados resultantes de este programa juegan un papel esencial, son cruciales para el mismo, crea un entorno muy favorable para la inserción laboral de los titulados del programa.

Recientemente (abril 2016) un informe de Adecco Information & Technology, resultado de una encuesta realizada a más de 2000 empresas y trabajadores del sector TIC,

concluye que la demanda de perfiles TIC experimentará un incremento cercano al 40% en el próximo año. En este informe se destaca además que los nuevos puestos que se crean en el sector serán muy demandados en el futuro próximo, y entre dichos puestos mencionan a los administradores de sistemas Cloud y los expertos en HPC, perfiles de salida de la nueva titulación que se propone.

Por otra parte, a nivel autonómico, según el informe “Diagnóstico 2010: encuesta a empresas TIC sobre la Sociedad de la Información en Galicia” elaborado por el Observatorio Gallego de la Sociedad de la Información, un 42,2% del personal en las empresas TIC gallegas posee una titulación universitaria superior. Según esa misma encuesta, un 10% del total del personal de esas empresas está dedicado a tareas de I+D+i. Además de la empresa privada, la docencia e investigación en la universidad y en organismos públicos como el CSIC es una salida natural para los titulados, máxime al ser el único título que forma investigadores en el área de la Computación de Altas Prestaciones.

Por último es relevante señalar el muy elevado índice de empleabilidad de los egresados del antiguo Máster en Computación de Altas Prestaciones en los cursos anteriores en los que este máster ha estado implantado. El primer seguimiento de los egresados lo ha realizado la coordinación del máster en mayo de 2013, encuestando a los egresados de los cursos 2010/2011 y 2011/2012. De un total de 22 egresados consultados, 17 informaron de que se encontraban trabajando en el área de la Computación de Altas Prestaciones. Los otros 5 egresados no contestaron a la encuesta. De los 17 que contestaron, la mayoría (12) se encontraban trabajando en grupos de investigación de la comunidad autónoma gallega, universidades o CSIC. Del resto, 2 se encontraban trabajando en Galicia para empresas multinacionales y 3 habían encontrado trabajo en empresas o centros de investigación extranjeros. En resumen, un 100% de los egresados del máster en esas ediciones pasadas habían encontrado trabajo en el sector en menos de un año desde que terminaron sus estudios. En mayo de 2014, la coordinación del máster volvió a encuestar a los egresados, en esta ocasión de los tres cursos anteriores 2010/2011, 2011/2012 y 2012/2013. En esta ocasión, solo un 46,42% de los egresados contestaron la encuesta. La encuesta constaba de 18 preguntas, cuyas respuestas se pueden consultar en la web del máster:

[http://gac.des.udc.es/~pglez/master/seguimiento/resultados\\_encuesta\\_egresados.pdf](http://gac.des.udc.es/~pglez/master/seguimiento/resultados_encuesta_egresados.pdf)

Entre las conclusiones que se pueden sacar de este estudio, destacamos que la mayoría de los egresados (85%) encuentra trabajo en menos de 6 meses desde la terminación de sus estudios, y que la mayoría de ellos opina que la formación en el máster les distingue con respecto a otros titulados superiores en su puesto de trabajo.

### *Incorporación de perfiles profesionales en el título vinculados a los sectores estratégicos de Galicia*

El perfil profesional principal del título es el de investigador en Computación de Altas Prestaciones. Como hemos reseñado antes, esta actividad goza de una elevada demanda no solo en el sector específico de las TIC o las entidades específicamente orientadas a la investigación, sino en la industria en general. Es importante resaltar, por ejemplo, las necesidades de las pequeñas y medianas empresas (PYMEs) de Galicia del sector manufacturero en relación con la simulación numérica. Los datos que arroja el estudio Simula (realizado por el CESGA en 2004 y que está disponible en la página Web <http://simula.cesga.es>) indican que es necesario formar personal cualificado en el área

de computación de altas prestaciones que se utiliza en la simulación numérica empresarial, que cada vez necesita modelos más realistas que demandan más capacidad de cómputo.

Más recientemente, el CESGA también ha liderado el proyecto CloudPYME (<http://www.cloudpyme.eu>) cuyo objetivo general es mejorar la competitividad de las PYMEs a través de la innovación apoyada en herramientas HPC y Cloud. Este proyecto ha estado cofinanciado por la Comisión Europea a través del Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER), dentro de los proyectos del Programa Operativo de Cooperación Transfronteriza España-Portugal (POCTEP). En su página web se pueden encontrar experiencias exitosas llevadas a cabo por diferentes PYMES de nuestro entorno (<http://www.cloudpyme.eu/plataforma/experiencias-previas/>).

Se incluye una materia en la programación denominada “Taller de Proyectos”, que permitirá a los alumnos conocer con más detalle diferentes perfiles profesionales del título, y en concreto aquellos vinculados a las empresas del entorno socioeconómico. En el anterior máster en Computación de Altas Prestaciones, el CESGA organizaba anualmente una jornada con empresas, donde los alumnos tenían un contacto más directo con las empresas colaboradoras del máster. En la nueva propuesta, se reforzará esta actividad, por una parte incorporando nuevas empresas colaboradoras, y por otra asignándole un mayor número de horas formativas.

#### *Medidas previstas para el fomento del espíritu emprendedor y el autoempleo de los egresados*

Dado el perfil investigador del máster, la mayoría de los alumnos que inician estos estudios muestran ya un fuerte espíritu emprendedor, puesto que en muchos casos su orientación es el ingreso posterior en un programa de doctorado y la realización de una tesis doctoral, que implica la realización de una aportación novedosa a un ámbito especializado del conocimiento.

Adicionalmente, los estudiantes tendrán contacto directo con las empresas de base tecnológica generadas por los grupos de investigación que participan en el máster. De esta forma tendrán un punto de referencia práctico ideal sobre la creación y el funcionamiento de empresas, ya que éste es el tipo de empresa más directamente relacionado con esta titulación. En concreto, la empresa Torus Software Solutions S.L. (<http://www.torusware.com>) servirá de ejemplo y aliciente a los alumnos del máster. Torus es una EBT participada por la UDC y por la Fundación Barrié y calificada como iEBT por la Xunta de Galicia. La empresa fue creada a partir de los resultados de investigación del GAC-UDC en el campo HPC. Los socios promotores pertenecen al grupo de profesores del título que se propone. Recientemente, la empresa ha conseguido una financiación del CDTI en el altamente competitivo Programa Neotec para desarrollo de nuevos productos HPC y desarrollo de negocio. Además, desde su constitución en 2013, Torus ha ganado 17 premios de emprendimiento, destacando entre ellos:

- Premio de la UKTI Spain Technology Competition (concedido por la Embajada Británica en España, Mayo 2013)
- Ganador de la Start Tel Aviv Competition (Ministerio de Asuntos Exteriores de Israel, Septiembre 2014)
- Premio Nacional Emprendedor XXI (La Caixa y ENISA-Ministerio de Industria,

Diciembre 2014)

- Selección de Torus a través del Accenture Fintech Innovation Lab como una de las 7 start-ups más innovadoras del mundo en tecnología financiera, en concreto, por su software de comunicaciones de altas prestaciones con aplicaciones en el ámbito Big Data (Accenture y 13 de los principales bancos comerciales y de inversión del mundo, Enero 2015)
- El prestigioso Premio Cinco Días a la Innovación Empresarial, en la categoría de Premio a la Acción Empresarial más Innovadora Ligada a la Universidad (Diario Cinco Días, con el patrocinio de CaixaBank y Repsol, Octubre 2015)

En la anteriormente comentada materia de “Taller de Proyectos” se incluirá un módulo de *emprendimiento*, con contenidos teóricos pero también experiencias reales como las comentadas aquí.

### ***No duplicidad***

*Mención de enseñanzas afines pre-existentes en esta universidad.*

En ninguna de las dos universidades, ni en todo el SUG, existe otro máster en el área específica de la Computación de Altas Prestaciones.

*Acreditación de la no coincidencia de objetivos y contenidos con otras titulaciones existentes (coincidencia máxima del 50% de los créditos).*

No existen otras titulaciones en el SUG cuyos objetivos y contenidos se centren específicamente en la Computación de Altas Prestaciones. La titulación más afín, el Máster Universitario en Ingeniería Informática (UDC) cuenta con un número muy limitado de materias relacionadas con la computación de altas prestaciones (menos de 12 créditos). Por otro lado, sólo parte de los contenidos de dos materias de 4,5 créditos (9 créditos en total) del Máster en Tecnologías de Análisis de Datos Masivos: Big Data (UM y USC) están relacionados con la computación de altas prestaciones. La UDC coordina un Máster Interuniversitario en Geoinformática, que presenta este año una modificación para, entre otras novedades, incorporar una materia optativa transversal dedicada a la computación de altas prestaciones en el campo de la geoinformática. Esta materia es de tan solo 6 ECTS y, analizando su ficha en la propuesta se puede ver que está orientada hacia aplicaciones geoespaciales. Por otra parte, al ser una optativa transversal, no ligada a ningún itinerario del máster, los alumnos del máster no están realmente obligados a cursar estos contenidos.

***Justificación de la incorporación de una modalidad a distancia.***

Los antecedentes descritos anteriormente ponen claramente de manifiesto que la zona de influencia del título se extiende más allá del ámbito local de los centros donde se imparte. La modalidad a distancia permitirá a alumnos de fuera del SUG cuyas

circunstancias personales les impiden el desplazamiento durante el periodo lectivo a alguna de las universidades que imparten los cursos, cursar las enseñanzas y obtener el título de máster en Computación de Altas Prestaciones.

Ofertar la modalidad a distancia nos permitirá también internacionalizar más la titulación, ya que previsiblemente se captará más alumnado internacional que no puede desplazarse a nuestros centros durante todo un curso académico pero que sí podría hacerlo durante una estancia más breve. En ese sentido hemos establecido contactos con la “École internationale des sciences du traitement de l’information” (EISTI) de Francia, que está interesada en firmar un convenio para que sus alumnos puedan optar a una doble titulación con el máster en Computación de Altas Prestaciones que estamos proponiendo (ver carta adjunta donde se muestra el interés y el compromiso de esta institución con una doble titulación, en caso de que este máster se verifique). Esos alumnos se desplazarían a la UDC o la USC durante un semestre, y seguirían las materias del otro semestre en la modalidad a distancia, para poder simultanear las dos titulaciones.

Por otra parte, la modalidad a distancia también permite adaptar los horarios de estudio a las circunstancias personales particulares de algunos alumnos, incluso aquellos residentes en las localidades donde se sitúan los centros.

Además, en el caso de discapacidad del alumno, también facilita el acceso a la información sin desplazamiento diario al centro de estudio.

La experiencia en el anterior Máster en Computación de Altas Prestaciones por la USC y la UDC nos indica que un porcentaje de la matrícula en el título proviene de estudiantes de fuera del Sistema Universitario Gallego (SUG) que tratan de cursar el máster desplazándose a los centros el menor número de veces posible. De hecho, en las últimas ediciones de aquel máster se habilitaron mecanismos para minimizar la necesidad de los estudiantes de desplazarse físicamente a los centros que funcionaron francamente bien, y que fueron muy bien valorados por los estudiantes en las encuestas. Además, un porcentaje importante de las consultas que se realizan sobre el máster por potenciales alumnos versan precisamente sobre la posibilidad de cursar el máster a distancia.

Resumiendo, la flexibilidad que caracteriza a la modalidad a distancia puede tener un enorme interés para una gran variedad de potenciales alumnos, pues les permite diseñar y acompañar su proceso de enseñanza-aprendizaje y el horario de éste en función de sus intereses particulares, simultaneando y conciliando su vida laboral y personal con el desarrollo del máster. La universidad debe ser capaz de atender las necesidades y demandas de sus alumnos y de adaptar sus métodos a la demanda social de un mundo cada vez más globalizado. Es esta demanda de la sociedad la que justifica plenamente la idoneidad de esta modalidad a distancia.

En el apartado 5 de esta memoria se ofrecen más detalles sobre la planificación de las enseñanzas (coordinación, metodología, actividades formativas, sistemas de evaluación, etc.) de la modalidad a distancia. En el caso de los alumnos que cursen el máster en la modalidad a distancia, todas las metodologías y actividades formativas presenciales en el aula lideradas por el profesor y que se desarrollan en grupo (típicamente respondiendo a una programación horaria determinada y que requieren la dirección presencial de un docente) se podrán seguir en modo virtual (es decir, a través de equipos de videoconferencia y por streaming) permitiendo además la participación del alumno en tiempo real, al igual que hacen los alumnos con presencia física en el aula. Esto permitirá al profesor, de ser el caso, el seguimiento y valoración de una participación

activa en estas actividades por parte del alumno que cursa a distancia. Además, estas sesiones presenciales se grabarán y pondrán a disposición de todos los alumnos en la plataforma virtual para su consulta y visualización en diferido. Para aquellas actividades que, aunque se pueden desarrollar de forma autónoma dentro o fuera del aula, requieren la supervisión y seguimiento de un docente, este se realizará, en el caso de la modalidad a distancia, a través de la plataforma virtual y/o videoconferencia (para una comunicación síncrona) o de correo electrónico (en caso de ser suficiente una comunicación asíncrona). Para los alumnos que cursen el máster en la modalidad a distancia se utilizarán también metodologías que impliquen la instrucción programada a través de materiales docentes específicos.

Con carácter general, tanto las horas de trabajo del alumno como las actividades de evaluación serán similares en ambas modalidades (presencial y a distancia), utilizando para ello todas las herramientas de e-learning necesarias para garantizar la calidad de la docencia y la igualdad de oportunidades en ambos casos, así como asegurar que los alumnos, en cualquier modalidad, alcanzan las competencias marcadas en el título. La coordinación del máster garantizará que se cuenta con los recursos tanto humanos, como materiales para ello.

En el momento de la elaboración de esta memoria, además de con el personal docente que se detalla en el apartado 6 y que cuenta con amplia experiencia en impartición de cursos en modalidad virtual o a distancia, también contamos con la ayuda de un departamento de e-learning del CESGA, compuesto por 5 técnicos, como se detalla en el apartado 6 de esta memoria (epígrafe “otros recursos humanos”). También contamos, como se puede ver en el apartado 7 de la memoria, con recursos materiales específicos para las clases virtuales, entre ellos los equipos de videoconferencia de reciente adquisición en las dos universidades, y los recursos y herramientas que pone a nuestra disposición el CESGA (equipos y salas adicionales de videoconferencia, herramientas colaborativas y de e-learning de desarrollo en el propio CESGA, y servicios de otros proveedores contratados por el CESGA).

En el apartado 4 de esta memoria se detallan también los mecanismos de orientación a los estudiantes en la modalidad a distancia, que de nuevo son similares a aquellos de la modalidad presencial, sustituyendo la comunicación presencial por una comunicación virtual, por medios tanto síncronos como asíncronos.

### *Justificación del número de plazas por cada modalidad*

En relación a las plazas ofertadas (25) y las modalidades para cursar la titulación (presencial/a distancia) se establece una oferta de 15 plazas destinadas a la modalidad presencial y 10 para la modalidad a distancia. No obstante, de existir plazas vacantes en una de las modalidades, podrían cubrirse con estudiantes de la otra modalidad.

## **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 ha tenido en cuenta lo establecido en el *Libro Blanco para el Título de Grado en*

*Ingeniería Informática*, en lo referente a la relación e integración de un título de grado con respecto a su posible continuación en uno o varios másters especializados. El libro blanco reconoce, por ejemplo, el modelo británico, donde el máster ofrece una especialización profesional y recoge las tendencias más actuales de cada campo de estudio. Estos másters suelen estar asociados a un departamento o grupo de investigación. Este modelo es el más próximo a la propuesta del Máster en Computación de Altas Prestaciones que presentamos.

Se han tenido en cuenta los planes de estudio de varias titulaciones de Grado en Ingeniería Informática, en concreto los de la Universidad Politécnica de Madrid, Universidad Carlos III de Madrid, Universidade de Santiago de Compostela, Universidade da Coruña y Universidad de Málaga.

Se ha observado el desarrollo, a nivel nacional, de otros programas de doctorado y de máster con contenidos significativos en computación de altas prestaciones (Universidad de Cantabria, Universidad de Extremadura, Universidad Politécnica de Cataluña, Universidad Politécnica de Valencia, Universidad Autónoma de Barcelona). Esta información se ha utilizado para desarrollar elementos diferenciadores en la propuesta. Pero también para evidenciar que la mayoría de estos planes de estudio no dedican más de 20 ECTS a los contenidos relacionados con el HPC o el Cloud Computing. Sin embargo, de entre los planes de estudio de máster consultados cabe citar a dos de ellos:

- El Máster Universitario en Computación Paralela y Distribuida por la Universidad Politécnica de Valencia (UPV), de 60 créditos ECTS (<http://www.upv.es/titulaciones/MUCPD/>) y que se imparte desde el año 2010. Este máster cuenta con el sello de excelencia internacional EURO-INF y por lo tanto ha sido un referente para nosotros a la hora de elaborar este plan de estudios.
- El Máster en Innovación e Investigación en Informática/Master in Innovation and Research in Informatics por la Universidad Politécnica de Cataluña (UPC), de 120 ECTS, que se imparte desde el año 2013 y donde existe una especialidad exclusivamente para Computación de Altas Prestaciones (<https://masters.fib.upc.edu/masters/miri-high-performance-computing>) que cuenta con 60 ECTS además del Trabajo Fin de Máster de intensificación en HPC.

Por supuesto, también en el ámbito internacional es habitual encontrar títulos de Máster tanto en el ámbito de las TIC como en otros ámbitos científicos (Química, Física, Matemáticas) que incluyen una intensificación en computación de altas prestaciones, que pueden servir como referencia para elaborar una propuesta. Se han evaluado las ofertas de postgrado de varias de esas universidades (Stanford University, University of Illinois, MIT, Technische Universität München, University of Edinburgh, University of Dublin, etc.), así como el contenido y enfoque desarrollado en la bibliografía de referencia en el campo y contemplada por la mayoría de dichas universidades (por ejemplo, los cinco currícula de ACM: *computer science*, *computer engineering*, *information systems*, *information technology* y *software engineering*).

Los referentes internacionales más próximos a la presente propuesta los encontramos en el modelo de máster británico, y más en concreto en los siguientes:

- M. Sc. in High Performance Computing ofertado por el EPCC en la Universidad de Edimburgo (<http://www.epcc.ed.ac.uk/msc/>). EPCC

(<http://www.epcc.ed.ac.uk/>) es uno de los centros europeos líderes en investigación avanzada, transferencia tecnológica y provisión de servicios de supercomputación tanto al mundo académico como al industrial. El programa de este máster, que al igual que nuestra propuesta se realiza en un único curso académico, proporciona una excelente base en computación de altas prestaciones y su aplicación práctica. Los contenidos del máster ofrecido por el EPCC, que cubren desde conceptos fundamentales a tópicos avanzados en computación de altas prestaciones y e-ciencia, guardan un gran parecido con los de nuestra propuesta.

- M. Sc. in High Performance Computing ofertado por la Facultad de Matemáticas de la Universidad de Dublín en colaboración con el Trinity Centre of HPC (<http://www.maths.tcd.ie/hpcmsc/>). De nuevo la duración del máster es de un curso académico. Los contenidos del máster incluyen arquitectura del computador, optimización software, programación paralela y simulación y modelado. Este máster está íntimamente ligado a las actividades de innovación e investigación en el área de la computación de altas prestaciones que se llevan a cabo en el Trinity College de la Universidad de Dublín. El área de las aplicaciones incluye simulación de sistemas físicos, químicos y biológicos, gestión del riesgo financiero, modelado de telecomunicaciones, optimización y minería de datos.

Por último, se ha tenido en cuenta también la temática abordada en las conferencias internacionales más importantes relacionadas con la computación de altas prestaciones y sus aplicaciones (por ejemplo, *Supercomputing Conference - SC*, *High Performance Computing and Communications - HPCC*, *High Performance Computing and Applications - HPCA*, *Symposium on Cluster, Cloud and Grid Computing - CCGRID*, Euro-Par, etc.), con el objetivo de proporcionar una visión moderna de las aplicaciones y los frentes de investigación.

### 2.3. Descripción de los procedimientos de consulta internos utilizados para la elaboración del título

El procedimiento seguido para la elaboración de este título de máster se ajusta a las normas y recomendaciones establecidas tanto por la Universidade da Coruña como por la Universidade de Santiago de Compostela. En concreto, se han seguido los plazos y procedimientos para la elaboración descritos en el “Calendario y procedimiento para solicitar, elaborar y aprobar títulos de máster universitario para el curso 2018/2019” aprobado el 23 de noviembre de 2016 por el Consejo de Gobierno de la Universidade da Coruña (universidad coordinadora de la propuesta): [http://www.udc.es/export/sites/udc/galeria\\_down/ensino/graos/calendario\\_novas\\_propostas\\_gm\\_201819.pdf](http://www.udc.es/export/sites/udc/galeria_down/ensino/graos/calendario_novas_propostas_gm_201819.pdf)

Dado que cada una de las universidades participantes seguirá, en la medida de lo posible, los procedimientos contemplados a tal efecto en su Sistema de Garantía Interno de la Calidad, se ha optado por constituir una Comisión Interuniversitaria Redactora del Plan de Estudios del Máster en Computación de Altas Prestaciones, formada por los coordinadores en cada universidad y dos representantes del PDI involucrado en el máster en cada uno de los centros. En esta comisión han estado invitados a participar un representante del estudiantado en la Junta de Centro de la Facultad de Informática (centro coordinador), que además ha sido alumno del anterior Máster en Computación de Altas Prestaciones, y a dos representantes del Centro de Supercomputación de Galicia (CESGA).

La definición del Plan de Estudios del Máster ha consistido en la realización de tareas de consulta por parte de los miembros de la comisión y reuniones para puesta en común de los resultados de dichas tareas, discusión de los resultados y planificación de tareas futuras. Desde marzo a mayo de 2017 la Comisión Redactora del Plan de Estudios del Máster se ha reunido un total de 6 veces.

Se han seguido en todo momento las normativas nacionales y autonómicas para la elaboración de títulos de Grado y Posgrado. Para ello se han celebrado reuniones con los vicerrectorados en materia de ordenación académica y titulaciones y en materia de relaciones internacionales en ambas universidades (UDC y USC), así como con los servicios de organización académica.

Durante la elaboración de la propuesta se han utilizado respuestas a las encuestas de evaluación que cada año se realizaban tanto a los alumnos como a los profesores en el antiguo Máster en Computación de Altas Prestaciones, donde además de valorar cuantitativamente los distintos aspectos relacionados con el seguimiento del título, como información previa recibida, actuaciones de orientación a los estudiantes, personal académico, aulas, recursos materiales, etc, también podían reflejar sus observaciones y sugerencias. Los resultados de las encuestas se pueden encontrar en el apartado de seguimiento en la web del antiguo máster:

<http://gac.des.udc.es/~pglez/master/seguimiento.php>

También se ha utilizado una encuesta que se realizó en mayo de 2014 a los egresados del Máster en Computación de Altas Prestaciones en los cuatro cursos anteriores, cuyos resultados se pueden consultar en la web del máster:

[http://gac.des.udc.es/~pglez/master/seguimiento/resultados\\_encuesta\\_egresados.pdf](http://gac.des.udc.es/~pglez/master/seguimiento/resultados_encuesta_egresados.pdf),

dónde se les preguntaba explícitamente si en su actividad posterior al Máster habían

necesitado nuevos conocimientos que ellos consideraban que debían incluirse en el plan de estudios.

A la hora de elaborar el plan de estudios, se han mantenido reuniones con todo el equipo docente. Ellos han sido los encargados de planificar las fichas de sus materias y posteriormente estudiar las relaciones y dependencias con las de las demás materias. Debemos recordar que esta propuesta no parte de cero, sino que proviene de un antiguo Máster en Computación de Altas Prestaciones, por lo que una parte importante del equipo docente cuenta con una experiencia previa en la titulación que, creemos, avala la solvencia de la propuesta.

Finalmente, se han mantenido reuniones con egresados del antiguo máster, algunos de los cuales se encuentran actualmente realizando su tesis doctoral en los grupos implicados en esta propuesta de máster. En estas reuniones se han recogido sugerencias y opiniones sobre el nuevo plan de estudios que se plantea.

#### **2.4. Descripción de los procedimientos de consulta externos utilizados para la elaboración del título**

Durante la elaboración de esta memoria se han mantenido estrechos contactos con la “École internationale des sciences du traitement de l’information” (EISTI) de Francia, cuya intención futura es establecer un convenio de doble titulación con el máster. Dos miembros de la EISTI han participado en algunas de las discusiones sobre la definición de competencias y contenidos, y la planificación de los estudios. Se adjunta una carta de interés y apoyo de dicha institución. En esta carta adjunta se indica explícitamente el compromiso del establecimiento del convenio de doble titulación en caso de que la propuesta que presentamos se verifique.

Durante los días 14 a 17 de mayo de 2017, se ha celebrado en Madrid el reconocido congreso internacional CCGRID (IEEE/ACM International Symposium on Cluster, Cloud and Grid Computing). Este congreso, de referencia en el Área de Arquitectura y Tecnología de Computadores, supone un encuentro de numerosos investigadores relacionados con la Computación de Altas Prestaciones y en concreto con los contenidos impartidos en la propuesta de máster que se presenta. La asistencia al congreso de profesores de reconocido prestigio en el área, así como la participación en el congreso de la coordinadora del máster por la UDC, nos ha brindado la oportunidad de debatir con ellos aspectos relacionados con la planificación del máster y recibir sugerencias que han contribuido a mejorar la propuesta.

La participación de miembros de la Comisión Redactora del Plan de Estudios en el comité de dirección de la Sociedad SARTECO (Sociedad de Arquitectura y Tecnología de Computadores), también nos ha permitido mantener contacto con sus miembros y debatir con ellos el plan de estudios, en concreto los contenidos y competencias, de la titulación que proponemos. Se adjunta una carta de interés y apoyo del comité de dirección de SARTECO.

Finalmente, se han realizado consultas con las empresas que han colaborado con el anterior Máster en Computación de Altas Prestaciones y que han manifestado su interés en mantener la colaboración en esta nueva propuesta, y también con nuevas empresas del entorno socioeconómico interesadas en la formación que se impartirá en esta nueva titulación. Los representantes de estas empresas han tenido ocasión de comentar sus impresiones sobre la propuesta del plan de estudios y de realizar sugerencias que se han incorporado al mismo. A comienzos del mes de mayo el CESGA presentó a las mismas

una primera propuesta de contenidos y estructura del máster. Las empresas realizaron propuestas entre las que figuraban:

- incluir más contenidos en la materia de “Infraestructuras de Altas Prestaciones”, que pasó de una propuesta inicial de 3 ECTS a 6 ECTS;
- incluir una materia con contenidos en análisis de datos a gran escala, que supuso la propuesta de la materia de “Análisis de Datos con HPC”, optativa de 6 ECTS;
- incluir una materia de prácticas en empresas, que inicialmente proponían de 12 ECTS optativos pero que finalmente tuvo que reducirse a 6 ECTS, con el acuerdo de que, en aquellos casos que fuese pertinente, y siguiendo el reglamento que se establezca para la realización de los trabajos fin de máster, las empresas podrán plantear trabajos fin de máster que continúen el aprendizaje comenzado en la materia de prácticas;
- al reducir el número de créditos de prácticas en empresas, estas propusieron que se considerase la posibilidad de que la materia fuese obligatoria y no optativa;
- además, todas mostraron su interés en participar activamente en la materia de taller de proyectos, aportando su experiencia en el campo de las aplicaciones.

Como evidencia de los contactos mantenidos con las empresas se adjuntan las cartas de apoyo al máster propuesto emitidas por: HPCnow, HP, IBM, Atos y Gompute.

D. Javier García Tobío, con DNI 34.597.199-R, en su calidad de Director Gerente de la Fundación Pública Gallega Centro Tecnológico de Supercomputación de Galicia (CESGA)

## MANIFIESTA

el **apoyo** de CESGA a la puesta en marcha del **Máster en Computación de Altas Prestaciones (High Performance Computing)**, organizado por las Universidades de A Coruña y Santiago de Compostela.

Desde CESGA conocemos muy directamente la capacidad y la experiencia de los grupos involucrados en la organización del máster y ya hemos participado muy activamente en las ediciones anteriores del mismo. La creación en Galicia de un polo de conocimiento entorno al área de Computación de Altas Prestaciones y Supercomputación es uno de los objetivos de CESGA y está alineada con sus intereses estratégicos. De hecho CESGA recoge en su plan estratégico la promoción y participación en dicho máster como medio de asegurarse la existencia de investigadores y profesionales altamente cualificados, en Galicia, que se incorporen a los puestos de trabajo que regularmente CESGA necesita cubrir para desarrollar los proyectos en que participa, así como para que estos profesionales se incorporen al tejido productivo para favorecer la utilización de técnicas avanzadas en la empresas de nuestra comunidad.

CESGA contribuirá a la ejecución del máster con las siguientes aportaciones:

- Participará en las comisiones técnicas del máster, colaborando en el diseño y seguimiento del plan de estudios, aportando para ello la experiencia del Centro.
- Aportará docentes para sesiones específicas sobre temáticas afines a la actividad del CESGA.
- Dará acceso a los estudiantes del máster a las infraestructuras de Computación existentes en CESGA durante la duración de sus estudios, favoreciendo el desarrollo de los Proyectos de Fin de Máster.
- Coordinará la participación de empresas del mundo del HPC en actividades del máster.
- Organizará conferencias sobre temáticas de actualidad en el mundo de la Computación HPC.
- Acogerá estudiantes en prácticas.
- Propondrá temáticas y codirigirá Proyectos de Fin de Máster.
- Participará en la evaluación de los Proyectos de Fin de Máster
- Proporcionará soporte de herramientas colaborativas para optimizar la ejecución del máster para participantes remotos.
- Facilitará acceso a recursos de las Redes Española y Europea de Supercomputación, RES y PRACE.

Las actividades anteriores, ya realizadas en su mayoría en las etapas anteriores del máster, ponen de manifiesto el **compromiso** de CESGA en la buena ejecución del mismo.

La experiencia acumulada en docencia, investigación y en transferencia de tecnología a la industria, y la existencia de formidables infraestructuras en el Centro de Supercomputación de Galicia (CESGA), no dejan lugar a duda en cuanto al éxito de la iniciativa que se presenta.

Por todo ello, queremos ofrecer nuestro apoyo a la iniciativa presentada para la implantación de un Máster en Computación de Altas Prestaciones en nuestra comunidad.

Y para que así conste, firmo el presente, en Santiago de Compostela, a 10 de octubre de 2017.



Javier García Tobío  
Director Gerente

Pau, June 8<sup>th</sup> 2017

To whom it may concern.

With this letter we would like to express our endorsement of the *Master Universitario en Computación de Altas Prestaciones / High Performance Computing*, jointly proposed by the *FIC-Facultade de Informática da Coruña* (School of Computer Science) at the University of A Coruña and by *ETSE* (School of Engineering) at the University of Santiago de Compostela.

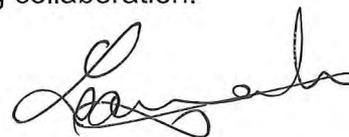
The last year of our Engineering course at EISTI is option-based, which means that our students must choose an option, or specialty, according to their preferences and their branch (either Maths or Informatics). Our campus at Pau is going to release the IMSI option (*Ingénierie Mathématique et Simulation Informatique* – Mathematics Engineering and Informatics Simulation). This specialisation aims to train our future engineers in the mathematical aspects of computer simulations in a HPC (High Performance Computing) environment.

In this context, EISTI teachers have a broad knowledge in Maths and in Computer Sciences. We require, however, pedagogical resources in a more specialised domain such as HPC. The proposed *Master Universitario en Computación de Altas Prestaciones* would bring about an excellent opportunity to collaborate with the universities of Santiago de Compostela and A Coruña. We strongly believe that the expertise of the FIC and ETSE teaching staff would be an asset to provide our students with a high-quality education in such a multidisciplinary field. Similarly, we believe that some students from the Spanish master could be attracted by the subjects taught at IMSI as well as by the perspective of obtaining a French Engineering title.

EISTI already holds double degree agreements with universities across Europe, the United Kingdom, the United States, China and Japan. Should the *Master Universitario en Computación de Altas Prestaciones* be supported by the Galician academic authorities, EISTI would be willing to establish a double degree agreement with these two Galician universities.

We are looking forward to establishing a long-lasting collaboration.

Yours sincerely,



Laurence Lamoulié  
Director of EISTI Pau campus

**Campus de Cergy**

Avenue du Parc  
95000 Cergy Cedex  
Tél : 01 34 25 10 10  
Fax : 01 34 25 10 00  
E-mail : [administration-cergy@eisti.eu](mailto:administration-cergy@eisti.eu)  
SIRET : 328 581 582 00025

**Campus de Pau**

2 bd Lucien Favre CS 77563  
64075 Pau Cedex  
Tél : 05 59 05 90 90  
Fax : 05 59 30 53  
E-mail : [administration-pau@eisti.eu](mailto:administration-pau@eisti.eu)  
SIRET : 328 581 582 00041



Secretaría:

Facultad de Informática - UCM  
C/ Prof. José García Santesmases s/n  
28040 – Madrid  
e-mail: [secretario@sarteco.org](mailto:secretario@sarteco.org)  
Tfnos: (+34) 913 944 378/625  
Fax: (+34) 913 944 687

D<sup>a</sup>. Inmaculada García Fernández, Catedrática de Universidad en la Universidad de Málaga, y presidenta de SARTECO (Sociedad de Arquitectura y Tecnología de Computadores), ha sido invitada por la comisión redactora a analizar y valorar la propuesta que ha elaborado como título de *Máster Universitario en Computación de Altas Prestaciones / High Performance Computing por la Universidad de A Coruña y la Universidad de Santiago de Compostela*. Dicha propuesta ha sido valorada por la Junta directiva de SARTECO y como consecuencia de dicha valoración

DECLARO

nuestro apoyo al proyecto de título de *Máster Universitario en Computación de Altas Prestaciones / High Performance Computing por la Universidad de A Coruña y la Universidad de Santiago de Compostela*, por considerarlo de especial relevancia para la Comunidad Autónoma de Galicia en cuanto a sus objetivos. Además, consideramos que el plan de estudios que se propone es coherente con los objetivos del programa formativo.

Para que así conste a los efectos oportunos.

Firmado: Inmaculada García Fernández

Presidenta de SARTECO

Málaga, 1 de Junio de 2017

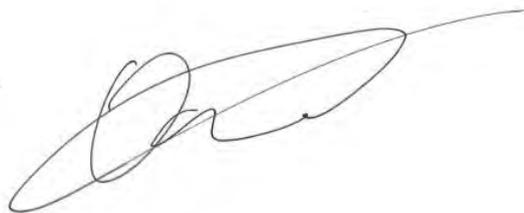
31 de mayo 2017

D. David Tur, como administrador único HPCNow!, invitado a participar en una reunión de trabajo de la comisión redactora del título de Máster en Computación de Altas Prestaciones por la Universidade da Coruña y la Universidade de Santiago de Compostela,

**DECLARO**

el apoyo de HPCNow! al proyecto de título de Máster en Computación de Altas Prestaciones por la Universidade da Coruña y por la Universidade de Santiago de Compostela, por considerarlo de especial relevancia para la Comunidad Autónoma de Galicia en cuanto a sus objetivos. Además, considero que el plan de estudios que se propone es coherente con los objetivos del programa formativo.

Para que así conste a los efectos oportunos.

**David Tur****E-mail: david.tur@hpcnow.com****Tel: +34 931640488**

NIF: B65897605  
Sant Joan de Malta 29, B 1ª 08018 Barcelona, Spain



**Hewlett Packard  
Enterprise**

Hewlett-Packard Servicios España, S.L.  
C/ Vicente Aleixandre, 1  
Parque Empresarial Las Rozas  
28232 Las Rozas (Madrid)  
Apartado de Correos 68

En Las Rozas Madrid, 29 de Mayo de 2017

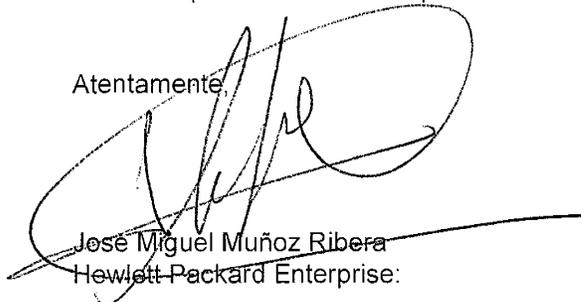
D. José Miguel Muñoz, con DNI 01115237J, como Director Comercial de Hewlett Packard Enterprise:

Desea confirmar el apoyo de esta empresa a la puesta en marcha del Máster en Computación de Altas Prestaciones, organizado por las Universidades de A Coruña y Santiago de Compostela.

Desde HPE conocemos muy directamente la capacidad y la experiencia de los grupos involucrados en la organización del máster.

Por todo ello, manifestamos que esa iniciativa le parece altamente positiva y tendrá un efecto muy favorable en la capacitación de los futuros titulados y en la aportación de sus capacidades en las empresas de nuestra comunidad.

Atentamente,



José Miguel Muñoz Ribera  
Hewlett Packard Enterprise:

Verificable en <https://sede.educacion.gob.es/cid> y en Carpeta Ciudadana (<https://sede.administracion.gob.es>)  
CSV: 286740518437810265026128



*International Business Machines, S.A.  
c/ Santa Hortensia, 26-28 - 28002 Madrid  
Apartado 179  
Tel.: 901 300 000  
Fax: 91 519 39 87  
Internet: <http://www.ibm.com/es>*

Madrid, 29 de mayo de 2017

**CESGA**  
**Avenida de Vigo, s/n -Campus Vida**  
**15705 Santiago de Compostela - A Coruña**

Estimados Sres.

D. Daniel Navas-Parejo Alonso, con DNI nº 02664454-L, con cargo de Director de Ventas de Sector Público, en representación de la empresa International Business Machines, S. A., con CIF nº A-28010791, y domicilio en Madrid, calle Santa Hortensia, 26-38:

Desea confirmar el apoyo de IBM a la puesta en marcha del Máster en Computación de Altas Prestaciones, organizado por las Universidades de A Coruña y Santiago de Compostela.

Desde IBM conocemos muy directamente la capacidad y la experiencia de los grupos involucrados en la organización del máster.

Por todo ello, IBM manifiesta que esta iniciativa le parece altamente positiva y tendrá un efecto muy favorable en la capacitación de los futuros titulados y en la aportación de sus capacidades para las empresas de la Comunidad Autónoma de Galicia.

Asimismo queremos destacar que la presente carta no constituye obligación alguna de carácter económico por parte de IBM.

En Madrid, a 29 de mayo de 2017

  
*International Business Machines, S.A.  
Daniel Navas-Parejo Alonso  
CIF A28-010791*

Fdo.: D. Daniel Navas-Parejo Alonso

FECHA: 26 de Mayo de 2017

D. Oscar de Bustos Martín, con NIF 50094584D, como Director de HPC de ATOS IT Solutions and Services Iberia, S.L. (ATOS) con CIF: B85908093, C/Albarracín 25, Madrid 28037.

**EXPONE**

Desde hace más de 10 años, conocemos muy directamente la capacidad y la experiencia de los grupos involucrados en la organización del Máster en Computación de Altas Prestaciones, organizado por las Universidades de A Coruña y Santiago de Compostela

Es por ello, que ATOS manifiesta que esa iniciativa le parece altamente positiva y tendrá un efecto muy favorable en la capacitación de los futuros titulados y en la aportación de sus capacidades en las empresas de nuestra comunidad.

**MANIFIESTA**

Confirmar el apoyo de nuestra empresa a la puesta en marcha del Máster en Computación de Altas Prestaciones.

La experiencia acumulada en docencia, investigación y en transferencia de tecnología a la industria, y la existencia de formidables infraestructuras en el Centro de Supercomputación de Galicia (CESGA), no dejan lugar a duda en cuanto al éxito de la iniciativa que se presenta.

**EXPRESA**

Su compromiso con dicha iniciativa, y por todo ello, queremos tender la mano y ofrecer nuestro apoyo a la iniciativa presentada para la implantación de un Máster en Computación de Altas Prestaciones en nuestra comunidad.

Para que así conste a los efectos oportunos, firma la presente



D. Oscar de Bustos Martín

Director de HPC de ATOS

oscar.debustos@atos.net



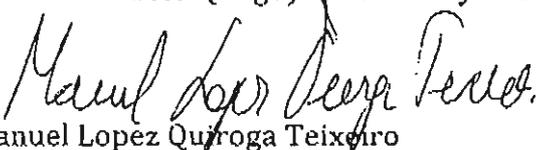
D. Manuel Lopez Quiroga Teixeira Director de I+D en Gompute S.L.U., invitado a participar en una reunión de trabajo de la comisión redactora del título de Máster en Computación de Altas Prestaciones por la Universidade da Coruña y la Universidade de Santiago de Compostela,

DECLARO

el apoyo de Gompute S.L.U. al proyecto de título de *Máster en Computación de Altas Prestaciones por la Universidade da Coruña y por la Universidade de Santiago de Compostela*, por considerarlo de especial relevancia para la Comunidad Autónoma de Galicia en cuanto a sus objetivos. Además, considero que el plan de estudios que se propone es coherente con los objetivos del programa formativo.

Para que así conste a los efectos oportunos.

Firmado en Friol (Lugo) el 2017 Mayo 26

  
Manuel Lopez Quiroga Teixeira

### 3 Competencias

#### 3.1 Competencias Básicas y Generales

**Código:**                    **Competencia:**

CG1	Ser capaz de buscar y seleccionar la información útil necesaria para resolver problemas complejos, manejando con soltura las fuentes bibliográficas del campo
CG2	Elaborar adecuadamente y con cierta originalidad composiciones escritas o argumentos motivados, redactar planes, proyectos de trabajo, artículos científicos y formular hipótesis razonables.
CG3	Ser capaz de mantener y extender planteamientos teóricos fundados para permitir la introducción y explotación de tecnologías nuevas y avanzadas en el campo
CG4	Ser capaz de planificar y realizar tareas de investigación, desarrollo e innovación en ámbitos relacionados con la computación de altas prestaciones
CG5	Ser capaz de trabajar en equipo, especialmente de carácter multidisciplinar, y ser hábiles en la gestión del tiempo, personas y toma de decisiones.
CG6	Ser capaz de comprender y expresar en lengua inglesa, tanto de forma oral como escrita, información, ideas, conocimientos, problemas y soluciones en el ámbito HPC

### 3.2 Competencias Transversales

**Código:**                      **Competencia:**

CT1	Utilizar las herramientas básicas de las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) necesarias para el ejercicio de su profesión y para el aprendizaje a lo largo de su vida
CT2	Estimular la capacidad para trabajar en equipos interdisciplinarios o transdisciplinarios, para ofrecer propuestas que contribuyan a un desarrollo sostenible ambiental, económico, político y social
CT3	Capacidad de gestionar tiempos y recursos: desarrollar planes, priorizar actividades, identificar las críticas, establecer plazos y cumplirlos
CT4	Valorar la importancia que tiene la investigación, la innovación y el desarrollo tecnológico en el avance socioeconómico y cultural de la sociedad
CT5	Entender la importancia de la cultura emprendedora y conocer los medios al alcance de las personas emprendedoras

### 3.3 Competencias Específicas

**Código:**                      **Competencia:**

CE1	Definir, evaluar y seleccionar la arquitectura y el software más adecuado para la resolución de un problema
CE2	Analizar y mejorar el rendimiento de una arquitectura o un software dado
CE3	Conocer los conceptos y las técnicas básicas de la computación de altas prestaciones
CE4	Profundizar en el conocimiento de herramientas de programación y diferentes lenguajes en el campo de la computación de altas prestaciones
CE5	Analizar, diseñar e implementar algoritmos y aplicaciones paralelas eficientes
CE6	Conocer las tecnologías y herramientas disponibles para la computación en sistemas distribuidos sobre una red
CE8	Ser capaz de aplicar los conocimientos, capacidades y aptitudes adquiridas a la realidad empresarial y profesional, planificando, gestionando y evaluando proyectos en el campo de la computación de altas prestaciones.
CE9	Ser capaz de plantear, modelar y resolver problemas que necesitan de técnicas de computación de altas prestaciones
CE7	Conocer las arquitecturas emergentes en el campo de la supercomputación

## 4 Acceso y Admisión de Estudiantes

### 4.1 Sistemas de Información Previo

 A continuación se incluye el archivo PDF correspondiente.

## 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

Se utilizarán los procedimientos de información y acogida utilizados habitualmente por las Universidades de A Coruña y Santiago de Compostela para todos sus estudios. Adicionalmente, se utilizará: información multimedia (web, portales, videos), información documental e impresa, jornadas e información personalizada.

Tanto la UDC como la USC cuentan con un Vicerrectorado responsable de la oferta de titulaciones oficiales (grado, máster, programas de doctorado) y se encarga de su promoción y publicidad con la colaboración de otros vicerrectorados y servicios.

Por parte de la UDC, el Servicio de Asesoramiento y Promoción del Estudiante (SAPE) y la Guía del Estudiantado, con los sitios web <http://www.udc.es/sape/> y <http://www.udc.es/estudiantes>, difunden información acerca de la oferta de la universidad, el proceso de matrícula y en general orientan en cuanto les resulta de interés a los posibles alumnos. Los estudiantes podrán encontrar la información concreta sobre los estudios de máster en el siguiente enlace de la UDC: <http://estudios.udc.es/es/degrees>, y de la USC: <http://www.usc.es/gl/titulacions/pop>, <http://www.usc.es/master> y <http://www.usc.es/masteres>.

La información relativa a la admisión y matrícula en los másteres se puede obtener a través de la página web de la UDC: <http://www.udc.es/matricula/>, y de la USC <http://www.usc.es/es/servizos/oiu/acce.html>, las cuales se mantienen constantemente actualizadas. Asimismo, en las dos universidades se elaboran carteles y folletos de difusión de la oferta de másteres oficiales, y de los plazos de admisión y de matrícula. Además, se responde a consultas a través de la Oficina de Información Universitaria (OiU) <http://www.usc.es/es/servizos/oiu> y de las direcciones de información de los propios másteres. En las dos universidades, los centros exponen carteles informativos con los plazos de admisión y matrícula.

Además, las dos universidades participan anualmente en ferias y exposiciones acerca de la oferta docente de Universidades y Centros de Enseñanza Superior, tanto a nivel local como nacional (Aula) e internacional (NAFSA, ACTFL en Estados Unidos, y especialmente Europosgrado en Latinoamérica), para promocionar su oferta de estudios.

Los estudiantes del último año de licenciaturas/diplomaturas/grados reciben información de la oferta de títulos de máster durante el verano del año en que culminan esos estudios. Pero más específicamente, los coordinadores en cada una de las universidades organizarán una sesión informativa en sus centros en el mes de mayo, destinada especialmente (aunque no exclusivamente) a los estudiantes de último curso de grado que puedan estar interesados en continuar sus estudios en este máster.

Una vez matriculados los alumnos recibirán un correo electrónico con toda la información necesaria para poder acceder a la plataforma virtual, que facilita en un primer momento el acceso a la información relevante de acogida y orientación para los estudiantes de nuevo ingreso. Los estudiantes de la modalidad a distancia recibirán adicionalmente información sobre las herramientas específicas que usarán para poder conectarse en remoto a las videoconferencias, o cualquier otra información que fuese necesaria para el acceso a los recursos propios de esta modalidad.

Las dos universidades realizan, al inicio de cada curso académico, jornadas de acogida

organizadas por los Vicerrectorados con competencias en asuntos estudiantiles. Estas jornadas tienen por objeto presentar a los nuevos estudiantes las posibilidades, recursos y servicios que les ofrece la universidad. Los centros implicados en este máster, por su parte, recibirán en una jornada de acogida a los nuevos estudiantes el primer día de clase. En ella se les ofrecerá una presentación del equipo docente, las aulas, la biblioteca, los servicios administrativos y la organización académica del centro. Esta jornada de acogida se realizará en un aula del máster y se transmitirá por videoconferencia, además de realizarse la grabación de la misma, de forma que los alumnos que cursen el máster en la modalidad a distancia puedan también asistir a la misma (e incluso participar activamente en ella) o visionarla posteriormente. Adicionalmente los coordinadores de la titulación organizarán un foro en la plataforma docente virtual en el que se explicará el funcionamiento de la titulación y donde los alumnos, tanto de modalidad presencial como a distancia, podrán consultar las dudas que les surjan.

Además de estos canales de difusión, el máster dispondrá en todo momento de una página web con información detallada del máster siguiendo los criterios y recomendaciones de la ANECA. Este portal web mantendrá la información completa sobre el programa, el profesorado, la metodología docente, los procesos administrativos, el calendario, los procesos de sugerencias y reclamaciones, los eventos relacionados o la información sobre empleo y becas. A modo de ejemplo se puede consultar la web del antiguo Máster en Computación de Altas Prestaciones por la USC y la UDC (<http://gac.des.udc.es/master>). La nueva página web tendrá un acceso directo desde la web de los centros donde se impartirá el título: la Facultad de Informática en la UDC (<http://www.fic.udc.es>) y la Escuela Técnica Superior de Ingeniería en la USC (<http://www.usc.es/etse/>).

La coordinación del máster también usará diferentes redes sociales para la comunicación con todos los grupos de interés. Inicialmente estas redes sociales serán Twitter, que permitirá una comunicación rápida de las novedades y la difusión de noticias de interés relacionadas con la titulación y sus contenidos; y LinkedIn, que permitirá además un seguimiento de los egresados y facilitará el estudio posterior de su inserción laboral.

## 4.2 Requisitos de Acceso y Criterios de Admisión

### ¿Cumple requisitos de acceso según legislación vigente?

#### Criterios de admisión

El artículo 18 del Real Decreto 822/2021, de 28 de septiembre, establece que para acceder a las enseñanzas oficiales de 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 por la universidad de que aquellos acreditan un nivel de formación equivalente a los correspondientes títulos universitarios oficiales españoles 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 de máster.

El sistema de admisión del alumnado se realizará de acuerdo con los criterios y procedimientos establecidos en cada una de las universidades, siempre siguiendo los principios de objetividad, imparcialidad, mérito y capacidad.

Las competencias en materia de admisión en cada universidad son responsabilidad de:

- La Comisión de Selección y Admisión de Estudiantes de la UDC, que tendrá la composición y funciones determinadas en la Normativa de Gestión Académica del correspondiente curso académico, que en este momento establece que estará constituida por el coordinador del máster en la UDC, que presidirá la comisión, el administrador del centro que custodiará la documentación recibida y tres profesores de la UDC con docencia en el máster.
- La Comisión Académica del máster en la USC, tal como se establece en la normativa de la USC (<http://www.usc.es/export/sites/default/gl/normativa/descargas/rrdesreguestudosposgrao.pdf>)

Estas comisiones actuarán coordinadas en todo momento por la Comisión Académica Interuniversitaria (CAI) del máster, que estará constituida por representantes de las dos universidades y del CESGA.

En relación a las plazas ofertadas (25) y las modalidades para cursar la titulación (presencial/a distancia) se establece una oferta de 15 plazas destinadas a la modalidad presencial y 10 para la modalidad a distancia. En concreto, en la UDC se ofrecerán 8 plazas destinadas a la modalidad presencial y 5 a la modalidad a distancia, mientras que en la USC serán 7 plazas destinadas a la modalidad presencial y 5 a la modalidad a distancia. No obstante, de existir plazas vacantes en una de las modalidades, podrían cubrirse con estudiantes de la otra modalidad.

El alumno que solicite la matrícula en la modalidad a distancia tendrá que firmar un documento donde declara poseer o tener acceso a un equipo informático adecuado para las especificaciones del programa, así como la correspondiente conexión a Internet para poder seguir el máster a distancia, y mantenerlo durante toda la duración del curso en el que se está matriculando.

A la hora de establecer los criterios de admisión se tendrá en cuenta lo establecido en el artículo 18 del Real Decreto 822/2021, de 28 de septiembre.

Los estudiantes que quieran ser admitidos en el Máster en Computación de Altas Prestaciones deberán estar en posesión de un Grado en Ingeniería Informática, o de un título en Ingeniería (Superior o Técnica) en Informática, un título en Ingeniería (Superior, Técnica o Grado) en los ámbitos de telecomunicaciones, electrónica o industriales, o una Licenciatura o Grado en Física o Matemáticas. También podrán ser admitidos en el Máster estudiantes cuyos títulos universitarios correspondan a campos relacionados con los indicados, en particular otras ingenierías, licenciaturas o grados en cualquier área de ciencias.

Los criterios de admisión se basarán en los siguientes aspectos:

- Adecuación de la titulación de acceso a los contenidos del máster
- Expediente académico
- Otros méritos relacionados con el ámbito de las TIC (experiencia laboral, formación extracurricular, publicaciones, participación en actividades relacionadas con el ámbito HPC, etc.)

El primero de los criterios es excluyente, de modo que los candidatos para los que se establezca la no adecuación del título de acceso quedarán excluidos. Para el resto, el expediente académico tendrá un peso máximo del 70% del total, y los otros méritos un peso máximo del 30%. Los criterios concretos para cada curso académico serán establecidos y publicados con anterioridad al comienzo de los períodos de preinscripción y matrícula.

Aunque no se asumen conocimientos previos en computación de altas prestaciones, si se recomienda que los solicitantes tengan competencias en alguno o varios de los siguientes lenguajes de programación: Java, C++, C o Fortran.

Además, será necesario acreditar unos conocimientos mínimos de inglés correspondientes al nivel B1 del marco común europeo de referencia. En el caso de que el estudiante, de forma excepcional, no pueda acreditarlo en el momento de la solicitud de admisión, o incluso de la matrícula, podrá acreditarlo posteriormente pero siempre antes de la obtención del título.

No se prevén complementos formativos para adquirir estos conocimientos básicos previos.

### 4.3 Apoyo a Estudiantes

El procedimiento de apoyo y orientación de los estudiantes en el Máster en Computación de Altas Prestaciones se establece en dos momentos diferenciados en función de la situación de la persona a la que va dirigido:

- 1.- El procedimiento de apoyo y orientación a los solicitantes interesados, en proceso de matrícula y al inicio del Máster
- 2.- El procedimiento de apoyo y orientación general del Máster

En el primer caso, durante el proceso de matrícula y al comienzo del Máster, serán los coordinadores de la titulación en cada universidad los encargados de facilitar toda la información que los alumnos necesiten de tipo académico, y orientarlos y asesorarlos en aspectos como las materias de las que matricularse y la planificación del esfuerzo, especialmente en el caso de alumnos que deseen matricularse a tiempo parcial y aquellos que decidan cursar el máster en la modalidad a distancia. Además, cada universidad cuenta con una sección administrativa específica que facilita la matriculación de los alumnos (especialmente los extranjeros) recordando la documentación requerida y los plazos dispuestos.

En el segundo caso, una vez matriculados en el Máster, el sistema de apoyo y orientación de los estudiantes constará de las siguientes acciones:

- 1.- Una vez matriculados los alumnos recibirán un correo electrónico con toda la información necesaria para poder acceder a la plataforma virtual, que facilita en un primer momento el acceso a la información relevante de acogida y orientación para los estudiantes de nuevo ingreso. Los estudiantes de la modalidad a distancia recibirán adicionalmente información sobre las herramientas específicas que usarán para poder conectarse en remoto a las videoconferencias, o cualquier otra información que fuese necesaria para el acceso a los recursos propios de esta modalidad.

- 2.- Jornada de Acogida: al inicio de cada curso académico, antes del comienzo de las clases, se organizará una jornada de acogida a los nuevos estudiantes. En ella se les ofrecerá una presentación del equipo docente, las aulas y la organización académica del máster. Se pretende exponer en esta jornada información adicional y complementaria a la ya expuesta en los procesos previos de difusión y de orientación previa a la matriculación. Se expondrán, asimismo, los planes de tutela que se detallan en el siguiente punto. Parte de esta jornada de acogida se realizará en un aula y se transmitirá por videoconferencia, además de realizarse la grabación de la misma, de forma que los alumnos que cursen el máster en la modalidad a distancia puedan también asistir a la misma o visionarla posteriormente. Adicionalmente los coordinadores de la titulación organizarán un foro en la plataforma docente virtual en el que se explicará el funcionamiento de la titulación y donde los alumnos, tanto de modalidad presencial como a distancia, también podrán formular las dudas que les surjan.

- 3.- Proceso de Tutela: existirá un sistema de tutorías por el que todos los alumnos contarán con un docente que hará las labores de tutor personal. La lista de los tutores asignados a cada alumno matriculado se elaborará una vez cerrado el proceso de matriculación, y será aprobada por la Comisión Académica Interuniversitaria (CAI) del máster. Estará disponible para su consulta en los medios de difusión que tiene a su disposición la organización del máster. Las funciones del tutor serán las de atender las consultas del alumno, orientarle en aquellos temas que precise y apoyar en el desarrollo de su actividad académica. Además, orientará al alumno en aquellos aspectos que puedan serle de utilidad para que, en el momento de realizar el Trabajo Fin de Máster, pueda disponer de una visión amplia y adecuada del enfoque académico del mismo. Además, el coordinador del máster será un referente tanto para el tutor personal como para el alumno. Se dará continuidad al proceso de tutorización de los estudiantes durante todos los estudios, incluyendo orientación para la posterior realización de la tesis doctoral, y eventualmente la incorporación a la vida laboral o estudios posteriores. En la modalidad a distancia, se realizarán reuniones en presencialidad virtual a través de la plataforma virtual aulaCESGA entre los tutores personales y los alumnos con la misma periodicidad que en el caso de la modalidad presencial. Adicionalmente, diversas herramientas de soporte no presencial se podrán utilizar para facilitar esta labor, muy especialmente (aunque no exclusivamente) para aquellos alumnos que cursen los estudios en la modalidad virtual.

- 4.- Orientación Profesional: cada año, antes de la finalización del segundo cuatrimestre lectivo, el CESGA organizará una jornada-taller con la participación, entre otras, de las empresas colaboradoras con el Máster. Durante esta jornada los alumnos tendrán la oportunidad de charlar con responsables de equipos I+D+i en empresas del sector con necesidades en computación de altas prestaciones, con el objetivo de ofrecer una visión de las empresas sobre HPC, la visión del futuro del HPC y de las arquitecturas de computación que tienen estas empresas, y proporcionarles ejemplos de proyectos que las empresas tienen en marcha. Se facilitará la participación a los alumnos que sigan el máster en la modalidad a distancia gracias al uso de la videoconferencia durante las charlas.

- 5.- Se informará y orientará a los alumnos sobre acciones de dinamización sociocultural de los estudiantes y programas de soporte personal al estudiante (ayudas al estudio, movilidad asesoramiento pedagógico, gestión de becas, etc.) que organicen los servicios que las universidades ofrecen en materia de apoyo y orientación a los estudiantes.

- En el caso de la UDC estos servicios son, entre otros, el Centro Universitario de Formación e Innovación Educativa (CUFIE: <http://www.udc.es/cufie>), el Observatorio Ocupacional (<http://www.observatorio.udc.es/>), el Aula de Formación Informática (AFI: <http://www.udc.es/afi/>), el Centro de Lenguas (<http://www.udc.es/centrodelenguas/>), el Servicio de Normalización Lingüística (<http://www.udc.es/snl/>) o el Servicio de Asesoramiento y Promoción Estudiante (SAPE: <http://www.udc.es/sape>).

- En el caso de la USC se cuenta, entre otros, con el Centro de Tecnologías para el aprendizaje (CeTA: <http://www.usc.es/ceta/>), los Servicios de Apoyo al Emprendimiento y al Empleo (SAEE: <http://www.usc.es/es/servizos/saee>), la Red de Aulas de Informática (RAI: <http://www.usc.es/es/servizos/atic/rai>), el Centro de Lenguas Modernas (CLM: <http://www.usc.es/es/servizos/clm>), y el Servicio de Normalización Lingüística (SLN: <http://www.usc.es/snl>).

6.- Finalmente, se informará y orientará a los alumnos sobre acciones de atención a la diversidad en cada una de las universidades:

- En el caso de la UDC existe la Unidad de Atención a la Diversidad (ADI: <http://www.udc.gal/cufie/ADI>, que atiende a los miembros de la comunidad universitaria con discapacidad y otras necesidades específicas y facilita la plena integración del alumnado, profesorado y PAS que experimentan dificultades fruto de sus necesidades especiales.

- En el caso de la USC existe el Servicio de Participación e Integración Universitaria (SEPIU: <http://www.usc.es/gl/servizos/sepiu/integracion.html>) para la integración de personas con discapacidad o con necesidades especiales.

## 4.4 Sistema de transferencia y reconocimiento de créditos

### Reconocimiento de Créditos

	Mínimo	Máximo
Cursados en Enseñanzas Superiores Oficiales No Universitarias	0	0
Cursados en Títulos Propios	0	0
Cursados por Acreditación de Experiencia Laboral y Profesional	0	9

### Sistema de transferencia y reconocimiento de créditos

La dimensión de las materias se ha realizado de acuerdo a créditos ECTS, tal como se establece en el Real Decreto 822/2021. Estrechamente relacionado con esto se encuentra el número de materias a cursar en paralelo.

Las dos universidades, UDC y USC, cuentan con una ¿Normativa de transferencia y reconocimiento de créditos para titulaciones adaptadas al Espacio Europeo de Educación Superior¿, de cuya aplicación son responsables los Vicerrectorados con competencias en oferta docente y la Secretaría General con los Servicios de ellos dependientes.

Esta normativa cumple lo establecido en el RD 822/2021 y tiene como principios, de acuerdo con la legislación vigente:

- Un sistema de reconocimiento basado en créditos (no en materias) y en la acreditación de competencias.
- La posibilidad de establecer, con carácter previo a la solicitud de los estudiantes, tablas de reconocimiento globales entre titulaciones, que permitan una rápida resolución de las peticiones sin necesidad de informes técnicos para cada solicitud y materia.
- La posibilidad de especificar estudios extranjeros susceptibles de ser reconocidos como equivalentes para el acceso al grado o al postgrado, determinando los estudios que se reconocen y las competencias pendientes de superar.
- La posibilidad de reconocer estudios no universitarios y competencias profesionales acreditadas.

Estas normativas están accesible públicamente a través de la web de las distintas universidades, en los enlaces:

UDC: [http://www.udc.gal/export/sites/udc/normativa/\\_galeria\\_down/academica/Norm\\_tceees\\_adaptada\\_e.pdf](http://www.udc.gal/export/sites/udc/normativa/_galeria_down/academica/Norm_tceees_adaptada_e.pdf)

USC: [http://www.usc.es/gl/servizos/sxopra/0321\\_masters\\_normativa.html#transferencia](http://www.usc.es/gl/servizos/sxopra/0321_masters_normativa.html#transferencia)

Siguiendo estas normativas todos los créditos obtenidos por el estudiante, ya sean transferidos, reconocidos o superados para la obtención del título, serán incluidos en su expediente académico y reflejados en el Suplemento Europeo al Título.

Además de los criterios de reconocimiento generales, se considerarán los que presenten una adecuación entre las competencias y los conocimientos asociados a las materias superadas por el estudiante y los previstos en el plan de estudios o que tengan carácter transversal, teniendo en cuenta que:

- El número de créditos, o en su caso horas, sea, al menos, el 75% del número de créditos u horas de las materias por las que se quiere obtener el reconocimiento de créditos
- Confieran, al menos, el 75% de competencias y conocimientos de las materias por las que se quiere obtener el reconocimiento de créditos

La Comisión Académica Interuniversitaria (CAI) de la titulación establecerá las equivalencias entre estudios superados en otras universidades y los que puedan ser reconocidos en el plan de estudios. Así mismo, podrá establecer tablas de equivalencia especificando los créditos que se reconocen.

No se contempla el reconocimiento de créditos cursados en el ámbito de la educación superior no universitaria ni en títulos propios.

La experiencia laboral y profesional acreditada podrá ser también reconocida en forma de créditos, siempre que confieran, al menos, el 75% de las competencias de las materias por las que se quiere obtener reconocimiento de créditos. La CAI determinará el período mínimo de tiempo acreditado de experiencia laboral o profesional requerido para obtener el reconocimiento de créditos solicitado, pero en ningún caso podrá ser inferior a 6 meses. La CAI valorará y aprobará, si es el caso, las solicitudes de reconocimiento de créditos, previo informe de los profesores que imparten las materias y a la vista de la documentación que presenten los solicitantes, que como mínimo ha de ser: copia de la vida laboral o contrato laboral y

certificado de la empresa donde consten las funciones y tareas que realiza o ha realizado en el puesto de trabajo. El número de créditos que pueden ser objeto de reconocimiento a partir de experiencia profesional o laboral no podrá ser superior a 9 créditos.

#### **4.4.1 Documento asociado al Título Propio**

No se ha adjuntado el documento correspondiente.

## 4.5 Complementos Formativos

### Complementos Formativos

No se prevén complementos formativos para adquirir estos conocimientos básicos previos.

## 5 Planificación de las Enseñanzas

### 5.1 Descripción del Plan de Estudios



A continuación se incluye el archivo PDF correspondiente.

## 5. PLANIFICACIÓN DE LAS ENSEÑANZAS

### 5.1. Estructura de las enseñanzas

El plan de estudios consta de 9 materias, prácticas profesionales y un Trabajo Fin de Máster (TFM). De estas 9 materias, 5 tienen carácter obligatorio y las otras 4 son optativas (un alumno ha de elegir 2 para cursar), lo que da lugar a una oferta total de 27 créditos ECTS obligatorios, 24 ECTS optativos, 6 ECTS de prácticas en empresa y 15 créditos de Trabajo Fin de Máster, tal y como se resume en la siguiente tabla:

Tipo de materia	Créditos
Obrigatorias	27
Optativas	24
Prácticas en empresa	6
Trabajo Fin de Máster	15
<b>TOTAL</b>	<b>72</b>

Esto significa una oferta académica de 72 ECTS. Los alumnos deben matricularse de todas las materias obligatorias y de al menos 12 créditos optativos:

Tipo de materia	Créditos
Obrigatorias	27
Optativas	12
Prácticas en empresa	6
Trabajo Fin de Máster	15
<b>TOTAL</b>	<b>60</b>

La estructura temporal está organizada en dos cuatrimestres, que mantienen una prelación en cuanto a los contenidos de las materias. Las prácticas en empresa y el Trabajo Fin de Máster se realizan durante el segundo cuatrimestre.

Las materias propuestas son las siguientes:

	MATERIA	ECTS	Carácter	Cuatr.
M1	Arquitecturas de Altas Prestaciones / High Performance Architectures	6	Obligatorio	1
M2	Programación Paralela / Parallel Programming	6	Obligatorio	1
M3	Programación de Arquitecturas Heterogéneas / Heterogeneous Computing	6	Obligatorio	1
M4	Infraestructuras de Altas Prestaciones / High Performance Infrastructures	6	Obligatorio	1
M5	Taller de Proyectos / Workshop Project	3	Obligatorio	2
M6	Herramientas para HPC / HPC Tools	6	Optativo	1
M7	HPC en la Nube / HPC on the Cloud	6	Optativo	1

M8	Programación Paralela Avanzada / Advanced Parallel Programming	6	Optativo	2
M9	Análisis de Datos con HPC / Data Analytics with HPC	6	Optativo	2
M10	Practicas Profesionales / Professional Practice	6	Obligatorio	2
M11	Trabajo Fin de Master	15	Obligatorio	2

Y el siguiente cuadro muestra de forma gráfica la estructura del plan de estudios:

	C	Materias		ECTS
Primer cuatrimestre	OB	Arquitecturas de Altas Prestaciones / High Performance Architectures		6
	OB	Programación Paralela / Parallel Programming		6
	OB	Programación de arquitecturas heterogéneas / Heterogeneous programming		6
	OB	Infraestructuras de Altas Prestaciones / High Performance Infrastructures		6
	OPT	Herramientas HPC /HPC Tools	HPC en la Nube / HPC on the Cloud	6
Segundo cuatrimestre	OPT	Programación Paralela Avanzada / Advanced Parallel Programming	Análisis de datos con HPC / Data Analytics with HPC	6
	OB	Practicas profesionales / Professional practice		6
	OB	Taller de Proyectos / Projects Workshop		3
	OB	Proyecto Fin de Máster / Master's Thesis		15

La descripción detallada de cada una de las materias incluidas en esta propuesta de Máster en Computación de Altas Prestaciones ha sido desarrollada por profesores especialistas en la materia. Los contenidos y las actividades formativas desarrollados en las asignaturas guardan relación con las competencias (ver apartado 3 de esta memoria) que debe adquirir el estudiante a lo largo del proceso de enseñanza-aprendizaje.

En las Guías Docentes de cada asignatura, que se elaboran cada curso académico antes de la matricula de los alumnos, se detallarán las competencias de la titulación que se desarrollan, las competencias de la materia, los contenidos, la planificación, las metodologías de enseñanza-aprendizaje, la atención personalizada, el sistema de evaluación y los recursos bibliográficos.

*Relación entre las competencias del título y las actividades formativas de cada materia.*

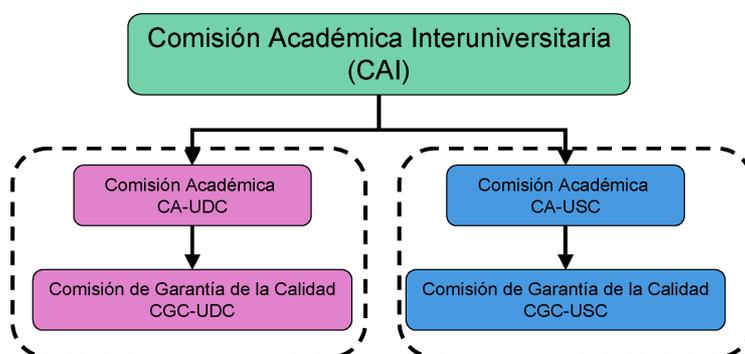
La siguiente tabla muestra la relación entre las competencias del título y las materias del plan de estudios:

		M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	
<b>Competencias</b>	<b>Específicas</b>	CE1	x	x				x	x	x	x		
		CE2	x	x	x	x		x		x	x		
		CE3	x	x		x		x					
		CE4	x	x	x			x		x			
		CE5		x	x			x		x			
		CE6				x			x				
		CE7			x					x			
		CE8	x				x					x	x
		CE9											x
	<b>Básicas</b>	CB6	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x
		CB7	x	x	x	x			x	x	x	x	x
		CB8					x	x				x	x
		CB9	x			x		x				x	x
		CB10	x	x		x	x		x	x		x	x
	<b>Generales</b>	CG1	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
		CG2	x		x	x	x						x
		CG3				x		x			x	x	x
		CG4	x				x	x		x		x	x
		CG5	x	x		x	x				x	x	
		CG6				x							
		CT1	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
		CT2				x	x					x	
		CT3					x					x	x
		CT4				x	x	x			x	x	x
		CT5					x					x	x

#### *Mecanismos de coordinación del título.*

Los mecanismos de coordinación del título son los devenidos del sistema de garantía de calidad del plan de estudios acorde a los sistemas de garantía de calidad del título implantados en la UDC y la USC. El título Máster Universitario en Computación de Altas Prestaciones, estará coordinado por una Comisión Académica Interuniversitaria (CAI) constituida al efecto. Esta comisión estará presidida por el coordinador del máster en la universidad coordinadora, en este caso la UDC, y formada por el coordinador del

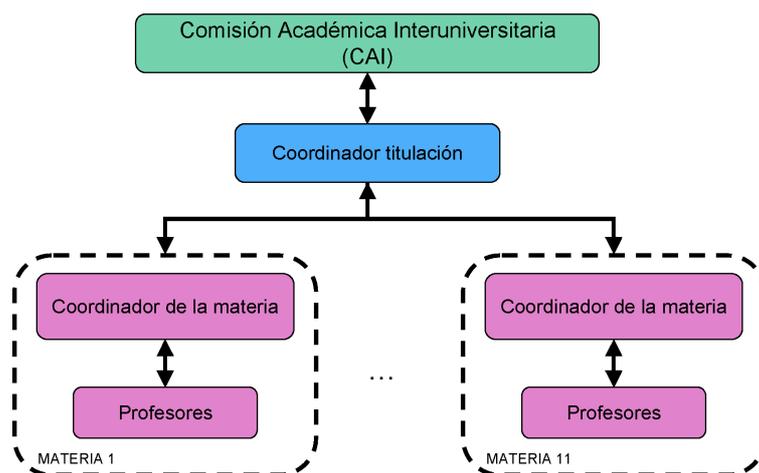
máster en la USC y dos representantes de los docentes en cada universidad. Además, participarán en esta comisión dos representantes del CESGA. Esta CAI realizará al menos tres reuniones anuales: una al comienzo de cada cuatrimestre y una reunión a final de cada curso académico. Entre sus funciones estará la coordinación del máster interuniversitario; la revisión de contenidos, medios técnicos, etc.; el asesoramiento a las comisiones académicas y a las comisiones de garantía de la calidad de cada centro; el análisis de las sugerencias/quejas recibidas y la realización de informes para las comisiones académicas en cada universidad y para las comisiones de garantía de la calidad correspondientes; y, en general, el seguimiento de la titulación. El siguiente esquema muestra de forma visual los mecanismos de coordinación del título interuniversitario:



### *Coordinación docente en el máster.*

Excepto en casos debidamente justificados, el número de docentes por cada materia no será superior a 3.

Todas las materias del máster tendrán un coordinador, que será uno de los docentes, y cuya función será la de garantizar la coordinación y el seguimiento de los contenidos impartidos y de las actividades a desarrollar. Para ello, debe convocar al menos una reunión con la antelación suficiente al inicio de la actividad docente de la materia con todos los docentes de dicha materia. Dicho coordinador supondrá el canal de comunicación entre los profesores de la materia y el coordinador de la titulación. Por otro lado, la CAI, a la que pertenecen docentes de todas las universidades participantes, realizará reuniones de coordinación y seguimiento al comienzo de cada cuatrimestre. En el siguiente diagrama se muestra la estructura de coordinación docente, en la que el coordinador de la titulación se refiere al de la universidad a la que pertenece el coordinador de la materia en cuestión.



*Criterio general sobre las horas de trabajo del alumno.*

El número total de horas de trabajo del alumno será de 25 x ECTS. El número de horas de trabajo presenciales en aula o laboratorio será de aproximadamente 7 x ECTS para los que cursen la modalidad presencial, y de un máximo de 2 x ECTS para los de la modalidad a distancia (entendiendo en este caso la “presencialidad” como comunicación síncrona entre el profesor y el alumno aunque no necesariamente compartan el mismo espacio físico).

*Criterio general de evaluación para todas las materias.*

De acuerdo con el Art. 5 del RD 1125/2003, el crédito europeo (ECTS) es la unidad de medida del haber académico que representa la cantidad de trabajo del estudiante para cumplir los objetivos del programa de estudios y que se obtiene por la superación de cada una de las materias que integran los planes de estudios de las diversas enseñanzas conducentes a la obtención de títulos universitarios de carácter oficial y validez en todo el territorio nacional. En esta unidad de medida se integran las enseñanzas teóricas y prácticas, así como otras actividades académicas dirigidas, con inclusión de las horas de estudio y de trabajo que el estudiante debe realizar para alcanzar los objetivos formativos propios de cada una de las materias del correspondiente plan de estudios. Por lo tanto, se habrá de computar el número de horas correspondientes a las clases lectivas, teóricas o prácticas, las horas de estudio, las dedicadas a la realización de seminarios, trabajos, programas de ordenador, exposiciones, prácticas o proyectos, y las exigidas para la preparación y realización de los pruebas de evaluación.

Cada profesor establece el sistema de evaluación de su asignatura, que se recogerá en la guía docente disponible para el alumno antes de la matrícula. No obstante, con la finalidad de alcanzar el aprendizaje significativo propuesto, se ha incentivado el empleo de metodología convergente y evaluación continuada para valorar los resultados de aprendizaje obtenidos por los estudiantes en cada materia.

El sistema de calificaciones medirá el nivel de aprendizaje conseguido por los estudiantes y se expresará, de acuerdo con el Art. 5 del RD 1125/2003, en función de la siguiente escala numérica de 0 a 10, con expresión de un decimal, a la que podrá añadirse su correspondiente calificación cualitativa:

- 0-4,9: Suspenso (SS)
- 5,0-6,9 : Aprobado (AP)
- 7,0-8,9: Notable (NT)
- 9,0-10: Sobresaliente (SB)

La mención de «Matrícula de Honor» podrá ser otorgada a alumnos que hayan obtenido una calificación igual o superior a 9.0. Su número no podrá exceder el establecido en cada una de las universidades.

#### *Normas de permanencia para superar el Máster.*

Las normas de permanencia se adecuarán a la normativa que a tal efecto establezcan la UDC y la USC. Las normas existentes en la actualidad se pueden consultar en:

- *Norma que regula el régimen de dedicación y permanencia de estudiantes de grado y máster en la Universidade da Coruña.* Aprobada por el Consejo Social el 4 de mayo de 2017. Disponible en la página web de la UDC:  
[https://www.udc.es/export/sites/udc/normativa/\\_galeria\\_down/academica/dedicacion\\_estudio\\_permanencia.pdf](https://www.udc.es/export/sites/udc/normativa/_galeria_down/academica/dedicacion_estudio_permanencia.pdf)
- *Normativa de permanencia en las titulaciones de grado y máster en la Universidad de Santiago de Compostela.* Aprobada por el Consejo Social el 5 de junio de 2012. Disponible en la página web de la USC:  
<http://www.usc.es/es/normativa/estudiantes/>

#### *Idioma:*

Como ya se ha comentado en apartados anteriores, se trabajará en la internacionalización de la titulación, inicialmente prevista a través de la firma de un convenio de doble titulación con la “École internationale des sciences du traitement de l’information” (EISTI) de Francia. Por ello el inglés será una lengua de gran presencia en el máster. El profesorado de este título que imparta docencia en inglés tendrá una capacitación mínima equivalente a un nivel C1 del MCRL. En la UDC existe una normativa al respecto, que puede consultarse en:

[https://www.udc.es/export/sites/udc/normativa/\\_galeria\\_down/academica/normativa\\_reguladora\\_docencia\\_ingles.pdf](https://www.udc.es/export/sites/udc/normativa/_galeria_down/academica/normativa_reguladora_docencia_ingles.pdf)

#### *Metodologías y actividades formativas:*

Las metodologías, y actividades formativas asociadas a las mismas, serán de cuatro tipos en el máster:

- *Dirigidas:* metodologías y actividades de enseñanza-aprendizaje presenciales en el aula lideradas por el profesor y que se desarrollan en grupo. Responden a una programación horaria determinada que requiere la dirección presencial de un docente. Aunque este tipo de actividades están orientadas a aquellos alumnos que cursan los estudios en la modalidad presencial, en el caso de la modalidad a distancia en esta categoría se incluye igualmente la retransmisión en directo (por conexión a la videoconferencia a través de Vydio) de dichas actividades, así como el visionado en diferido de las mismas a través de la plataforma virtual. En

esta categoría se encuentran las siguientes actividades:

- Clases de teoría
  - Clases de resolución de problemas
  - Sesiones de prácticas en laboratorio
  - Seminarios y talleres
- Supervisadas: metodologías y actividades de enseñanza-aprendizaje que, aunque se pueden desarrollar de forma autónoma dentro o fuera del aula, requieren la supervisión y seguimiento más o menos puntual de un docente. En el caso de la modalidad presencial el seguimiento será en su mayor parte presencial, mientras que en el caso de la modalidad a distancia la supervisión y seguimiento por parte del docente se realizará preferentemente de forma asíncrona, a través de la plataforma virtual o de correo electrónico. En esta categoría se incluyen las siguientes actividades:
    - Realización de prácticas de forma autónoma con seguimiento por parte del profesorado
    - Realización de trabajos académicamente dirigidos
    - Prácticas Profesionales
    - Realización de informes finales
  - De aprendizaje autónomo: metodologías y actividades de enseñanza-aprendizaje que se desarrollan de forma autónoma por parte del alumno y no requieren supervisión por parte del docente. En esta categoría se incluyen las siguientes actividades:
    - Lectura de material didáctico, visionado de vídeos y consulta de material multimedia
    - Búsqueda y gestión de información, redacción de textos y elaboración de documentos
    - Realización de actividades de autoevaluación
  - Tutorización: aunque las actividades de tutorización pueden ser presenciales, en ambas modalidades pero especialmente en la modalidad a distancia, las tutorías se podrán desarrollar de forma asíncrona, a través de la plataforma virtual o de correo electrónico.

### *Prácticas profesionales*

Las prácticas vinculadas al entorno profesional consistirán en la ejecución de un trabajo asociado a competencias desarrolladas en el transcurso de la titulación. El estudiante colaborará en el desarrollo de un proyecto aplicando e integrando los conocimientos y las habilidades vinculadas al Máster HPC.

La práctica fijará unos objetivos generales, unos resultados de aprendizaje y un plan de actuación. El número de créditos vinculados a las prácticas profesionales es de 6, es decir, 150 horas de trabajo del estudiante, que quedarán distribuidas aproximadamente de la siguiente forma:

- Actividad presencial en la empresa o institución colaboradora: 60-75%
- Acción de coordinación y consulta con el profesor-tutor: 5-10%
- Trabajo personal (consulta de información, preparación de memorias, etc.): 20-30%

Las prácticas serán dirigidas por tutores de perfil I+D+i en el sector HPC. Se asignará a

cada práctica un profesor-tutor (interno a la universidad) y un tutor externo (personal de la empresa o institución en la que se realicen las prácticas) propuesto por la entidad colaboradora. Ambos tutores propondrán a los estudiantes la resolución de problemas vigentes y reales en las instituciones o empresas colaboradoras y guiarán, asesorarán y evaluarán el trabajo realizado por los estudiantes. La evaluación final será realizada por el profesor-tutor a partir de los informes del tutor externo y de la presentación del estudiante de su memoria de prácticas.

En el caso concreto de los alumnos que cursan el máster en la modalidad a distancia:

- En algunos casos las prácticas podrán ser presenciales, en alguna empresa o institución cercana al lugar de residencia del alumno.
- En otros casos las prácticas se podrán realizar a distancia utilizando la metodología y las herramientas propias del máster.

### **Modalidad a distancia**

La modalidad presencial requiere necesariamente de una confluencia espacio-temporal de profesores y estudiantes en lo que denominamos *clase*. La clase es un espacio de interacción síncrona, es decir, que ocurre en el mismo tiempo para todos los agentes intervinientes, el docente y los estudiantes. Sin embargo, la modalidad a distancia se caracteriza, precisamente, porque estos actores no tienen que intervenir en el mismo espacio ni tampoco, necesariamente, en el mismo tiempo. En ese sentido, flexibiliza todo el proceso adecuándose a las necesidades y a la disponibilidad de los tiempos de cada estudiante. Por tanto, en el caso de la modalidad a distancia, aquellas metodologías docentes planteadas para la modalidad presencial que requieran mayor sincronización entre el profesor y el alumno (como por ejemplo la clase magistral), serán sustituidas por otras metodologías que permitan un mayor grado de aprendizaje autónomo por parte del alumno. Lo mismo ocurre con las actividades formativas. La coordinación del máster garantizará que se cuenta con los recursos tanto humanos, como materiales, que permitan a los alumnos de ambas modalidades alcanzar las competencias marcadas en el título, en igualdad de condiciones. En el momento de la elaboración de esta memoria, como ya se ha mencionado anteriormente, además de con el personal docente que se detalla en el apartado 6 y que cuenta con experiencia previa en impartición de cursos en modalidad virtual o a distancia, también contamos con la ayuda de un departamento de e-learning del CESGA, compuesto por 5 técnicos, como se detalla en el apartado 6 de esta memoria (epígrafe “otros recursos humanos”). También contamos, como se puede ver en el apartado 7 de la memoria, con recursos materiales para las clases virtuales, entre ellos los equipos de videoconferencia de reciente adquisición en las dos universidades y los recursos y herramientas que pone a nuestra disposición el CESGA (equipos y salas adicionales de videoconferencia, herramientas colaborativas y de e-learning de desarrollo en el propio CESGA, servicios de otros proveedores contratados por el CESGA).

### ***Recursos de aprendizaje***

Los estudiantes tienen a su disposición, desde el inicio del cuatrimestre, el material y documentación de referencia de cada una de las asignaturas de las que se han matriculado. Los materiales y recursos didácticos engloban los contenidos que contribuyen, junto con la realización de las actividades planificadas en cada materia, a la obtención de los conocimientos, las competencias y las habilidades previstas en las

asignaturas. Los materiales pueden presentarse en diferentes formatos: papel, web, vídeo, multimedia... en función de la metodología y del tipo de contenido que se plantee. Mención especial merece el entorno virtual que se describe en el siguiente punto.

### *Entorno virtual.*

Para el diseño e implantación de las herramientas y servicios del entorno virtual, utilizado en las modalidades presencial y a distancia, se contará con el soporte del CESGA a través de su departamento de e-learning. El CESGA también proporcionará los servicios para el entorno virtual necesarios para complementar a los ya disponibles en la UDC y USC y que describimos en el presente apartado.

Las herramientas específicas a utilizar pueden variar con el tiempo, pero en el momento de escribir esta memoria todo el personal docente cuenta con experiencia previa en diversas herramientas que cubren las necesidades del presente máster, y que están descritas a continuación:

- Sistema de videoconferencia:

El sistema de videoconferencia permite la realización de clases, tutorías, etc. presenciales virtuales. Según este, los alumnos podrían ver y escuchar al docente a la vez que pueden interactuar con él mediante audio y/o chat. El profesor puede compartir el escritorio de su PC para el desarrollo de la clase. También es posible en ella que los alumnos compartan el escritorio de sus equipos con el profesor, de forma que este pueda ver lo que está sucediendo como si el alumno estuviese físicamente delante del profesor, algo muy útil para el desarrollo de las clases prácticas, o las tutorías para resolver dudas.

El sistema de videoconferencia se basa en la plataforma comercial VIDYO, contratada por CESGA al proveedor de Internet R. Como indicamos, este sistema permite comunicación entre múltiples participantes de voz y vídeo de forma simultánea, y también la emisión de un canal de datos (escritorio de PC de uno de los participantes).

Cuenta con las siguientes características:

- Permite la comunicación de hasta 25 participantes de forma simultánea.
- Cada participante puede emitir voz, vídeo y compartir el escritorio de su PC o dispositivo móvil.
- Permite la conexión a cada participante a la sesión de dos formas:

- 1) Participación desde sala de videoconferencia

Las universidades de Coruña y Santiago cuentan aulas dotadas de equipamiento de videoconferencia estándar H.323. Esto permite impartir clases desde estas salas a alumnos ubicados en las propias salas o en remoto.

El profesor podrá impartir la clase de forma cómoda con un sistema de micrófono de manos libres y sonido de sala, pudiendo a su vez oír a los participantes remotos y verlos en pantalla. También puede compartir la presentación de su portátil o PC o solicitar a un alumno que muestre la suya.

- 2) Participación desde equipo portátil

Permite a los profesores y alumnos conectarse a la sesión desde su PC personal,

tablet o smartphone desde su conexión remota (doméstica, oficina u otro).

La plataforma VIDYO cuenta con características adicionales que la hacen muy adecuada para el entorno de docencia con alumnos localizados en remoto:

- Gestiona de forma dinámica la calidad de las señales de audio y vídeo emitidas, ajustándose al ancho de banda disponible por cada alumno desde su lugar de conexión para ofrecer la mejor calidad posible.
- Dispone de un canal de comunicación adicional mediante chat, facilitando la coordinación técnica de la sesión.
- También es posible gestionar la sesión de forma remota por un técnico o el propio profesor pudiendo, por ejemplo, poner en silencio a un alumno que interrumpa en la clase por enviar ruido.

- Sistema de grabación de contenidos:

El CESGA proporcionará un sistema de grabación de contenidos didácticos, pudiendo ser por ejemplo para poner a disposición de los alumnos las propias sesiones docentes, píldoras formativas, ejercicios del alumno, etc. El sistema permite grabar los flujos de voz, vídeo y escritorio de PC del profesor o alumno.

Las grabaciones realizadas se publican en un portal de streaming para su posterior visualización por parte de alumnos y profesores.

Con este propósito se cuenta con la plataforma Lifesize Videocenter que aloja el CESGA.

- La plataforma de aprendizaje AulaCESGA<sup>1</sup>

AulaCESGA es un entorno para la formación y trabajo en equipo, que proporciona adicionalmente experiencias de innovación e investigación en la educación.

AulaCESGA permite implementar un aula virtual por cada materia mediante herramientas de gestión y generación de contenidos, y además facilita la coordinación de la titulación proporcionando sistemas de comunicación asíncrona entre sus usuarios (coordinadores, profesores y alumnos) y también síncrona de forma sencilla.

Además, es una plataforma que permite un acceso multidispositivo, optimizada también para su uso desde dispositivos móviles a través del navegador, y que cuenta con una aplicación oficial para Android para facilitar este acceso. La comunicación entre los usuarios es un elemento fundamental que permite al alumno la adquisición de las competencias y resultados de aprendizaje de las diferentes materias, y que se realiza a través de las siguientes herramientas de la plataforma:

- Foros: los profesores iniciarán como mínimo un foro de consultas en cada materia, que permitirá a los alumnos tratar aspectos generales de la materia. A mayores se podrán iniciar más foros, por temas específicos, e incluso foros que se usen para el seguimiento de una participación activa de los estudiantes y que pueden ser usados en el proceso de evaluación.

---

<sup>11</sup> <https://www.cesga.es/es/servicios/e-learning-colaborativas/aulacesga>

- Repositorio de documentación: donde los profesores pondrán a disposición de los alumnos el material necesario para el seguimiento de la materia, como pueden ser diapositivas usadas en las clases de teoría, enunciados de ejercicios o prácticas, apuntes del propio autor, artículos, etc. Estos materiales podrán tener cualquier formato multimedia: vídeos, presentaciones, actividades interactivas, textos, etc.
- Enlaces de interés: donde los profesores propondrán enlaces de interés para ampliar conocimientos, enlaces para descargar software necesario para la materia, etc.
- Envío de actividades: que los alumnos utilizan para adjuntar los documentos asociados con las actividades programadas por los profesores. La plataforma facilita la interacción entre alumno y profesor para poder discutir de forma personalizada todo lo relativo a una tarea concreta.

### *Presencialidad en la modalidad a distancia.*

En el caso de los alumnos que cursen el máster en la modalidad a distancia, todas las actividades formativas presenciales en el aula lideradas por el profesor y que se desarrollan en grupo (típicamente respondiendo a una programación horaria determinada y que requieren la dirección presencial de un docente) se podrán seguir en modo virtual (es decir, a través de equipos de videoconferencia y por streaming) permitiendo además la participación del alumno en tiempo real, al igual que hacen los alumnos con presencia física en el aula. Esto permitirá al profesor, de ser el caso, el seguimiento y valoración de una participación activa en estas actividades por parte del alumno que cursa a distancia. Sin embargo, dado que la educación a distancia se caracteriza, precisamente, porque profesor y alumno no tienen que intervenir en el mismo espacio ni tampoco, necesariamente, en el mismo tiempo, estas sesiones presenciales se grabarán y pondrán a disposición de todos los alumnos en la plataforma virtual para su consulta y visualización en diferido. Por lo tanto, en el caso de la modalidad a distancia, aunque los alumnos tendrán también la posibilidad de seguir en tiempo real las clases presenciales, aquellas metodologías que típicamente requieren horarios de clase preestablecidos se sustituirán por métodos que permitan al estudiante controlar su propio proceso de aprendizaje.

Para aquellas actividades que, aunque se pueden desarrollar de forma autónoma dentro o fuera del aula, requieren la supervisión y seguimiento de un docente, este se realizará, en el caso de la modalidad a distancia, a través de la plataforma virtual o de correo electrónico.

En general, tanto las horas de trabajo del alumno como las actividades de evaluación serán similares en ambas modalidades (presencial y a distancia), utilizando para ello todas las herramientas de e-learning necesarias para garantizar la calidad de la docencia y la igualdad de oportunidades en ambos casos, así como asegurar que los alumnos, en cualquier modalidad, alcanzan las competencias marcadas en el título.

### *Realización de prácticas en la modalidad a distancia.*

El título que se propone tiene un gran componente práctico. Esto en muchas otras titulaciones puede suponer un problema a la hora de la realización de las prácticas en laboratorio en la modalidad a distancia. Pero este no es el caso de esta propuesta, ya que tanto para la modalidad presencial como para la modalidad a distancia, las prácticas que

se realizan en esta titulación (al igual que el futuro desempeño laboral que tendrán los egresados) tienen lugar contra equipos servidores que no se encuentran físicamente en los laboratorios. Los equipos que se usan en las materias de este máster se encuentran alojados en su mayor parte en el CESGA, y en menor medida en el centro de cálculo de la Facultad de Informática. En ambos casos los alumnos del máster, independientemente de la modalidad que cursen, tendrán una cuenta propia en esos equipos a la que podrán conectarse en remoto vía usuario y contraseña. En ambos casos el acceso a esos equipos se realiza por *ssh* (Secure Shell) desde direcciones IP dentro de la red de las universidades. Para los alumnos trabajando en remoto desde otra red se puede hacer la conexión vía SSL VPN (Secure Sockets Layer Virtual Private Network).

De esta forma las prácticas que se realizan en el máster son idénticas para la modalidad presencial y la modalidad a distancia (aunque para la modalidad a distancia puedan ser realizadas de forma autónoma por el alumno sin que esta deba coincidir en espacio y tiempo con el profesor), y su evaluación, como se verá en el siguiente apartado, también puede serlo.

#### *Evaluación en la modalidad a distancia.*

Con carácter general, el sistema de evaluación será similar en ambas modalidades, presencial y a distancia. La evaluación de los contenidos y competencias adquiridas por los estudiantes se realizará preferentemente mediante la resolución de ejercicios y la elaboración y presentación de trabajos o pequeños proyectos, y también a través de pruebas objetivas escritas u orales.

La universidad debe establecer los mecanismos adecuados para garantizar la identidad de los estudiantes, así como la autoría y originalidad de cualquiera de las pruebas de evaluación y trabajos realizados por los alumnos, para lo que se utilizarán las herramientas de videoconferencia y de comunicación síncrona de las que dispone el aula virtual. Aunque los alumnos tiene acceso a la plataforma virtual mediante unas credenciales que son personales e intransferibles, durante los procesos de evaluación los profesores pueden solicitar a los estudiantes que se identifiquen pidiendo la presentación del DNI o pasaporte, o haciendo los controles previos o posteriores que consideren oportunos. A aquellos alumnos que presenten trabajos o realicen pruebas de evaluación de forma no presencial, se les podrá solicitar también la firma digital de los mismos y/o una declaración jurada sobre la autoría de los mismos.

Los supuestos de infracción quedan sujetos a criterios disciplinarios y sancionadores previstos en las normativas en materia de evaluación de las universidades. En concreto serán sancionables las conductas siguientes:

- La suplantación de personalidad en las pruebas de evaluación
- La utilización de material o dispositivos no autorizados durante la realización de las pruebas de evaluación
- La copia o actuación fraudulenta en las pruebas evaluables

## 5.2. Planificación y gestión de la movilidad de estudiantes propios y de acogida

La movilidad de los estudiantes se gestiona en las universidades que imparten el máster a través de las Oficinas de Relaciones Externas.

En lo relativo a la UDC será de aplicación el “Reglamaneto de la UDC por el que se establecen el procedimiento y las condiciones para la formalización de convenios de doble titulación con universidades extranjeras, aprobado por el Consejo de Gobierno de la UDC en su sesión de 30 de enero de 2014:

[http://www.udc.es/export/sites/udc/ori/\\_galeria\\_down/inf\\_estudiantes\\_UDC/Anexo\\_06\\_Regulamento\\_dobres\\_titulacixns\\_internacionais\\_feb2014.pdf](http://www.udc.es/export/sites/udc/ori/_galeria_down/inf_estudiantes_UDC/Anexo_06_Regulamento_dobres_titulacixns_internacionais_feb2014.pdf),

y el reglamento de la UDC sobre movilidad internacional de estudiantes, aprobado en Consejo de Gobierno de 20 de diciembre de 2012:

[https://www.udc.es/export/sites/udc/normativa/\\_galeria\\_down/academica/Regulamento\\_sobre\\_mobilidade\\_internacional\\_de\\_estudantes.pdf](https://www.udc.es/export/sites/udc/normativa/_galeria_down/academica/Regulamento_sobre_mobilidade_internacional_de_estudantes.pdf)

En la USC la movilidad de los estudiantes está regulada a través del “Reglamento de Intercambios Interuniversitarios” aprobado por el Consejo de Gobierno de la USC el 6 de febrero de 2008 y publicado en el Diario Oficial de Galicia el 26 de marzo (<http://www.usc.es/estaticos/normativa/pdf/regulinterinterunivest08.pdf>).

Su planificación y gestión se desarrolla a través del Vicerrectorado de Relaciones Institucionales y de la Oficina de Relaciones Exteriores (ORE) de la Universidad, en coordinación con el centro a través de la “Unidad de apoyo a la gestión de centros y departamentos” (UAGCD) y del vicedecano/a responsable de programas de intercambio. En la página web:

[http://www.usc.es/es/perfis/internacional/mobilidade/estudiantes\\_outgoing.html](http://www.usc.es/es/perfis/internacional/mobilidade/estudiantes_outgoing.html) se puede encontrar información actualizada sobre los programas de movilidad que actualmente gestiona la ORE.

En relación a la planificación y gestión de la movilidad de estudiantes, no se contemplan particularidades para aquellos alumnos que cursen el máster en la modalidad a distancia.

Se potenciará la movilidad tanto de profesores como de estudiantes, a través de programas de intercambio o convenios con otras universidades del ámbito nacional o internacional. Se procurará su financiación a través de concurrencia a convocatorias con estos fines existentes en la Comunidad Europea, el Ministerio de Educación, el Ministerio de Asuntos Exteriores, la Comunidad Autónoma y diversas Fundaciones.

La Comisión Académica Interuniversitaria (CAI) tendrá como función tutorizar y asistir en sus decisiones académicas a los estudiantes propios y de acogida y planificará, dotará mecanismos de seguimiento, evaluación, asignación de créditos y reconocimiento curricular de la movilidad de estudiantes tanto entre las universidades involucradas en el título como a otras universidades o centros. La selección de candidatos se llevará a cabo, para cada convocatoria o programa, por la CAI, de acuerdo con criterios de baremación, previamente establecidos, que tendrán en cuenta el expediente académico, una memoria y, en su caso, las competencias en idiomas que exige la universidad de destino.

En las dos universidades se cuenta con acuerdos y convenios de intercambio con universidades españolas, europeas y de países no europeos, a través de los programas siguientes:

- Programa de becas de movilidad Erasmus para Universidades de países europeos
- Programa Erasmus prácticas para la realización de prácticas en empresas europeas
- Programa de becas de movilidad para Universidades de Europa, América, Asia y Australia con las que se tienen establecido convenio bilateral.
- Programa de becas de movilidad Erasmus Mundus External Cooperation Window (EMECW) para Universidades de Asia Central.
- Programa de movilidad Vía Láctea, para universidades japonesas
- Programa de becas Santander/CRUE para movilidad Iberoamericana

## 5.2 Actividades Formativas, Metodologías Docentes y Sistemas de Evaluación

### 5.2.1 Actividades Formativas

**Número:**      **Actividad Formativa:**

TEO	Clases de teoría (Modalidad presencial)
PRA	Clases prácticas en laboratorio (Modalidad presencial)
PRO	Clases de problemas (Modalidad presencial)
TUT	Tutorías (Modalidad presencial)
EMD	Lectura de material didáctico, visionado de vídeos y consulta de material multimedia (Modalidad a distancia)
PRD	Realización de prácticas de forma autónoma con seguimiento del profesorado (Modalidad a distancia)
EJD	Resolución de problemas de forma autónoma (Modalidad a distancia)
TUD	Tutorías de seguimiento en modalidad a distancia (Modalidad a distancia)
TRA	Realización de trabajos académicamente dirigidos (Modalidad presencial y modalidad a distancia)
SEM	Seminarios y talleres (Modalidad presencial y a distancia)
INF	Realización de informes finales (Modalidad presencial y modalidad a distancia)
EVA	Actividades de evaluación (Modalidad presencial y modalidad a distancia)
PFP	Realización de prácticas profesionales (Modalidad presencial y modalidad a distancia)

### 5.2.2 Metodologías Docentes

**Número:**      **Metodología docente:**

TEO	Método expositivo / lección magistral (Modalidad presencial)
PRA	Sesiones de prácticas en laboratorio (Modalidad presencial)
PMD	Instrucción programada a través de materiales docentes (Modalidad a distancia)
PRO	Aprendizaje basado en problemas y estudio de casos (Modalidad presencial y modalidad a distancia)
SEM	Seminarios y talleres (Modalidad presencial y modalidad a distancia)
COL	Aprendizaje colaborativo (Modalidad presencial y modalidad a distancia)
PFP	Aprendizaje basado en la práctica profesional (Modalidad presencial y modalidad a distancia)

### 5.2.3 Sistemas de Evaluación

**Número:**      **Sistema de Evaluación:**

TRA	Evaluación de los trabajos académicamente dirigidos (Modalidad presencial y modalidad a distancia)
PRA	Evaluación de las prácticas (Modalidad presencial y modalidad a distancia)
EXA	Pruebas periódicas y/o examen final (Modalidad presencial y modalidad a distancia)
PAR	Seguimiento continuado y objetivable de una participación activa (Modalidad presencial y modalidad a distancia)
MEM	Evaluación de informes finales / memoria de TFM (Modalidad presencial y modalidad a distancia)
TFM	Defensa oral del TFM (Modalidad presencial y modalidad a distancia)

### 5.3 Información Agrupada del Plan de Estudios

#### 5.3.1 Total de Créditos Ofertados por Carácter de las Materias del Plan de Estudios

Tabla correspondiente a la suma de créditos ofertados según su carácter.

	ECTS
BÁSICAS (Sólo grado)	0
OBLIGATORIAS	27
OPTATIVAS	24
PRÁCTICAS EXTERNAS	6
TRABAJO FIN DE GRADO/MASTER	15
MIXTAS	0
SEGÚN ASIGNATURAS	0
<b>Total:</b>	<b>72</b>

#### 5.3.2 Estructura del Plan de Estudios

Detalle de materias ofertadas y número de créditos.

Materia	ECTS
1 - Arquitecturas de Altas Prestaciones / High Performance Architectures	6
2 - Programación Paralela / Parallel Programming	6
3 - Programación de Arquitecturas Heterogéneas / Heterogeneous Programming	6
4 - Infraestructuras de Altas Prestaciones / High Performance Infrastructures	6
5 - Taller de Proyectos /Projects Workshop	3
6 - Herramientas para HPC / HPC Tools	6
7 - HPC en la Nube / HPC on the Cloud	6
8 - Programación Paralela Avanzada / Advanced Parallel Programming	6
9 - Análisis de datos con HPC / Data Analytics with HPC	6
10 - Practicas Profesionales / Professional Practice	6
11 - Trabajo Fin de Master / Master's Thesis	15
<b>Total:</b>	<b>72</b>

### 5.3.3 Desarrollo del Plan de Estudios (Act. Form., Met. Docentes, Sist. Evaluación y Competencias)

Actividades formativas, metodologías docentes, sistemas de evaluación y competencias para cada una de las asignaturas ofertadas.

	Carácter	ECTS	Act. Formativas		Met. Docentes	Sist. Evaluación			Competencias		
			Cód:	Presencialidad:		Cód:	Cód:	Pond. Min.:	Pond. Max.:	Gen.	Esp.
1 - Arquitecturas de Altas Prestaciones / High Performance Architectures	Obligatoria	6	Cód:	Presencialidad:	Cód:	Cód:	Pond. Min.:	Pond. Max.:	Gen.	Esp.	Transv.
			TEO	100	TEO	TRA	40.0	60.0	CG1	CE1	CT1
			PRA	20	PRA	PRA	20.0	50.0	CG2	CE2	
			PRO	20	PMD	EXA	0.0	50.0	CG4	CE3	
			TUT	100	PRO	PAR	0.0	20.0	CG5	CE4	
			EMD	0					CB6	CE8	
			PRD	5					CB7		
			EJD	0					CB9		
			TUD	100					CB10		
			TRA	0							
2 - Programación Paralela / Parallel Programming	Obligatoria	6	Cód:	Presencialidad:	Cód:	Cód:	Pond. Min.:	Pond. Max.:	Gen.	Esp.	Transv.
			TEO	100	TEO	TRA	40.0	60.0	CG1	CE1	CT1
			PRA	30	PRA	PRA	20.0	50.0	CG5	CE2	
			TUT	100	PMD	EXA	0.0	50.0	CB6	CE3	
			EMD	0	PRO	PAR	0.0	20.0	CB7	CE4	
			PRD	5					CB10	CE5	
			TUD	100							
			TRA	0							
			EVA	100							
3 - Programación de Arquitecturas Heterogéneas / Heterogeneous Programming	Obligatoria	6	Cód:	Presencialidad:	Cód:	Cód:	Pond. Min.:	Pond. Max.:	Gen.	Esp.	Transv.
			TEO	100	TEO	TRA	30.0	50.0	CG1	CE2	CT1
			PRA	50	PRA	PRA	30.0	50.0	CG2	CE4	
			TUT	100	PMD	EXA	15.0	30.0	CB6	CE5	
			EMD	0	PRO				CB7	CE7	
			PRD	5							
			TUD	100							

			TRA	0														
			EVA	100														
4 - Infraestructuras de Altas Prestaciones / High Performance Infrastructures	Obligatoria	6	Cód:	Presencialidad:	Cód:	Cód:	Pond. Min.:	Pond. Max.:	Gen.	Esp.	Transv.							
			TEO	100	TEO	TRA	20.0	60.0	CG1	CE2	CT1							
			PRA	15	PRA	PRA	20.0	60.0	CG2	CE3	CT2							
			TUT	100	SEM	EXA	0.0	30.0	CG3	CE6	CT4							
			EMD	0	COL	PAR	0.0	20.0	CG5									
			PRD	5					CG6									
			TUD	100					CB6									
			TRA	0					CB7									
			SEM	100					CB9									
			EVA	100					CB10									
5 - Taller de Proyectos /Projects Workshop	Obligatoria	3	Cód:	Presencialidad:	Cód:	Cód:	Pond. Min.:	Pond. Max.:	Gen.	Esp.	Transv.							
			TEO	100	TEO	TRA	70.0	90.0	CG1	CE8	CT1							
			TUT	100	PMD	PAR	10.0	30.0	CG2		CT2							
			EMD	0	SEM				CG4		CT3							
			TUD	100	COL				CG5		CT4							
			TRA	0					CB6		CT5							
			SEM	100					CB8									
			EVA	100					CB10									
6 - Herramientas para HPC / HPC Tools	Optativa	6	Cód:	Presencialidad:	Cód:	Cód:	Pond. Min.:	Pond. Max.:	Gen.	Esp.	Transv.							
			TEO	100	TEO	TRA	70.0	80.0	CG1	CE1	CT1							
			PRA	25	PRA	EXA	20.0	30.0	CG3	CE2	CT4							
			TUT	100	PMD				CG4	CE3								
			EMD	0	PRO				CB6	CE4								
			PRD	5					CB8	CE5								
			TUD	100					CB9									
			TRA	0														

7 - HPC en la Nube / HPC on the Cloud	Optativa	6	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Cód:</th> <th>Presencialidad:</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>TEO</td><td>100</td></tr> <tr><td>PRA</td><td>20</td></tr> <tr><td>TUT</td><td>100</td></tr> <tr><td>EMD</td><td>0</td></tr> <tr><td>PRD</td><td>5</td></tr> <tr><td>TUD</td><td>100</td></tr> <tr><td>TRA</td><td>0</td></tr> <tr><td>EVA</td><td>100</td></tr> </tbody> </table>	Cód:	Presencialidad:	TEO	100	PRA	20	TUT	100	EMD	0	PRD	5	TUD	100	TRA	0	EVA	100	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Cód:</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>TEO</td></tr> <tr><td>PRA</td></tr> <tr><td>PMD</td></tr> <tr><td>PRO</td></tr> </tbody> </table>	Cód:	TEO	PRA	PMD	PRO	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Cód:</th> <th>Pond. Min.:</th> <th>Pond. Max.:</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>TRA</td><td>0.0</td><td>40.0</td></tr> <tr><td>PRA</td><td>30.0</td><td>60.0</td></tr> <tr><td>EXA</td><td>0.0</td><td>40.0</td></tr> </tbody> </table>	Cód:	Pond. Min.:	Pond. Max.:	TRA	0.0	40.0	PRA	30.0	60.0	EXA	0.0	40.0	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Gen.</th> <th>Esp.</th> <th>Transv.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>CG1</td><td>CE1</td><td>CT1</td></tr> <tr><td>CB7</td><td>CE6</td><td></td></tr> <tr><td>CB10</td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>	Gen.	Esp.	Transv.	CG1	CE1	CT1	CB7	CE6		CB10											
Cód:	Presencialidad:																																																													
TEO	100																																																													
PRA	20																																																													
TUT	100																																																													
EMD	0																																																													
PRD	5																																																													
TUD	100																																																													
TRA	0																																																													
EVA	100																																																													
Cód:																																																														
TEO																																																														
PRA																																																														
PMD																																																														
PRO																																																														
Cód:	Pond. Min.:	Pond. Max.:																																																												
TRA	0.0	40.0																																																												
PRA	30.0	60.0																																																												
EXA	0.0	40.0																																																												
Gen.	Esp.	Transv.																																																												
CG1	CE1	CT1																																																												
CB7	CE6																																																													
CB10																																																														
8 - Programación Paralela Avanzada / Advanced Parallel Programming	Optativa	6	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Cód:</th> <th>Presencialidad:</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>TEO</td><td>100</td></tr> <tr><td>PRA</td><td>25</td></tr> <tr><td>TUT</td><td>100</td></tr> <tr><td>EMD</td><td>0</td></tr> <tr><td>PRD</td><td>5</td></tr> <tr><td>TUD</td><td>100</td></tr> <tr><td>TRA</td><td>0</td></tr> <tr><td>EVA</td><td>100</td></tr> </tbody> </table>	Cód:	Presencialidad:	TEO	100	PRA	25	TUT	100	EMD	0	PRD	5	TUD	100	TRA	0	EVA	100	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Cód:</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>TEO</td></tr> <tr><td>PRA</td></tr> <tr><td>PMD</td></tr> <tr><td>PRO</td></tr> </tbody> </table>	Cód:	TEO	PRA	PMD	PRO	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Cód:</th> <th>Pond. Min.:</th> <th>Pond. Max.:</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>PRA</td><td>50.0</td><td>100.0</td></tr> <tr><td>EXA</td><td>0.0</td><td>50.0</td></tr> <tr><td>PAR</td><td>0.0</td><td>20.0</td></tr> </tbody> </table>	Cód:	Pond. Min.:	Pond. Max.:	PRA	50.0	100.0	EXA	0.0	50.0	PAR	0.0	20.0	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Gen.</th> <th>Esp.</th> <th>Transv.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>CG1</td><td>CE1</td><td>CT1</td></tr> <tr><td>CG4</td><td>CE2</td><td></td></tr> <tr><td>CB6</td><td>CE4</td><td></td></tr> <tr><td>CB7</td><td>CE5</td><td></td></tr> <tr><td>CB10</td><td>CE7</td><td></td></tr> </tbody> </table>	Gen.	Esp.	Transv.	CG1	CE1	CT1	CG4	CE2		CB6	CE4		CB7	CE5		CB10	CE7				
Cód:	Presencialidad:																																																													
TEO	100																																																													
PRA	25																																																													
TUT	100																																																													
EMD	0																																																													
PRD	5																																																													
TUD	100																																																													
TRA	0																																																													
EVA	100																																																													
Cód:																																																														
TEO																																																														
PRA																																																														
PMD																																																														
PRO																																																														
Cód:	Pond. Min.:	Pond. Max.:																																																												
PRA	50.0	100.0																																																												
EXA	0.0	50.0																																																												
PAR	0.0	20.0																																																												
Gen.	Esp.	Transv.																																																												
CG1	CE1	CT1																																																												
CG4	CE2																																																													
CB6	CE4																																																													
CB7	CE5																																																													
CB10	CE7																																																													
9 - Análisis de datos con HPC / Data Analytics with HPC	Optativa	6	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Cód:</th> <th>Presencialidad:</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>TEO</td><td>100</td></tr> <tr><td>PRA</td><td>25</td></tr> <tr><td>TUT</td><td>100</td></tr> <tr><td>EMD</td><td>0</td></tr> <tr><td>PRD</td><td>5</td></tr> <tr><td>TUD</td><td>100</td></tr> <tr><td>TRA</td><td>0</td></tr> <tr><td>EVA</td><td>100</td></tr> </tbody> </table>	Cód:	Presencialidad:	TEO	100	PRA	25	TUT	100	EMD	0	PRD	5	TUD	100	TRA	0	EVA	100	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Cód:</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>TEO</td></tr> <tr><td>PRA</td></tr> <tr><td>PMD</td></tr> <tr><td>PRO</td></tr> </tbody> </table>	Cód:	TEO	PRA	PMD	PRO	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Cód:</th> <th>Pond. Min.:</th> <th>Pond. Max.:</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>TRA</td><td>40.0</td><td>60.0</td></tr> <tr><td>PRA</td><td>20.0</td><td>50.0</td></tr> <tr><td>EXA</td><td>0.0</td><td>50.0</td></tr> <tr><td>PAR</td><td>0.0</td><td>20.0</td></tr> </tbody> </table>	Cód:	Pond. Min.:	Pond. Max.:	TRA	40.0	60.0	PRA	20.0	50.0	EXA	0.0	50.0	PAR	0.0	20.0	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Gen.</th> <th>Esp.</th> <th>Transv.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>CG1</td><td>CE1</td><td>CT1</td></tr> <tr><td>CG3</td><td>CE2</td><td>CT4</td></tr> <tr><td>CG5</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>CB6</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>CB7</td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>	Gen.	Esp.	Transv.	CG1	CE1	CT1	CG3	CE2	CT4	CG5			CB6			CB7		
Cód:	Presencialidad:																																																													
TEO	100																																																													
PRA	25																																																													
TUT	100																																																													
EMD	0																																																													
PRD	5																																																													
TUD	100																																																													
TRA	0																																																													
EVA	100																																																													
Cód:																																																														
TEO																																																														
PRA																																																														
PMD																																																														
PRO																																																														
Cód:	Pond. Min.:	Pond. Max.:																																																												
TRA	40.0	60.0																																																												
PRA	20.0	50.0																																																												
EXA	0.0	50.0																																																												
PAR	0.0	20.0																																																												
Gen.	Esp.	Transv.																																																												
CG1	CE1	CT1																																																												
CG3	CE2	CT4																																																												
CG5																																																														
CB6																																																														
CB7																																																														
10 - Practicas Profesionales / Professional Practice	Prácticas Externas	6	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Cód:</th> <th>Presencialidad:</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>TUT</td><td>100</td></tr> <tr><td>TUD</td><td>100</td></tr> </tbody> </table>	Cód:	Presencialidad:	TUT	100	TUD	100	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Cód:</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>PPF</td></tr> </tbody> </table>	Cód:	PPF	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Cód:</th> <th>Pond. Min.:</th> <th>Pond. Max.:</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>PAR</td><td>10.0</td><td>30.0</td></tr> <tr><td>MEM</td><td>70.0</td><td>90.0</td></tr> </tbody> </table>	Cód:	Pond. Min.:	Pond. Max.:	PAR	10.0	30.0	MEM	70.0	90.0	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Gen.</th> <th>Esp.</th> <th>Transv.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>CG1</td><td>CE8</td><td>CT1</td></tr> <tr><td>CG3</td><td></td><td>CT2</td></tr> <tr><td>CG4</td><td></td><td>CT3</td></tr> </tbody> </table>	Gen.	Esp.	Transv.	CG1	CE8	CT1	CG3		CT2	CG4		CT3																											
Cód:	Presencialidad:																																																													
TUT	100																																																													
TUD	100																																																													
Cód:																																																														
PPF																																																														
Cód:	Pond. Min.:	Pond. Max.:																																																												
PAR	10.0	30.0																																																												
MEM	70.0	90.0																																																												
Gen.	Esp.	Transv.																																																												
CG1	CE8	CT1																																																												
CG3		CT2																																																												
CG4		CT3																																																												

			<table border="1"> <tr> <td>INF</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>PFP</td> <td>100</td> </tr> </table>	INF	0	PFP	100				<table border="1"> <tr> <td>CG5</td> <td>CT4</td> </tr> <tr> <td>CB6</td> <td>CT5</td> </tr> <tr> <td>CB7</td> <td></td> </tr> <tr> <td>CB8</td> <td></td> </tr> <tr> <td>CB9</td> <td></td> </tr> <tr> <td>CB10</td> <td></td> </tr> </table>	CG5	CT4	CB6	CT5	CB7		CB8		CB9		CB10																																							
INF	0																																																												
PFP	100																																																												
CG5	CT4																																																												
CB6	CT5																																																												
CB7																																																													
CB8																																																													
CB9																																																													
CB10																																																													
11 - Trabajo Fin de Master / Master's Thesis	Trabajo Fin de Grado / Máster	15	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Cód:</th> <th>Presencialidad:</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>TUT</td> <td>100</td> </tr> <tr> <td>TUD</td> <td>100</td> </tr> <tr> <td>TRA</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>INF</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table>	Cód:	Presencialidad:	TUT	100	TUD	100	TRA	0	INF	0	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Cód:</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>PRO</td> </tr> <tr> <td>SEM</td> </tr> </tbody> </table>	Cód:	PRO	SEM	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Cód:</th> <th>Pond. Min.:</th> <th>Pond. Max.:</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>PAR</td> <td>30.0</td> <td>50.0</td> </tr> <tr> <td>MEM</td> <td>20.0</td> <td>30.0</td> </tr> <tr> <td>TFM</td> <td>20.0</td> <td>30.0</td> </tr> </tbody> </table>	Cód:	Pond. Min.:	Pond. Max.:	PAR	30.0	50.0	MEM	20.0	30.0	TFM	20.0	30.0	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Gen.</th> <th>Esp.</th> <th>Transv.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>CG1</td> <td>CE8</td> <td>CT1</td> </tr> <tr> <td>CG2</td> <td>CE9</td> <td>CT3</td> </tr> <tr> <td>CG3</td> <td></td> <td>CT4</td> </tr> <tr> <td>CG4</td> <td></td> <td>CT5</td> </tr> <tr> <td>CB6</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>CB7</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>CB8</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>CB9</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>CB10</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Gen.	Esp.	Transv.	CG1	CE8	CT1	CG2	CE9	CT3	CG3		CT4	CG4		CT5	CB6			CB7			CB8			CB9			CB10		
Cód:	Presencialidad:																																																												
TUT	100																																																												
TUD	100																																																												
TRA	0																																																												
INF	0																																																												
Cód:																																																													
PRO																																																													
SEM																																																													
Cód:	Pond. Min.:	Pond. Max.:																																																											
PAR	30.0	50.0																																																											
MEM	20.0	30.0																																																											
TFM	20.0	30.0																																																											
Gen.	Esp.	Transv.																																																											
CG1	CE8	CT1																																																											
CG2	CE9	CT3																																																											
CG3		CT4																																																											
CG4		CT5																																																											
CB6																																																													
CB7																																																													
CB8																																																													
CB9																																																													
CB10																																																													

### 5.3.4 Desarrollo del Plan de Estudios (Desp. Temporal, Contenidos, Resultados Aprendizaje y Observaciones)

#### Contenidos, resultados de aprendizaje y observaciones correspondientes a cada una de las materias ofertadas.

	Carácter	ECTS	Desp. Temporal	Detalles	
1 - Arquitecturas de Altas Prestaciones / High Performance Architectures	Obligatoria	6	Cuatrimestral en los periodos: • 1	Contenidos	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tipos de paralelismo a nivel de microarquitectura.</li> <li>Procesadores multinúcleo, multihilo, many-core.</li> <li>Sistema de memoria y jerarquía cache.</li> <li>Redes de interconexión en el chip (Network-on-chip, NoC).</li> <li>Sistemas multiprocesador y multicomputador orientados a altas prestaciones.</li> <li>Consistencia y coherencia de la cache.</li> <li>Métricas y modelado para sistemas de altas prestaciones</li> </ul>
				Resultados de aprendizaje	<p>El objetivo de esta materia es proporcionar al alumno un conocimiento sólido de las técnicas y arquitecturas más utilizadas en los procesadores de última generación, así como de qué manera se interconectan y configuran para diseñar sistemas de altas prestaciones.</p> <p>El alumno será capaz de comprender y analizar las técnicas más avanzadas que se implementan en los procesadores actuales. También será capaz de entender las diferentes arquitecturas de los sistemas de altas prestaciones actuales. Además se introduce al alumno en las nuevas arquitecturas en fase de investigación y desarrollo que actualmente presentan un elevado potencial.</p> <p>Como resultado de aprendizaje general, el alumno será capaz de comprender, analizar y evaluar las diferentes alternativas de las arquitecturas de altas prestaciones y seleccionar la más adecuada para cada aplicación concreta.</p>
				Observaciones	El material docente usado en esta materia se encontrará, mayoritariamente, en inglés. La lengua vehicular será mayoritariamente el castellano, aunque algunas actividades y las tutorías podrán desarrollarse en lengua inglesa.
2 - Programación Paralela / Parallel Programming	Obligatoria	6	Cuatrimestral en los periodos: • 1	Contenidos	<ul style="list-style-type: none"> <li>Introducción a la computación paralela</li> <li>Paradigmas de programación paralela</li> <li>Programas paralelos utilizando directivas de memoria compartida</li> <li>Programas paralelos utilizando librerías de paso de mensajes</li> </ul>
				Resultados de aprendizaje	<p>Los objetivos globales de esta materia son: formar al alumno en los diversos paradigmas de programación de computadores paralelos; incidir en técnicas software para el diseño e implementación de algoritmos y aplicaciones paralelas eficientes; y aplicar estas técnicas de forma práctica para la programación de computadores paralelos con diferentes arquitecturas, utilizando recursos de supercomputación como los disponibles en el Centro de Supercomputación de Galicia (CESGA).</p> <p>Una vez finalizada la materia, el alumno dispondrá de los conocimientos teóricos y prácticos necesarios para:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Comprender las principales diferencias de organización en las arquitecturas paralelas</li> <li>Entender los principales modelos de programación</li> </ul> <p>Aplicar los conocimientos adquiridos a la implementación eficiente de aplicaciones paralelas usando distintos modelos de programación</p>
				Observaciones	El material docente usado en esta materia se encontrará, mayoritariamente, en inglés. La lengua vehicular será mayoritariamente el castellano, aunque algunas actividades y las tutorías podrán desarrollarse en lengua inglesa.
3 - Programación de Arquitecturas Heterogéneas / Heterogeneous Programming	Obligatoria	6	Cuatrimestral en los periodos: • 1	Contenidos	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sistemas multi-núcleo en procesadores de propósito general y many-core en aceleradores como Xeon-Phi o GPU.</li> <li>Estructura de un sistema heterogéneo con procesadores de propósito general+acelerador. Integración conjunta.</li> <li>Modelos de programación y compiladores para sistemas heterogéneos.</li> <li>Arquitectura de sistemas heterogéneos habituales.</li> <li>Programación de propósito general en sistemas heterogéneos.</li> <li>Optimizaciones para sistemas heterogéneos.</li> </ul>
				Observaciones	

				<b>Resultados de aprendizaje</b> El estudiante adquirirá la formación básica para analizar las arquitecturas heterogéneas con aceleradores tales como una GPU, como alternativa a los sistemas multi-núcleo en procesadores de propósito general, y quedará capacitado para contrastar sus prestaciones y rendimiento. Adicionalmente, desarrollará software eficiente para estas nuevas plataformas a través de los lenguajes que han surgido en los últimos años para aplicaciones de propósito general. Así, se iniciará al estudiante a algunas de las aproximaciones más extendidas para la programación de sistemas heterogéneos. Para finalizar, familiarizaremos al estudiante con las técnicas de optimización orientadas a las generaciones más avanzadas de los sistemas heterogéneos.
				<b>Observaciones</b> El material docente usado en esta materia se encontrará, mayoritariamente, en inglés. La lengua vehicular será mayoritariamente el castellano, aunque algunas actividades y las tutorías podrán desarrollarse en lengua inglesa.
4 - Infraestructuras de Altas Prestaciones / High Performance Infrastructures	Obligatoria	6	Cuatrimestral en los periodos: • 1	<b>Contenidos</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Infraestructura de soporte para computación de altas prestaciones</li> <li>• Virtualización de servidores</li> <li>• Redes de comunicaciones para clusters y almacenamiento</li> <li>• Administración de clusters para computación de altas prestaciones</li> <li>• Sistemas de almacenamiento y copias de seguridad</li> <li>• Monitorización y optimización de sistemas HPC</li> </ul>
				<b>Resultados de aprendizaje</b> El objetivo de esta materia es proporcionar al alumno el conocimiento de los componentes de una infraestructura actual para la computación de altas prestaciones, de cómo funcionan en conjunto y de cómo administrarlos. El alumno será capaz de diseñar y administrar infraestructuras de altas prestaciones teniendo en cuenta el análisis de las necesidades presentes y su posible evolución futura, así como los requisitos para plantear un proyecto de diseño de infraestructura en el que se tendrán en cuenta tanto el hardware, como el software y las infraestructuras de soporte. Esto incluirá la parte computacional, el almacenamiento de datos, la infraestructura de comunicaciones y la monitorización del sistema.
				<b>Observaciones</b> El material docente de esta materia se encontrará disponible en lengua inglesa. Además, la lengua vehicular será el inglés.
5 - Taller de Proyectos /Projects Workshop	Obligatoria	3	Cuatrimestral en los periodos: • 2	<b>Contenidos</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Proyectos de investigación en HPC</li> <li>• Herramientas colaborativas</li> <li>• Gestión de proyectos HPC</li> <li>• Talleres industriales</li> <li>• Emprendimiento</li> </ul>
				<b>Resultados de aprendizaje</b> El objetivo de esta materia es proporcionar al alumno las bases fundamentales para llevar a cabo con éxito un proyecto de investigación y/o industrial en el área de la computación de altas prestaciones. Se presentarán diferentes herramientas colaborativas que facilitan en desarrollo del proyecto así como diferentes ejemplos de proyectos empresariales y de investigación.
				<b>Observaciones</b> El material docente usado en esta materia se encontrará, mayoritariamente, en inglés. La lengua vehicular será mayoritariamente el castellano, aunque algunas actividades y las tutorías podrán desarrollarse en lengua inglesa.
6 - Herramientas para HPC / HPC Tools	Optativa	6	Cuatrimestral en los periodos: • 1	<b>Contenidos</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Estudio de los principales tipos de aplicaciones HPC. Para cada tipo se verá.             <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Descripción formal del problema.</li> <li>2. Retos para su paralelización y mejora del rendimiento.</li> <li>3. Soluciones existentes.</li> </ol> </li> <li>• Herramientas para la caracterización y representación del rendimiento de aplicaciones HPC             <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Uso de herramientas para la caracterización del rendimiento de aplicaciones tales como monitores software o contadores hardware.</li> <li>2. Detección de puntos calientes sobre los que incidir en el proceso de optimización.</li> <li>3. Aplicación de modelos del rendimiento a este proceso.</li> <li>4. Herramientas para la representación del rendimiento de una aplicación</li> </ol> </li> </ul>

				<ul style="list-style-type: none"> <li>Herramientas para la compilación, la generación y el despliegue de software HPC</li> </ul> <ol style="list-style-type: none"> <li>Proceso de compilación, optimización y generación de código en un compilador</li> <li>Optimización del código a través del compilador.</li> <li>Paralelización y vectorización automáticas.</li> <li>Herramientas para la construcción del software.</li> <li>Uso de contenedores para facilitar el despliegue de aplicaciones HPC</li> </ol>
			<p>Resultados de aprendizaje</p>	<p>El objetivo de esta materia es que los alumnos se familiaricen con los tipos de aplicaciones más comunes que son susceptibles de requerir la utilización de HPC, que conozcan las herramientas y las implementaciones existentes para cada una de ellas, y que entiendan los retos que hay que abordar para su paralelización y mejora de rendimiento. Esto permitirá al alumno tener un conocimiento general del mundo del HPC y sus diferentes aplicaciones.</p> <p>Además el alumno aprenderá qué herramientas existen para caracterizar el rendimiento de una aplicación y cómo se pueden utilizar para abordar el proceso de paralelización y mejora del rendimiento. Esto permitirá al alumno ser capaz de caracterizar el rendimiento de una aplicación e identificar los puntos calientes sobre los que centrar sus esfuerzos de optimización.</p> <p>Finalmente el alumno aprenderá qué alternativas tecnológicas existen para desplegar una aplicación HPC de forma rápida y eficiente. Esto permitirá al alumno ser capaz de distribuir aplicaciones HPC de forma sencilla y eficiente, y ser capaz de desplegarlas en poco tiempo en cualquier entorno.</p>
			<p>Observaciones</p>	<p>El material docente usado en esta materia se encontrará, mayoritariamente, en inglés. La lengua vehicular será indistintamente castellano, gallego o inglés, y se adaptará en función del grupo de estudiantes. Al menos un 33% de las actividades docentes se realizarán en lengua inglesa.</p>
<p>7 - HPC en la Nube / HPC on the Cloud</p>	<p>Optativa</p>	<p>6</p> <p>Cuatrimestral en los periodos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>1</li> </ul>	<p>Contenidos</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tecnologías de virtualización</li> <li>Tipos de nubes y recursos HPC en la nube</li> <li>Ejemplos de servicios HPC en la nube</li> <li>Plataformas Cloud</li> </ul>
			<p>Resultados de aprendizaje</p>	<p>Desde hace varios años, el uso de arquitecturas de computación paralelas ha sido un aspecto fundamental que ha permitido el desarrollo de importantes áreas en múltiples campos de la ciencia básica y aplicada. Sin embargo, el elevado coste de los sistemas paralelos tradicionales ha limitado su uso prácticamente a grandes industrias y centros de investigación. Hace tiempo que el uso de redes de computadores de bajo coste, así como la computación usando infraestructuras conectadas a través de Internet, representa una alternativa práctica y barata a los grandes sistemas. Así, la computación en la Nube (Cloud Computing) ha surgido como un paradigma de computación distribuida que cambia el modo en el que usamos los computadores, permitiendo el acceso transparente, seguro y barato a enormes recursos computacionales desde cualquier lugar del mundo.</p> <p>El objetivo principal de esta materia es dar a conocer el modelo de Cloud Computing, y cómo el mundo de la Computación de Altas Prestaciones puede utilizar el cloud para afrontar problemas que, hasta el momento, estaban restringidos a su resolución en grandes supercomputadores. Se verán diferentes ejemplos de cómo es posible resolver problemas del ámbito de la computación de altas prestaciones utilizando servicios y recursos distribuidos accesibles en la nube.</p> <p>Como resultados del aprendizaje tendremos que:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>El alumno conocerá los fundamentos de la computación en la nube y la virtualización de servicios.</li> <li>El alumno será capaz de instalar, configurar y gestionar un entorno de cloud privado.</li> <li>El alumno conocerá y aprenderá a utilizar los servicios básicos proporcionados por alguno de los principales proveedores públicos de Cloud.</li> <li>El alumno conocerá y aprenderá a utilizar los servicios y recursos accesibles en la nube para preparar y ejecutar aplicaciones del ámbito de la computación de altas prestaciones.</li> <li>El alumno adquirirá la habilidad necesaria para la búsqueda, selección y manejo de recursos (bibliografía, software, etc.) relacionados con la computación Cloud en el ámbito de la computación de altas prestaciones.</li> </ul>

				Observaciones	El material docente usado en esta materia se encontrará, mayoritariamente, en inglés. La lengua vehicular será indistintamente castellano, gallego o inglés, y se adaptará en función del grupo de estudiantes. Al menos un 33% de las actividades docentes se realizarán en lengua inglesa.
8 - Programación Paralela Avanzada / Advanced Parallel Programming	Optativa	6	Cuatrimestral en los periodos: • 2	Contenidos	<ul style="list-style-type: none"> <li>Técnicas avanzadas de optimización de códigos paralelos.</li> <li>Control de afinidad y balanceo de carga.</li> <li>Optimización de comunicaciones en sistemas de memoria distribuida.</li> <li>Entrada/salida paralela.</li> <li>Programación híbrida para sistemas con varios aceleradores hardware.</li> <li>Programación híbrida para sistemas de memoria compartida/distribuida.</li> </ul>
				Resultados de aprendizaje	<p>En este curso se incrementarán los conocimientos de programación paralela adquiridos por los alumnos en el cuatrimestre anterior en las asignaturas "Programación paralela" y "Programación heterogénea". El objetivo será que los alumnos aprendan a optimizar códigos paralelos para grandes arquitecturas paralelas o supercomputadores actuales, usando como base para sus pruebas los recursos proporcionados por el Centro de Supercomputación de Galicia (CESGA) y el Grupo de Arquitectura de Computadores (GAC) de la Universidade da Coruña (UDC).</p> <p>Nos centraremos en aquellos aspectos de las aplicaciones paralelas que suelen penalizar el rendimiento, como son las comunicaciones, el balanceo de carga, el acceso a memoria o el manejo de entrada/salida. También se abordará la computación multiplataforma que permita aprovechar el paralelismo a nivel de tareas entre varios aceleradores hardware, así como la computación híbrida donde una misma aplicación haga uso de varios paradigmas de programación paralela de cara a obtener un buen rendimiento en clústers de sistemas multinúcleo y/o aceleradores hardware.</p>
				Observaciones	El material docente usado en esta materia se encontrará, mayoritariamente, en inglés. La lengua vehicular será indistintamente castellano, gallego o inglés, y se adaptará en función del grupo de estudiantes. Al menos un 33% de las actividades docentes se realizarán en lengua inglesa.
9 - Análisis de datos con HPC / Data Analytics with HPC	Optativa	6	Cuatrimestral en los periodos: • 2	Contenidos	<ol style="list-style-type: none"> <li>Introducción a Data Engineering               <ol style="list-style-type: none"> <li>HPC vs Big Data: similitudes y diferencias en el tratamiento de datos</li> <li>Tecnologías Hardware y Software para High Performance Data Engineering</li> <li>Data Engineering en infraestructuras HPC vs entornos Cloud</li> </ol> </li> <li>Etapas de Data Engineering               <ol style="list-style-type: none"> <li>Modelado (Formatos, Compresión, Diseño de Esquemas)</li> <li>Ingesta (Periodicidad, Transformaciones, Herramientas)</li> <li>Almacenamiento (HDFS y BBDD NoSQL, HBase, MongoDB, Cassandra)</li> <li>Procesado (Batch, Real-Time)</li> <li>Orquestación</li> <li>Análisis (SQL, Machine Learning, Graphs, UI)</li> <li>Gobernanza</li> <li>Integración con BI (Visualización)</li> </ol> </li> <li>Introducción a Analítica de Datos               <ol style="list-style-type: none"> <li>Exploratory Data Analytics</li> <li>Introducción a Machine Learning</li> </ol> </li> <li>Casos de Uso               <ol style="list-style-type: none"> <li>Aplicaciones en Internet de las Cosas (entornos Smart e Industria 4.0)</li> <li>Aplicaciones en ciencias e ingeniería</li> </ol> </li> </ol>
				Resultados de aprendizaje	Introducción a la problemática del Big Data y como manejar cantidades enormes de información no estructurada en entornos HPC, la conveniencia de utilizar herramientas propias del mundo HPC (MPI/OpenMP) vs herramientas del ecosistema Big Data (Hadoop)

				Observaciones	El material docente usado en esta materia se encontrará, mayoritariamente, en inglés. La lengua vehicular será indistintamente castellano, gallego o inglés, y se adaptará en función del grupo de estudiantes. Al menos un 33% de las actividades docentes se realizarán en lengua inglesa.
10 - Practicas Profesionales / Professional Practice	Prácticas Externas	6	Cuatrimestral en los periodos: • 2	Contenidos	Los contenidos de esta materia estarán relacionados con los contenidos de una o varias de las materias del master y fomentarán que el estudiante aplique los conocimientos, capacidades y aptitudes adquiridas en el resto de las materias a la realidad profesional.
				Resultados de aprendizaje	Al finalizar las prácticas profesionales, el estudiante: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tendrá experiencia en la aplicación de los conocimientos adquiridos en contextos reales</li> <li>• Será capaz de reflexionar sobre cómo se desarrolla la aplicación de los conocimientos adquiridos en el máster por profesionales de mayor experiencia en la realidad</li> <li>• Tendrá experiencia real en la toma de decisiones</li> <li>• Tendrá experiencia en la adaptación a nuevas circunstancias en el entorno laboral</li> </ul>
				Observaciones	<p>Las prácticas se podrán desarrollar en instituciones públicas, empresas o entidades no lucrativas. Tanto la Facultad de Informática de la UDC como la Escuela Técnica Superior de Ingeniería de la USC tienen un amplio grupo de empresas e instituciones colaboradoras a través de convenios para la realización de prácticas. En cualquier caso, existe el compromiso firme por parte de la coordinación del máster de aumentar el elenco de organizaciones colaboradoras, de manera que los estudiantes del título dispongan siempre de la mejor y más actualizada oferta de prácticas posible.</p> <p>En relación a las prácticas de la modalidad a distancia, el procedimiento para la determinación de la entidad de prácticas podrá hacerse de dos maneras:</p> <p>a) por sugerencia del coordinador de la titulación, quien, una vez conocidos los lugares de residencia del estudiantado a distancia, llevará a cabo una indagación de entidades potenciales para la realización de las prácticas;</p> <p>b) por sugerencia del propio estudiante, que podrá establecer contacto con alguna entidad y transmitírselo al coordinador para, previa verificación de la adecuación de la entidad, que efectúe los trámites de firma del oportuno convenio.</p> <p>Cada estudiante dispondrá de un tutor académico (profesor-tutor) al que podrá recurrir para cualquier cuestión, duda o contingencia. Este profesor-tutor estará en contacto con los responsables de la institución en la que se desarrollan las prácticas. Al concluir el período de prácticas, la empresa o institución emitirá un informe evaluativo del desempeño del estudiante, quien deberá a su vez escribir un informe sobre su actividad durante las prácticas. Ambos serán tenidos en consideración por el profesor-tutor para la evaluación de la asignatura.</p>
11 - Trabajo Fin de Master / Master's Thesis	Trabajo Fin de Grado / Máster	15	Cuatrimestral en los periodos: • 2	Contenidos	<p>El trabajo consistirá en el estudio de un tema de investigación y/o desarrollo en el campo HPC con objetivos concretos alcanzables en un corto espacio de tiempo.</p> <p>Para su desarrollo existirán dos opciones:</p> <p>a) La realización vinculada a una práctica desarrollada en el período de prácticas profesionales en instituciones o empresas;</p> <p>b) La realización independiente de dichas prácticas, que típicamente permitirá al alumno introducirse de modo práctico en un trabajo de investigación en alguna de las líneas en las que trabajan los grupos a los que pertenece el equipo docente.</p> <p>En cualquier caso, al finalizar el trabajo el alumno ha de presentar una memoria final y defender el trabajo ante una comisión especializada.</p>
				Resultados de aprendizaje	<p>El objetivo del Trabajo Fin de Máster (TFM) es introducir al alumno en un tema de investigación con objetivos concretos y alcanzables en un corto espacio de tiempo. Al finalizar el trabajo, el estudiante será capaz de:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• En el plano cognitivo:</li> <li>• Integrar los conocimientos adquiridos para aplicarlos a un trabajo de investigación concreto</li> <li>• En el plano subjetivo:</li> <li>• Presentar y defender los resultados del trabajo ante un público especializado</li> </ul>
				Observaciones	<p>El Trabajo Fin de Máster solo se podrá defender una vez superados los restantes créditos de la titulación.</p> <p>Se redactará y aprobará un reglamento para la elaboración, presentación y evaluación de los Trabajos Fin de Máster (TFM) en la titulación. La evaluación final del trabajo la llevará a cabo una comisión integrada por profesores de la titulación, que tendrá en cuenta la calidad de la memoria final presentada por el estudiante, la presentación oral y defensa del trabajo realizada por el estudiante ante la comisión, y también la valoración del profesor tutor que ha llevado el seguimiento del trabajo del alumno. En el caso de los estudiantes en modalidad a distancia, la presentación oral</p>

					<p>será igualmente obligatoria, pero la coordinación del máster habilitará las herramientas necesarias para que esta se pueda realizar en remoto, es decir, sin que el alumno tenga que estar físicamente en el aula de la comisión, aunque la presentación sí se realizará de forma sincrónica (no se permitirán grabaciones u otras alternativas de comunicación asincrónica en el caso de la defensa del Trabajo Fin de Máster).</p>
--	--	--	--	--	---

### 5.3.5 Despliegue Temporal Plan de Estudios

#### 5.3.5.1 Trimestrales

No existen materias con este tipo de despliegue temporal.

#### 5.3.5.2 Cuatrimestrales

Primer curso	Primer Cuatrimestre			Segundo Cuatrimestre		
	Materia	Tipo	ECTS	Materia	Tipo	ECTS
	1 - Arquitecturas de Altas Prestaciones / High Performance Architectures	Obligatoria	6	5 - Taller de Proyectos /Projects Workshop	Obligatoria	3
	2 - Programación Paralela / Parallel Programming	Obligatoria	6	8 - Programación Paralela Avanzada / Advanced Parallel Programming	Optativa	6
	3 - Programación de Arquitecturas Heterogéneas / Heterogeneous Programming	Obligatoria	6	9 - Análisis de datos con HPC / Data Analytics with HPC	Optativa	6
	4 - Infraestructuras de Altas Prestaciones / High Performance Infrastructures	Obligatoria	6	10 - Practicas Profesionales / Professional Practice	Prácticas Externas	6
	6 - Herramientas para HPC / HPC Tools	Optativa	6	11 - Trabajo Fin de Master / Master's Thesis	Trabajo Fin de Grado / Máster	15
	7 - HPC en la Nube / HPC on the Cloud	Optativa	6			

#### 5.3.5.3 Semestrales

No existen materias con este tipo de despliegue temporal.

#### 5.3.5.4 Anuales

No existen materias con este tipo de despliegue temporal.

#### 5.3.5.5 Semanales

No existen materias con este tipo de despliegue temporal.

#### 5.3.5.6 Sin Despliegue Temporal Especificado

No existen materias sin despliegue temporal.

### 5.3.6 Desarrollo del Plan de Estudios (Asignaturas)

#### Asignaturas correspondientes a cada una de las materias ofertadas.

	Carácter	ECTS	Desp. Temporal	Asignaturas
1 - Arquitecturas de Altas Prestaciones / High Performance Architectures	Obligatoria	6	Cuatrimstral en los periodos: • 1	
2 - Programación Paralela / Parallel Programming	Obligatoria	6	Cuatrimstral en los periodos: • 1	
3 - Programación de Arquitecturas Heterogéneas / Heterogeneous Programming	Obligatoria	6	Cuatrimstral en los periodos: • 1	
4 - Infraestructuras de Altas Prestaciones / High Performance Infrastructures	Obligatoria	6	Cuatrimstral en los periodos: • 1	
5 - Taller de Proyectos /Projects Workshop	Obligatoria	3	Cuatrimstral en los periodos: • 2	
6 - Herramientas para HPC / HPC Tools	Optativa	6	Cuatrimstral en los periodos: • 1	
7 - HPC en la Nube / HPC on the Cloud	Optativa	6	Cuatrimstral en los periodos: • 1	
8 - Programación Paralela Avanzada / Advanced Parallel Programming	Optativa	6	Cuatrimstral en los periodos: • 2	
9 - Análisis de datos con HPC / Data Analytics with HPC	Optativa	6	Cuatrimstral en los periodos: • 2	
10 - Practicas Profesionales / Professional Practice	Prácticas Externas	6	Cuatrimstral en los periodos: • 2	
11 - Trabajo Fin de Master / Master's Thesis	Trabajo Fin de Grado / Máster	15	Cuatrimstral en los periodos: • 2	

### 5.3.7 Tabla de Competencias Generales por Materia

		COMPETENCIAS GENERALES					
		CG1	CG2	CG3	CG4	CG5	CG6
	Mat.1	X	X		X	X	
	Mat.2	X				X	
	Mat.3	X	X				
	Mat.4	X	X	X		X	X
	Mat.5	X	X		X	X	
	Mat.6	X		X	X		
	Mat.7	X					
	Mat.8	X			X		
	Mat.9	X		X		X	
	Mat.10	X		X	X	X	
	Mat.11	X	X	X	X		

### 5.3.8 Tabla de Competencias Específicas por Materia

		COMPETENCIAS ESPECÍFICAS								
		CE1	CE2	CE3	CE4	CE5	CE6	CE8	CE9	CE7
	Mat.1	X	X	X	X			X		
	Mat.2	X	X	X	X	X				
	Mat.3		X		X	X				X
	Mat.4		X	X			X			
	Mat.5							X		
	Mat.6	X	X	X	X	X				
	Mat.7	X					X			
	Mat.8	X	X		X	X				X
	Mat.9	X	X							
	Mat.10							X		
	Mat.11							X	X	

### 5.3.9 Tabla de Competencias Transversales por Materia

		COMPETENCIAS TRANSVERSALES				
		CT1	CT2	CT3	CT4	CT5
	Mat.1	X				
	Mat.2	X				
	Mat.3	X				
	Mat.4	X	X		X	
	Mat.5	X	X	X	X	X
	Mat.6	X			X	
	Mat.7	X				
	Mat.8	X				
	Mat.9	X			X	
	Mat.10	X	X	X	X	X
	Mat.11	X		X	X	X

## 5.4 Detalle del Plan de Estudios (Módulos - Materias)

### 5.4.1 MATERIA 1 - Arquitecturas de Altas Prestaciones / High Performance Architectures

**Carácter:**

Obligatoria

**ECTS Materia:**

6

**Despliegue temporal:**

**Lenguas en las que se imparte:**

Tipo	Periodo	ECTS
Cuatrimestral	1	6

- castellano
- gallego
- ingles

**Resultados de aprendizaje**

El objetivo de esta materia es proporcionar al alumno un conocimiento sólido de las técnicas y arquitecturas más utilizadas en los procesadores de última generación, así como de qué manera se interconectan y configuran para diseñar sistemas de altas prestaciones.

El alumno será capaz de comprender y analizar las técnicas más avanzadas que se implementan en los procesadores actuales. También será capaz de entender las diferentes arquitecturas de los sistemas de altas prestaciones actuales. Además se introduce al alumno en las nuevas arquitecturas en fase de investigación y desarrollo que actualmente presentan un elevado potencial.

Como resultado de aprendizaje general, el alumno será capaz de comprender, analizar y evaluar las diferentes alternativas de las arquitecturas de altas prestaciones y seleccionar la más adecuada para cada aplicación concreta.

**Contenidos**

- Tipos de paralelismo a nivel de microarquitectura.
- Procesadores multinúcleo, multihilo, many-core.
- Sistema de memoria y jerarquía cache.
- Redes de interconexión en el chip (Network-on-chip, NoC).
- Sistemas multiprocesador y multicomputador orientados a altas prestaciones.
- Consistencia y coherencia de la cache.
- Métricas y modelado para sistemas de altas prestaciones

**Observaciones**

El material docente usado en esta materia se encontrará, mayoritariamente, en inglés. La lengua vehicular será mayoritariamente el castellano, aunque algunas actividades y las tutorías podrán desarrollarse en lengua inglesa.

**Competencias Generales**

Número:	Código:	Competencia:
1	CG1	CG1 - Ser capaz de buscar y seleccionar la información útil necesaria para resolver problemas complejos, manejando con soltura las fuentes bibliográficas del campo
2	CG2	CG2 - Elaborar adecuadamente y con cierta originalidad composiciones escritas o argumentos motivados, redactar planes, proyectos de trabajo, artículos científicos y formular hipótesis razonables.
3	CG4	CG4 - Ser capaz de planificar y realizar tareas de investigación, desarrollo e innovación en ámbitos relacionados con la computación de altas prestaciones
4	CG5	CG5 - Ser capaz de trabajar en equipo, especialmente de carácter multidisciplinar, y ser hábiles en la gestión del tiempo, personas y toma de decisiones.

7	CB6	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
6	CB7	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
8	CB9	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
5	CB10	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.

### Competencias Específicas

Número:	Código:	Competencia:
1	CE1	CE1 - Definir, evaluar y seleccionar la arquitectura y el software más adecuado para la resolución de un problema
2	CE2	CE2 - Analizar y mejorar el rendimiento de una arquitectura o un software dado
3	CE3	CE3 - Conocer los conceptos y las técnicas básicas de la computación de altas prestaciones
4	CE4	CE4 - Profundizar en el conocimiento de herramientas de programación y diferentes lenguajes en el campo de la computación de altas prestaciones
5	CE8	CE8 - Ser capaz de aplicar los conocimientos, capacidades y aptitudes adquiridas a la realidad empresarial y profesional, planificando, gestionando y evaluando proyectos en el campo de la computación de altas prestaciones.

### Competencias Transversales

Número:	Código:	Competencia:
1	CT1	CT1 - Utilizar las herramientas básicas de las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) necesarias para el ejercicio de su profesión y para el aprendizaje a lo largo de su vida

### Actividades Formativas

Número:	Actividad Formativa:	Horas:	Presencialidad:
TEO	Clases de teoría (Modalidad presencial)	24	100
PRA	Clases prácticas en laboratorio (Modalidad presencial)	75	20
PRO	Clases de problemas (Modalidad presencial)	10	20
TUT	Tutorías (Modalidad presencial)	1	100
EMD	Lectura de material didáctico, visionado de vídeos y consulta de material multimedia (Modalidad a distancia)	24	0
PRD	Realización de prácticas de forma autónoma con seguimiento del profesorado (Modalidad a distancia)	75	5

EJD	Resolución de problemas de forma autónoma (Modalidad a distancia)	10	0
TUD	Tutorías de seguimiento en modalidad a distancia (Modalidad a distancia)	1	100
TRA	Realización de trabajos académicamente dirigidos (Modalidad presencial y modalidad a distancia)	40	0

### Metodologías Docentes

Número:	Metodología Docente:
TEO	Método expositivo / lección magistral (Modalidad presencial)
PRA	Sesiones de prácticas en laboratorio (Modalidad presencial)
PMD	Instrucción programada a través de materiales docentes (Modalidad a distancia)
PRO	Aprendizaje basado en problemas y estudio de casos (Modalidad presencial y modalidad a distancia)

### Sistemas de Evaluación

Número:	Sistema de evaluación:	Ponderación Min.:	Ponderación Max.:
TRA	Evaluación de los trabajos académicamente dirigidos (Modalidad presencial y modalidad a distancia)	40.0	60.0
PRA	Evaluación de las prácticas (Modalidad presencial y modalidad a distancia)	20.0	50.0
EXA	Pruebas periódicas y/o examen final (Modalidad presencial y modalidad a distancia)	0.0	50.0
PAR	Seguimiento continuado y objetivable de una participación activa (Modalidad presencial y modalidad a distancia)	0.0	20.0

## 5.4.2 MATERIA 2 - Programación Paralela / Parallel Programming

### Carácter:

### ECTS Materia:

### Despliegue temporal:

### Lenguas en las que se imparte:

Tipo	Periodo	ECTS
Cuatrimestral	1	6

- castellano
- gallego
- ingles

### Resultados de aprendizaje

Los objetivos globales de esta materia son: formar al alumno en los diversos paradigmas de programación de computadores paralelos; incidir en técnicas software para el diseño e implementación de algoritmos y aplicaciones paralelas eficientes; y aplicar estas técnicas de forma práctica para la programación de computadores paralelos con diferentes arquitecturas, utilizando recursos de supercomputación como los disponibles en el Centro de Supercomputación de Galicia (CESGA).

Una vez finalizada la materia, el alumno dispondrá de los conocimientos teóricos y prácticos necesarios para:

- Comprender las principales diferencias de organización en las arquitecturas paralelas

· Entender los principales modelos de programación  
 Aplicar los conocimientos adquiridos a la implementación eficiente de aplicaciones paralelas usando distintos modelos de programación

### Contenidos

- Introducción a la computación paralela
- Paradigmas de programación paralela
- Programas paralelos utilizando directivas de memoria compartida
- Programas paralelos utilizando librerías de paso de mensajes

### Observaciones

El material docente usado en esta materia se encontrará, mayoritariamente, en inglés. La lengua vehicular será mayoritariamente el castellano, aunque algunas actividades y las tutorías podrán desarrollarse en lengua inglesa.

### Competencias Generales

Número:	Código:	Competencia:
1	CG1	CG1 - Ser capaz de buscar y seleccionar la información útil necesaria para resolver problemas complejos, manejando con soltura las fuentes bibliográficas del campo
2	CG5	CG5 - Ser capaz de trabajar en equipo, especialmente de carácter multidisciplinar, y ser hábiles en la gestión del tiempo, personas y toma de decisiones.
4	CB6	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
3	CB7	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
5	CB10	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.

### Competencias Específicas

Número:	Código:	Competencia:
1	CE1	CE1 - Definir, evaluar y seleccionar la arquitectura y el software más adecuado para la resolución de un problema
2	CE2	CE2 - Analizar y mejorar el rendimiento de una arquitectura o un software dado
3	CE3	CE3 - Conocer los conceptos y las técnicas básicas de la computación de altas prestaciones
4	CE4	CE4 - Profundizar en el conocimiento de herramientas de programación y diferentes lenguajes en el campo de la computación de altas prestaciones
5	CE5	CE5 - Analizar, diseñar e implementar algoritmos y aplicaciones paralelas eficientes

### Competencias Transversales

Número:	Código:	Competencia:
1	CT1	CT1 - Utilizar las herramientas básicas de las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) necesarias para el ejercicio de su profesión y para el aprendizaje a lo largo de su vida

**Actividades Formativas**

Número:	Actividad Formativa:	Horas:	Presencialidad:
TEO	Clases de teoría (Modalidad presencial)	20	100
PRA	Clases prácticas en laboratorio (Modalidad presencial)	60	30
TUT	Tutorías (Modalidad presencial)	1	100
EMD	Lectura de material didáctico, visionado de vídeos y consulta de material multimedia (Modalidad a distancia)	20	0
PRD	Realización de prácticas de forma autónoma con seguimiento del profesorado (Modalidad a distancia)	60	5
TUD	Tutorías de seguimiento en modalidad a distancia (Modalidad a distancia)	1	100
TRA	Realización de trabajos académicamente dirigidos (Modalidad presencial y modalidad a distancia)	66	0
EVA	Actividades de evaluación (Modalidad presencial y modalidad a distancia)	3	100

**Metodologías Docentes**

Número:	Metodología Docente:
TEO	Método expositivo / lección magistral (Modalidad presencial)
PRA	Sesiones de prácticas en laboratorio (Modalidad presencial)
PMD	Instrucción programada a través de materiales docentes (Modalidad a distancia)
PRO	Aprendizaje basado en problemas y estudio de casos (Modalidad presencial y modalidad a distancia)

**Sistemas de Evaluación**

Número:	Sistema de evaluación:	Ponderación Min.:	Ponderación Max.:
TRA	Evaluación de los trabajos académicamente dirigidos (Modalidad presencial y modalidad a distancia)	40.0	60.0
PRA	Evaluación de las prácticas (Modalidad presencial y modalidad a distancia)	20.0	50.0
EXA	Pruebas periódicas y/o examen final (Modalidad presencial y modalidad a distancia)	0.0	50.0
PAR	Seguimiento continuado y objetivable de una participación activa (Modalidad presencial y modalidad a distancia)	0.0	20.0

### 5.4.3 MATERIA 3 - Programación de Arquitecturas Heterogéneas / Heterogeneous Programming

**Carácter:**

Obligatoria

**ECTS Materia:**

6

**Despliegue temporal:**
**Lenguas en las que se imparte:**

Tipo	Periodo	ECTS
Cuatrimstral	1	6

- castellano
- gallego
- ingles

**Resultados de aprendizaje**

El estudiante adquirirá la formación básica para analizar las arquitecturas heterogéneas con aceleradores tales como una GPU, como alternativa a los sistemas multi-núcleo en procesadores de propósito general, y quedará capacitado para contrastar sus prestaciones y rendimiento. Adicionalmente, desarrollará software eficiente para estas nuevas plataformas a través de los lenguajes que han surgido en los últimos años para aplicaciones de propósito general. Así, se iniciará al estudiante a algunas de las aproximaciones más extendidas para la programación de sistemas heterogéneos. Para finalizar, familiarizaremos al estudiante con las técnicas de optimización orientadas a las generaciones más avanzadas de los sistemas heterogéneos.

**Contenidos**

- Sistemas multi-núcleo en procesadores de propósito general y many-core en aceleradores como Xeon-Phi o GPU.
- Estructura de un sistema heterogéneo con procesadores de propósito general+acelerador. Integración conjunta.
- Modelos de programación y compiladores para sistemas heterogéneos.
- Arquitectura de sistemas heterogéneos habituales.
- Programación de propósito general en sistemas heterogéneos.
- Optimizaciones para sistemas heterogéneos.

**Observaciones**

El material docente usado en esta materia se encontrará, mayoritariamente, en inglés. La lengua vehicular será mayoritariamente el castellano, aunque algunas actividades y las tutorías podrán desarrollarse en lengua inglesa.

**Competencias Generales**

Número:	Código:	Competencia:
1	CG1	CG1 - Ser capaz de buscar y seleccionar la información útil necesaria para resolver problemas complejos, manejando con soltura las fuentes bibliográficas del campo
2	CG2	CG2 - Elaborar adecuadamente y con cierta originalidad composiciones escritas o argumentos motivados, redactar planes, proyectos de trabajo, artículos científicos y formular hipótesis razonables.
4	CB6	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
3	CB7	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

**Competencias Específicas**

Número:	Código:	Competencia:
1	CE2	CE2 - Analizar y mejorar el rendimiento de una arquitectura o un software dado
2	CE4	CE4 - Profundizar en el conocimiento de herramientas de programación y diferentes lenguajes en el campo de la computación de altas prestaciones
3	CE5	CE5 - Analizar, diseñar e implementar algoritmos y aplicaciones paralelas eficientes
4	CE7	CE7 - Conocer las arquitecturas emergentes en el campo de la supercomputación

**Competencias Transversales**

Número:	Código:	Competencia:
1	CT1	CT1 - Utilizar las herramientas básicas de las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) necesarias para el ejercicio de su profesión y para el aprendizaje a lo largo de su vida

**Actividades Formativas**

Número:	Actividad Formativa:	Horas:	Presencialidad:
TEO	Clases de teoría (Modalidad presencial)	20	100
PRA	Clases prácticas en laboratorio (Modalidad presencial)	40	50
TUT	Tutorías (Modalidad presencial)	1	100
EMD	Lectura de material didáctico, visionado de vídeos y consulta de material multimedia (Modalidad a distancia)	20	0
PRD	Realización de prácticas de forma autónoma con seguimiento del profesorado (Modalidad a distancia)	40	5
TUD	Tutorías de seguimiento en modalidad a distancia (Modalidad a distancia)	1	100
TRA	Realización de trabajos académicamente dirigidos (Modalidad presencial y modalidad a distancia)	88	0
EVA	Actividades de evaluación (Modalidad presencial y modalidad a distancia)	1	100

**Metodologías Docentes**

Número:	Metodología Docente:
TEO	Método expositivo / lección magistral (Modalidad presencial)
PRA	Sesiones de prácticas en laboratorio (Modalidad presencial)

PMD	Instrucción programada a través de materiales docentes (Modalidad a distancia)
PRO	Aprendizaje basado en problemas y estudio de casos (Modalidad presencial y modalidad a distancia)

### Sistemas de Evaluación

Número:	Sistema de evaluación:	Ponderación Min.:	Ponderación Max.:
TRA	Evaluación de los trabajos académicamente dirigidos (Modalidad presencial y modalidad a distancia)	30.0	50.0
PRA	Evaluación de las prácticas (Modalidad presencial y modalidad a distancia)	30.0	50.0
EXA	Pruebas periódicas y/o examen final (Modalidad presencial y modalidad a distancia)	15.0	30.0

### 5.4.4 MATERIA 4 - Infraestructuras de Altas Prestaciones / High Performance Infrastructures

#### Carácter:

Obligatoria

#### ECTS Materia:

6

#### Despliegue temporal:

#### Lenguas en las que se imparte:

Tipo	Periodo	ECTS
Cuatrimestral	1	6

- castellano
- gallego
- ingles

#### Resultados de aprendizaje

El objetivo de esta materia es proporcionar al alumno el conocimiento de los componentes de una infraestructura actual para la computación de altas prestaciones, de cómo funcionan en conjunto y de cómo administrarlos.

El alumno será capaz de diseñar y administrar infraestructuras de altas prestaciones teniendo en cuenta el análisis de las necesidades presentes y su posible evolución futura, así como los requisitos para plantear un proyecto de diseño de infraestructura en el que se tendrán en cuenta tanto el hardware, como el software y las infraestructuras de soporte. Esto incluirá la parte computacional, el almacenamiento de datos, la infraestructura de comunicaciones y la monitorización del sistema.

#### Contenidos

- Infraestructura de soporte para computación de altas prestaciones
- Virtualización de servidores
- Redes de comunicaciones para clusters y almacenamiento
- Administración de clusters para computación de altas prestaciones
- Sistemas de almacenamiento y copias de seguridad
- Monitorización y optimización de sistemas HPC

#### Observaciones

El material docente de esta materia se encontrará disponible en lengua inglesa. Además, la lengua vehicular será el inglés.

**Competencias Generales**

Número:	Código:	Competencia:
1	CG1	CG1 - Ser capaz de buscar y seleccionar la información útil necesaria para resolver problemas complejos, manejando con soltura las fuentes bibliográficas del campo
2	CG2	CG2 - Elaborar adecuadamente y con cierta originalidad composiciones escritas o argumentos motivados, redactar planes, proyectos de trabajo, artículos científicos y formular hipótesis razonables.
3	CG3	CG3 - Ser capaz de mantener y extender planteamientos teóricos fundados para permitir la introducción y explotación de tecnologías nuevas y avanzadas en el campo
4	CG5	CG5 - Ser capaz de trabajar en equipo, especialmente de carácter multidisciplinar, y ser hábiles en la gestión del tiempo, personas y toma de decisiones.
5	CG6	CG6 - Ser capaz de comprender y expresar en lengua inglesa, tanto de forma oral como escrita, información, ideas, conocimientos, problemas y soluciones en el ámbito HPC
8	CB6	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
7	CB7	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
9	CB9	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
6	CB10	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.

**Competencias Específicas**

Número:	Código:	Competencia:
1	CE2	CE2 - Analizar y mejorar el rendimiento de una arquitectura o un software dado
2	CE3	CE3 - Conocer los conceptos y las técnicas básicas de la computación de altas prestaciones
3	CE6	CE6 - Conocer las tecnologías y herramientas disponibles para la computación en sistemas distribuidos sobre una red

**Competencias Transversales**

Número:	Código:	Competencia:
1	CT1	CT1 - Utilizar las herramientas básicas de las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) necesarias para el ejercicio de su profesión y para el aprendizaje a lo largo de su vida
2	CT2	CT2 - Estimular la capacidad para trabajar en equipos interdisciplinares o transdisciplinares, para ofrecer propuestas que contribuyan a un desarrollo sostenible ambiental, económico, político y social
3	CT4	CT4 - Valorar la importancia que tiene la investigación, la innovación y el desarrollo tecnológico en el avance socioeconómico y cultural de la sociedad

**Actividades Formativas**

Número:	Actividad Formativa:	Horas:	Presencialidad:
TEO	Clases de teoría (Modalidad presencial)	22	100
PRA	Clases prácticas en laboratorio (Modalidad presencial)	100	15
TUT	Tutorías (Modalidad presencial)	1	100
EMD	Lectura de material didáctico, visionado de vídeos y consulta de material multimedia (Modalidad a distancia)	22	0
PRD	Realización de prácticas de forma autónoma con seguimiento del profesorado (Modalidad a distancia)	100	5
TUD	Tutorías de seguimiento en modalidad a distancia (Modalidad a distancia)	1	100
TRA	Realización de trabajos académicamente dirigidos (Modalidad presencial y modalidad a distancia)	23	0
SEM	Seminarios y talleres (Modalidad presencial y a distancia)	2	100
EVA	Actividades de evaluación (Modalidad presencial y modalidad a distancia)	2	100

**Metodologías Docentes**

Número:	Metodología Docente:
TEO	Método expositivo / lección magistral (Modalidad presencial)
PRA	Sesiones de prácticas en laboratorio (Modalidad presencial)
SEM	Seminarios y talleres (Modalidad presencial y modalidad a distancia)
COL	Aprendizaje colaborativo (Modalidad presencial y modalidad a distancia)

**Sistemas de Evaluación**

Número:	Sistema de evaluación:	Ponderación Min.:	Ponderación Max.:
TRA	Evaluación de los trabajos académicamente dirigidos (Modalidad presencial y modalidad a distancia)	20.0	60.0
PRA	Evaluación de las prácticas (Modalidad presencial y modalidad a distancia)	20.0	60.0
EXA	Pruebas periódicas y/o examen final (Modalidad presencial y modalidad a distancia)	0.0	30.0
PAR	Seguimiento continuado y objetivable de una participación activa (Modalidad presencial y modalidad a distancia)	0.0	20.0

### 5.4.5 MATERIA 5 - Taller de Proyectos /Projects Workshop

**Carácter:**

Obligatoria

**ECTS Materia:**

3

**Despliegue temporal:**
**Lenguas en las que se imparte:**

Tipo	Periodo	ECTS
Cuatrimestral	2	3

- castellano
- gallego
- ingles

**Resultados de aprendizaje**

El objetivo de esta materia es proporcionar al alumno las bases fundamentales para llevar a cabo con éxito un proyecto de investigación y/o industrial en el área de la computación de altas prestaciones. Se presentarán diferentes herramientas colaborativas que facilitan en desarrollo del proyecto así como diferentes ejemplos de proyectos empresariales y de investigación.

**Contenidos**

- Proyectos de investigación en HPC
- Herramientas colaborativas
- Gestión de proyectos HPC
- Talleres industriales
- Emprendimiento

**Observaciones**

El material docente usado en esta materia se encontrará, mayoritariamente, en inglés. La lengua vehicular será mayoritariamente el castellano, aunque algunas actividades y las tutorías podrán desarrollarse en lengua inglesa.

**Competencias Generales**

Número:	Código:	Competencia:
1	CG1	CG1 - Ser capaz de buscar y seleccionar la información útil necesaria para resolver problemas complejos, manejando con soltura las fuentes bibliográficas del campo
2	CG2	CG2 - Elaborar adecuadamente y con cierta originalidad composiciones escritas o argumentos motivados, redactar planes, proyectos de trabajo, artículos científicos y formular hipótesis razonables.
3	CG4	CG4 - Ser capaz de planificar y realizar tareas de investigación, desarrollo e innovación en ámbitos relacionados con la computación de altas prestaciones
4	CG5	CG5 - Ser capaz de trabajar en equipo, especialmente de carácter multidisciplinar, y ser hábiles en la gestión del tiempo, personas y toma de decisiones.
6	CB6	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
7	CB8	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
5	CB10	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.

**Competencias Específicas**

Número:	Código:	Competencia:
1	CE8	CE8 - Ser capaz de aplicar los conocimientos, capacidades y aptitudes adquiridas a la realidad empresarial y profesional, planificando, gestionando y evaluando proyectos en el campo de la computación de altas prestaciones.

**Competencias Transversales**

Número:	Código:	Competencia:
1	CT1	CT1 - Utilizar las herramientas básicas de las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) necesarias para el ejercicio de su profesión y para el aprendizaje a lo largo de su vida
2	CT2	CT2 - Estimular la capacidad para trabajar en equipos interdisciplinares o transdisciplinares, para ofrecer propuestas que contribuyan a un desarrollo sostenible ambiental, económico, político y social
3	CT3	CT3 - Capacidad de gestionar tiempos y recursos: desarrollar planes, priorizar actividades, identificar las críticas, establecer plazos y cumplirlos
4	CT4	CT4 - Valorar la importancia que tiene la investigación, la innovación y el desarrollo tecnológico en el avance socioeconómico y cultural de la sociedad
5	CT5	CT5 - Entender la importancia de la cultura emprendedora y conocer los medios al alcance de las personas emprendedoras

**Actividades Formativas**

Número:	Actividad Formativa:	Horas:	Presencialidad:
TEO	Clases de teoría (Modalidad presencial)	11	100
TUT	Tutorías (Modalidad presencial)	1	100
EMD	Lectura de material didáctico, visionado de vídeos y consulta de material multimedia (Modalidad a distancia)	11	0
TUD	Tutorías de seguimiento en modalidad a distancia (Modalidad a distancia)	1	100
TRA	Realización de trabajos académicamente dirigidos (Modalidad presencial y modalidad a distancia)	54	0
SEM	Seminarios y talleres (Modalidad presencial y a distancia)	8	100
EVA	Actividades de evaluación (Modalidad presencial y modalidad a distancia)	1	100

**Metodologías Docentes**

Número:	Metodología Docente:
TEO	Método expositivo / lección magistral (Modalidad presencial)
PMD	Instrucción programada a través de materiales docentes (Modalidad a distancia)

SEM	Seminarios y talleres (Modalidad presencial y modalidad a distancia)
COL	Aprendizaje colaborativo (Modalidad presencial y modalidad a distancia)

### Sistemas de Evaluación

Número:	Sistema de evaluación:	Ponderación Min.:	Ponderación Max.:
TRA	Evaluación de los trabajos académicamente dirigidos (Modalidad presencial y modalidad a distancia)	70.0	90.0
PAR	Seguimiento continuado y objetivable de una participación activa (Modalidad presencial y modalidad a distancia)	10.0	30.0

### 5.4.6 MATERIA 6 - Herramientas para HPC / HPC Tools

#### Carácter:

Optativa

#### ECTS Materia:

6

#### Despliegue temporal:

#### Lenguas en las que se imparte:

Tipo	Periodo	ECTS
Cuatrimstral	1	6

- castellano
- gallego
- ingles

### Resultados de aprendizaje

El objetivo de esta materia es que los alumnos se familiaricen con los tipos de aplicaciones más comunes que son susceptibles de requerir la utilización de HPC, que conozcan las herramientas y las implementaciones existentes para cada una de ellas, y que entiendan los retos que hay que abordar para su paralelización y mejora de rendimiento. Esto permitirá al alumno tener un conocimiento general del mundo del HPC y sus diferentes aplicaciones.

Además el alumno aprenderá qué herramientas existen para caracterizar el rendimiento de una aplicación y cómo se pueden utilizar para abordar el proceso de paralelización y mejora del rendimiento. Esto permitirá al alumno ser capaz de caracterizar el rendimiento de una aplicación e identificar los puntos calientes sobre los que centrar sus esfuerzos de optimización.

Finalmente el alumno aprenderá qué alternativas tecnológicas existen para desplegar una aplicación HPC de forma rápida y eficiente. Esto permitirá al alumno ser capaz de distribuir aplicaciones HPC de forma sencilla y eficiente, y ser capaz de desplegarlas en poco tiempo en cualquier entorno.

### Contenidos

- Estudio de los principales tipos de aplicaciones HPC. Para cada tipo se verá.
  1. Descripción formal del problema.
  2. Retos para su paralelización y mejora del rendimiento.
  3. Soluciones existentes.
- Herramientas para la caracterización y representación del rendimiento de aplicaciones HPC
  1. Uso de herramientas para la caracterización del rendimiento de aplicaciones tales como monitores software o contadores hardware.
  2. Detección de puntos calientes sobre los que incidir en el proceso de optimización.
  3. Aplicación de modelos del rendimiento a este proceso.
  4. Herramientas para la representación del rendimiento de una aplicación
- Herramientas para la compilación, la generación y el despliegue de software HPC
  1. Proceso de compilación, optimización y generación de código en un compilador
  2. Optimización del código a través del compilador.
  3. Paralelización y vectorización automáticas.
  4. Herramientas para la construcción del software.

## 5. Uso de contenedores para facilitar el despliegue de aplicaciones HPC

**Observaciones**

El material docente usado en esta materia se encontrará, mayoritariamente, en inglés. La lengua vehicular será indistintamente castellano, gallego o inglés, y se adaptará en función del grupo de estudiantes. Al menos un 33% de las actividades docentes se realizarán en lengua inglesa.

**Competencias Generales**

Número:	Código:	Competencia:
1	CG1	CG1 - Ser capaz de buscar y seleccionar la información útil necesaria para resolver problemas complejos, manejando con soltura las fuentes bibliográficas del campo
2	CG3	CG3 - Ser capaz de mantener y extender planteamientos teóricos fundados para permitir la introducción y explotación de tecnologías nuevas y avanzadas en el campo
3	CG4	CG4 - Ser capaz de planificar y realizar tareas de investigación, desarrollo e innovación en ámbitos relacionados con la computación de altas prestaciones
4	CB6	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
6	CB8	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
5	CB9	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

**Competencias Específicas**

Número:	Código:	Competencia:
1	CE1	CE1 - Definir, evaluar y seleccionar la arquitectura y el software más adecuado para la resolución de un problema
2	CE2	CE2 - Analizar y mejorar el rendimiento de una arquitectura o un software dado
3	CE3	CE3 - Conocer los conceptos y las técnicas básicas de la computación de altas prestaciones
4	CE4	CE4 - Profundizar en el conocimiento de herramientas de programación y diferentes lenguajes en el campo de la computación de altas prestaciones
5	CE5	CE5 - Analizar, diseñar e implementar algoritmos y aplicaciones paralelas eficientes

**Competencias Transversales**

Número:	Código:	Competencia:
1	CT1	CT1 - Utilizar las herramientas básicas de las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) necesarias para el ejercicio de su profesión y para el aprendizaje a lo largo de su vida
2	CT4	CT4 - Valorar la importancia que tiene la investigación, la innovación y el desarrollo tecnológico en el avance socioeconómico y cultural de la sociedad

### Actividades Formativas

Número:	Actividad Formativa:	Horas:	Presencialidad:
TEO	Clases de teoría (Modalidad presencial)	23	100
PRA	Clases prácticas en laboratorio (Modalidad presencial)	72	25
TUT	Tutorías (Modalidad presencial)	1	100
EMD	Lectura de material didáctico, visionado de vídeos y consulta de material multimedia (Modalidad a distancia)	23	0
PRD	Realización de prácticas de forma autónoma con seguimiento del profesorado (Modalidad a distancia)	72	5
TUD	Tutorías de seguimiento en modalidad a distancia (Modalidad a distancia)	1	100
TRA	Realización de trabajos académicamente dirigidos (Modalidad presencial y modalidad a distancia)	54	0

### Metodologías Docentes

Número:	Metodología Docente:
TEO	Método expositivo / lección magistral (Modalidad presencial)
PRA	Sesiones de prácticas en laboratorio (Modalidad presencial)
PMD	Instrucción programada a través de materiales docentes (Modalidad a distancia)
PRO	Aprendizaje basado en problemas y estudio de casos (Modalidad presencial y modalidad a distancia)

### Sistemas de Evaluación

Número:	Sistema de evaluación:	Ponderación Min.:	Ponderación Max.:
TRA	Evaluación de los trabajos académicamente dirigidos (Modalidad presencial y modalidad a distancia)	70.0	80.0
EXA	Pruebas periódicas y/o examen final (Modalidad presencial y modalidad a distancia)	20.0	30.0

#### 5.4.7 MATERIA 7 - HPC en la Nube / HPC on the Cloud

**Carácter:**

Optativa

**ECTS Materia:**

6

**Despliegue temporal:**
**Lenguas en las que se imparte:**

Tipo	Periodo	ECTS
Cuatrimestral	1	6

- castellano
- gallego
- ingles

**Resultados de aprendizaje**

Desde hace varios años, el uso de arquitecturas de computación paralelas ha sido un aspecto fundamental que ha permitido el desarrollo de importantes áreas en múltiples campos de la ciencia básica y aplicada. Sin embargo, el elevado coste de los sistemas paralelos tradicionales ha limitado su uso prácticamente a grandes industrias y centros de investigación. Hace tiempo que el uso de redes de computadores de bajo coste, así como la computación usando infraestructuras conectadas a través de Internet, representa una alternativa práctica y barata a los grandes sistemas. Así, la computación en la Nube (Cloud Computing) ha surgido como un paradigma de computación distribuida que cambia el modo en el que usamos los computadores, permitiendo el acceso transparente, seguro y barato a enormes recursos computacionales desde cualquier lugar del mundo.

El objetivo principal de esta materia es dar a conocer el modelo de Cloud Computing, y cómo el mundo de la Computación de Altas Prestaciones puede utilizar el cloud para afrontar problemas que, hasta el momento, estaban restringidos a su resolución en grandes supercomputadores. Se verán diferentes ejemplos de cómo es posible resolver problemas del ámbito de la computación de altas prestaciones utilizando servicios y recursos distribuidos accesibles en la nube.

Como resultados del aprendizaje tendremos que:

- El alumno conocerá los fundamentos de la computación en la nube y la virtualización de servicios.
- El alumno será capaz de instalar, configurar y gestionar un entorno de cloud privado.
- El alumno conocerá y aprenderá a utilizar los servicios básicos proporcionados por alguno de los principales proveedores públicos de Cloud.
- El alumno conocerá y aprenderá a utilizar los servicios y recursos accesibles en la nube para preparar y ejecutar aplicaciones del ámbito de la computación de altas prestaciones.
- El alumno adquirirá la habilidad necesaria para la búsqueda, selección y manejo de recursos (bibliografía, software, etc.) relacionados con la computación Cloud en el ámbito de la computación de altas prestaciones.

**Contenidos**

- Tecnologías de virtualización
- Tipos de nubes y recursos HPC en la nube
- Ejemplos de servicios HPC en la nube
- Plataformas Cloud

**Observaciones**

El material docente usado en esta materia se encontrará, mayoritariamente, en inglés. La lengua vehicular será indistintamente castellano, gallego o inglés, y se adaptará en función del grupo de estudiantes. Al menos un 33% de las actividades docentes se realizarán en lengua inglesa.

**Competencias Generales**

Número:	Código:	Competencia:
1	CG1	CG1 - Ser capaz de buscar y seleccionar la información útil necesaria para resolver problemas complejos, manejando con soltura las fuentes bibliográficas del campo
3	CB7	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
2	CB10	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.

**Competencias Específicas**

Número:	Código:	Competencia:
1	CE1	CE1 - Definir, evaluar y seleccionar la arquitectura y el software más adecuado para la resolución de un problema
2	CE6	CE6 - Conocer las tecnologías y herramientas disponibles para la computación en sistemas distribuidos sobre una red

**Competencias Transversales**

Número:	Código:	Competencia:
1	CT1	CT1 - Utilizar las herramientas básicas de las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) necesarias para el ejercicio de su profesión y para el aprendizaje a lo largo de su vida

**Actividades Formativas**

Número:	Actividad Formativa:	Horas:	Presencialidad:
TEO	Clases de teoría (Modalidad presencial)	24	100
PRA	Clases prácticas en laboratorio (Modalidad presencial)	75	20
TUT	Tutorías (Modalidad presencial)	1	100
EMD	Lectura de material didáctico, visionado de vídeos y consulta de material multimedia (Modalidad a distancia)	24	0
PRD	Realización de prácticas de forma autónoma con seguimiento del profesorado (Modalidad a distancia)	75	5
TUD	Tutorías de seguimiento en modalidad a distancia (Modalidad a distancia)	1	100
TRA	Realización de trabajos académicamente dirigidos (Modalidad presencial y modalidad a distancia)	48	0
EVA	Actividades de evaluación (Modalidad presencial y modalidad a distancia)	2	100

**Metodologías Docentes**

Número:	Metodología Docente:
TEO	Método expositivo / lección magistral (Modalidad presencial)
PRA	Sesiones de prácticas en laboratorio (Modalidad presencial)
PMD	Instrucción programada a través de materiales docentes (Modalidad a distancia)
PRO	Aprendizaje basado en problemas y estudio de casos (Modalidad presencial y modalidad a distancia)

### Sistemas de Evaluación

Número:	Sistema de evaluación:	Ponderación Min.:	Ponderación Max.:
TRA	Evaluación de los trabajos académicamente dirigidos (Modalidad presencial y modalidad a distancia)	0.0	40.0
PRA	Evaluación de las prácticas (Modalidad presencial y modalidad a distancia)	30.0	60.0
EXA	Pruebas periódicas y/o examen final (Modalidad presencial y modalidad a distancia)	0.0	40.0

### 5.4.8 MATERIA 8 - Programación Paralela Avanzada / Advanced Parallel Programming

#### Carácter:

Optativa

#### ECTS Materia:

6

#### Despliegue temporal:

Tipo	Periodo	ECTS
Cuatrimestral	2	6

#### Lenguas en las que se imparte:

- castellano
- gallego
- ingles

#### Resultados de aprendizaje

En este curso se incrementarán los conocimientos de programación paralela adquiridos por los alumnos en el cuatrimestre anterior en las asignaturas "Programación paralela" y "Programación heterogénea". El objetivo será que los alumnos aprendan a optimizar códigos paralelos para grandes arquitecturas paralelas o supercomputadores actuales, usando como base para sus pruebas los recursos proporcionados por el Centro de Supercomputación de Galicia (CESGA) y el Grupo de Arquitectura de Computadores (GAC) de la Universidade da Coruña (UDC).

Nos centraremos en aquellos aspectos de las aplicaciones paralelas que suelen penalizar el rendimiento, como son las comunicaciones, el balanceo de carga, el acceso a memoria o el manejo de entrada/salida. También se abordará la computación multiplataforma que permita aprovechar el paralelismo a nivel de tareas entre varios aceleradores hardware, así como la computación híbrida donde una misma aplicación haga uso de varios paradigmas de programación paralela de cara a obtener un buen rendimiento en clústers de sistemas multinúcleo y/o aceleradores hardware.

#### Contenidos

- Técnicas avanzadas de optimización de códigos paralelos.
- Control de afinidad y balanceo de carga.
- Optimización de comunicaciones en sistemas de memoria distribuida.
- Entrada/salida paralela.
- Programación híbrida para sistemas con varios aceleradores hardware.
- Programación híbrida para sistemas de memoria compartida/distribuida.

#### Observaciones

El material docente usado en esta materia se encontrará, mayoritariamente, en inglés. La lengua vehicular será indistintamente castellano, gallego o inglés, y se adaptará en función del grupo de estudiantes. Al menos un 33% de las actividades docentes se realizarán en lengua inglesa.

#### Competencias Generales

Número:	Código:	Competencia:
1	CG1	CG1 - Ser capaz de buscar y seleccionar la información útil necesaria para resolver problemas complejos, manejando con soltura las fuentes bibliográficas del campo

2	CG4	CG4 - Ser capaz de planificar y realizar tareas de investigación, desarrollo e innovación en ámbitos relacionados con la computación de altas prestaciones
4	CB6	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
3	CB7	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
5	CB10	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.

### Competencias Específicas

Número:	Código:	Competencia:
1	CE1	CE1 - Definir, evaluar y seleccionar la arquitectura y el software más adecuado para la resolución de un problema
2	CE2	CE2 - Analizar y mejorar el rendimiento de una arquitectura o un software dado
3	CE4	CE4 - Profundizar en el conocimiento de herramientas de programación y diferentes lenguajes en el campo de la computación de altas prestaciones
4	CE5	CE5 - Analizar, diseñar e implementar algoritmos y aplicaciones paralelas eficientes
5	CE7	CE7 - Conocer las arquitecturas emergentes en el campo de la supercomputación

### Competencias Transversales

Número:	Código:	Competencia:
1	CT1	CT1 - Utilizar las herramientas básicas de las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) necesarias para el ejercicio de su profesión y para el aprendizaje a lo largo de su vida

### Actividades Formativas

Número:	Actividad Formativa:	Horas:	Presencialidad:
TEO	Clases de teoría (Modalidad presencial)	18	100
PRA	Clases prácticas en laboratorio (Modalidad presencial)	84	25
TUT	Tutorías (Modalidad presencial)	1	100
EMD	Lectura de material didáctico, visionado de vídeos y consulta de material multimedia (Modalidad a distancia)	18	0
PRD	Realización de prácticas de forma autónoma con seguimiento del profesorado (Modalidad a distancia)	84	5
TUD	Tutorías de seguimiento en modalidad a distancia (Modalidad a distancia)	1	100

TRA	Realización de trabajos académicamente dirigidos (Modalidad presencial y modalidad a distancia)	45	0
EVA	Actividades de evaluación (Modalidad presencial y modalidad a distancia)	2	100

**Metodologías Docentes**

Número:	Metodología Docente:
TEO	Método expositivo / lección magistral (Modalidad presencial)
PRA	Sesiones de prácticas en laboratorio (Modalidad presencial)
PMD	Instrucción programada a través de materiales docentes (Modalidad a distancia)
PRO	Aprendizaje basado en problemas y estudio de casos (Modalidad presencial y modalidad a distancia)

**Sistemas de Evaluación**

Número:	Sistema de evaluación:	Ponderación Min.:	Ponderación Max.:
PRA	Evaluación de las prácticas (Modalidad presencial y modalidad a distancia)	50.0	100.0
EXA	Pruebas periódicas y/o examen final (Modalidad presencial y modalidad a distancia)	0.0	50.0
PAR	Seguimiento continuado y objetivable de una participación activa (Modalidad presencial y modalidad a distancia)	0.0	20.0

**5.4.9 MATERIA 9 - Análisis de datos con HPC / Data Analytics with HPC**

**Carácter:**

Optativa

**ECTS Materia:**

6

**Despliegue temporal:**

**Lenguas en las que se imparte:**

Tipo	Periodo	ECTS
Cuatrimestral	2	6

- castellano
- gallego
- ingles

**Resultados de aprendizaje**

Introducción a la problemática del Big Data y como manejar cantidades enormes de información no estructurada en entornos HPC, la conveniencia de utilizar herramientas propias del mundo HPC (MPI/ OpenMP) vs herramientas del ecosistema Big Data (Hadoop)

**Contenidos**

1. Introducción a Data Engineering
  - 1.1 HPC vs Big Data: similitudes y diferencias en el tratamiento de datos
  - 1.2 Tecnologías Hardware y Software para High Performance Data Engineering
  - 1.3 Data Engineering en infraestructuras HPC vs entornos Cloud
- 2 Etapas de Data Engineering
  - 2.1 Modelado (Formatos, Compresión, Diseño de Esquemas)
  - 2.2 Ingesta (Periodicidad, Transformaciones, Herramientas)

- 2.3 Almacenamiento (HDFS y BBDD NoSQL, HBase, MongoDB, Cassandra)
- 2.4 Procesado (Batch, Real-Time)
- 2.5 Orquestación
- 2.6 Análisis (SQL, Machine Learning, Graphs, UI)
- 2.7 Gobernanza
- 2.8 Integración con BI (Visualización)
- 3 Introducción a Analítica de Datos
- 3.1 Exploratory Data Analytics
- 3.2 Introducción a Machine Learning
- 4 Casos de Uso
- 4.1 Aplicaciones en Internet de las Cosas (entornos Smart e Industria 4.0)
- 4.2 Aplicaciones en ciencias e ingeniería

### Observaciones

El material docente usado en esta materia se encontrará, mayoritariamente, en inglés. La lengua vehicular será indistintamente castellano, gallego o inglés, y se adaptará en función del grupo de estudiantes. Al menos un 33% de las actividades docentes se realizarán en lengua inglesa.

### Competencias Generales

Número:	Código:	Competencia:
1	CG1	CG1 - Ser capaz de buscar y seleccionar la información útil necesaria para resolver problemas complejos, manejando con soltura las fuentes bibliográficas del campo
2	CG3	CG3 - Ser capaz de mantener y extender planteamientos teóricos fundados para permitir la introducción y explotación de tecnologías nuevas y avanzadas en el campo
3	CG5	CG5 - Ser capaz de trabajar en equipo, especialmente de carácter multidisciplinar, y ser hábiles en la gestión del tiempo, personas y toma de decisiones.
5	CB6	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
4	CB7	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

### Competencias Específicas

Número:	Código:	Competencia:
1	CE1	CE1 - Definir, evaluar y seleccionar la arquitectura y el software más adecuado para la resolución de un problema
2	CE2	CE2 - Analizar y mejorar el rendimiento de una arquitectura o un software dado

### Competencias Transversales

Número:	Código:	Competencia:
1	CT1	CT1 - Utilizar las herramientas básicas de las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) necesarias para el ejercicio de su profesión y para el aprendizaje a lo largo de su vida
2	CT4	CT4 - Valorar la importancia que tiene la investigación, la innovación y el desarrollo tecnológico en el avance socioeconómico y cultural de la sociedad

**Actividades Formativas**

Número:	Actividad Formativa:	Horas:	Presencialidad:
TEO	Clases de teoría (Modalidad presencial)	18	100
PRA	Clases prácticas en laboratorio (Modalidad presencial)	80	25
TUT	Tutorías (Modalidad presencial)	1	100
EMD	Lectura de material didáctico, visionado de vídeos y consulta de material multimedia (Modalidad a distancia)	18	0
PRD	Realización de prácticas de forma autónoma con seguimiento del profesorado (Modalidad a distancia)	80	5
TUD	Tutorías de seguimiento en modalidad a distancia (Modalidad a distancia)	1	100
TRA	Realización de trabajos académicamente dirigidos (Modalidad presencial y modalidad a distancia)	48	0
EVA	Actividades de evaluación (Modalidad presencial y modalidad a distancia)	3	100

**Metodologías Docentes**

Número:	Metodología Docente:
TEO	Método expositivo / lección magistral (Modalidad presencial)
PRA	Sesiones de prácticas en laboratorio (Modalidad presencial)
PMD	Instrucción programada a través de materiales docentes (Modalidad a distancia)
PRO	Aprendizaje basado en problemas y estudio de casos (Modalidad presencial y modalidad a distancia)

**Sistemas de Evaluación**

Número:	Sistema de evaluación:	Ponderación Min.:	Ponderación Max.:
TRA	Evaluación de los trabajos académicamente dirigidos (Modalidad presencial y modalidad a distancia)	40.0	60.0
PRA	Evaluación de las prácticas (Modalidad presencial y modalidad a distancia)	20.0	50.0
EXA	Pruebas periódicas y/o examen final (Modalidad presencial y modalidad a distancia)	0.0	50.0
PAR	Seguimiento continuado y objetivable de una participación activa (Modalidad presencial y modalidad a distancia)	0.0	20.0

## 5.4.10 MATERIA 10 - Practicas Profesionales / Professional Practice

### Carácter:

Prácticas Externas

### ECTS Materia:

6

### Despliegue temporal:

### Lenguas en las que se imparte:

Tipo	Periodo	ECTS
Cuatrimestral	2	6

- castellano
- gallego
- ingles

### Resultados de aprendizaje

Al finalizar las prácticas profesionales, el estudiante:

- Tendrá experiencia en la aplicación de los conocimientos adquiridos en contextos reales
- Será capaz de reflexionar sobre cómo se desarrolla la aplicación de los conocimientos adquiridos en el máster por profesionales de mayor experiencia en la realidad
- Tendrá experiencia real en la toma de decisiones
- Tendrá experiencia en la adaptación a nuevas circunstancias en el entorno laboral

### Contenidos

Los contenidos de esta materia estarán relacionados con los contenidos de una o varias de las materias del master y fomentarán que el estudiante aplique los conocimientos, capacidades y aptitudes adquiridas en el resto de las materias a la realidad profesional.

### Observaciones

Las prácticas se podrán desarrollar en instituciones públicas, empresas o entidades no lucrativas. Tanto la Facultad de Informática de la UDC como la Escuela Técnica Superior de Ingeniería de la USC tienen un amplio grupo de empresas e instituciones colaboradoras a través de convenios para la realización de prácticas. En cualquier caso, existe el compromiso firme por parte de la coordinación del máster de aumentar el elenco de organizaciones colaboradoras, de manera que los estudiantes del título dispongan siempre de la mejor y más actualizada oferta de prácticas posible.

En relación a las prácticas de la modalidad a distancia, el procedimiento para la determinación de la entidad de prácticas podrá hacerse de dos maneras:

- a) por sugerencia del coordinador de la titulación, quien, una vez conocidos los lugares de residencia del estudiantado a distancia, llevará a cabo una indagación de entidades potenciales para la realización de las prácticas;
- b) por sugerencia del propio estudiante, que podrá establecer contacto con alguna entidad y transmitírselo al coordinador para, previa verificación de la adecuación de la entidad, que efectúe los trámites de firma del oportuno convenio.

Cada estudiante dispondrá de un tutor académico (profesor-tutor) al que podrá recurrir para cualquier cuestión, duda o contingencia. Este profesor-tutor estará en contacto con los responsables de la institución en la que se desarrollan las prácticas. Al concluir el período de prácticas, la empresa o institución emitirá un informe evaluativo del desempeño del estudiante, quien deberá a su vez escribir un informe sobre su actividad durante las prácticas. Ambos serán tenidos en consideración por el profesor-tutor para la evaluación de la asignatura.

### Competencias Generales

Número:	Código:	Competencia:
1	CG1	CG1 - Ser capaz de buscar y seleccionar la información útil necesaria para resolver problemas complejos, manejando con soltura las fuentes bibliográficas del campo
2	CG3	CG3 - Ser capaz de mantener y extender planteamientos teóricos fundados para permitir la introducción y explotación de tecnologías nuevas y avanzadas en el campo
3	CG4	CG4 - Ser capaz de planificar y realizar tareas de investigación, desarrollo e innovación en ámbitos relacionados con la computación de altas prestaciones

4	CG5	CG5 - Ser capaz de trabajar en equipo, especialmente de carácter multidisciplinar, y ser hábiles en la gestión del tiempo, personas y toma de decisiones.
7	CB6	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
6	CB7	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
9	CB8	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
8	CB9	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
5	CB10	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.

### Competencias Específicas

Número:	Código:	Competencia:
1	CE8	CE8 - Ser capaz de aplicar los conocimientos, capacidades y aptitudes adquiridas a la realidad empresarial y profesional, planificando, gestionando y evaluando proyectos en el campo de la computación de altas prestaciones.

### Competencias Transversales

Número:	Código:	Competencia:
1	CT1	CT1 - Utilizar las herramientas básicas de las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) necesarias para el ejercicio de su profesión y para el aprendizaje a lo largo de su vida
2	CT2	CT2 - Estimular la capacidad para trabajar en equipos interdisciplinares o transdisciplinares, para ofrecer propuestas que contribuyan a un desarrollo sostenible ambiental, económico, político y social
3	CT3	CT3 - Capacidad de gestionar tiempos y recursos: desarrollar planes, priorizar actividades, identificar las críticas, establecer plazos y cumplirlos
4	CT4	CT4 - Valorar la importancia que tiene la investigación, la innovación y el desarrollo tecnológico en el avance socioeconómico y cultural de la sociedad
5	CT5	CT5 - Entender la importancia de la cultura emprendedora y conocer los medios al alcance de las personas emprendedoras

### Actividades Formativas

Número:	Actividad Formativa:	Horas:	Presencialidad:
TUT	Tutorías (Modalidad presencial)	10	100
TUD	Tutorías de seguimiento en modalidad a distancia (Modalidad a distancia)	10	100
INF	Realización de informes finales (Modalidad presencial y modalidad a distancia)	10	0

PFP	Realización de prácticas profesionales (Modalidad presencial y modalidad a distancia)	130	100
-----	---	-----	-----

**Metodologías Docentes**

<b>Número:</b>	<b>Metodología Docente:</b>
PFP	Aprendizaje basado en la práctica profesional (Modalidad presencial y modalidad a distancia)

**Sistemas de Evaluación**

Número:	Sistema de evaluación:	Ponderación Min.:	Ponderación Max.:
PAR	Seguimiento continuado y objetivable de una participación activa (Modalidad presencial y modalidad a distancia)	10.0	30.0
MEM	Evaluación de informes finales / memoria de TFM (Modalidad presencial y modalidad a distancia)	70.0	90.0

**5.4.11 MATERIA 11 - Trabajo Fin de Master / Master's Thesis**

**Carácter:**

Trabajo Fin de Grado / Máster

**ECTS Materia:**

15

**Despliegue temporal:**

**Lenguas en las que se imparte:**

Tipo	Periodo	ECTS
Cuatrimestral	2	15

- castellano
- gallego
- ingles

**Resultados de aprendizaje**

El objetivo del Trabajo Fin de Máster (TFM) es introducir al alumno en un tema de investigación con objetivos concretos y alcanzables en un corto espacio de tiempo. Al finalizar el trabajo, el estudiante será capaz de:

- En el plano cognitivo:
- Integrar los conocimientos adquiridos para aplicarlos a un trabajo de investigación concreto
- En el plano subjetivo:
- Presentar y defender los resultados del trabajo ante un público especializado

**Contenidos**

El trabajo consistirá en el estudio de un tema de investigación y/o desarrollo en el campo HPC con objetivos concretos alcanzables en un corto espacio de tiempo.

Para su desarrollo existirán dos opciones:

- a) La realización vinculada a una práctica desarrollada en el período de prácticas profesionales en instituciones o empresas;
- b) La realización independiente de dichas prácticas, que típicamente permitirá al alumno introducirse de modo práctico en un trabajo de investigación en alguna de las líneas en las que trabajan los grupos a los que pertenece el equipo docente.

En cualquier caso, al finalizar el trabajo el alumno ha de presentar una memoria final y defender el trabajo ante una comisión especializada.

**Observaciones**

El Trabajo Fin de Máster solo se podrá defender una vez superados los restantes créditos de la titulación. Se redactará y aprobará un reglamento para la elaboración, presentación y evaluación de los Trabajos Fin de Máster (TFM) en la titulación. La evaluación final del trabajo la llevará a cabo una comisión integrada por profesores de la titulación, que tendrá en cuenta la calidad de la memoria final presentada por el

estudiante, la presentación oral y defensa del trabajo realizada por el estudiante ante la comisión, y también la valoración del profesor tutor que ha llevado el seguimiento del trabajo del alumno. En el caso de los estudiantes en modalidad a distancia, la presentación oral será igualmente obligatoria, pero la coordinación del máster habilitará las herramientas necesarias para que esta se pueda realizar en remoto, es decir, sin que el alumno tenga que estar físicamente en el aula de la comisión, aunque la presentación sí se realizará de forma síncrona (no se permitirán grabaciones u otras alternativas de comunicación asíncrona en el caso de la defensa del Trabajo Fin de Máster).

### Competencias Generales

Número:	Código:	Competencia:
1	CG1	CG1 - Ser capaz de buscar y seleccionar la información útil necesaria para resolver problemas complejos, manejando con soltura las fuentes bibliográficas del campo
2	CG2	CG2 - Elaborar adecuadamente y con cierta originalidad composiciones escritas o argumentos motivados, redactar planes, proyectos de trabajo, artículos científicos y formular hipótesis razonables.
3	CG3	CG3 - Ser capaz de mantener y extender planteamientos teóricos fundados para permitir la introducción y explotación de tecnologías nuevas y avanzadas en el campo
4	CG4	CG4 - Ser capaz de planificar y realizar tareas de investigación, desarrollo e innovación en ámbitos relacionados con la computación de altas prestaciones
7	CB6	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
6	CB7	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
9	CB8	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
8	CB9	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
5	CB10	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.

### Competencias Específicas

Número:	Código:	Competencia:
1	CE8	CE8 - Ser capaz de aplicar los conocimientos, capacidades y aptitudes adquiridas a la realidad empresarial y profesional, planificando, gestionando y evaluando proyectos en el campo de la computación de altas prestaciones.
2	CE9	CE9 - Ser capaz de plantear, modelar y resolver problemas que necesitan de técnicas de computación de altas prestaciones

### Competencias Transversales

Número:	Código:	Competencia:
1	CT1	CT1 - Utilizar las herramientas básicas de las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) necesarias para el ejercicio de su profesión y para el aprendizaje a lo largo de su vida

2	CT3	CT3 - Capacidad de gestionar tiempos y recursos: desarrollar planes, priorizar actividades, identificar las críticas, establecer plazos y cumplirlos
3	CT4	CT4 - Valorar la importancia que tiene la investigación, la innovación y el desarrollo tecnológico en el avance socioeconómico y cultural de la sociedad
4	CT5	CT5 - Entender la importancia de la cultura emprendedora y conocer los medios al alcance de las personas emprendedoras

### Actividades Formativas

Número:	Actividad Formativa:	Horas:	Presencialidad:
TUT	Tutorías (Modalidad presencial)	10	100
TUD	Tutorías de seguimiento en modalidad a distancia (Modalidad a distancia)	10	100
TRA	Realización de trabajos académicamente dirigidos (Modalidad presencial y modalidad a distancia)	340	0
INF	Realización de informes finales (Modalidad presencial y modalidad a distancia)	25	0

### Metodologías Docentes

Número:	Metodología Docente:
PRO	Aprendizaje basado en problemas y estudio de casos (Modalidad presencial y modalidad a distancia)
SEM	Seminarios y talleres (Modalidad presencial y modalidad a distancia)

### Sistemas de Evaluación

Número:	Sistema de evaluación:	Ponderación Min.:	Ponderación Max.:
PAR	Seguimiento continuado y objetivable de una participación activa (Modalidad presencial y modalidad a distancia)	30.0	50.0
MEM	Evaluación de informes finales / memoria de TFM (Modalidad presencial y modalidad a distancia)	20.0	30.0
TFM	Defensa oral del TFM (Modalidad presencial y modalidad a distancia)	20.0	30.0

## 6 Personal Académico

### 6.1 Profesorado

Universidad	Categoría	Total %	Doctores %	Horas %
Universidad de A Coruña	Profesor Titular	26.1	100	25
Universidad de A Coruña	Profesor Contratado Doctor	22	100	22.6
Universidad de A Coruña	Ayudante Doctor	8.5	100	11.5
Universidad de Santiago de Compostela	Profesor Titular	26.1	100	25
Universidad de Santiago de Compostela	Catedrático de Universidad	4.3	100	3.9
Universidad de Santiago de Compostela	Profesor Contratado Doctor	4.3	100	4
Universidad de A Coruña	Catedrático de Universidad	8.7	100	8

#### 6.1.1 Personal



A continuación se incluye el archivo PDF correspondiente.

## 6. PERSONAL ACADÉMICO

### 6.1. Profesorado y otros recursos humanos necesarios y disponibles

El equipo docente está compuesto por 23 doctores procedentes del área de Arquitectura y Tecnología de Computadores en los dos departamentos implicados en el máster (el Departamento de Ingeniería de Computadores en la UDC y el Departamento de Electrónica y Computación en la USC), siendo siempre uno de ellos el responsable para cada una de las materias propuestas. Calculando la relación entre los créditos totales que se imparten en el máster (51 ECTS descontando la materia de TFM y de Prácticas Profesionales) y el número de profesores disponibles (23) se deduce que la implicación media por docente es de aproximadamente 2 ECTS. Este dato indica que el personal académico disponible es suficiente para cubrir las necesidades docentes del máster.

La adecuación de los docentes que han expresado su compromiso en la impartición de la docencia del máster viene garantizada por su experiencia docente previa tanto en estudios de segundo o de tercer ciclo, pero especialmente en el anterior máster en Computación de Altas Prestaciones por la USC y la UDC; y por la relación existente entre sus líneas de investigación y la temática de las materias que va a impartir en el Máster. En la siguiente tabla se muestra la relación de docentes e indicadores según su vinculación:

Vinculación	categoría					Quinquenios	Sexenios
	CU	TU	CD	AD	Total		
<i>UDC</i>	2	6	5	2	15	44	30
<i>USC</i>	1	6	1	0	8	31	24
<b><i>TOTAL</i></b>	<b>3</b>	<b>12</b>	<b>6</b>	<b>2</b>	<b>23</b>	<b>75</b>	<b>54</b>

**CU:** Catedrático de Universidad

**TU:** Profesor Titular de Universidad

**CD:** Profesor Contratado Doctor

**AD:** Profesor Ayudante Doctor

Se dispone por tanto de los siguientes datos:

- Según la formación: todo el profesorado que participa en el Máster es doctor.
- Según categoría académica: 3 catedráticos de universidad, 12 titulares de universidad, 6 contratados doctores y 2 ayudantes doctores.

- Según la experiencia investigadora: 54 sexenios.
- Según la experiencia docente: 75 quinquenios.

De media el número de quinquenios del profesorado es de 3,26, y el número de sexenios es de 2,35. La relación entre el número de quinquenios y sexenios es de 1,39 quinquenios por cada sexenio. Teniendo en cuenta la periodicidad con la que se pueden solicitar ambos méritos, esto que demuestra que el profesorado mantiene una actividad investigadora de calidad y continuada.

En lo tocante a la experiencia investigadora, el Grupo de Arquitectura de Computadores de la UDC, al que pertenece todo el profesorado del máster en esta universidad, es un grupo de investigación consolidado y muy activo, con una trayectoria de más de 20 años en el campo HPC. El grupo completo está compuesto de 18 profesores doctores (de los que 14 estarán involucrados en la docencia del máster) y 13 estudiantes de doctorado. El grupo ha recibido una financiación por proyectos, tanto nacionales y autonómicos como internacionales, y actividades de I+D superior a los 4.6 M€ en los últimos 5 años. En este período el grupo ha publicado 95 trabajos en revistas JCR y más de 100 en congresos internacionales con revisión por pares. Además, se han completado en los últimos 5 años 19 tesis doctorales. El grupo también ha prestado especial atención a la transferencia de resultados mediante la creación de 2 spin-offs, además de generar 1 patente en EEUU y 10 registros de la propiedad intelectual del software HPC desarrollado.

El Grupo de Arquitectura de Computadores de la USC, al que pertenece el equipo docente de esta universidad, recibió ayudas Grupo de Referencia Competitiva y del Programa de Promoción da Intensificación da Actividade Investigadora do SUG. Tiene una trayectoria de más de 30 años en el campo de HPC y en la aritmética del computador, abordando en los últimos años la computación cloud y el procesamiento Big Data. El grupo de investigación completo está compuesto de 10 profesores doctores, 1 catedrático, 8 titulares y un contratado doctor, (de los que 8 estarán involucrados en la docencia del máster) 3 investigadores doctores y 11 estudiantes de doctorado. En los últimos 5 años, el grupo captó financiación de I+D por importe aproximado de 1 millón de € en proyectos nacionales y autonómicos, así como en contratos de I+D con empresas y administraciones públicas; publicó más de 40 artículos en revistas JCR y más de 40 en congresos internacionales con revisión por pares, dirigió 13 tesis doctorales y generó 2 registros de software. Además de tener una larga trayectoria de colaboración con grupos nacionales, también colabora de forma estable con otros grupos de reconocido prestigio internacional pertenecientes, entre otras instituciones, a la Universidad de California en Irvine, Escola Politécnica Superior de Lyon, Universidad de Glasgow, Universidad de Queen's en Belfast, Universidad de Praga, Universidad de Tübingen, INRIA, Universidad de Oxford y Universidad de Illinois.

### *Coordinación docente*

Como ya se ha comentado al hablar de la coordinación docente, en el apartado 5 de esta memoria, el número máximo de docentes por materia de 6 ECTS será de 3. En base tanto a la capacidad docente como a la experiencia del personal docente de cada uno de los grupos implicados, detallado en la tabla anterior, se ha realizado un reparto inicial de las materias y los créditos ECTS del plan de estudios propuesto. Este reparto inicial

podrá variar cada curso académico en el momento de realizar la planificación docente anual en cada universidad, siempre bajo supervisión de la Comisión Académica Interuniversitaria (CAI) del máster.

<b>Materia</b>	<b>Carácter</b>	<b>Créditos</b>	<b>UDC</b>	<b>USC</b>
Arquitecturas de Altas Prestaciones	Ob	6	3	3
Programación Paralela	Ob	6	3	3
Programación de Arquitecturas Heterogéneas	Ob	6	4	2
Infraestructuras de Altas Prestaciones	Ob	6	6	
Taller de Proyectos	Ob	3	2	1
Herramientas para HPC	Opt	6	6	
Programación Paralela Avanzada	Opt	6	3	3
Computación en la Nube	Opt	6	3	3
Análisis de datos con HPC	Opt	6	6	
<b>Créditos Obligatorios</b>			18	9
<b>Créditos Optativos</b>			18	6
<b>Total</b>			<b>36</b>	<b>15</b>

#### *Experiencia docente en la modalidad a distancia*

Como ya se ha comentado anteriormente, la mayoría del profesorado de esta titulación tiene experiencia previa impartiendo docencia a distancia. En primer lugar, todos los profesores han dado clase, o dan clase actualmente, en másteres interuniversitarios donde han tenido que usar equipos de videoconferencia y donde los alumnos no estaban físicamente en el aula del profesor. En algunos de estos másteres, parte de las actividades formativas ya se plantean para ser realizadas a distancia. Están por tanto acostumbrados a las herramientas de e-learning más populares, al uso de plataformas virtuales y sistemas de comunicación tanto síncronos (chat, videoconferencia, skype, etc.) como asíncronos (foros, correo electrónico, etc.). También tienen experiencia organizando actividades formativas para ser cursadas a distancia, bien sean sesiones donde el material utilizado se proporciona en formato electrónico a los alumnos, uso de la pizarra digital como herramienta, organización de prácticas donde los alumnos remotos han de compartir el escritorio de sus equipos para el seguimiento de las mismas por parte del profesor, u organización de actividades autónomas que precisan algún tipo de seguimiento puntual por parte del profesor, que se puede realizar empleando los canales de comunicación virtual comentados anteriormente. Además, como también se ha comentado ya, las últimas ediciones del antiguo máster en Computación de Altas Prestaciones por la USC y la UDC ofrecían ya un importante grupo de materias que se podían seguir sin la presencia física del alumno en el aula, con una muy buena valoración por parte de los estudiantes.

Por otra parte, un importante grupo de profesores del máster (35%) tiene o ha tenido experiencia docente en la UNED, referencia en nuestro país en materia de enseñanza universitaria a distancia. Con lo que de nuevo están familiarizados con las metodologías y herramientas propias de esta modalidad de enseñanza-aprendizaje.

#### *Carga docente en la modalidad a distancia*

Es evidente que la carga docente en la modalidad a distancia es importante debido a los procesos de tutorización y seguimiento de los estudiantes con un aprendizaje autónomo. Como se puede ver en el apartado 5 de esta memoria, la mayoría de las materias contabilizan aproximadamente 5-10 horas de tutorización o actividades de evaluación que requieren de la intervención (síncrona o asíncrona) del profesorado. Si tenemos en cuenta el número de plazas de nuevo ingreso de la modalidad a distancia (10 cada año), esto nos daría un total de aproximadamente 50-100 horas de carga docente para el profesorado de cada materia de 6 ECTS. Consideramos que dicha carga es asumible con el personal propuesto anteriormente.

## 6.2 Otros recursos humanos

 A continuación se incluye el archivo PDF correspondiente.

### Otros recursos humanos

Como personal de apoyo no docente se dispondrá del personal de administración y técnicos de los grupos de investigación a los que pertenecen los miembros del equipo docente.

En cuanto al personal de apoyo contamos actualmente con:

a) Personal de administración y servicios generales de la Facultad de Informática de la UDC:

Un responsable de asuntos económicos del centro

Una Secretaría de decanato

Un responsable de Administración del Departamento de Ingeniería de Computadores

Un puesto de Dirección de biblioteca

Un puesto de Bibliotecario

Dos puestos de Ayudante de biblioteca

Diversos auxiliares de servicios

Un conserje

b) Personal de administración y servicios generales de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería de la USC:

Un responsable de la Unidad de apoyo de centros y departamentos

Un responsable de asuntos económicos del centro

Una Secretaría de decanato

Un responsable de Administración del Departamento de Electrónica y Computación

Un puesto base del centro

Un puesto de Dirección de biblioteca

Un puesto de Ayudante de biblioteca

Auxiliares de archivos, bibliotecas y museos

Auxiliares de servicios

Conserjes

c) Técnicos de sistemas informáticos – becarios aula de informática

En la Facultad de Informática de la UDC se cuenta con un analista, varios técnicos informáticos y operadores, así como con un contratado de colaboración en el centro de cálculo de la Facultad.

En la Escuela Técnica Superior de Ingeniería de la USC se cuenta con el apoyo técnico informático del personal de la Red de Aulas de Informática, destinado en el centro. Este apoyo ha sido autorizado por la comisión permanente de la Escuela. En nuestro caso, el

responsable es Técnico Gestor en Administración de Sistemas y en su labor cuenta con la colaboración de Becarios de las Aulas de Informáticas que permiten atender las incidencias de las aulas en todo momento del horario de apertura.

Adicionalmente, el Centro de Supercomputación de Galicia cuenta con personal técnico y de administración que proporciona el soporte necesario a los alumnos durante las prácticas, así como para asegurar el mantenimiento de los equipos y material disponible para el máster por parte del CESGA. Entre ellos, se encuentran:

Personal técnico:

- 9 Técnicos de Sistemas
- 8 Técnicos de soporte a usuarios y aplicaciones
- 2 Técnicos de Comunicaciones
- 5 Técnicos de e-learning y herramienta colaborativas.

Personal de administración y soporte:

- 2 Conserjes
- 1 Secretaria
- 2 Técnicos de Administración

Al igual que se indicó para el personal académico, consideramos que el personal de apoyo con el que se cuenta es suficiente para cubrir las necesidades del máster. Es importante resaltar la participación del personal del departamento de e-learning del CESGA, que tiene más de 15 años de experiencia en servicios y proyectos de innovación de diseño y aplicación de modalidades y herramientas de e-learning y colaboración para la mejora de procesos de enseñanza-aprendizaje.

### **Mecanismos de que se dispone para asegurar la igualdad entre hombres y mujeres y la no discriminación de personas con discapacidad:**

El acceso del profesorado a la Universidad se rige por:

- 1) En la UDC, la “Normativa por la que se regula el procedimiento para la selección del personal docente e investigador interino y laboral contratado” (Aprobada por el Consello de Goberno de 28 de mayo de 2004 y modificada en las sesiones del 9 de marzo y 28 de junio de 2007), y la “Normativa que regula los concursos de acceso a cuerpos de funcionarios docentes universitarios” (Aprobada en Consello de Goberno de 29 de abril de 2005), que se pueden consultar en: <https://www.udc.gal/normativa/profesorado/>
- 2) En la USC, la “Normativa por la que se regula la selección de personal docente contratado e interino de la Universidade de Santiago de Compostela”, aprobada por Consello de Goberno de 17 de febrero de 2005, modificada el 10 de mayo del 2007 para su adaptación a la Ley Orgánica 4/2007, de 12 de abril, para el caso de personal contratado, y la “Normativa por la que se regulan los concursos de acceso a cuerpos de funcionarios docentes universitarios”, aprobada por Consello de

Gobierno de 20 de diciembre de 2004, que se pueden consultar en: <http://www.usc.es/es/normativa/profesorado/>

Estas normativas garantizan los principios de igualdad, mérito y capacidad que deben regir los procesos de selección de personal al servicio de las Administraciones Públicas.

Además, en lo referente a la igualdad entre hombres y mujeres, la normativa de la Universidade da Coruña considera en sus estatutos la legalidad vigente y respeta la igualdad entre hombres y mujeres y la igualdad de oportunidades, no discriminación y accesibilidad universal para personas con discapacidad, para lo que dispone, incluso, de una Unidad de Atención a la Diversidad (ADI) integrada en el Centro Universitario de Formación e Innovación Educativa (CUFIE) para atender a los miembros de la comunidad universitaria (<https://www.udc.es/cufie/ADI/index.html?language=es> ). La ADI está dirigida a la comunidad universitaria con necesidades especiales derivadas de la discapacidad o de otras formas de diferencia (género, orientación sexual, identidad étnica, aspecto físico, origen socio-económico o edad avanzada) frente a la población mayoritaria: profesorado, aunque también alumnado y personal de administración y servicios.

Por su parte la USC, a través del Vicerrectorado de Calidad y Planificación está elaborando un Plan de Igualdad entre mujeres y hombres que incorpora diversas acciones en relación a la presencia de mujeres y hombres en la USC, de acuerdo con lo establecido en la Ley Orgánica 3/2007 de 22 de marzo para la igualdad efectiva de mujeres y hombres. La información sobre este plan de igualdad se puede consultar en la siguiente dirección: <http://www.usc.es/es/servizos/oix>. Además, la universidad dispone del Servicio de Participación e Integración Universitaria (SEPIU: <http://www.usc.es/gl/servizos/sepiu/integracion.html>) para la integración de personas con discapacidad o con necesidades especiales.

## 7 Recursos materiales y servicios

### 7.1 Justificación de disponibles

 A continuación se incluye el archivo PDF correspondiente.

## 7. RECURSOS MATERIALES Y SERVICIOS

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

Los recursos materiales serán aportados por los centros que impartirán el máster y que son básicamente:

- Un aula en la Facultad de Informática (UDC).
- Un aula en La Escuela Técnica Superior de Ingeniería (USC).
- Equipamiento de videoconferencia entre las aulas anteriormente citadas.
- Laboratorios de investigación de los grupos a los que pertenece el equipo docente.
- Equipamiento de investigación de los grupos de investigación.
- Las infraestructuras y colaboración del CESGA, que incluyen:
  - Supercomputador Finis Terrae II en el CESGA
  - Supercomputador SVG en el CESGA
  - Infraestructura Cloud en el CESGA
  - Infraestructura BigData en el CESGA
  - Un conjunto de servidores específicamente disponibles para el máster y cedidos por empresas proveedoras de recursos de cálculo.
  - Infraestructura del CESGA para alojar un gran centro de datos.
  - Servidores de información
  - Plataformas de e-learning
  - Un aula colaborativa con facilidades Access Grid y videoconferencia en el CESGA
- La colaboración de varias empresas aportada en base a convenios de colaboración con cada una de ellas, como ya se venía haciendo en el antiguo Máster en Computación de Altas Prestaciones.
- Las facilidades de los campus virtuales de la UDC y la USC, y en especial de la plataforma AulaCESGA del CESGA.
- Bibliotecas de la UDC y de la USC

Los medios anteriormente mencionados son suficientes para desarrollar la docencia en el máster con garantías de éxito, ya que suponen en su conjunto una infraestructura de última generación, que de hecho está siendo utilizada en la investigación de los grupos de los dos departamentos. Todos los medios citados son accesibles para las personas con problemas de movilidad, al estar los edificios dotados de rampas y elevadores.

Al ser un máster interuniversitario, es de gran importancia establecer mecanismos de comunicación eficientes. Esta faceta, en términos de infraestructuras, queda convenientemente cubierta por las facilidades de los campus virtuales y de los equipos de videoconferencia disponibles.

Es importante resaltar de nuevo aquí la colaboración que el CESGA presta al máster, especialmente en aquellos aspectos relativos a los recursos materiales necesarios, tanto para la realización de las prácticas de laboratorio, usando sus equipos HPC, como para la enseñanza en la modalidad a distancia, usando sus equipos, aulas y herramientas de e-learning.

En cuanto a las prácticas profesionales, éstas se realizarán en empresas, centros de investigación e instituciones públicas y privadas con los que se establecerá el correspondiente convenio. En este sentido, la Comisión Académica del Máster velará para que las empresas e instituciones con las que se firmen los correspondientes convenios de colaboración dispongan de los medios materiales y humanos necesarios para la consecución de los objetivos fijados, y supervisar las actividades que los alumnos realicen para garantizar que cumplen su función de complementar la formación.

Tanto la UDC como la USC se comprometen a garantizar la posibilidad de realización de las prácticas externas a todos los alumnos del máster, toda vez que la materia tiene carácter obligatorio. Para ello, en la actualidad, ambas universidades, y en concreto los centros en los que se va a impartir esta titulación, cuentan ya con convenios para la realización de prácticas curriculares en más de 20 empresas con necesidades específicas en computación de altas prestaciones. Además se establecerán nuevos convenios de colaboración con otras en el marco de este máster. En concreto, se firmarán nuevos convenios con las siguientes empresas e instituciones: Mestrelab, Atos, HP España, HPCNow, ITMATI, ALDABA, TELEVES, CTAG, FINSA, ENERGYLAB, AIMEN, TORUS, y Gompute.

### **Mecanismos para garantizar la revisión y el mantenimiento:**

Los mecanismos para garantizar la revisión, el mantenimiento y la actualización de los materiales en la Universidad son responsabilidad de los equipos rectorales y de los equipos de dirección de cada centro. Las universidades participantes en este Máster disponen de servicios de mantenimiento cuyo objetivo es mantener en perfecto estado las instalaciones y los servicios existentes en cada uno de los centros. Este servicio de mantenimiento se presta en tres vías fundamentales:

- o Mantenimiento Preventivo
- o Mantenimiento Correctivo
- o Mantenimiento Técnico-Legal

La UDC cuenta con los siguientes servicios

([http://www.udc.es/centros\\_departamentos\\_servizos/servizos\\_xerais](http://www.udc.es/centros_departamentos_servizos/servizos_xerais)):

- o Servicio de Arquitectura, Urbanismo y Equipamientos  
([http://www.udc.es/centros\\_departamentos\\_servizos/servizos\\_xerais/servizo\\_arquitectura\\_urbanismo\\_equipamientos.html](http://www.udc.es/centros_departamentos_servizos/servizos_xerais/servizo_arquitectura_urbanismo_equipamientos.html))
- o Servicio de Informática y Comunicaciones  
(<http://www.udc.es/sic/>)
- o Unidad de Medios Audiovisuales  
(<http://www.udc.es/umav/>)
- o Servicio de prevención de riesgos laborales  
(<http://www.udc.es/prl/index.html>)

La USC, por su parte, cuenta con los siguientes servicios:

- o Infraestructuras materiales:
  - o Oficina de arquitectura y urbanismo (<http://www.usc.es/es/servizos/oau> )
  - o Área de gestión de infraestructuras (<http://www.usc.es/es/servizos/axi/> )
  - o Servicio de medios audiovisuales (<http://www.usc.es/es/servizos/servimav>)
  - o Servicio de prevención de riesgos laborales (<http://www.usc.es/es/servizos/sprl>)
- o Recursos informáticos:
  - o Área de TIC (<http://www.usc.es/gl/servizos/atic/> )
  - o Centro de tecnologías para el aprendizaje (<http://www.usc.es/ceta/>)
  - o Red de aulas de informática (<http://www.usc.es/es/servizos/atic/rai>)

## 7.2. Previsión de adquisición de recursos materiales y servicios necesarios

Para la impartición de las primeras ediciones del máster no se prevé la adquisición de recursos, pero en futuras ediciones se abordará la necesidad de actualización de los recursos disponibles. La actualización de los equipos se prevé que se realice con una periodicidad de cinco o seis años, que se corresponde con las necesidades de actualización de los equipos informáticos y de comunicación según la evolución del mercado actual. En particular, los recursos que precisarán actualizaciones son:

- Los equipos de investigación de los grupos, que se renuevan con los recursos de investigación de dichos grupos con una periodicidad suficiente. No se prevé una modificación específica en dicho ritmo de renovación a consecuencia de las necesidades específicas del máster.
- Los equipos de videoconferencia, que actualmente presentan una funcionalidad suficiente y no se prevé una actualización a corto plazo.

El Rector de la Universidad de A Coruña, en relación con las empresas/instituciones de Prácticas referidas al MÁSTER UNIVERSITARIO EN COMPUTACIÓN DE ALTAS PRESTACIONES, por la Universidad de A Coruña, teniendo en cuenta que los correspondientes convenios están en fase de elaboración, hago constar que a día de hoy la Universidad de A Coruña tiene el compromiso de las siguientes empresas/instituciones de que las instalaciones estarán disponibles para los estudiantes en el momento de comenzar las prácticas y que éstas son adecuadas para el correcto desarrollo de las mismas.

Relación de empresas/instituciones que han mostrado su disponibilidad para la realización de las prácticas externas del Máster:

Mestrelab

Atos

HP España

HPCNow

ITMATI

ALDABA

TELEVES

CTAG

FINSA

ENERGYLAB

AIMEN

TORUS

Gompute

A Coruña, 5 de marzo de 2018



## 8 Resultados Previstos

### 8.1 Indicadores

Tasa de graduación %

Tasa de abandono %

Tasa de eficiencia %

60	20	85
----	----	----

Tasas libres

--

#### 8.1.1 Justificación de los valores propuestos

 A continuación se incluye el archivo PDF correspondiente.

## 8. RESULTADOS PREVISTOS

### 8.1. Valores cuantitativos estimados para los indicadores y su justificación

Se prevé una tasa de graduación de titulados del máster por parte de los alumnos del 60%, en base a la experiencia en el Máster en Computación de Altas Prestaciones que hasta ahora se venía impartiendo entre los dos centros implicados en esta solicitud y en el perfil del alumno que se prevé que curse el máster (alumno que simultanea los estudios con trabajo o que consigue trabajo antes de completar los estudios, lo que inevitablemente retrasa su graduación). También se ha tenido en cuenta que un cierto número de alumnos lo sean a tiempo parcial, aunque no todos los alumnos que simultanean trabajo con estudios se matriculan a tiempo parcial. En concreto, la siguiente tabla contiene, a modo de referencia, el número de matriculados, matriculados por primera vez y egresados, en el antiguo Máster en Computación de Altas Prestaciones:

Curso	Matrículas totales	Primera matrícula	Matrícula a tiempo parcial	Egresados
2010/2011	15	15	4	9
2011/2012	21	15	6	13
2012/2013	27	20	8	6
2013/2014	36	20	6	12
2014/2015	21	11	3	10

En función de esta información, y también tomando como referencia los resultados obtenidos en el anterior Máster en Computación de Altas Prestaciones, se prevé una tasa de rendimiento del 80%, una tasa de eficiencia en torno al 85% y una tasa de abandono del orden del 20%. La siguiente tabla muestra, para los cursos anteriores, los indicadores de éxito y eficiencia para el global de las materias del Máster en Computación de Altas Prestaciones:

	curso 10/11	curso 11/12	curso 12/13	curso 13/14	curso 14/15
Tasa de rendimiento	91,00%	92,65%	83,27%	68,79%	71,08%
Tasa de éxito	97,40%	99,60%	97,82%	92,82%	92,19%
Tasa de evaluación	93,33%	93,01%	85,13%	74,11%	77,11%
Tasa de graduación		73,33%	86,67%	50,00%	30,00%
Tasa de abandono			0,00%	20,00%	29,41%
Tasa de eficiencia	100%	99,23%	95,23%	89,55%	85,10%

La tendencia decreciente en la tasa de graduación del anterior título se debe, fundamentalmente, a dos motivos: (1) el alto índice de abandono, (2) que la mayor parte de los alumnos, sin matricularse a tiempo parcial (hay que recordar que esta matrícula a tiempo parcial está limitada y hay que solicitarla explícitamente), se planteaban la realización del máster en varios años.

Sobre el primer punto, hay que tener en cuenta que los alumnos matriculados en el curso 13/14 y 14/15 que abandonaron sus estudios no aparecen reflejados en la tabla, sencillamente por la definición de tasa de abandono (que usa en su cálculo la cohorte de entrada de tres años antes, ya que la tasa mide el porcentaje de alumnos que habiéndose matriculado un año, y sin completar los estudios, no se matriculan en ninguno de los dos cursos posteriores). El motivo fundamental de abandono era la presencialidad del título. Si bien se facilitaba que los alumnos pudiesen seguir parte de la docencia en remoto, había actividades que era necesario realizarla de forma presencial en alguna de las dos universidades.

Sobre el segundo punto, el hecho de que la tasa de graduación se calcule usando la cohorte de entrada de dos años antes, hace que si los alumnos tardan más tiempo en terminar sus estudios no aparezcan en la tasa de graduación, aunque efectivamente acaban graduándose. Es decir, la tasa tiene en cuenta aquellos alumnos que consiguen completar sus estudios en uno o dos cursos académicos, pero si los alumnos tardan 3 años en completarlo (la duración media de los estudios en esa titulación superaba ligeramente los dos años) la tasa desciende.

En este nuevo título creemos que la posibilidad de seguir los estudios completos de forma no presencial mejorará tanto la captación de alumnado de fuera del SUG, como las tasas de graduación y abandono (ya que las de rendimiento y éxito eran buenas).

## 8.2 Procedimiento general para valorar el progreso y resultados

Se usarán los procedimientos generales de las Universidades de A Coruña y de Santiago de Compostela, para valorar el progreso de los resultados de aprendizaje de los alumnos. De forma más específica, se usarán los procedimientos clave ¿PC07-Evaluación del aprendizaje¿ y ¿PC11-Resultados académicos¿, así como el procedimiento de medición ¿PM01-Medición, Análisis y Mejora: análisis de resultados¿, del SGIC de la UDC.

En particular, tanto la UDC como la USC, evalúan el rendimiento general de los estudiantes de sus titulaciones oficiales principalmente a través de seis indicadores:

- Tasa de rendimiento: porcentaje de créditos superados respecto de los matriculados.
- Tasa de éxito: porcentaje de créditos superados respecto de los presentados.
- Tasa de eficiencia: relación entre el número de créditos superados y el número de créditos del que se tuvieron que matricular, a lo largo de los estudios, para superarlos.
- Tasa de abandono: porcentaje de estudiantes que no se matricularon en los dos últimos cursos.
- Duración media de los estudios: media de los años empleados en titularse.
- Tasa de titulación: porcentaje de estudiantes que acaban la titulación en los años establecidos en el plan.

La Comisión Académica Interuniversitaria (CAI) del título, órgano de representación de todos los agentes que intervienen en la organización de este máster interuniversitario, será la encargada de elaborar anualmente un informe de resultados y reflexión, entre otros aspectos, del progreso de los estudiantes en el logro de los resultados de aprendizaje previstos en la titulación. Se tendrá en cuenta para elaborar este informe el análisis y la valoración de los resultados de las calificaciones de los alumnos por materias, tasas de éxito, eficiencia, abandono y duración media de la titulación. Los informes anuales se harán finalmente públicos a través de la web de la titulación.

Entre otros, los resultados que serán objeto de medición y análisis son:

- Resultados del programa formativo: grado de cumplimiento de la programación, modificaciones significativas realizadas, etc.
- Resultados del aprendizaje: miden el cumplimiento de los objetivos de aprendizaje de los estudiantes. Se calcula el resultado obtenido en la Titulación en los últimos cuatro cursos, y una comparación entre el valor obtenido en el último curso, la media de los centros donde está implantada la titulación, y la media del conjunto de cada una de las universidades.
- Tasa de graduación.
- Tasa de eficiencia.
- Tasa de éxito.
- Tasa de abandono.
- Tasa de rendimiento.
- Resultados de la inserción laboral.
- Resultados de los recursos humanos.
- Resultados de los recursos materiales y servicios.
- Resultados de la retroalimentación de los grupos de interés (medidas de percepción y análisis de incidencias).
- Resultados de la mejora del SGIC.

Asimismo, en relación al análisis de resultados las propuestas de mejora se realizan a dos niveles:

- A nivel de Titulación: la CAI, a partir de la elaboración del anterior informe, realiza un análisis para evaluar el grado de consecución de los resultados planificados y objetivos asociados a cada uno de los indicadores definidos para evaluar la eficacia del Título. Como consecuencia de este análisis, propone acciones correctivas/preventivas o de mejora en función de los resultados obtenidos. Este análisis y la propuesta de acciones se plasman en la Memoria de Seguimiento del Título que se realiza cada año.
- A nivel de Centro: en la Comisión de Garantía de Calidad de cada uno de los centros donde se imparte el máster se expone la Memoria de Seguimiento del Título, que incluye el análisis y las propuestas de mejoras identificadas por la CAI. A partir de las propuestas de mejora recogidas en la Memoria de Seguimiento del Título, la Comisión de Garantía de Calidad de cada uno de los centros elabora la propuesta para la planificación anual de calidad en ese centro.

## 9 Sistema de garantía de calidad

### 9.1 Sistema de garantía de calidad

Enlace:

<http://gac.udc.es/~masterhpc/es/index.php/calidad>

## 10 Calendario de Implantación

### 10.1 Cronograma de implantación

Curso de Inicio
2018

#### 10.1.1 Descripción del Calendario de Implantación



A continuación se incluye el archivo PDF correspondiente.

## 10. CALENDARIO DE IMPLANTACIÓN

### 10.1. Cronograma de implantación de la titulación

Al ser un máster de un curso único académico no tiene sentido realizar una implantación progresiva. El curso de implantación será el 2018/19.

El curso de implantación para la modificación presentada en 2021 será el 2022/2023.



## 10.2 Procedimiento de adaptación

Con carácter general los procedimientos de adaptación de los estudios existentes al nuevo máster serán los que determinen la UDC y la USC.

Para los alumnos que procedan del antiguo Máster en Computación de Altas Prestaciones por la USC y la UDC, se podrán adaptar hasta 33 créditos correspondientes a cursos o materias del plan antiguo, según la tabla de equivalencias siguiente:

MATERIAS PLAN ANTIGUO	MATERIA PLAN NUEVO
Arquitectura y Tecnología de Computadores +	Arquitecturas de Altas Prestaciones / High Performance Architectures
Arquitectura y Tecnología de Supercomputadores	
Programación Paralela	Programación Paralela / Parallel Programming
Software de Base +	Herramientas para HPC / HPC Tools
Depuración de Programas y Análisis de Rendimiento	
Técnicas de Optimización y Paralelización	Programación Parallel Avanzada / Advanced Parallel Programming
Administración de Sistemas I +	Infraestructuras de Altas Prestaciones / High Performance Infrastructures
Administración de Infraestructuras de Supercomputación	
Taller de Proyectos	Taller de Proyectos / Workshop Project

### 10.3 Enseñanzas que se extinguen

## 11 Personas asociadas a la Solicitud

### 11.1 Responsable del Título

**Tipo de documento**

**Número de documento**

NIF

33995287E

**Nombre**

**Primer Apellido**

**Segundo Apellido**

LUIS MARIA

HERVELLA

NIETO

**Domicilio**

Facultade de Informática, Campus de Elviña

**Código Postal**

**Municipio**

**Provincia**

15071

Coruña (A)

A Coruña

**Email**

**Fax**

**Móvil**

luis.hervella@udc.es

981167160

617367157

**Cargo**

Decano de la Facultad de Informática

## 11.2 Representante Legal

**Tipo de documento**

**Número de documento**

NIF

36013481N

**Nombre**

**Primer Apellido**

**Segundo Apellido**

JULIO ERNESTO

ABALDE

ALONSO

**Domicilio**

Rúa da Maestranza, 9

**Código Postal**

**Municipio**

**Provincia**

15001

Coruña (A)

A Coruña

**Email**

**Fax**

**Móvil**

julio.abalde@udc.es

981167011

647387754

**Cargo**

Rector

### 11.3 Solicitante

**Tipo de documento**

**Número de documento**

NIF

32816185S

**Nombre**

**Primer Apellido**

**Segundo Apellido**

PATRICIA

GONZÁLEZ

GÓMEZ

**Domicilio**

Facultade de Informática, Campus de Elviña

**Código Postal**

**Municipio**

**Provincia**

15071

Coruña (A)

A Coruña

**Email**

**Fax**

**Móvil**

patricia.gonzalez@udc.es

981167160

607788910

**Cargo**

Coordinadora del título