

MEMORIA PARA LA SOLICITUD DE VERIFICACIÓN DE TÍTULOS OFICIALES

MÁSTER INTERUNIVERSITARIO EN INGENIERÍA TÉRMICA

(Universidad de Vigo, Universidad del País Vasco / Euskal Herriko
Unibertsitatea y Universidad de Burgos)



UNIVERSIDADE
DE VIGO

*El presente documento constituye la solicitud para la implantación del **Máster en Ingeniería Térmica** organizado por las Universidades de Vigo, del País Vasco/ Euskal Herriko Unibertsitatea y Universidad de Burgos siguiendo los requisitos fijados en el Real Decreto 1393/2007, de 29 de octubre, por el que se establece la ordenación de las enseñanzas universitarias oficiales y en el Reglamento de los Estudios Oficiales de Postgrado de la Universidad de Vigo (aprobado por el Consello de Gobierno el 14 de Marzo de 2007).*

Asimismo, esta memoria sigue las indicaciones para la cumplimentación de apartados referidas en los documentos-guía de ayuda elaboradas por las diferentes Universidades participantes y por la Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y Acreditación.

***El Máster en Ingeniería Térmica** organizado por las Universidades de Vigo, del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea y Burgos pretende ser la transformación al Espacio Europeo de Educación Superior de la formación correspondiente al Programa de Doctorado Interuniversitario en Ingeniería Térmica celebrado en años anteriores.*

ÍNDICE

Tabla de contenido

1. DESCRIPCIÓN DEL TÍTULO.....	7
2. JUSTIFICACIÓN DEL TÍTULO PROPUESTO	9
2.1. Interés académico, científico o profesional del mismo	9
2.2. Normas reguladoras del ejercicio profesional	13
2.3. Referentes externos	14
2.4. Descripción de los procedimientos de consulta utilizados para la elaboración del plan de estudios.....	18
3. OBJETIVOS	23
3.1. Objetivos.....	23
4. ACCESO Y ADMISIÓN DE ESTUDIANTES.....	29
4.1. Sistemas de información previa a la matriculación y procedimientos de acogida y orientación de los estudiantes de nuevo ingreso para facilitar su incorporación a la Universidad y a la titulación	29
4.2. Criterios de acceso y condiciones o pruebas de acceso especiales	31
4.3. Sistemas de apoyo y orientación de los estudiantes una vez matriculados	38
4.4. Transferencia y reconocimiento de créditos propuesto por la Universidad.....	40
5. PLANIFICACIÓN DE LA ENSEÑANZA.....	41
5.1. Distribución del plan de estudios en créditos ECTS por tipo de materia.....	41
5.2. Movilidad: Planificación y gestión de la movilidad de los estudiantes propios y de acogida.....	50
5.3. Descripción detallada de los módulos	56
6. PERSONAL ACADÉMICO.....	160
6.1. Profesorado y otros recursos humanos necesarios y disponibles para llevar a cabo el plan de estudios propuesto	160
6.2. Adecuación de profesorado y personal de apoyo al plan de estudios propuesto.	163
7. RECURSOS, MATERIALES Y SERVICIOS.....	166
7.1. Justificación	166
7.2. Previsión	172
8. RESULTADOS PREVISTOS	174
8.1. Valores cuantitativos estimados para los siguientes indicadores y su justificación	174
8.2. Progreso y los resultados de aprendizaje de los estudiantes	175
9. GARANTÍA DE CALIDAD	176
9.1 Información sobre el sistema de garantía de calidad	176
10. CALENDARIO DE IMPLANTACIÓN	180

1. DESCRIPCIÓN DEL TÍTULO

Representante Legal de la universidad

1º Apellido*	Murillo	2º Apellido	Villar
Nombre*	Alfonso		
NIF*			
Cargo que ocupa*	Rector		

Responsable del título

1º Apellido*	Montero
2º Apellido	García
Nombre*	Eduardo
NIF*	13.088.001N

Universidad solicitante

Nombre de la Universidad*	Universidad de Burgos
CIF*	Q-0968272E
Centro, Departamento o Instituto responsable del título*	Esc. Politécnica Superior (Univ. Burgos) ETSI Industriales (Univ. Vigo) ETSI Industriales Dpto. Máquinas y Motores Térmicos (Univ. País Vasco/ Euskal Herriko Unibertsitatea)

Dirección a efectos de notificación

		Vicerrectorado de Ordenación Académica y Espacio Europeo	
Correo electrónico*		vic.ordenacion@ubu.es	
Dirección postal*		Hospital del Rey s/n	
Código postal*	09001	Población*	Burgos
Provincia*	Burgos	CC.AA.*	Castilla y León
FAX*	947 25 87 44		
Teléfono*	947 25 80 04		

DESCRIPCIÓN del título

Denominación*	Máster Universitario en Ingeniería Térmica	Ciclo*	Segundo
Centro/s donde se imparte el título*	Esc. Politécnica Superior (Univ. Burgos) ETSI Industriales (Univ. Vigo) ETSI Industriales (Univ. País Vasco / EHU)		

Título conjunto	Máster de Investigación en Ingeniería Térmica		
Universidades participantes	Universidad de Burgos Universidad de Vigo Universidad del País Vasco / Euskal Herriko Unibertsitatea		
Convenio (archivo pdf)*	2008	Convenio de colaboración entre las Universidades de Vigo, Universidad del País Vasco / Euskal Herriko Unibertsitatea y Universidad de Burgos	

Tipo de enseñanza*	Presencial
Rama de conocimiento*	Ingeniería y Arquitectura

Número de plazas de nuevo ingreso ofertadas en el primer año de implantación *	10
Número de plazas de nuevo ingreso ofertadas en el segundo año de implantación *	15
Número de plazas de nuevo ingreso ofertadas en el tercer año de implantación *	15
Número de plazas de nuevo ingreso ofertadas en el cuarto año de implantación *	15

Número de ECTS del título*	60
Número Mínimo de ECTS de matrícula por el estudiante y período lectivo*	60
Normas de permanencia (archivo pdf)*	Las propias de cada universidad(1)

Naturaleza de la institución que concede el título*	Pública
Naturaleza del centro Universitario en el que el titulado ha finalizado sus estudios*	Propio
Profesiones para las que capacita una vez obtenido el título	
Lenguas utilizadas a lo largo del proceso formativo	Español, Inglés (10%)

(1) http://www.ubu.es/ubu/cm/ubu/tkContent?pgseed=1234193947698&idContent=58248&locale=es_ES&textOnly=false

2. JUSTIFICACIÓN DEL TÍTULO PROPUESTO

2.1. Interés académico, científico o profesional del mismo

Antecedentes del Máster

Las Universidad de Vigo, País Vasco/ Euskal Herriko Unibertsitatea y Burgos, tienen entre sus objetivos prioritarios la formación de doctores con alta cualificación científico-técnica, con el fin de incrementar el número de profesores e investigadores doctores y, al mismo tiempo, tratar que los índices de calidad referidos a la investigación se aproximen a los estándares nacionales y europeos.

En este contexto, el primer bienio de doctorado en Ingeniería Térmica que se impartió en el Departamento de Máquinas y Motores Térmicos de la Escuela de Ingenieros Industriales de Bilbao fue en 1987-1989. Unas años más tarde, el área de Máquinas y Motores Térmicos de la Escuela de Ingenieros Industriales de Vigo participó en la implantación del curso de doctorado de “Diseño mecánico y materiales” cuyo primer bienio fue 2001/2003.

Las necesidades formativas y el interés manifestado por investigadores de diferentes universidades dieron lugar a la creación del Doctorado Interuniversitario de Ingeniería Térmica basado en el curso de Doctorado de Ingeniería Térmica de la Universidad del País Vasco / Euskal Herriko Unibertsitatea. Las fechas de adhesión han sido las siguientes:

Fecha adhesión Universidad de Vigo:	2004
Fecha adhesión Universidad De Burgos:	2006
Fecha adhesión Universidad De Córdoba.	2007

Dado el cambio en la filosofía y organización normativa de las enseñanzas de Posgrado, este Programa se extingue y debe adaptarse al marco del Espacio Europeo de Educación Superior.

Son varias las razones que justifican su continuidad como Máster Universitario:

1. La primera: su elevada calidad científica-académica. El Programa en extinción, cuya implantación como Máster se solicita, cuenta con profesorado que cumple todas las expectativas en cuanto a formación investigadora en todos los aspectos relativos a la energía, tanto desde el punto de vista de eficiencia, como de nuevos sistemas y simulaciones.
2. La segunda razón que justifica la necesidad de adaptar el programa de Doctorado actual al nuevo Espacio Europeo de Educación Superior, en forma de Máster Universitario, es su nivel de éxito, tanto en número de matriculados (entre 20-25 en los últimos dos bienios) como en porcentaje (entre el 70 y 85 %) de alumnos que realizaron el trabajo de investigación y superaron la prueba global de conocimientos, obteniendo así el Diploma de Estudios Avanzados (DEA), y numerosas tesis leídas.

3. Por otra parte, en el contexto del Programa de doctorado que se extingue se ha ido generando entre los miembros del cuerpo de docentes un nivel creciente de capacidad investigadora en Ingeniería Térmica, así como una serie de relaciones sinérgicas, de especial interés entre personal investigador de extracción científica y de extracción técnica que se plasman en la realización de múltiples proyectos de interés para el noroeste de España.

En cuanto a las razones que justifican el interés académico, científico y tecnológico del Máster Interuniversitario en Ingeniería Térmica son:

1. Constituirá una oferta de estudios de posgrado que seguirá proporcionando, con un nivel elevado de calidad formación científica e investigadora a un amplio grupo de estudiantes procedentes de distintas titulaciones preferentemente Ingenierías. Como se ha señalado en los antecedentes, el Máster propuesto permitirá dar continuidad a un programa de Tercer Ciclo que ha tenido un número creciente de alumnos matriculados a lo largo de todas sus ediciones. A este hecho hay que sumarle el interés de alumnos de universidades extranjeras (principalmente del norte de Portugal) por incorporarse al programa, lo que demuestra el interés suscitado.
2. El noroeste de España posee cierto déficit investigador en temas relacionados con la energía, debido a problemas de diversa índole (empresas familiares sin departamentos de I+D, compra de tecnología extranjera, etc.) que exigen una respuesta mediante la creación de Centros Tecnológicos, Parques Tecnológicos, apoyo a la I+D de las Pymes, para lo cual se requieren investigadores y profesionales cualificados, con la formación y capacidad adecuada para integrarse dentro de los departamentos de I+D+i.

El concepto de crecimiento sostenible debe compatibilizar el desarrollo de la economía con la calidad medioambiental, haciéndonos plenamente conscientes de que cuando producimos generamos residuos y efectos medioambientales adversos, además de bienes y servicios.

El Sector Energético es uno de los más íntimamente relacionados con la problemática asociada al desarrollo sostenible: el crecimiento económico, el consumo energético y el impacto medioambiental están íntimamente relacionados. Es pues, imprescindible lograr el equilibrio entre tres aspectos: como crecer más, con menor consumo energético y como se puede producir, transformar y consumir energía minimizando el impacto ambiental.

Dada la enorme importancia del sector energético en el desarrollo económico, las medidas a aplicar en el campo de la energía deben ser compatibles con los tres principios fundamentales: competitividad, seguridad de abastecimiento y protección medioambiental, buscando un crecimiento sostenible.

El dinamismo del sector de las energías renovables es un factor de competitividad para España en general y para Galicia en particular. España es en estos momentos un referente mundial del aprovechamiento de las fuentes de energía renovable con empresas que abastecen, no sólo el mercado nacional, sino que dedican una parte muy importante de la producción a mercados exteriores.

En el año 1999, el número de empresas que trabajaba en el sector de las energías renovables en España estaba próximo a 500, en el 2004 ya eran 1400, concentradas en su mayoría en las Comunidades Autónomas de Madrid y Cataluña, seguidas de Andalucía y el País Vasco.

El IDAE estima en el Plan de Energías Renovables 2005-2010, que se crearán 200.000 jóvenes empleos, de los cuales el 65% serán en el sector de biocombustibles, en el que Galicia está llamada a ser una potencia nacional, al igual que ya lo es en eólica.

Siguiendo las políticas y acuerdos alcanzados en el Protocolo de Kyoto, se han desarrollado en la U.E. una serie de documentos relativos al rendimiento energético de los edificios, tales como la Directiva 2002/91/CE.

En esta Directiva se establecen un conjunto de actuaciones que favorezcan y estimulen el aumento de la eficiencia energética de los edificios, tanto desde el punto de vista de su concepción y construcción como de las diversas instalaciones que intervienen en el uso y explotación del mismo. Estas actuaciones están tendiendo una gran incidencia en la segunda mitad de esta década, al ir transponiéndose la Directiva a la legislación española.

A pesar de todos los esfuerzos realizados en estos años, es un hecho que la factura energética en el sector de la construcción es claramente mejorable. En un horizonte del año 2010 se estima que se puede lograr un 22% de ahorro en el consumo energético de los edificios. Paralelamente con estas mejoras en la eficiencia energética, la evolución de la sociedad actual exige cada vez mayor calidad de vida en todos los ámbitos de la actividad cotidiana y en concreto, en las condiciones en el interior de los edificios.

Por último, queremos recordar que cada vez es mayor la preocupación de la sociedad por los efectos de sus acciones sobre el medio ambiente. Dada la importancia de la construcción en el conjunto de las actividades económicas, no es de extrañar que la vivienda sostenible se ha convertido en un tema prioritario a nivel europeo. Ello implica que el proceso edificatorio en su totalidad debe ser compatible con el medio ambiente. En este contexto dos de los aspectos más relevantes son los que se refieren a la energía y a los materiales de construcción.

Se hace patente la necesidad de construir con vistas al futuro, con una minimización de los aspectos negativos y maximización de los positivos para llegar al balance requerido sobre comportamiento medioambiental, económico y social de una manera integral.

Hay pues toda una problemática compleja y de gran trascendencia en relación a la energía y el medio ambiente en el sector de la edificación. Contribuir a una construcción sostenible a través de la formación de Doctores es precisamente el objetivo de este Máster que se propone.

Con el reto de cumplir todas estas exigencias es necesario formar técnicos que dominen simultáneamente las tecnologías energéticas clásicas, junto con las recientes tecnologías en energías renovables, las políticas y medios de eficiencia y ahorro energético, la legislación medioambiental y la economía de la energía.

La implantación de los estudios sobre la Energía y el Desarrollo Sostenible, en el ámbito universitario español con carácter de posgrado, es una demanda que desde los sectores públicos y privados se ha ido incrementando en los últimos años. La creciente demanda por las empresas de personal especializado, debido el crecimiento exponencial experimentado por el mercado de las Energías Renovables, y el mercado de la Eficiencia Energética, lleva a la necesidad de formar profesionales especializados en estos jóvenes estudios.

Es por ello que en la actualidad existe en el sector energético una preocupación creciente por la mejora de la eficiencia de las instalaciones energéticas en aras de reducir el impacto medioambiental de este sector, indisolublemente unido a la utilización racional de los recursos energéticos y a la investigación de nuevas fuentes de energía. Esta preocupación tiene gran incidencia en los campos industrial, transporte y edificación, en los que se centra este Máster de investigación (doctorado).

Dentro de este contexto se encuentran diversos Programas de Doctorado a nivel estatal, “Ingeniería Energética y Fluidomecánica” (UVA), “Sistemas Propulsivos en Medios de Transporte” (UPV/EHU), “Tecnologías de Climatización e Eficiencia Energética en Edificios” y “Enxeñería Térmica” (Universidad de Vigo), “Ingeniería Energética y Fluidomecánica” (UPM), etc.

El programa representa una formación a nivel superior del conjunto de conocimientos fundamentales, metodológicos sobre investigación y complementarios en el área de conocimientos de Máquinas y Motores Térmicos o Ingeniería Energética.

El Programa además presenta diferentes asignaturas sobre Ingeniería Térmica desde distintas universidades que lo enriquecen de forma importante. La formación fundamental se orienta en las tres líneas de eficiencia energética, energía renovable y energética de la construcción. Como formación complementaria se incluyen asignaturas de las otras áreas de conocimiento encuadradas en Departamentos afines relacionadas con las líneas citadas. Todo ello adecuado a la necesaria formación para el desarrollo de la correspondiente Tesis Doctoral del alumno. Otra ventaja adicional del programa de Máster es que mejora las capacidades científicas y técnicas (objetivo interesante es la consecución de un conjunto de conocimientos de utilidad) para el ejercicio de la profesión en Ingeniería Térmica.

En los estudios de Máster en Ingeniería Térmica se pretende:

- a) Suministrar la formación científico-técnica suficiente que capacite para la actividad investigadora en el dominio de la Ingeniería Térmica, (tanto para el ejercicio profesional de un ingeniero como para facilitar con esta base el estudio de temas más específicos;)
- b) Dar una visión panorámica lo más amplia y completa posible de las principales aplicaciones y posibilidades de la Ingeniería Térmica;
- c) Despertar el interés del alumno en las posibilidades que ofrece dicha materia, estimulándole a profundizar su formación en el área térmica.

La formación completa de un ingeniero que quiere especializarse tanto en máquinas como en instalaciones térmicas requiere, pues, una formación teórica sólida, seguida de otra formación avanzada de índole técnica en el área de la Ingeniería Térmica, todo lo que nos permite sentar las bases para la investigación.

2.2. Normas reguladoras del ejercicio profesional

No procede

2.3. Referentes externos

A la hora de desarrollar la propuesta del nuevo máster, se ha procurado disponer de información suficiente de cara a abordar la toma de decisiones con unas mínimas garantías. Para ello, se diseñaron procedimientos de adquisición de la misma con una doble orientación:

Por un lado, durante 2008 se realizaron varias actividades de consulta interna, enfocadas hacia los alumnos actuales, profesores y egresados.

Paralelamente, se programaron actividades encaminadas a pulsar el sentir de profesionales en ejercicio, empleadores, instituciones y asociaciones empresariales.

Al mismo tiempo y sirviendo de referente, en la última convocatoria de ayudas para la realización de proyectos de investigación del Plan Nacional de Investigación Científica, Desarrollo e Innovación Tecnológica 2008-2011, creado con objeto de promover la investigación de calidad así como contribuir a la vertebración del sistema español de Ciencia-Tecnología-Empresa, se contempla la Acción estratégica de Energía y Cambio Climático, cuyo objetivo general es desarrollar un sistema energético sostenible y abastecido por recursos autóctonos especialmente renovables o ampliamente disponibles en el mercado mundial, como el carbón limpio y la energía nuclear, así como desarrollar tecnologías destinadas a lograr mejoras de la eficiencia energética, reducir el consumo de energía y mitigar, prever y adaptarse al cambio climático. Las 3 líneas que contempla son las siguientes:

Línea 1. Energía y Mitigación del Cambio Climático para la Producción de energía final limpia y la eficiencia energética, con especial incidencia en el sector transporte y la edificación.

Línea 2. Movilidad sostenible- transporte

Línea 3. Otros ámbitos del Cambio Climático.

Las cuales están ampliamente representadas en el máster presentado.

Las líneas de investigación que se desarrollan en los grupos de investigación implicados así como su experiencia en estos campos, permiten la formación de potenciales investigadores o profesionales en temáticas prioritarias de los planes de investigación que tratan de dar respuesta a los retos tecnológicos y en los que las empresas manifiestan su interés en los resultados obtenidos.

A modo de ejemplo se relacionan algunos cursos ofertados en otras universidades con objetivos semejantes al propuesto.

- Máster en eficiencia energética y sostenibilidad en instalaciones industriales y edificación. Universidad Jaume I.(www.uji.es)
- Máster en Sistemas de Ingeniería Térmica Universidad de Sevilla.(www.us.es)
- Máster de Energías y Combustibles para el futuro Universidad Autónoma de

Madrid.(www.uam.es)

- Ingeniería Termodinámica de Fluidos. Universidad de Valladolid.(www.uva.es)
- High Pressure Course. EU SOCRATES Intensive Programme a graduate-student-level school- High Pressure Technology in the Process and Chemical Industry (www.dct.tudelft.nl)
- . Computational fluid dynamics in the environment and engineering. University of Leeds(www.leeds.ac.uk)
- College of Engineering Department of Chemical Engineering.1400 Townsend Drive, Houghton, Michigan 49931. (www.engr.wisc.edu)

Haciendo un análisis de la problemática energética y medioambiental se muestra un análisis de algunos postgrados que se realizan en España

Universidad	Título	ECTS	Energías Renovables y nuevos combustibles	Eficiencia Energética	Economía de la Energía	Impacto Legislación Ambiental	Tecnología Energética / sectores energéticos	Recursos Naturales/ Residuos
UNED /Jaime I	Máster en Sostenibilidad y Responsabilidad Corporativa	60			X	X		
Univ. Alfonso X el Sabio	Ingeniería Ambiental	60	X	X		X		X
Univ. Autónoma de Barcelona	Ciencias y tecnologías ambientales	120			X	X		X
Univ. Autónoma de Barcelona	Gestión de suelos y aguas	90-120				X		X
Univ. Autónoma de Madrid	Energías y Combustibles para el futuro	60	X					
Univ. Complutense de Madrid	Medio ambiente, dimensiones humanas y socioeconómicas	120			X	X		X
Univ. de la Laguna	Máster en Gobernabilidad para un desarrollo sostenible:	90			X	X		X
Univ. de Lérida	Máster en Gestión de Suelos y Aguas	90						X

<i>Univ. de Lérida</i>	Máster en Planificación Integrada para el Desarrollo Rural y al Gestión Ambiental	120				X		X
<i>Univ. del País Vasco Euskal Herriko Unibertsitatea</i>	Máster en Ingeniería de Materiales Renovables	60	X					
<i>Univ. del País Vasco/EHU</i>	Máster en Ingeniería Ambiental	90				X		X
<i>Univ. Europea de Madrid</i>	Máster en Energías Renovables	60	X				X	
<i>Univ. Granada</i>	Máster Universitario en Ingeniería Ambiental	600h				X	X	X
<i>Univ. Huelva</i>	Máster Oficial en Tecnología Ambiental	60				X		X
<i>Univ. Internacional Menéndez Pelayo</i>	Máster en Energías Renovables, Pilas de Combustible e Hidrógeno	60	X					
<i>Univ. Jaume I</i>	Máster en Eficiencia Energética y Sostenibilidad en Instalaciones Industriales y Edificación	60	X	X		X		
<i>Univ. Jaume I/ de Valencia / Univ. Pública de Navarra</i>	Química Sostenible	60	X			X		X
<i>Univ. Politécnica de Cataluña</i>	Máster en Ingeniería en Energía	60-120		X		X	X	
<i>Univ. Politécnica de Cataluña</i>	Máster en Sostenibilidad	120	X	X	X	X		X

<i>Univ. Politécnica de Cataluña</i>	Máster en Ingeniería Ambiental	120				X	X	X
<i>Univ. Politécnica de Cataluña</i>	Máster en Arquitectura, Energía y Medioambiente	60		X		X		
<i>Univ. Politécnica de Madrid</i>	Energías Renovables y Medio Ambiente	60	X					
<i>Univ. Politécnica de Madrid</i>	Máster en Energía Solar Fotovoltaica	5	X					
<i>Univ. Sevilla</i>	Máster en Tecnología Química y Ambiental	60			X	X		X
<i>Univ. Zaragoza</i>	Química Sostenible	63	X		X	X		X

Tabla1. Postgrados relacionados con energías y el desarrollo sostenible en universidades españolas.

2.4. Descripción de los procedimientos de consulta utilizados para la elaboración del plan de estudios.

2.4.1. Descripción de los procedimientos de consulta internos

En primer lugar, se ha consultado toda la documentación oficial disponible en la página web del Vicerrectorado de Titulaciones y Convergencia Europea de la Universidad de Vigo, especialmente el Reglamento de los Estudios Oficiales de Postgrado de la Universidad de Vigo aprobado en Consejo de Gobierno del 14 de Marzo de 2007, así como toda la documentación oficial disponible en las páginas web de las universidades participantes.

Asimismo, se ha asistido a diversas sesiones de formación y de divulgación organizadas por el citado Vicerrectorado para orientar esta propuesta de titulación según las directrices comunes de la Universidad de Vigo.

La comisión para la elaboración del plan de estudios está constituida por los coordinadores del anterior Curso de Doctorado Interuniversitario en Ingeniería Térmica representando a cada una las siguientes universidades: Universidad de Vigo, Universidad de Burgos y Universidad del País Vasco / Euskal Herriko Unibertsitatea. Se reunieron dichos coordinadores del máster y para la elaboración del plan de estudios se mantuvieron consultas con los decanos de otros centros y con los profesores con docencia en los centros respectivos.

El Plan de Estudios propuesto ha sido elaborado teniendo en cuenta las opiniones recogidas en las consultas realizadas durante estos últimos años a los alumnos de 3er ciclo del Departamento de Máquinas y Motores Térmicos de las respectivas universidades involucradas. Estas consultas se han venido realizando sistemáticamente durante los últimos 3 años al objeto de detectar los puntos fuertes y las debilidades del Plan de Estudios del Programa de Doctorado que se imparte en dicho departamento, mediante encuestas dirigidas a los alumnos de 3er ciclo de dicho programa.

Se presenta a continuación en la tabla 2 los resultados de una encuesta realizada a los estudiantes egresados de titulaciones de La Universidad de Vigo sobre su nivel de interés (directo, parcial o escaso), sobre el contenido del Máster en Ingeniería Térmica y en la tabla 3 se muestra la cantidad de estudiantes interesados en dicho máster.

Titulaciones Oficiales Relacionadas de la Universidad de de Vigo

	Especialidades	Interés por los contenidos del Máster		
		Directa	Parcial	Escasa
Ingeniería Industrial	Tecnología Eléctrica	X		
	Automática y Electrónica		X	
	Organización Industrial	X		
	Mecánica	X		
	Instalaciones y Construcción	X		

	Diseño y Fabricación		X	
	Especialidades	Directa	Parcial	Escasa
Ingeniería de Minas	Energía	X		
	Materiales		X	
	Ambiental y Minera	X		
	Especialidades	Directa	Parcial	Escasa
Ingeniería Técnica Industrial	Electricidad	X		
	Mecánica	X		
	Química	X		

Tabla 2. Clasificación del grado de Interés de los estudiantes de las titulaciones mencionadas sobre los contenidos del Máster en Ingeniería Térmica.

Titulados Universidad de Vigo

	1999/2000	2000/2001	2001/2002	2002/2003	2003/2004	2004/2005	2005/2006	Media (1999-2006)
Técnicas	0	1	2	3	4	5	6	
Ingeniería de Minas	17	13	25	31	43	64	64	37
Ingeniería Industrial	103	84	120	160	176	190	174	144
Ingeniería Técnica Industrial	147	158	219	241	331	572	246	273
Ingeniería Técnica Forestal	48	62	53	66	77	97	38	63
Ingeniería Técnica Agrícola	42	49	78	105	93	94	80	77
Total Técnicas	357	366	495	603	720	1017	602	594

	1999/2000	2000/2001	2001/2002	2002/2003	2003/2004	2004/2005	2005/2006	Media (1999-2006)
Científicas	0	1	2	3	4	5	6	
QUÍMICA	59	75	79	107	82	87	77	81
FÍSICA	5	13	9	20	20	9	27	15
Total Científicas	64	88	88	127	102	96	104	96

Tabla 3: Números de egresados de la Universidad de Vigo con interés en contenidos del Máster.

En la Universidad de Vigo el proceso interno ha sido (aunque quedan fechas pendientes)

- Exposición pública en el centro y período de alegaciones: **25-9-2008**
- Aprobación en Junta de Centro: **30-9-2008**
- Presentación de la propuesta aprobada en Junta de Centro ante el Vicerrectorado de Titulaciones y Convergencia Europea de la Universidad de Vigo. **1-11-2008**
- Exposición pública ante la Comunidad Universitaria y apertura de un plazo de alegaciones a la propuesta: **24-11-2008**
- Emisión del informe preliminar por parte del Área de Posgrado al respecto de la propuesta: **25-11-2008**
- Modificación de la propuesta en función de las instrucciones y alegaciones presentadas: **3-12-2008**
- Presentación de la propuesta para su aprobación en Comisión de Estudios de Posgrado: **3-12-2008**
- Aprobación de la propuesta en Consejo de Gobierno de la Universidad de Vigo: **18-12-2008**

En la Universidad del País Vasco / Euskal Herriko Unibertsitatea el proceso interno ha sido (aunque quedan fechas pendientes)

- Exposición pública en el centro, aprobación en Junta de Centro y presentación de la propuesta aprobada en Junta de Centro ante el Vicerrectorado de Organización Académica y Coordinación de la Universidad del País Vasco / Euskal Herriko Unibertsitatea. **10-10-2008**
- Exposición pública ante la Comunidad Universitaria y apertura de un plazo de alegaciones a la propuesta: **9-12-2008**
- Emisión del informe preliminar por parte del Área de Posgrado al respecto de la propuesta: **13-11-2008**
- Modificación de la propuesta en función de las instrucciones y alegaciones presentadas: **9-12-2008**
- Presentación de la propuesta para su aprobación en Comisión de Estudios de Posgrado: **9-12-2008**
- Aprobación de la propuesta en Comisión de Estudios de Posgrado: **11-12-2008**
- Aprobación de la propuesta en Consejo de Gobierno de la Universidad: **19-12-2008**

En la Universidad de Burgos ha sido (aunque quedan fechas pendientes)

- Aprobación en Junta de Centro: **9-10-2009**
- Presentación de la propuesta para su aprobación en Comisión de Estudios de Posgrado: fecha: **10-1-2009**
- Aprobación de la propuesta en Comisión de Estudios de Posgrado: **15-1-2009**
- Aprobación de la propuesta en Consejo de Gobierno de la Universidad: **6-3-2009**

La **legislación consultada** para la elaboración del proyecto ha sido:

- Real Decreto 1393/2007, de 29 de octubre, por el que se establece la ordenación de las enseñanzas universitarias oficiales.
- Ley Orgánica 6/2001, de 21 de diciembre de Universidades.
- Ley Orgánica 4/2007, de 12 de abril, por la que se modifica la Ley Orgánica 6/2001, de 21 de diciembre, de Universidades. (LOMLOU)
- Estatutos de la Universidad de Vigo, aprobados por el Claustro de la Universidad de Vigo en la sesión de 1 de Octubre de 2003.
- MSGIC-05 Garantía de calidad de los programas formativos.
- Normativa de la Universidad de Vigo para la implantación de los títulos de grado y postgrado: Reglamento de los estudios oficiales de posgrado de la Universidad de Vigo
- Protocolo de evaluación para la verificación de títulos universitarios oficiales. ANECA 2.14.
- Programa Verifica (ANECA)

2.4.2. Descripción de los procedimientos de consulta externos

Los Descriptores de Dublín enuncian genéricamente las expectativas típicas respecto de los logros y habilidades relacionados con las calificaciones que representan el objetivo de cada ciclo de Bolonia.

El diseño propuesto para el presente título de Máster se realizó de forma que garantiza para los alumnos la consecución de unos logros y capacidades acordes con las expectativas enunciadas en los descriptores de Dublín (2002).

Así, por una parte, los contenidos de las asignaturas ofrecidas harán al alumno profundizar en las materias más allá del nivel alcanzado en las titulaciones de grado, haciéndole comprender las aplicaciones y las posibilidades de los desarrollos a partir de los conocimientos adquiridos.

Por otra parte, se facilita al alumno la generación de un conocimiento multidisciplinar, ofreciendo asignaturas procedentes de distintas áreas de conocimiento, que el alumno puede combinar para especializarse en determinados ámbitos industriales sin perder una visión amplia del ámbito empresarial.

El programa de Doctorado que se viene impartiendo el Departamento, es un programa compartido y organizado en coordinación con las Universidades de Vigo, País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea y Burgos. Al igual que en las consultas internas, también se han recogido mediante reuniones y consultas las opiniones de los profesores

pertenecientes a dichas Universidades que imparten docencia en el Doctorado.

Asimismo, se ha consultado a organismos públicos como la Consejería de Vivienda y Asuntos Sociales del Gobierno Vasco, al Ente Vasco de la Energía (EVE), la Agencia Provincial de la Energía de Burgos (AGENBUR) y a VISESA, sobre aspectos conducentes a la identificación de necesidades formativas e investigadoras que permitan confeccionar el Plan de Estudios más adecuado a la realidad actual.

También se han mantenido intercambios de pareceres con Centros Tecnológicos y de Investigación como LBEIN, CIDAUT, etc., y con asociaciones como ASEPA.

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivos

Objetivos generales del título

El programa de Máster de Ingeniería Térmica está orientado a la formación de nivel superior de profesionales e investigadores de empresas, instituciones y centros de investigación e innovación científico-técnica, con el objetivo de potenciar la competencia investigadora en el ámbito de la energía a través de la elaboración y presentación de la correspondiente tesis doctoral.

Este objetivo principal puede desglosarse en los siguientes aspectos:

- Dotar al estudiante de la formación e instrumentos necesarios para el desempeño competente de actividades de investigación, desarrollo e innovación relacionadas con tecnologías avanzadas de aplicación en ingeniería térmica.
- Dotar al estudiante de la formación e instrumentos necesarios para el desempeño competente de actividades de investigación, desarrollo e innovación vinculadas con nuevos procesos en ingeniería térmica.

Los objetivos que se persiguen con la implantación de programa de Máster de Investigación en Ingeniería Térmica conducente a los estudios oficiales de Máster son los siguientes:

1. Profundizar en las bases científicas aplicadas en la Ingeniería Térmica.
2. Conocer las tecnologías y herramientas utilizadas en este campo.
3. Aplicar una metodología adecuada para abordar los problemas presentes y futuros en el campo de la Ingeniería Térmica.
4. Aplicar las herramientas de diseño y optimización que se utilizan en plantas químicas y energéticas.
5. Modelizar adecuadamente el comportamiento de diferentes fluidos.
6. Adquirir habilidades en el campo de la experimentación: manejo de técnicas experimentales utilizadas en la investigación.
7. Evaluar y analizar los datos experimentales.
8. Manejar bibliografía científica relevante dentro de este campo de investigación.
9. Realizar trabajos de investigación y extraer conclusiones.

Asimismo, se fomentará en todo momento entre los estudiantes:

- a) El respeto a los derechos fundamentales y de igualdad entre hombres y mujeres (Ley 3/2007 de 22 de Marzo).
- b) El respeto y la promoción de los Derechos Humanos y los principios de accesibilidad universal y diseño para todos de conformidad con lo dispuesto en la disposición final décima de la Ley 51/2003, de 2 de diciembre, de igualdad

de oportunidades, no discriminación y accesibilidad universal de las personas con discapacidad.

c) Los valores propios de una cultura de paz y de valores democráticos (Ley 27/2005 de 30 de Noviembre)

Objetivos específicos del título

Los objetivos específicos del título están orientados hacia tres líneas principales de la Ingeniería Térmica y Energética: eficiencia energética, energías renovables y protección del medio ambiente. Como formación complementaria se incluyen materias de áreas afines relacionadas con las líneas principales mencionadas.

Es un programa interuniversitario desarrollado por Departamentos de Ingeniería involucrados en actividades de innovación e investigación en materia de energía, para los sectores privado y público, mediante contratos y proyectos de investigación.

3.2. Competencias generales y específicas que los estudiantes deben adquirir durante sus estudios, y que sean exigibles para otorgar el título

Para el logro de los objetivos planteados en el presente Máster, es importante que los alumnos adquieran una serie de competencias básicas o generales (G*) que coinciden con las competencias planteadas en el REAL DECRETO 1393/2007, de 29 de octubre de 2007, por el que se establece la Ordenación de las Enseñanzas Universitarias Oficiales. Estas competencias, codificadas como Generales del MEC (MEC_G*) se muestran a continuación.

G1 - Dada la característica interdisciplinaridad de cualquier actividad investigadora en el ámbito de la eficiencia energética y de las energías renovables, es fundamental 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, así como aplicar el diálogo interprofesional y el trabajo en equipo. Esto coincide plenamente con lo que se define en la competencia del MEC:

MEC_G1.- Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquisición 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

G2 - Dado que se pretende formar en un campo cuya repercusión económica, social y ambiental es máxima, la aportación en el ámbito científico de los futuros egresados deberá fundamentarse en estrictos códigos de conducta profesional y éticos. De esta manera, se pretende garantizar 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. En este sentido, se trabajará estimulando el respeto a conceptos éticos y a derechos fundamentales y de igualdad de oportunidades entre hombres y mujeres (Ley 3/2007 de 22 de Marzo), los principios de igualdad de oportunidades y accesibilidad universal de las personas con discapacidad (Ley 51/2003 de 2 de Diciembre) y los valores propios de una cultura de la paz y de valores democráticos (Ley 27/2005 de 30 de Noviembre). De esta forma se coincide plenamente con lo descrito por la competencia del MEC:

MEC_G2.- 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 u éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios.

G3 - En tanto que el futuro del planeta depende de la actividad respetuosa del hombre hacia sus recursos, el investigador no sólo debe esforzarse en la búsqueda de herramientas con base científica para tal fin, si no también, en divulgarlas tanto en el ámbito académico como en el social; por ello, se considera relevante 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. De este modo se cumple con la competencia expresada por el MEC:

MEC_G3.- 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.

G4 - La formación que se plantea debe asimismo concienciar al respecto de las limitaciones de la formación académica, estimulando que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida auto-dirigido o autónomo. Esta competencia coincide con la cuarta competencia expresada por el MEC:

MEC_G4.- 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.

Además, dado que se trata de un Máster de marcado carácter investigador, orientado a que los futuros egresados orienten sus esfuerzos en la elaboración de la tesis doctoral en el marco de una carrera científica, se garantizarán una serie de competencias específicas en cuanto a formación de doctorado, que, siguiendo las recomendaciones del REAL DECRETO 1393/2007, de 29 de octubre, son las siguientes:

G5. Que los estudiantes demuestren una comprensión sistemática de un campo de estudio y el dominio de las habilidades y métodos de investigación relacionados con dicho campo. Esta competencia se conseguirá durante el periodo de formación propuesto, tanto durante la docencia de las materias, pero sobre todo en la elaboración de su Proyecto Fin de Máster (TFM);

G6. Que los estudiantes demuestren la capacidad de concebir, diseñar, poner en práctica y adoptar un proceso sustancial de investigación con seriedad académica y siguiendo el método científico. Esta competencia es inherente a la elaboración de cualquier trabajo de carácter científico-técnico, como es el Proyecto Fin de Máster, si bien, a lo largo de la docencia, los alumnos tomarán contacto con los procedimientos empleados en el enfoque científico-técnico de distintos problemas.

G7. Que los estudiantes realicen una contribución a través de una investigación original que amplíe las fronteras del conocimiento desarrollando un corpus sustancial, del que parte merezca la publicación referenciada a nivel nacional o internacional. Las actividades propuestas para realizar el Proyecto Fin de Máster entran dentro de las líneas de investigación desarrolladas en la actualidad por los profesores del Máster en el marco de sus diferentes proyectos de investigación; por tanto, el alumno comenzará a familiarizarse con el método de difusión científico y con los criterios de rigor que éste requiere, pero con la adecuada sensibilidad de la viabilidad técnico-económica para que las soluciones aportadas sean no sólo científicamente posibles si no técnico económicamente viables. En este mismo marco, y fomentado por la obligatoriedad de la defensa pública de su Proyecto Fin de Máster, se asegura por tanto que los estudiantes adquieran la capacidad de comunicarse con sus colegas, con la comunidad académica en su conjunto y con la sociedad en general acerca de sus áreas de conocimiento

G8. Que los estudiantes sean capaces de realizar un análisis crítico, evaluación y síntesis de ideas nuevas y complejas. Esta competencia es inherente al enfoque científico-técnico de cualquier problema energético y se adquirirá en el período de formación que se propone, tanto a través de distintas actividades dentro de las materias como a lo largo de la elaboración del Proyecto Fin de Máster.

G9. Por último, la formación propuesta, en un contexto en el que se ha expresado interés tanto desde el punto de vista académico como científico-tecnológico, permitirá que los alumnos sean capaces de fomentar, en contextos académicos y profesionales, el avance tecnológico, social o cultural dentro de una sociedad basada en el conocimiento.

Por otra parte, existen una serie de competencias propias y específicas de la titulación (en este caso Máster) que se describen a continuación y que se encuentran vinculadas con las respectivas competencias generales del MEC expuestas anteriormente:

COMPETENCIAS DE LA TITULACIÓN	COMPETENCIAS MEC								
	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	G8	G9
T1.- Dominar conceptos teóricos avanzados sobre intercambios de masa y energía y sobre dinámica de fluidos, que constituyan una ampliación de la formación básica adquirida en los estudios de grado.	X	X			X	X	X	X	X
T2.- Utilizar de forma adecuada métodos y herramientas informáticos, fundamentados desde el punto de vista teórico y debidamente contrastados, para el adecuado dimensionado de las instalaciones energéticas.	X	X			X	X	X	X	X
T3.- Comprender, cuantificar y afrontar el impacto que el desarrollo de la civilización ha tenido sobre el medioambiente. Entender la importancia de las energías renovables (solar, eólica, biomasa....) en nuestra sociedad presente y futura	X	X		X	X	X	X	X	X
T4.- Saber interpretar correctamente el significado de la sostenibilidad aplicado al sector energético, evaluar su impacto medioambiental y proponer soluciones eficientes de mejora.	X		X	X	X	X	X	X	X
T5.- Obtener una visión científico-tecnológica de los métodos actuales de producción de energía y su problemática medioambiental.		X	X		X	X	X	X	X
T6.- Ser capaz de proponer líneas de investigación novedosas para resolver problemas de eficiencia en sistemas energéticos complejos.		X		X	X	X	X	X	X
T7.- Ser capaz de investigar en nuevas líneas de investigación para mejorar la eficiencia de los diversos sistemas energéticos.	X	X		X	X	X	X	X	X
T8 – Ser capaz de desarrollar, formular y resolver modelos de simulación de diversos sistemas energéticos para su estudio y análisis	X	X			X	X	X	X	X

4. ACCESO Y ADMISIÓN DE ESTUDIANTES

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

El sistema fundamental habilitado para conocer información sobre el Máster será a través de la página Web de cada Universidad participante, asimismo se elaborará una página Web específica para el Máster con la siguiente información:

- a. Breve introducción sobre el Máster, en la que se detallan los objetivos y los destinatarios.
- b. Fechas de preinscripción e inscripción
- c. Criterios de admisión
- d. Información sobre el lugar de impartición
- e. Planificación y guías docentes de los módulos y materias así como los profesores que imparten cada materia y los coordinadores de cada módulo y materia.
- f. Documentos descargables (fichas desarrolladas de las materias, con el desarrollo de las actividades docentes, recursos de aprendizaje y sistemas de evaluación, así como bibliografía.

Otras vías de acceso a la información son:

1. Teléfono y dirección de contacto del Coordinador Principal del Máster, y de los coordinadores de las demás universidades.
2. Teléfonos y direcciones para formalizar la matrícula
3. Difusión pública institucional de la Universidad de Vigo, Universidad del País Vasco / Euskal Herriko Unibertsitatea y Universidad de Burgos.
4. Página web del Vicerrectorado de Titulaciones e Converxencia Europea (Univ.Vigo) <http://webs.uvigo.es/victce/>
5. Vicerrectorado de Ordenación Académica y Espacio Europeo (Univ. Burgos) http://www.ubu.es/ubu/cm/ubu/tkContent?pgseed=1227882930967&idContent=9002&locale=es_ES&textOnly=false
6. Vicerrectorado de Organización Académica y Coordinación (Univ. Del País Vasco/ Euskal Herriko Unibertsitatea) <http://www.ehu.es/p202-home/es/>
7. Folletos informativos, difusión en medios de comunicación y sesiones informativas en los centros de las Universidades completarán las vías de difusión previstas para este máster. Todo el anterior material, para cuya difusión se prevé contar con apoyo financiero, se difundirá en formato papel y por correo electrónico en:

- Centros docentes de nivel superior de la C.A. donde se imparte, con especial atención a los centros con titulaciones de Ingeniería
- Centros docentes de fuera de las Comunidades Autónomas anteriores relacionados con la temática de la Ingeniería Térmica.
- Empresas e Ingenierías relacionadas con el sector energético y/o industrial, así, así como instituciones públicas con intereses en I+D+i .

9. Servicio a los alumnos en las diferentes universidades:

- Universidad de Vigo:
<http://www.uvigo.es/servicios/alumnado/index.gl.htm>
- Universidad del País Vasco / Euskal Herriko Unibertsitatea
<http://www.ikasketak.ehu.es/p266-home/es>
- Universidad de Burgos
http://www.ubu.es/ubu/cm/alumnos?locale=es_ES&textOnly=false

4.2. Criterios de acceso y condiciones o pruebas de acceso especiales

Requisitos de acceso

Las condiciones de acceso al Máster en Ingeniería Térmica son las generales establecidas en el R.D 1393/2007 de 29 de octubre.

Artículo 16

1. 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.
2. Así mismo, 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 y que facultan en el país expedidor del título para el acceso a enseñanzas de postgrado. El acceso por esta vía no implicará, en ningún caso, la homologación del título previo de que esté en posesión el interesado, ni su reconocimiento a otros efectos que el de cursar las enseñanzas de Máster.

Requisitos de admisión y procedimiento de matrícula:

Órgano competente

Previamente a la definición de los requisitos y procedimiento de matrícula, se presenta en esta memoria la siguiente propuesta de Comisión Académica Coordinadora del Máster, ya que éste es el órgano competente en este procedimiento de admisión y matrícula y sobre el que recae toda la responsabilidad del Máster. A su vez, esta Comisión contará con una Subcomisión delegada en cada universidad que cumpla el Reglamento de Estudios Oficiales de posgrado de dicha universidad.

Los miembros que conformarán la **Comisión Académica Coordinadora**, propuestos en reunión de la Comisión de Elaboración del Máster, son los siguientes:

- Coordinador/presidente: Dr. José Luis Míguez Tabarés, Universidad de Vigo (Catedrático de Universidad)
- Coordinador por la Universidad del País Vasco / Euskal Herriko Unibertsitatea: Dr. José María Sala Lizarraga (Catedrático de Universidad)
- Coordinador por la Universidad de Burgos: Dr. Eduardo Montero García (Catedrático de Escuela Universitaria)

La Comisión Académica en la Universidad de Vigo, siguiendo el Reglamento de los estudios oficiales de posgrado, de dicha Universidad (reglamento_posgrado_uvigo.pdf) estará presidida por un coordinador/presidente y formada por un total de 7 miembros, de los cuales, se cuenta con un representante del Sistema de Calidad y un Secretario nombrados por la Dirección del Centro. Este será el máximo órgano de decisión en todas las cuestiones referentes al Máster Universitario.

Los miembros que conformarán la **Comisión Académica en Vigo**, son los siguientes:
Coordinador/presidente: Dr. José Luis Míguez Tabarés, profesor adscrito a la E.T.S. Ingenieros Industriales de la Universidad de Vigo y Coordinador del Máster.
Secretario: Dr. Jorge Morán González, profesor del máster adscrito a la E.T.S. Ingenieros Industriales de la Universidad de Vigo.
Representante de la Comisión de Calidad de la E.T.S. Ingenieros Industriales de la Universidad de Vigo, Dr. Jacobo Portero Fresco, profesor del Máster.

Vocales:

- Dr. José Antonio Vilán Vilán, profesor del máster adscrito a la E.T.S. Ingenieros Industriales.
- Dra. María Concepción Paz Penín, profesora del máster adscrita a la E.T.S. Ingenieros Industriales
- Dr. Enrique Granada Álvarez, profesor del máster adscrito a la E.T.S. Ingenieros de Minas.
- Dra. María Elena Martín Ortega, profesora del máster adscrita a la E.T.S. Ingenieros Industriales

Los miembros que conformarán la **Comisión Académica en Burgos**, propuestos en reunión de la Comisión de Elaboración del Máster, son los siguientes:
Coordinador/presidente: Dr. Eduardo Montero García, profesor adscrito a la E. Politécnica Superior de la Universidad de Burgos y Coordinador del Máster en Burgos.
Secretaria: Dra. Cristina Alonso Tristán, profesora del máster adscrita a la E. Politécnica Superior de la Universidad de Burgos

Los miembros que conformarán la **Comisión Académica en el País Vasco / Euskal Herriko Unibertsitatea**, propuestos en reunión de la Comisión de Elaboración del Máster, son los siguientes:

Coordinador/presidente: Dr. José María Sala Lizarraga, profesor adscrito a la E.T.S. Ingenieros Industriales de la Universidad de País Vasco/ Euskal Herriko Unibertsitatea y Coordinador del Máster.

Secretario: Dr. Del Portillo Valdés, Luis Alfonso., profesor del máster adscrito a la E.T.S. Ingenieros Industriales de la Universidad de País Vasco/ Euskal Herriko Unibertsitatea
Vocal: Dr. Gómez Arriaran, Ignacio Santiago adscrito al E. Politécnica de San Sebastián.

Serán competencias de la Comisión Académica las siguientes:

Elaboración del reglamento de régimen interno donde se reflejarán los procedimientos encaminados a:

- La definición de perfiles de ingreso y captación de estudiantes, adaptando el procedimiento clave del Sistema de Calidad Interno del Centro.
- Los mecanismos de información y difusión del Máster y de la gestión de movilidad de estudiantes, tanto en el período de formación como de las posibilidades futuras de financiación en el período de investigación posterior.
- La orientación al estudiante, coordinación de profesorado y docencia, asignación de tutores y aspectos relacionados con la gestión tutorial, todo ello en el marco del Plan de Acción Tutorial y siguiendo los procedimientos internos del centro que les afecta.
- El reconocimiento de créditos, fijando los criterios de convalidación respetando los reglamentos de transferencia de las propias universidades
- La evaluación anual de la calidad de la planificación docente para su revisión y mejora.
- Elaborar la guía de la titulación del Máster
- Vigilar el cumplimiento de la actividad docente y académica, así como la disponibilidad de espacios y recursos.

Otras que en el futuro se determinen

Requisitos de admisión y procedimiento

Universidad de Vigo

Los requisitos de admisión al Máster y su procedimiento se ajustan al artículo 17 del Real Decreto 1393/2007 y a la Resolución de 30 de Junio de 2008 de la Universidad de Vigo por la que se resuelve publicar las normas de acceso, admisión y matrícula para el curso 2008/09 en estudios oficiales de máster universitario. Asimismo, el proceso está sujeto al control del Sistema de Garantía de Calidad del Centro donde se adscribirá el Máster, por lo que seguirá el procedimiento aprobado a tal efecto.

Universidad del País Vasco / Euskal Herriko Unibertsitatea

El órgano de admisión y selección de alumnos, su funcionamiento y organización se regirán de acuerdo con la Normativa sobre Elaboración y Aprobación de los Programas Oficiales de Posgrado de la UPV/EHU, aprobado por Consejo de Gobierno y por el artículo 17 del Real Decreto 1393/2007.

Universidad de Burgos

El órgano de admisión y selección de alumnos, su funcionamiento y organización se regirán de acuerdo con la Normativa artículo 17 del Real Decreto 1393/2007.

Perfil/es de ingreso

Dada la orientación técnica y con el fin de cumplir los objetivos del Máster, el perfil de ingreso ideal es un titulado con el perfil de ingeniero que plantea la ABET (Accreditation Board of Engineering and Technology) aquellos que tienen capacidad constructiva, como son el Ingeniero Industrial, de Minas, de Montes, de Caminos, Naval, Agrónomo.

Teniendo en cuenta este perfil, en esta evaluación se tendrán en cuenta los siguientes aspectos, priorizados:

- Titulación, con especial atención a las siguientes titulaciones relacionadas con el Máster (40%)
 - Grados en Ingeniería Industrial, con prioridad los procedentes de los antiguos títulos de Ingeniería Industrial tanto Técnica como Superior.
 - Ingenieros de Minas
 - Ingenieros de Montes
 - Ingenieros Agrónomos
 - Ingenieros técnicos de las titulaciones anteriores
 - Licenciado de la Marina Civil (Máquinas Navales)
 - Otras carreras técnicas
 - Licenciado en Ciencias Físicas
 - Licenciado en Ciencias Químicas

- Expediente académico, con especial atención a las materias cursadas relacionadas con el Máster (20%).
- Currículum Vitae, con especial atención a los méritos alegados (20%)
- Disfrute de Becas (estudios de 1er y 2º ciclo, pre-doctorales, etc.) (10%)
- Otros méritos, tales como conocimiento de idiomas, premios extraordinarios, etc. (10%).

La admisión podría condicionarse al seguimiento obligado de algunas materias y a una entrevista personal.

Procedimientos

Procedimiento de la Universidad de Vigo

A continuación se detalla el procedimiento de la Universidad de Vigo, si bien está sujeto a variaciones, ya que corresponde al procedimiento del curso actual, 2008-2009.

Los estudiantes que pudiendo acceder al Máster deseen ser admitidos deben presentar la solicitud en la forma determinada por las normas de admisión y matrícula, aprobadas por resolución rectoral para cada curso académico. El procedimiento es el siguiente:

1. Los aspirantes deben cubrirán una solicitud de preinscripción vía telemática en la dirección de Internet <https://matricula.uvigo.es/preins-matric-Másters/>, siendo posible entregar los documentos generados por esta plataforma y la documentación solicitada por la Comisión Académica en soporte papel, en el Registro de la Universidad de Vigo. El plazo de inscripción se establece por resolución rectoral para el año de docencia en cuestión y se publica con meses de antelación en la página web del Vicerrectorado de Titulaciones y Convergencia Europea (<http://webs.uvigo.es/victce/>); el plazo de preinscripción comienza generalmente a primeros de Julio, extendiéndose hasta mediados de Agosto.

2. A dicha solicitud se debe adjuntar, en formato pdf, la documentación fijada por la Comisión Académica siguiente:

- Fotocopia del Documento Nacional de Identidad, pasaporte o documento equivalente
- Certificación académica (fotocopia o extracto).
- Fotocopia del título de Licenciado, Ingeniero, Arquitecto, o de su correspondiente homologación.
- Curriculum Vitae
- Solicitud de reconocimiento de equivalencia para los títulos extranjeros que no hayan sido previamente homologados.
- Solicitud de no exclusión de matrícula para aquellos estudiantes que no posean el título universitario pero que hayan cursado por lo menos 180 créditos de primer ciclo, siempre que estén comprendidos en ellos el conjunto de materias troncales y obligatorias.

3. Fase de evaluación por parte de la Comisión Académica: La idoneidad de los candidatos preinscritos será evaluada por la Comisión Académica del Máster, teniendo en cuenta el perfil de ingreso desarrollado en el apartado anterior.

Todos los alumnos cuyo currículum tenga relación profesional y académica con el programa del Máster tendrán derecho a acceder al mismo en igualdad de condiciones, sin discriminación de ningún tipo, y sin más limitaciones que las impuestas por el número máximo de plazas ofertadas.

En lo que respecta a los estudiantes extranjeros de habla no hispana, deberán acreditar que tienen los conocimientos lingüísticos suficientes para cursar el Máster o, en su defecto, garantizar el aprendizaje del mismo a lo largo del curso mediante compromiso escrito de matrícula en los cursos de idiomas para extranjeros ofrecidos por la Universidad de Vigo (impartidos por el Centro de Lenguas que depende de la Oficina de Relaciones Internacionales de la Universidad de Vigo), o en otros equivalentes. Aún así, el profesor, de común acuerdo con los alumnos inscritos en su materia, podrá optar por el empleo de otro idioma de interés científico, normalmente el inglés, lo que constará en la ficha de la materia ofertada.

4. Finalizado el plazo de preinscripción y aproximadamente en la primera quincena de septiembre del curso (dependiendo del calendario fijado para el año en curso), la Comisión Académica hace pública la relación provisional de aspirantes admitidos y

excluidos, indicando las causas de exclusión. Esta relación se publica en el tablón de anuncios de la secretaría de alumnos del centro de adscripción, la E.T.S.I. Industriales.

5. De conformidad con el calendario se abre un plazo de presentación de reclamaciones a la relación provisional publicada. Estas reclamaciones serán estudiadas por la Comisión Académica que resolverá con la publicación en el mismo lugar de la relación de aspirantes admitidos y excluidos definitiva, junto con los informes sobre las solicitudes de equivalencia académica de títulos extranjeros.

6. Matrícula: de conformidad con el calendario del año en curso (tercera semana del mes de Septiembre aproximadamente), la matrícula se formaliza con la cumplimentación del impreso de matrícula disponible en la dirección <https://matricula.uvigo.es/preinsmartic> (Másters/)

7. Plazas vacantes: La última semana del mes de Septiembre, siempre dependiendo del calendario del año en curso, se procede a la publicación de vacantes (en el caso de que se produzca esta circunstancia) y se abre un segundo plazo de preinscripción y matrícula, siguiendo el mismo procedimiento aunque con plazos temporales más estrechos, de manera que a principios del mes de Octubre, el proceso se da por finalizado.

Procedimiento de la Universidad de Burgos

A continuación se detalla el procedimiento de la Universidad de Burgos, si bien está sujeto a variaciones, ya que corresponde al procedimiento del curso actual, 2008-2009.

SOLICITANTES. Podrán solicitar su admisión todos los alumnos que deseen acceder a los Másteres oficiales impartidos en la Universidad de Burgos en el curso 2008/09 y que reúnan o puedan reunir al finalizar el curso 2007/08 los requisitos necesarios.

PLAZO PARA FORMALIZAR LA SOLICITUD Y ENTREGAR LA DOCUMENTACIÓN. Las solicitudes y la documentación se presentarán en la secretaría administrativa de los respectivos centros donde se imparta el Máster solicitado. El plazo de presentación de solicitudes comprende DEL 1 AL 20 DE JULIO DE 2008

NOTIFICACIÓN DE LA ADMISIÓN. Los alumnos que resulten admitidos recibirán una notificación escrita donde se les indicará el plazo de matrícula, dónde deben realizarla y la clave que van a necesitar para formalizar la misma por medio de Internet. También se publicarán listados de admitidos en los tablones de anuncios de los centros correspondientes.

MATRÍCULA. Los plazos de matrícula, que se realizará por Internet, serán: Del 28 al 29 de julio / Del 9 al 10 de septiembre 5.

DOCUMENTACIÓN A PRESENTAR

- Solicitud de admisión

- Fotocopia del DNI/Pasaporte
- Certificación Académica de los estudios de acceso (exentos alumnos de la UBU)

LUGAR DE PRESENTACIÓN

Secretaría Administrativa de la Escuela Politécnica Superior
Avenida Cantabria s/n, 09006 Burgos
Teléfono: 947-258900
Correo electrónico: eps@ubu.es

Procedimiento de la Universidad del País Vasco / Euskal Herriko Unibertsitatea

A continuación se detalla el procedimiento de la Universidad del País Vasco / Euskal Herriko Unibertsitatea, si bien está sujeto a variaciones, ya que corresponde al procedimiento del curso actual, 2008-2009.

1. Plazos:

La matrícula se realizará en las secretarías de los másteres entre el 8 y el 26 de septiembre.

2. Documentación:

- Escrito firmado por el Tutor con el Plan Formativo del alumno
- Fotocopia del D.N.I. o Pasaporte.
- Fotocopia compulsada o fotocopia y original para su cotejo, del Título o del resguardo de haberlo solicitado. Si el Título es extranjero y no está homologado, es obligatorio presentarlo legalizado.
- Una fotografía tamaño carnet.
- Documentos que acrediten, siempre que proceda, el derecho a la reducción o exención de precios públicos de la matrícula.
- El compromiso de convalidación previa en el caso de alumno Sócrates-Erasmus.

4.3. Sistemas de apoyo y orientación de los estudiantes una vez matriculados

Tras la formalización de la matrícula, los alumnos son convocados a una jornada de acogida.

Esta jornada consistirá en la presentación del Máster, recursos disponibles y horarios por parte del Coordinador del Máster y miembros de la Comisión académica y de los coordinadores de módulo; además de la charla informativa, se acompañará a los alumnos a visitar las instalaciones. En esta sesión se asignarán tutores a cada alumno.

Por otra parte, será aprobado por parte de la Comisión Académica, un Plan de Acción Tutorial para el curso académico y cuya calidad y mejora se evaluará finalizado el curso.

Este plan pretende orientar y motivar a los alumnos en lo relativo a los contenidos del Máster, facilitar al alumno su adaptación al centro y el uso eficaz de los recursos. Asimismo, constituye el marco en el cual se intercambian opiniones y se reciben sugerencias del alumno. Los aspectos académicos, administrativos y humanos en los cuales el Plan pretende orientar al alumno son los siguientes:

- Normativas académicas generales de posgrado,
- Trámites de matrícula, convalidaciones, ayudas, etc.
- Funcionamiento general de la Universidad y, en particular, de los Centros de impartición., órganos de gobierno, organización, asociaciones, facultades, departamentos, etc.
- Funcionamiento de los servicios tales como biblioteca, salas de ordenadores, etc.
- Cuestiones relativas a la metodología de estudio, limitaciones personales y materiales de los alumnos, etc.
- Contenido del Plan de Estudios y orientación del estudiante durante todo el período lectivo, en especial lo referente a la selección de las materias más adecuadas a su perfil académico y a sus expectativas profesionales, incidencias que afecten a la previsión de horas presenciales y al trabajo autónomo del alumno y al desenvolvimiento de prácticas externas.

El Plan se estructura en cuanto a recursos humanos, a través de:

- Un coordinador que coordinará las actividades de los tutores y acciones dentro del Plan y velará por la aplicación, desarrollo y evaluación del mismo.
- Cuatro profesores que actuarán de tutores. Se prevé la asignación de un tutor para cada cuatro-cinco alumnos. Las funciones del tutor son:
- Recoger información del alumnado tutelado y hacer un seguimiento de su proceso de adaptación al centro y al profesorado y de su progresión académica. Para ello, debe coordinarse con el objeto de obtener información con el profesorado.
- Informar al alumno sobre cuestiones académicas, administrativas o de carácter social.
- Realizar un seguimiento académico del alumno y de su rendimiento, interviniendo como ayuda a la resolución de problemas.
- Orientar al alumno proporcionando apoyo en la metodología de estudio y

recursos de aprendizaje y en cuanto a su orientación académica o profesional futura.

- De intermediación, registrado opiniones y propuestas y transmitiéndolas a los profesores o personas correspondientes

4.4 Transferencia y reconocimiento de créditos propuesto por la Universidad

Transferencia y reconocimiento de créditos propuesto por la Universidad de acuerdo con el art. 13 del RD de Ordenación de las enseñanzas oficiales.

Normativa Universidad de Vigo, aprobada en Consello de Gobierno de 23 de Julio de 2008:

Con fecha 15 de septiembre de 2008 (Registro de salida de 16/09/2008) el Vicerrectorado de Titulaciones y Convergencia Europea dicta el procedimiento de transferencia y reconocimiento de créditos para las titulaciones y grado y Máster oficial para el curso 2008-09.

http://webs.uvigo.es/victce/images/documentos/normativas/normativa_transferencia.pdf

http://webs.uvigo.es/victce/images/documentos/EEES/lexislacion/transf_reconec_credt.pdf.

5. PLANIFICACIÓN DE LA ENSEÑANZA

La estructura de las enseñanzas se ha articulado de acuerdo a los objetivos del Máster y las competencias que deberán adquirir los estudiantes en el transcurso del mismo, así como a los requisitos estipulados en la legislación competente RD 1393/2007, y los Reglamentos de los Estudios Oficiales de Postgrado de las respectivas Universidades participantes.

5.1. Distribución del plan de estudios en créditos ECTS por tipo de materia.

Explicación general de la filosofía y planificación del Plan de Estudios

Distribución

El plan de estudios de este máster investigador se ha estructurado en 3 Bloques temáticos que se detallan a continuación:

- Bloque 1.
Tecnologías genéricas. 36 créditos (20 obligatorios y 16 optativos)
- Bloque 2.
Energética en la construcción. 28 créditos (todos optativos)
- Bloque 3.
Investigación en sistemas avanzados de simulación y modelización 20 créditos (todos optativos)
- Proyecto Fin de Máster
12 créditos (obligatorios)

TIPO DE MATERIA/ASIGNATURA	CRÉDITOS A CURSAR	CRÉDITOS OFERTADOS
OBLIGATORIAS	20	20
OPTATIVAS	28	64
PRÁCTICAS EXTERNAS		
TRABAJO FIN DE MÁSTER	12	12
TOTAL	60	96

Los estudiantes deberán cursar 60 créditos para completar el Máster en Ingeniería Térmica de ellos 20 créditos son obligatorios, escogiendo del resto de los módulos, asignaturas por una cuantía de 28 créditos, que junto con el trabajo fin de máster completan los 60 créditos exigidos.

Estructura

La estructura del máster se basa en un conjunto de materias generales, que serán impartidas en el primer cuatrimestre, y dos bloques de diferente orientación, que se impartirán en el segundo cuatrimestre. El Proyecto Fin de Máster, se realizará en el segundo cuatrimestre.

Bloque 1. Tecnologías genéricas para la investigación. Este bloque inicial consta de 6 materias que dan al alumno conocimientos sobre técnicas estadísticas, metodología de la investigación, simulación numérica, conocimientos de ingeniería térmica y termodinámica, que le pueden ser de utilidad para profundizar en la investigación que posteriormente desarrolle.

Bloque 2. Energética en la construcción. Consta de un grupo de 7 materias destinadas a que el alumno adquiera conocimientos relativos a las tecnologías que permiten mejorar la eficiencia energética, al uso de energías renovables, los nuevos materiales empleados en un campo tan importante como es de la construcción.

Bloque 3. Investigación en sistemas avanzados de simulación y modelización. Consta de un grupo de 5 materias. En este Bloque el alumno adquiere conocimientos para simular numéricamente problemas tipo y posteriormente trabajar con problemas complejos mostrados en las diferentes asignaturas.

El Máster se ha planteado con 2 orientaciones o especialidades bien definidas, una gira en torno a la Energética de la Construcción impartida desde la Universidad del País Vasco / Euskal Herriko Unibertsitatea y la otra orientación basada en sistemas avanzados de simulación y modelización impartida desde la Universidad de Vigo.

Por lo tanto, si un alumno opta por una especialización, (Módulo 2) o (Módulo 3), se matricularía por tanto en tantas materias del módulo correspondiente como desee; los restantes créditos necesarios para reunir 48 créditos ECTS se deberán escoger del Módulo 1. Tecnologías generales.

Es posible, sin embargo, que el alumno, dependiendo de sus intereses, desee matricularse de asignaturas de los dos módulos específicos; en este caso, serán cuestiones de planificación de horarios las que puedan condicionar la elección. En cualquier caso, entre los Módulos 1, 2 y 3, el alumno debe completar 48 créditos ECTS.

Debido al carácter investigador del máster, se plantea la realización de trabajos prácticos que puedan ser la base de la que los alumnos puedan partir para la realización de su Proyecto Fin de Máster. Además, el objetivo final del máster es dar una formación que permita al egresado adquirir conocimientos suficientes para comenzar la realización de la Tesis Doctoral dentro de una línea de investigación relacionada con alguno de los temas del máster.

El gran número de horas prácticas previstas en la docencia permitirán la aplicación de técnicas docentes, entre ellas la resolución de casos y planteamientos de estudios de viabilidad de proyectos. Con eso se pretende fomentar las habilidades del alumno en lo tocante a su capacidad para afrontar sistemas complejos en distintos ámbitos, integrar conocimientos y formular juicios partiendo de información incompleta o limitada.

Los alumnos también deberán desarrollar y mostrar su capacidad para trabajar en equipo y realizar trabajos y proyectos propios (siempre bajo la tutela del profesor), así como comunicar sus conclusiones y conocimientos de forma clara y convincente ante un público con un conocimiento elevado de la materia.

Tanto las horas de teoría, las de prácticas y las corresponsales a trabajos tutelados contribuirán al desarrollo de habilidades de aprendizaje que permitirán a los alumnos continuar con sus estudios de una forma ya ampliamente auto dirigida o autónoma.

Procedimiento de planificación y desarrollo de las enseñanzas

1-Procedimiento

Una vez verificado el máster y constituida la Comisión Académica, se procede a su difusión en los términos definidos en el Apartado 4. Acceso y admisión de esta solicitud. A continuación, se procede a planificar la impartición de las enseñanzas ofertadas y a implantar dicha planificación, para lo cual se seguirá el procedimiento al efecto definido por el Sistema de Garantía de Calidad de la E.T.S.I. Industriales de la Univ. de Vigo, por ser la universidad coordinadora y fijar un criterio único.

Tras la difusión, la Comisión Académica elaborará, sobre la base de los programas de las materias ya definidos y adjuntados a esta solicitud, la guía de la titulación, incluyendo la guía docente de las materias y módulos, los horarios de las materias y los calendarios de evaluación. La guía de la titulación se depositará en el centro de adscripción y se distribuirá a través de la página web del máster, así como de los vicerrectores respectivos.

Los contenidos de esta Guía reúnen:

- Definición de los objetivos del programa formativo.
- Guía docente de las materias en cuanto a competencias, número de créditos, distribución entre teoría y práctica, periodo en el que se imparte, relación con los objetivos del programa formativo y con otras materias, metodología y actividades formativas y sistema de evaluación.
- Metodología de enseñanza-aprendizaje.
- Métodos y criterios de evaluación del aprendizaje.
- Personal académico responsable de las materias y/o personal colaborador.
- Bibliografía y fuentes de referencia

- Recomendaciones para cursar las materias y orientaciones sobre las líneas de investigación para realizar el TFM
- Horarios y lugar donde se imparten las clases y las tutorías.
- Calendario de las acciones de evaluación.
- Actividades complementarias.

Antes del inicio del periodo de matrícula de cada curso académico, la Comisión Académica revisará y actualizará la Guía de la titulación del Máster.

La Comisión Académica definirá las medidas de control que considere adecuadas para favorecer el correcto desarrollo de la planificación de las enseñanzas, asegurando a información total ante cambios surgidos y atendiendo las reclamaciones que puedan surgir a tenor del desarrollo del programa, estableciendo las medidas correctoras oportunas consecuencia de las desviaciones apreciadas.

2-Técnicas docentes

- Las clases teóricas* se irán desarrollando en el aula, intercalando ejercicios prácticos de ordenador entre las explicaciones cuando se estime oportuno. La clase magistral es un medio de ofrecer una visión general y sistemática de los temas destacando los aspectos más importantes de los mismos, ofreciendo al alumno la posibilidad de motivación por quienes ya son expertos en el conocimiento de una materia, a través del diálogo y el intercambio de ideas.
- Las clases prácticas* se desarrollarán en alguna de las aulas de laboratorio de las universidades que intervienen en el máster.
- Las tutorías* constituyen un método individualizado del seguimiento de aprendizaje y de desarrollo de las capacidades citadas. En ellas se tratará de resolver, entre otras cuestiones, las dudas planteadas por los alumnos sobre las enseñanzas teórico/prácticas cursadas.
- Conferenciantes extranjeros invitados*, impartido por especialistas de reconocido prestigio que presenten sus investigaciones, preferentemente centrado en los aspectos teóricos y metodológicos, como ejemplos de líneas sugerentes para incitar a los estudiantes a adentrarse en sus respectivos campos. Se pretende que haya al menos 1 conferenciante por módulo. En este primer año las asignaturas escogidas serían: Técnicas estadísticas aplicadas a la experimentación (1º módulo: Tecnologías generales), Sistemas térmicos avanzados basados en energías alternativa (2º Módulo: Energética en la construcción), Modelización de la combustión de biomasa (3º Módulo: Investigación en sistemas avanzados de simulación y modelización). Se solicitará financiamiento externo para este tipo de docencia. Las tareas de preparación del ciclo las realizará cada año la Comisión de Coordinación del Programa Interuniversitario conjunto, la cual designará a la Universidad encargada de organizarlo y supervisarle (cada año le podría corresponder a una

Universidad del Máster). La estructura general de las conferencias se ajustará al modelo-tipo de una semana.

- e. *Enseñanza virtual*. Esta tipo de enseñanza no reemplaza completamente a la enseñanza presencial sino que la complementa en su labor interuniversitaria. Enseñanzas en red o campus virtual con materiales preparados conjuntamente por los coordinadores del Programa en las cuatro universidades participantes. Esos materiales, revisados anualmente, responderán a parte de la docencia presencial. La tutoría en red de los estudiantes de este módulo incluirá la preparación de las conferencias y la posterior discusión de las mismas, así como la evaluación del rendimiento de los estudiantes. Los listados de alumnos participantes en el máster se concentrarán en una de las universidades participantes, que sería también la que aportaría el servidor y software necesario para el funcionamiento del sistema. Ello permitirá una mejor gestión de los recursos y los procedimientos administrativos. En principio, será la Universidad de Vigo el que acogerá este tipo de enseñanza.

- f. *Prácticas externas y actividades formativas a desarrollar en organismos colaboradores*. Se establecerán, dentro del convenio de colaboración existente entre el Departamento de Máquinas y Motores Térmicos y la Consejería de Vivienda y Asuntos Sociales del Gobierno Vasco, programas de prácticas de medición de propiedades térmicas de materiales de construcción. También se realizarán prácticas formativas en empresas a través de los convenios de colaboración educativa de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales con diversas empresas del sector Industrial y de Transportes. Al igual que en los apartados anteriores, la Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Bilbao cuenta con un programa de cooperación educativa dentro del cual hay más de 250 empresas de Euskadi con convenio de colaboración, donde los alumnos pueden realizar las prácticas necesarias. Además, las actuales relaciones del Departamento de Máquinas y Motores Térmicos con empresas e instituciones del sector energético, Ente Vasco de la Energía, Visesa, Habidite, Labein, etc., nos permite garantizar un adecuado programa de prácticas para nuestros alumnos.

3-Horarios

Las asignaturas se han organizado de forma que la dedicación presencial sea de tres días por semana, permitiendo a aquellos alumnos que trabajan su participación en el máster siempre y cuando dispongan de algún día completo por semana. Ello no obsta para que puedan seguirse orientaciones mixtas, que pueden implicar desequilibrios en la dedicación semanal durante el segundo cuatrimestre.

Los horarios (a modo orientativo), serán de 9.30 a 13.30 y de 16.00 a 19.00 h.

Con este sistema se consiguen los siguientes objetivos:

- ✓ El ajuste de la carga de trabajo del alumno por crédito ECTS (normalmente 25 h /ECTS), queda delimitado en cada asignatura, facilitando así la medida de la carga de una asignatura sobre el alumno y evitando el impacto de asignaturas con exceso de carga sobre las que habitualmente se dan paralelamente.
- ✓ Permite concentrar la actividad presencial en jornadas más intensivas de mañana y tarde permitiendo reducir el número de viajes, lo cual en nuestro caso de programa interuniversitario facilita los desplazamientos y, ahorra tiempo.
- ✓ Lo anterior también facilita la incorporación al Máster de profesionales, bien para su reciclado o bien para cursar el Máster, incluso de fuera de las zonas de influencia de las Universidades, mediante la selección de los días de actividad (vacaciones del profesional o disposición de la empresa) y la adaptación de los tiempos al ritmo posible de los mismos.
- ✓ Dejar claro que para los estudiantes del máster no se trata de asistir pasivamente a “escuchar” unas conferencias, sino de aprovechar esta oportunidad para realizar un trabajo activo en contacto con profesionales prestigiosos distintos de sus profesores habituales. Esto significa que deben realizar un trabajo preparatorio sobre el dossier de lecturas que se les proporcionará; que deben participar activamente en las conferencias, planteando cuantas preguntas y opiniones se les ocurran en el turno correspondiente; y que deben reflejar todo ese trabajo y sus impresiones personales acerca de esta experiencia en un informe escrito, que habrán de entregar a la coordinación de la asignatura en un plazo determinado

Se adjunta una propuesta de horario en pdf, donde se puede apreciar que las especializaciones (módulos II y III) se hacen coincidir en el tiempo. Esto permite orientar de alguna manera a los alumnos en la elección de asignaturas. Es posible, sin embargo, que el alumno, dependiendo de sus intereses, desee matricularse de asignaturas de los dos módulos específicos; en este caso, serán cuestiones de planificación de horarios las que puedan condicionar la elección. En cualquier caso, entre los Módulos 1, 2 y 3, el alumno debe completar 48 créditos ECTS.

4-Distribución horaria de la parte presencial.

Asignaturas impartidas sólo en la Universidad de	Número
Universidad de Vigo	7
Universidad del País Vasco / Euskal Herriko Unibertsitatea	4
Universidad de Burgos	2
Asignaturas impartidas en las 3 Universidades	2 (obligatorias)
Asignaturas impartidas en más de una Universidad	3

Tabla: distribución de asignaturas en función de la Universidad donde se imparte.

Las asignaturas presenciales se cursarán principalmente en Vigo (E.T.S. Ingenieros Industriales) o en Bilbao (E.T.S. Ingenieros Industriales). Esto deberá tenerlo en cuenta el alumno al matricularse de modo que sea él quien organice su tiempo de dedicación. Por norma general la parte presencial se impartirá de forma intensiva de modo que se facilite la asistencia de los alumnos desplazados.

Para favorecer la circulación de los estudiantes y la optatividad real, todos los cursos de todos los módulos tendrán un valor idéntico de 4 créditos ECTS, excepto las obligatorias. El estudiante tiene que cubrir un total de 48 créditos con enseñanzas procedentes de estos módulos. Las asignaturas obligatorias tendrán que cursarlas en la Universidad donde se matricule.

Como salvaguarda y para no crear disfunciones al máster, cada alumno deberá realizar, al menos, 30 créditos incluyendo PFM, en la universidad donde se matricule, pudiendo cursar los créditos restantes con enseñanzas de la misma u otra universidad participante.

Evaluación y calificación

El sistema de evaluación previsto para el control de la adquisición de las competencias genéricas y específicas descritas se ha definido teniendo en un modelo de evaluación adaptado a tres niveles o procesos de aprendizaje:

- un nivel inicial de diagnóstico de los conocimientos y capacidades de los estudiantes al comienzo del proceso formativo del Máster.
- un nivel continuo o formativo basado en la observación continua y destinado a contrastar la adecuación de la metodología docente durante el proceso de enseñanza-aprendizaje.
- Las actividades de evaluación propuestas en este nivel son:
 - Realización de pruebas escritas objetivas.
 - Desarrollo de trabajos y proyectos: el profesor propone alternativas de trabajo individual o en grupo, como la interpretación de trabajos científicos extraídos de la bibliografía o de casos reales o supuestos, análisis y crítica de los mismos sobre la base del método científico, interpretación de datos analíticos, cartográficos, etc. La elaboración de los trabajos se realiza tanto en aula, tutorizado por el profesor, como de manera autónoma por el alumno, utilizando distintos recursos. La evaluación se realiza mediante técnicas de observación del grado de participación del alumno y de la eficacia de sus recursos personales, actitud crítica e interpretativa, trabajo en equipo, etc.
 - Realización y presentación de informes y memorias de trabajos aplicados, como resultado de la ejecución de tareas reales y/o simuladas. Se valora la capacidad del alumno de defender argumentos e hipótesis de manera oral.
 - Observación continua de aptitudes
- y finalmente un tercer nivel de evaluación final que añade a las conclusiones de la evaluación continua datos obtenidos de forma puntual al final del proceso formativo, teniendo en cuenta la evaluación, en cuanto a contenidos, desarrollo, rigor en la aplicación del método científico, crítica y capacidad explicativa y divulgativa del TFM.

Finalmente, el procedimiento de calificación en cada materia y al final del máster se expresará mediante calificaciones numéricas, de acuerdo con lo establecido en el artículo 5 del *Real Decreto 1125/2003*, de 5 de septiembre. Para ello deberán ser tenidos en cuenta los siguientes aspectos:

- La obtención de los créditos correspondientes a una materia comportará haber superado los exámenes o pruebas de evaluación correspondientes.
- El nivel de aprendizaje conseguido por los estudiantes se expresará con calificaciones numéricas que se reflejarán en su expediente académico junto con el porcentaje de distribución de estas calificaciones sobre el total de alumnos que hayan cursado los estudios de la titulación en cada curso académico.
- La media del expediente académico de cada alumno será el resultado de la aplicación de la siguiente fórmula: suma de los créditos obtenidos por el alumno multiplicados cada uno de ellos por el valor de las calificaciones que correspondan, y dividida por el número de créditos totales obtenidos por el alumno.
- Los resultados obtenidos por el alumno en cada una de las materias del plan de estudios se calificarán 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 del cinco por ciento de los alumnos matriculados en una materia en el correspondiente curso académico.

Actividades de aprendizaje y su valoración en créditos docentes

	Horas	%
Asistencia a clases teóricas	195	13
Asistencia a clases prácticas	300	20
Asistencia a clases de problemas	75	5
Realización de exámenes	30	2
Asistencia a tutorías	75	5
Asistencia a actividades relacionadas: jornadas, seminarios, etc.	120	8
Preparación de clases teóricas	165	11
Preparación de clases prácticas y/o problemas	285	19
Preparación de exámenes	255	17
Total de horas de trabajo del estudiante	1500	100

Las cifras sufrirán pequeñas variaciones en función de la selección de las signaturas por las que opte el alumno.

Mecanismos de coordinación

El título *Máster Interuniversitario en Ingeniería Térmica*, estará coordinado y dirigido por una Comisión Académica Coordinadora constituida al efecto.; esta Comisión estará presidida por el coordinadora del Máster Universitario en la Universidad de Vigo y formada por los respectivos coordinadores de las demás universidades. Éste será el máximo órgano de decisión en todas las cuestiones referentes al Máster Universitario. Además se crea una Comisión en la Universidad de Vigo formada por un total de 7 miembros, entre los cuales se cuenta con un representante del Sistema de Calidad y un Secretario nombrados por la Dirección del Centro. Al mismo tiempo se crean 3 subcomisiones, una por universidad participante. Los miembros propuestos para constituir esta Comisiones se nombran en el Apartado 4. *Acceso y admisión*.

Además de la Comisión académica, todas las materias en las cuales se estructura el Máster Universitario tendrán un responsable nombrado por la Comisión Académica, entre cuyas funciones estará la de coordinar a todas las personas que vayan a intervenir en el desarrollo de las diferentes materias con algún tipo de responsabilidad docente, supervisar el cumplimiento de las diferentes actividades previstas en el Plan de Estudios del Máster Universitario, organizar su secuenciación temporal e informar de las posibles incidencias que puedan originarse en su desarrollo.

Este responsable de las materias informará periódicamente del desarrollo de las mismas a un coordinador de módulo; esta figura nombrada por la Comisión Académica deberá actuar supervisando las posibles incidencias que se observen entre las diferentes materias que componen el módulo e informando periódicamente a la Comisión Académica.

5.2. Movilidad: Planificación y gestión de la movilidad de los estudiantes propios y de acogida

Movilidad de los estudiantes

La movilidad de los estudiantes es optativa. A los estudiantes se les ofrecerá la posibilidad de hacer su propio curriculum de máster eligiendo materias de todas las universidades participantes. El convenio que se firmará entre las cuatro Universidades recogerá este aspecto del Máster. Pero el Máster está diseñado de tal manera que un alumno que no quiera o no pueda desplazarse, pueda reunir los 1/3 de los créditos del máster sin moverse de su propia Universidad, teniendo obligatoriamente que desplazarse para completar su formación. Sólo los alumnos matriculados en la Universidad de Vigo podrán completar los 60 créditos del máster en su propia Universidad si así lo desean. En cuanto al reconocimiento y acumulación de créditos, se aplicará lo descrito en el apartado 4.4.

Desplazamiento de alumnos / Profesorado

Entre País Vasco/EHU / Burgos

- a) Alumnos. Se pueden realizar desplazamientos en el día (tiempo algo más de 1 hora), al ser 3 días/semana y un programa intensivo, cada 2 semanas se cumple una asignatura.
- b) Profesorado. Si el número de alumnos es importante (en torno a 10) el profesor deberá desplazarse. Se puede realizar el desplazamiento en el día.

Entre Vigo y País Vasco/EHU / Burgos

- c) Alumnos. No se pueden realizar desplazamientos en el día. Deberían permanecer al menos 1 semana. El resto del programa de la asignatura podría hacerse mediante el sistema de enseñanza virtual. Si el número de alumnos es importante (en torno a 5) puede emplearse el sistema de videoconferencia. Las universidades participantes disponen de una pequeña cantidad de dinero para este tipo de movilidad. Habría que pedir financiación suplementaria.
- d) Profesorado. Si el número de alumnos es importante (en torno a 10) el profesor deberá desplazarse. Si los alumnos son de la Universidad de Vigo, el profesor se desplazará a Vigo. Si los alumnos son de otra universidad, se desplazará el profesor de Vigo a la sede de una de las otras 3 universidades (previa elección por la Comisión Coordinadora) y la enseñanza se plantea como la opción a).

Previsión de la movilidad

En función de la experiencia del curso de doctorado interuniversitario, un número de 20 alumnos sería una buena cifra de partida. Las universidades que más alumnos aportan son la de Vigo y la del País Vasco/ Euskal Herriko Unibertsitatea, si suponemos que los 1/3 de los alumnos de estas universidades escogen la orientación impartida en su universidad, tendríamos aproximadamente unos 10 alumnos con una media de 4 asignaturas con posibilidad de desplazamiento.

Gestión de la movilidad

La gestión de la movilidad de estudiantes propios y de acogida y la información sobre ella recae sobre la Comisión Académica y sobre los miembros del Plan de Acción

Tutorial y utilizarán los mecanismos ofrecidos por la Universidad de Vigo a tal efecto, que son ofrecidos por el Vicerrectorado de Extensión Cultural e Estudiantes (<http://extension.uvigo.es/>) y el Vicerrectorado de Titulacions e Convergencia Europea (<http://webs.uvigo.es/victce/index>). Así mismo, en la página web del máster se ofrecerá los links a estos organismos.

La información sobre recursos, procedimientos y financiación a los alumnos de acogida será ofrecida por la Comisión Académica que utilizará asimismo los recursos ofrecidos a tal efecto por el *Vicerrectorado de Extensión Cultural e Estudiantes*, que ofrece servicios de orientación e información a estudiantes nacionales de fuera de la Comunidad Autónoma y a estudiantes extranjeros comunitarios y extracomunitarios sobre el funcionamiento de la Universidad y el uso de sus recursos. También, a través del apoyo de este Vicerrectorado, se asegurará la acogida de estudiantes con necesidades especiales.

En la Tabla adjunta se enumeran las distintas convocatorias públicas que afectan a la movilidad de los estudiantes propios y de acogida. Se trata de bolsas cuya convocatoria suele coincidir con el período de prematrícula o es una convocatoria abierta todo el año.

En el caso del máster propuesto, dado que corresponde al período de formación de las enseñanzas de Doctorado, las ayudas a las que optarán los alumnos serán previsiblemente aquellas para acogida; estas becas y ayudas financiarían la estancia y el desplazamiento para la realización de las actividades formativas en el marco docente del máster, por lo que estas opciones de movilidad se adecuan a los objetivos del máster.

CONVOCA	OBJETIVO I	INFORMA
Mesa do Parlamento de Galicia	bolsas para la realización de estudios de máster, doctorado y postdoctorado en cualquier universidad de Europa	www.parlamentodegalicia.es
Consellería de Educación e Ordenación Universitaria – Xunta de Galicia	Bolsas para prórrogas de estudios oficiales conducentes al título de máster, realizados en las universidades del Sistema Universitario de Galicia	www.edu.xunta.es
	Bolsas para la realización de estudios oficiales conducentes al título de máster, realizados en las universidades del Sistema Universitario de Galicia	www.edu.xunta.es
	Créditos para financiamiento dos estudios universitarios.	www.edu.xunta.es
	Bolsas para asistir a congresos o similares y cursos de verano.	www.edu.xunta.es
	Ayudas de desplazamiento	www.edu.xunta.es

	para la realización de prácticas en empresas de la U.E.	
	Bolsas para la movilidad de estudiantes de países extracomunitarios	www.edu.xunta.es
	Bolsas de residencia para gallegos de fuera de la Comunidad Autónoma	www.edu.xunta.es
Ministerio de Ciencia e Innovación de España	Becas para la realización de estancias de movilidad de los estudiantes matriculados en másteres oficiales de las universidades españolas, para la realización de aquellas actividades académicas del máster que se desarrollan en una provincia diferente a la de la sede de la universidad de matrícula	http://www.micinn.es/universidades/mam/index.html
	préstamos para financiar el coste de los estudios de máster oficial en España o en cualquier país del Espacio Europeo de Educación Superior, así como, en su caso, facilitar una renta mensual a los estudiantes que lo deseen.	http://www.micinn.es/universidades/pru/index.html
Obra Social Fundación La Caixa	Bolsas para cursar estudios de máster en España en áreas de Medio Ambiente y Sostenibilidad, Ciencias de la Salud, Integración Social y Tecnología.	www.lacaixa.es/ObraSocial
Universidad de Vigo	Bolsas de comedor	http://extension.uvigo.es/
	Bolsas de alojamiento para estudiantes en los distintos campus, en las residencias de la Universidad de Vigo	http://extension.uvigo.es/
Asociación Universitaria Iberoamericana de Posgrado, (AUIP)	organismo internacional no gubernamental reconocido por la UNESCO, dedicado al fomento de los estudios de postgrado y doctorado en Iberoamérica	http://www.auiip.org
Becas MAE-AECI	becas convocadas todos los años por la AECI: Agencia Española de Cooperación Internacional. Becas para la de postgrado de extranjeros en España	https://www.becasmae.es/
Programa Alban de la	Programa de cooperación entre Europa y América Latina	http://www.programalban.org/

Unión Europea para América Latina.	a nivel de enseñanza superior, a través de estudios de postgrado y de formación superior de alto nivel para profesionales/cuadros directivos de América Latina en instituciones o centros de la Unión Europea.	
------------------------------------	--	--

Además de la financiación anterior, los centros participantes en el máster tienen un vasto conjunto de acuerdos Erasmus con prestigiosas universidades europeas, muchos de los cuales incluyen movilidad del profesorado. De acuerdo con la Subdirección de Relaciones Internacionales de dichos centros, se pretende utilizar y ampliar esos programas de movilidad para que el profesorado del máster de investigación pueda reforzar su formación en temas concretos directamente relacionados con la Ingeniería Térmica, así como recibir profesorado extranjero.

Por otro lado, existe también la posibilidad de realizar el Trabajo Fin de Máster en universidades extranjeras a través de convenios Erasmus. En particular, ya existen acuerdos Erasmus entre la Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Bilbao y diversas universidades europeas que actualmente imparten másteres sobre eficiencia energética, University of Gäble en Suecia, Institut Français du Pétrole – Ecole du Pétrole et des Moteurs en Francia, Université de Liège en Bélgica, etc. Existen también lazos muy estrechos con una importante movilidad de estudiantes Erasmus entre la Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Bilbao y Cranfield University (Inglaterra), una universidad muy prestigiosa en ingeniería y tecnología, algunos de ellos en disciplinas afines a la gestión eficaz de la energía. Encauzaremos, también a través de esta universidad, la movilidad de alumnos con vistas a realizar el Trabajo Fin de Máster en investigación.

Por último, la Escuela de Ingeniería Industrial forma parte de la RED GE4 (Global Education for European Engineers and Entrepreneurs) a través de la cual alumnos de la Escuela pueden ir a hacer el Trabajo Fin de Máster de investigación a un conjunto de universidades estadounidenses, Columbia University, en Nueva York, Virginia Polytechnic Institute, en Virginia, Northeastern University, en Boston. Esta movilidad se encuadra dentro del programa oficial "otros destinos" de la UPV/EHU.

Financiación futura

Por otra parte, y teniendo en cuenta que la propuesta de máster universitario se enfoca hacia la previsible continuación del período de investigación con el objetivo de la obtención del título de doctor, se informará a los alumnos detalladamente de las posibilidades de financiación futura si, una vez finalizado el máster, desean optar por la obtención del doctorado. Esta financiación podrá obtenerse:

- ✓ en el marco de distintos proyectos de investigación que en la actualidad lideran profesores del máster. En este sentido, el colectivo docente está consolidado en grupos de investigación que reúne condiciones, tanto actuales como futuras, de financiación a alumnos para su etapa investigadora posterior al máster.
- ✓ en el marco de convocatorias públicas para alumnos que han superado un grado de suficiencia investigadora, como es el caso de los programas autonómicos y nacionales de financiación, como son:
 - ✓ Autonómicos- Dirección Xeral de Investigación, desenvolvemento e innovación I+D+i.
 - Programa María Barbeito de ayudas a contratos predoctorales de formación de doctores para su incorporación en organismos públicos y privados de investigación de la Comunidad Autónoma de Galicia.
 - Programa Lucas Labrada de ayudas al fomento de la formación y especialización de tecnólogos y agentes de innovación y gestión de proyectos I+D+i en organismos públicos y privados de investigación en la Comunidad Autónoma de Galicia
 - Programa Isabel Barreto de ayudas a la incorporación de tecnólogos y agentes de innovación y gestión de proyectos I+D+i en organismos públicos y privados de investigación en la Comunidad Autónoma de Galicia
 - Bolsas para estancias en el extranjero y en centros españoles situados fuera de la Comunidad Autónoma.
- ✓ Nacionales-Ministerio de Educación-Secretaría de Estado de Universidades e Investigación
 - Ayudas del Programa Nacional de Formación de Recursos Humanos de Investigación, en el marco del Plan Nacional de Investigación Científica, Desarrollo e Innovación Tecnológica 2008- 2011(Subprograma de Formación de Personal Investigador(FPI-MEC))
 - Ayudas del Programa Nacional de Contratación e Incorporación de Recursos Humanos de Investigación, en el marco del Plan Nacional de Investigación Científica, Desarrollo e Innovación Tecnológica 2008-2011(Subprograma Torres Quevedo (PTQ-MEC)), para el caso de Tecnólogos (persona titulada universitaria de grado superior o equivalente dentro del nuevo Espacio Europeo de la Educación, con 1 año de experiencia demostrable en I+D en áreas relevantes para las actividades que desarrolle o pretenda desarrollar la entidad solicitante).

- Ayudas del Programa Nacional de Contratación e Incorporación de Recursos Humanos de Investigación, en el marco del Plan Nacional de Investigación Científica, Desarrollo e Innovación Tecnológica 2008-2011(Personal Técnico de Apoyo (PTA-MEC))
- ✓ En estos casos, los procedimientos de concesión de este tipo de becas o contratos de investigadores son los detallados en las convocatorias de cada proyecto de investigación o ayuda institucional, si bien, la Comisión Académica elaborará el procedimiento de Gestión de Movilidad como sistema de ayuda al alumno.

5.3. Descripción detallada de los módulos

El máster está compuesto por cuatro módulos que contienen las materias siguientes:

Módulo I: Tecnologías Genéricas Para La Investigación		Total ECTS-32			
Asignatura	Profesor	Universidad que imparte	Cuatri mestre	ECTS	Carácter
Técnicas estadísticas aplicadas a la experimentación	Granada Álvarez, Enrique	Universidad de Vigo	1º	4	Op
Termodinámica Industrial de Fluidos	Alonso Tristán, Cristina	Universidad de Burgos	1º	4	Op
Determinación de propiedades termodinámicas de fluidos de interés industrial	Alonso Tristán, Cristina	Universidad de Burgos	1º	4	Op
Análisis energético y exergetico	Juárez Castelló Manuel Celso	Universidad de Vigo (Univ. de La Rioja)	1º	4	Op
Complemento prácticum	Míguez Tabares, José Luis Granada Álvarez, Enrique Moran González, Jorge C Porteiro Fresco, Jacobo Sala Lizarraga, José María Montero García, Eduardo	Universidad de Vigo, País Vasco / Euskal Herriko Unibertsitatea Burgos	1º	12	Ob
Introducción a la Investigación	Míguez Tabares, José Luis Granada Álvarez, Enrique Moran González, Jorge C Porteiro Fresco, Jacobo Sala Lizarraga, José María Montero García, Eduardo	Universidad de Vigo, País Vasco/ Euskal Herriko Unibertsitatea Burgos	1º	8	Ob

Módulo II: : Energética en la construcción			Total ECTS-28		
Asignatura	Profesor	Universidad que imparte	Cuatri mestre	ECTS	Carácter
Sustentabilidad y análisis del ciclo de vida en la edificación	Del Portillo Valdés, Luis Alfonso	Universidad del País Vasco / Euskal Herriko Unibertsitatea	2º	4	Op
La termoeconomía en el cálculo del contenido energético de materiales y elementos de la construcción	Sala Lizarraga, José María	Universidad del País Vasco / Euskal Herriko Unibertsitatea	2º	4	Op
Eficiencia energética en la edificación	Montero García, Eduardo, López González, Luis María	Universidad de Burgos, Universidad de Vigo (Univ. de La Rioja)	2º	4	Op
Transferencia de humedad a través de cerramientos y técnicas de ensayo para la caracterización higrotérmica de materiales	Gómez Arriaran, Iñaki	Universidad del País Vasco / Euskal Herriko Unibertsitatea	2º	4	Op
Calidad de aire interior y ventilación en locales colectivos, comerciales y domésticos	Del Campo Díaz, Víctor	Universidad del País Vasco / Euskal Herriko Unibertsitatea	2º	4	Op
Sistemas térmicos avanzados basados en energías alternativas: Solar	Moran González, Jorge C., Montero García, Eduardo, Díez Mediavilla, Montserrat	Universidad de Vigo, Universidad de Burgos	1º	4	Op
Sistemas térmicos avanzados basados en energías alternativas: Biocombustibles	Míguez Tabares, José Luis Montero García, Eduardo,	Universidad de Vigo, Universidad de Burgos	2º	4	Op

Módulo III: : Investigación en sistemas avanzados de simulación y modelización			Total ECTS-20		
Asignatura	Profesor	Universidad que imparte	Cuatri mestre	ECTS	Carácter
Modelización y simulación numérica de procesos termofluidodinámicos	Martín Ortega, Elena	Universidad de Vigo	2º	4	Op
Aplicaciones de la mecánica de fluidos computacional a la industria	Paz Penín, M ^a Concepción	Universidad de Vigo	2º	4	Op
Modelización de la combustión de biomasa	Porteiro Fresco, Jacobo	Universidad de Vigo	2º	4	Op
Análisis numérico de sistemas térmico-fluido-dinámicos mediante analogía eléctrica	Zueco Jordán, Joaquín	Universidad de Vigo (Univ. de Cartagena)	2º	4	Op
Modelización de sistemas mecánicos	Vilán Vilán, José Antonio	Universidad de Vigo	2º	4	Op

Módulo: Trabajo Fin de Máster. Línea de Investigación			Total ECTS-12 (Obligatorio)		
--	--	--	-----------------------------	--	--

Módulo I: Tecnologías Genéricas para la Investigación

Técnicas estadísticas aplicadas a la experimentación. (4 ECTS)

El objetivo de esta materia consiste en dominar técnicas estadísticas en la aplicación a fenómenos físico-químicos como por ejemplo la combustión de biomasa, así como profundizar en el habitual dispar de la biomasa en los procesos de combustión donde se conseguirá estructurar unas pautas de comportamiento a partir de estudios experimentales donde la aplicación de las técnicas anteriores juegan un papel protagonista.

Termodinámica industrial de fluidos. (4 ECTS)

El objetivo de esta materia consiste en conocer los métodos de análisis termodinámico de las mezclas líquidas y gaseosas de fluidos de interés industrial.

Determinación de propiedades termodinámicas de fluidos de interés industrial. (4 ECTS)

El objetivo de esta materia consiste en conocer los métodos de estimación de propiedades termofísicas de gases y líquidos, así como los métodos de estimación de propiedades de las mezclas de fluidos de interés industrial.

Análisis Energético y Exergético. (4 ECTS)

El objetivo de esta materia consiste en dominar los conceptos fundamentales para la realización de análisis energéticos y exergéticos de diferentes procesos industriales, así como realizar balances de energía y exergías de los diferentes procesos y ser capaz de actuar adecuadamente sobre los mismos.

Complemento Prácticum. (12 ECTS)

El objetivo de las prácticas consiste en la aplicación de las materias en espacios industriales y de investigación, haciendo énfasis en la aplicación de normas, la valoración de riesgos, eliminación de residuos, trabajo con equipos experimentales, así como la interpretación de los resultados obtenidos en dichas prácticas.

Introducción a la Investigación. (8 ECTS)

El objetivo de esta materia consiste en un acercamiento a la recogida de datos, el uso del método experimental y un eficaz análisis y presentación de los resultados a la comunidad científica como aspectos claves de una investigación de calidad.

Módulo II: Energética de la construcción

Sustentabilidad y análisis de ciclo de vida en la edificación. (4 ECTS)

El objetivo de esta materia consiste en explicar con rigor y detalle los métodos de evaluación de impacto medioambiental, realizar el análisis de inventario de los materiales de construcción, de los elementos constructivos y de las edificaciones, así

como interpretar los resultados obtenidos de la aplicación de los diversos métodos de impacto.

Termo economía y el cálculo del contenido energético de materias y elementos de la construcción. (4 ECTS)

El objetivo de esta materia consiste en profundizar en el significado de las irreversibilidades a través del análisis exergético, aprender a calcular la exergía química de las sustancias, así como saber cuantificar las destrucciones de exergía, valorar los costes económicos de los flujos intermedios y finales en las plantas industriales y sentar las bases para el diseño de equipos y procesos, a partir de la Termo economía.

Eficiencia energética en la edificación. (4 ECTS)

El objetivo de esta materia consiste en conocer los métodos de análisis y gestión para la implantación de medidas de ahorro y eficiencia de instalaciones energéticas en los edificios.

Transferencia de humedad a través de cerramientos y técnicas de ensayo para la caracterización higrotérmica de materiales. (4 ECTS)

El objetivo de esta materia consiste en comprender los mecanismos de transporte y almacenamiento de humedad en materiales de construcción porosos utilizados en la envolvente de los edificios.

Calidad de aire interior y ventilación en locales colectivos, comerciales y domésticos. (4 ECTS)

El objetivo de esta materia consiste en saber realizar una auditoría de calidad de aire interior, conocer las técnicas actuales de investigación de la ventilación de locales, así como saber valorar el coste energético de los caudales de ventilación y la situación actual sobre técnicas de ventilación pasivas.

Sistemas térmicos avanzados basados en energías alternativas: Solar. (4 ECTS)

El objetivo de esta materia consiste en adquirir conocimientos sobre el potencial de la energía solar para aplicaciones térmicas y eléctricas, conocer métodos de cálculo, estimación y simulación de los diferentes tipos de radiación, así como diseñar instalaciones y conocer las legislaciones relativas al aprovechamiento de la energía.

Sistemas térmicos avanzados basados en energías alternativas: Biocombustibles. (4 ECTS)

El objetivo de esta materia consiste en adquirir conocimientos de la biomasa así como su aprovechamiento energético, métodos y tecnologías actuales para su aplicación, destacándolas desde el punto de vista medioambiental y de viabilidad económica.

Módulo III: Investigación en sistemas avanzados de simulación y modelización

Modelización y simulación numérica de procesos termofluidodinámicos. (4 ECTS)

El objetivo de esta materia consiste en adquirir destrezas en la modelación y simulación numérica de procesos termofluidodinámicos, orientadas a la evaluación del

comportamiento en los cambios de operación. Adquisición de la capacidad de análisis, diseño y modificación de los servicios energéticos.

Aplicaciones de la mecánica de los fluidos computacional a la industria. (4 ECTS)

El objetivo de esta materia consiste en adquirir conocimientos de los flujos de fluidos en la automoción, identificar problemas de interés para la industria relacionados con dichos flujos y resolver mediante técnicas de simulación numérica (CFD) los problemas planteados.

Modelización de la combustión de biomasa. (4 ECTS)

El objetivo de esta materia consiste en desarrollar un modelo de combustión de partículas sólidas de biomasa en lecho fijo, describir los diversos procesos que tiene lugar en los niveles implicados, así como analizar la influencia que la dinámica del sistema de alimentación pueda tener sobre el comportamiento global de la caldera.

Análisis numérico de sistemas térmico-fluido-dinámicos mediante analogía eléctrica. (4 ECTS)

El objetivo de esta materia consiste en conocer los aspectos más importantes del método de redes como herramienta numérica de simulación de procesos fluido dinámicos, así como los dispositivos empleados para la simulación eléctrica.

Modelización de sistemas mecánicos (4 ECTS)

El objetivo de esta materia consiste en afianzar conocimientos y destrezas en geometría, cinemática, dinámica y cálculo de engranaje y sus influencias en su comportamiento térmico.

Módulo IV: Trabajo Fin de Máster: Línea de Investigación

La Línea de Investigación es el Trabajo de Fin de Máster contemplado en el RD 1393/2007. Línea de Investigación. (12 ECTS)

1. Energías renovables y medio ambiente
2. Utilización racional de la energía
3. Simulación numérica de fluidos en aplicaciones industriales
4. Mecánica avanzada: Engranajes, nuevos perfiles de engranaje, comportamiento térmico de engranaje.
5. Investigación de propiedades termodinámicas de fluidos de interés industrial mediante técnicas de alta precisión
6. Energética en la edificación
7. Contenido energético e impacto ambiental de materiales y elementos de la construcción
8. Análisis numérico de sistemas térmicos y fluidos

5.3. Descripción de las materias.

MATERIAS DEL MÓDULO I

Denominación del módulo	TECNOLOGÍAS GENÉRICAS PARA LA INVESTIGACIÓN
Denominación del módulo o materia:	INTRODUCCIÓN A LA INVESTIGACIÓN
Créditos ECTS	8
Carácter	Obligatoria
Unidad temporal	Cuatrimestre 1
Requisitos previos	Los propios de la admisión al Programa de Posgrado.
Universidad que imparte la materia	Universidad de Vigo Universidad del País Vasco / Euskal Herriko Unibertsitatea Universidad de Burgos
Competencias que adquiere el estudiante con dicho módulo o materia	

Todas las competencias del Máster más las siguientes competencias específicas

COMPETENCIA DE LA MATERIA	COMPETENCIA DE LA TITULACIÓN							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Conocer como se realiza el planteamiento de la recogida de datos.	x	x	x			x	x	
Conocer métodos experimentales y saber analizar y presentar los resultados a la comunidad científica son aspectos claves de la investigación de calidad.					x	x	x	x
Conocer los fundamentos de investigación comunes a todas las disciplinas científicas que les ayudarán a realizar trabajos científicos de calidad desde el comienzo de su formación.	x	x	x			x		x
Desarrollar competencias para poder realizar de forma autónoma las siguientes tareas científicas: diseño de un experimento, escritura de un artículo científico, presentación oral y poster sobre resultados procedentes de una investigación propia o de una fuente bibliográfica, redacción y evaluación de un proyecto de investigación.	x	x	x	x	x	x	x	

Breve descripción de sus contenidos

Esta materia tiene una gran diversidad de conocimientos para el desarrollo científico de los maestrantes. Reconoce como herramienta fundamental de la ingeniería térmica, el diseño de experimento, mientras que abunda en la Investigación, el Desarrollo y la Innovación (I+D+i) de la actualidad europea y luego enfoca sus contenidos en aportar herramientas para la confección de artículos científicos.

Por otra parte la Investigación, el Desarrollo Tecnológico y la Innovación (I+D+i) es un factor clave para el crecimiento económico a largo plazo y el bienestar de los ciudadanos por lo que se ha convertido en un elemento estratégico de competitividad en los países más desarrollados.

Uno de los grandes problemas que enfrenta un investigador surge cuando tiene que dar a conocer sus resultados o socializarlos, en el contexto científico se desarrollan metodologías que pretenden darle formalidad y a la vez eficiencia a las publicaciones que se realizan con el fin de lograr un mejor entendimiento y crear pautas que permitan el acercamiento científico a jóvenes investigadores, por lo que se pretende que los estudiantes conozcan algunas de estas metodologías.

Adquirir y desarrollar la capacidad de comunicación de los resultados de su investigación de una forma eficiente, rigurosa, en diferentes formatos y para diferentes tipos de audiencias.

Planificar de forma coherente estudios basados en la experimentación de procesos y procedimientos que constituyan un proyecto de I+D+i.

TEMARIO

1. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

2. ESTRUCTURA DE LOS PROGRAMAS Y FINANCIACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN EN ESPAÑA Y EN EUROPA

- a. Los programas de I+D+i en España y en la UE. Características, Líneas de actuación, requisitos, convocatorias. Como acceder a la información.
- b. Definición de un problema para la Investigación. El Plan de investigación. Propósito del plan de investigación. Establecimiento de hipótesis y objetivos.
- c. Revisión de la literatura.
- d. Escritura de la propuesta de investigación. Contenido y organización de la propuesta. Criterios de evaluación de la propuesta. El sistema de evaluación. Criterios seguidos en los planes nacionales. Aspectos esenciales a considerar.

3. DIFUSIÓN DE LOS RESULTADOS DE INVESTIGACIÓN

- a. Introducción. Definición de artículos científicos, técnicos y divulgativos.
- b. Componentes de un artículo científico: Introducción, Material y Métodos, Resultados, Discusión y Conclusiones, Elaboración de tablas y figuras.

- c. Revisión de artículos científicos: el proceso editorial, revisión de artículos y escritura en colaboración.
- d. Escritura de documentos técnicos, memorias de proyectos y artículos de divulgación.
- e. Preparación de ponencias y comunicaciones a congresos (orales y en paneles). Publicaciones electrónicas

4. PROTECCIÓN DE RESULTADOS Y PROPIEDAD INTELECTUAL

5. LA INVESTIGACIÓN EN INGENIERÍA: LAS RELACIONES CON LA EMPRESA.

- a. La transferencia de tecnología a la empresa

Actividades formativas con su contenido en créditos ECTS, su metodología de enseñanza-aprendizaje y su relación con las competencias que debe adquirir el estudiante			
ACTIVIDAD FORMATIVA	Metodología	ECTS	Competencias
Clases centradas en contenidos teóricos	Lección magistral	0.5	1,2,3
Actividad de laboratorio	Prácticas tutorizadas y actividad autónoma del alumno	1.5	Todas (en especial la 4)
Resolución de problemas, cuestiones, etc.	Actividad del alumno autónoma y tutorizada	1.5	Todas (en especial la 4)
Documentación de los trabajos realizados.	Actividad autónoma del alumno	0.5	Todas (en especial la 4)
Preparación de evaluaciones.	Actividad autónoma del alumno	2.5	1,2,3
Exposición y debate de los trabajos	Actividad en grupo	1.5	Todas (en especial la 4)

Sistema de evaluación de la adquisición de las competencias y sistema de calificaciones de acuerdo con la legislación vigente

Actividades	Porcentaje	Competencia evaluada
Pruebas escritas (calificación de 0 a 10 según legislación vigente)	20	Todas las competencias específicas
Corrección de trabajos, proyectos e informes de prácticas. Exposición oral	30	Específicas de la materia (especialmente la 4)
Evaluación por técnicas de observación (seguimiento de la participación, interés, trabajo en seminarios y laboratorios)	50	Todas las competencias específicas de la materia y todas las generales del máster
Total	100	

Recursos para el aprendizaje

Actividades	Presencial	Del alumno
Aula de docencia	X	
Aula de informática		
Aula de seminarios y tutorías	X	X
Biblioteca		X
Laboratorios	X	X
Aula videoconferencia/ Enseñanza Virtual		
Externas		X

Denominación del módulo	TECNOLOGÍAS GENÉRICAS PARA LA INVESTIGACIÓN
Denominación del módulo o materia:	COMPLEMENTO PRÁCTICUM
Créditos ECTS	12
Carácter	Obligatoria
Unidad temporal	Cuatrimestre 1
Requisitos previos	Los propios de la admisión al Programa de Posgrado.
Universidad que imparte la materia	Universidad de Vigo Universidad del País Vasco/ Euskal Herriko Unibertsitatea Universidad de Burgos
Competencias que adquiere el estudiante con dicho módulo o materia	

Todas las competencias del Máster más las siguientes competencias específicas

COMPETENCIA DE LA MATERIA	COMPETENCIA DE LA TITULACIÓN							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Calibrar los equipos experimentales y utilizar patrones cuando sea necesario	X	X	X	X		X	X	X
Manejar las técnicas y la instrumentación científico-técnica aplicable a la ingeniería térmica	X	X		X				
Interpretar los resultados del trabajo de laboratorio y relacionarlos con las teorías apropiadas.							X	X
Aplicar las normas de seguridad e higiene en laboratorios industriales. Realizar una valoración de los riesgos asociados	X	X	X			X		X
Realizar las operaciones matemáticas necesarias para cuantificar los procesos llevados a cabo en el laboratorio.	X	X	X		X			
Manejar programas de software habituales en laboratorios de equipamiento térmico.				X	X		X	

Breve descripción de sus contenidos

Con esta asignatura se pretende que los alumnos adquieran la formación básica en los fundamentos y aplicaciones más relevantes de los distintos métodos analíticos aplicados en el análisis de los elementos que componen los cerramientos energéticos para la construcción, en el estudio de biocombustibles o las técnicas empleadas para determinar propiedades de la combustión.

Para ello se trataran los siguientes aspectos:

1. Estudio de las etapas del procedimiento analítico desde la evaluación del problema hasta el resultado final.
2. Descripción de los métodos analíticos. En este estudio se incluyen los métodos clásicos (volumetrías y gravimetrías) y técnicas instrumentales: ópticas espectroscópicas (espectrometría de UV-Vis y espectrometría atómica), ópticas no espectroscópicas, de separación (cromatografía líquida de alta eficacia y cromatografía de gases) e introducción a la espectrometría de masas.

TEMARIO

6. METODOLOGÍA ANALÍTICA

7. TOMA Y PREPARACIÓN DE LA MUESTRA

8. NORMAS DE HIGIENE Y SEGURIDAD EN EL LABORATORIO

9. INTRODUCCIÓN AL ANÁLISIS VOLUMÉTRICO

- a. Requisitos de las reacciones volumétricas
- b. Clasificación de los métodos volumétricos.
- c. Patrones primarios.
- d. Curva de valoración.
- e. Detección del punto final: Indicadores químicos y fisicoquímicos.
- f. Cálculos en análisis volumétrico

10. FUNDAMENTOS DEL ANÁLISIS GRAVIMÉTRICO.

- a. Definición.
- b. Clasificación de los métodos gravimétricos.
- c. Factor gravimétrico. Aplicaciones

11. CONCEPTO E INTERÉS DE LAS TÉCNICAS INSTRUMENTALES

- a. Clasificación.
- b. Evolución histórica

12. ESPECTROSCOPIA DE ABSORCIÓN ATÓMICA

- a. Bases teóricas.
- b. Componentes de los equipos instrumentales.
- c. Interferencias.
- d. Ensanchamiento de líneas.

- e. Proyección analítica

13. TÉCNICAS ÓPTICAS NO ESPECTROSCÓPICAS

- a. Refractometría.
- b. Refractómetros clásicos e interferométricos.
- c. Proyección analítica.
- d. Polarimetría.
- e. Dispersión óptica rotatoria y dicroísmo circular.
- f. Instrumentación y proyección analítica

14. CROMATOGRAFÍA DE GASES

- a. Aspectos específicos.
- b. Componentes básicos de los equipos instrumentales, características de los detectores.
- c. Modalidades de las cromatografías de gases.

Actividades formativas con su contenido en créditos ECTS, su metodología de enseñanza-aprendizaje y su relación con las competencias que debe adquirir el estudiante			
ACTIVIDAD FORMATIVA	Metodología	ECTS	Competencias
Clases centradas en contenidos teóricos	Lección magistral	1.25	Todas
Actividad de laboratorio	Prácticas tutorizadas y actividad autónoma del alumno	6.25	Todas
Resolución de problemas, cuestiones, etc.	Actividad del alumno autónoma y tutorizada	0.75	3,4,5,6
Documentación de los trabajos realizados.	Actividad autónoma del alumno	3.25	Todas
Preparación de evaluaciones.	Actividad autónoma del alumno	0.25	Todas
Exposición y debate de los trabajos	Actividad en grupo	0.25	3,4,5,6

Sistema de evaluación de la adquisición de las competencias y sistema de calificaciones de acuerdo con la legislación vigente

Actividades	Porcentaje	Competencia evaluada
Pruebas escritas (calificación de 0 a 10 según legislación vigente)	0	Todas las competencias específicas
Corrección de trabajos, proyectos e informes de prácticas. Exposición oral	30	Específicas de la materia (3,4,5,6)
Evaluación por técnicas de observación (seguimiento de la participación, interés, trabajo en seminarios y laboratorios)	70	Todas las competencias específicas de la materia y todas las generales del máster
Total	100	

Recursos para el aprendizaje

Actividades	Presencial	Del alumno
Aula de docencia		
Aula de informática		X
Aula de seminarios y tutorías	X	X
Biblioteca		X
Laboratorios	X	X
Aula videoconferencia/ Enseñanza Virtual		
Externas	X	X

Denominación del módulo	TECNOLOGÍAS GENÉRICAS PARA LA INVESTIGACIÓN
Denominación del módulo o materia:	Técnicas Estadísticas Aplicadas A La Experimentación
Créditos ECTS	4
Carácter	Optativa (Español, Inglés)
Unidad temporal	Cuatrimestre 1
Requisitos previos	Los propios de la admisión al Programa de Posgrado.
Universidad que imparte la materia	Universidad de Vigo
Competencias que adquiere el estudiante con dicho módulo o materia	

Todas las competencias del Máster más las siguientes competencias específicas

COMPETENCIA DE LA MATERIA	COMPETENCIA DE LA TITULACIÓN							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Determinar las incertidumbres asociadas a una medida y los efectos cuantitativos de propagación del citado error en todos los procesos donde la citada medida tenga efecto	X		X					
Introducir el concepto de diseño de experimentos de manera que el alumno pueda enfrentarse a la planificación de experiencias garantizando que las conclusiones que se puedan obtener están estadísticamente avaladas	X		X					
Evaluar críticamente los resultados experimentales a través los errores asociados y estudio de técnicas de reducción de los citados errores.	X	X		X	X			
Determinar la causalidad entre variables, tanto funcional como numérica, a partir de estudios experimentales		X	X	X				
Optimizar procesos a partir de resultados experimentales en sistemas multivariantes		X	X	X				
Poder establecer una relación causa-efecto entre variables a partir de resultados experimentales y predecir el comportamiento del sistema estudiado	X	X		X	X			

Breve descripción de sus contenidos

Diseñar un experimento significa planear un experimento de modo que reúna la información pertinente al problema bajo investigación. El diseño de un experimento es la secuencia completa de pasos tomados de antemano para asegurar que los datos apropiados se obtendrán de modo que permitan un análisis objetivo que conduzca a deducciones válidas con respecto al problema establecido.

Los objetivos de las técnicas estadísticas aplicadas a la experimentación son: Proporcionar la máxima cantidad de información pertinente al problema bajo investigación. Que el diseño, plan o programa debe ser tan simple como sea posible. La investigación debe efectuarse lo más eficientemente posible; ahorrar tiempo, dinero, personal y material experimental. "Proporcionar la máxima cantidad de información al mínimo costo

TEMARIO

15. INTRODUCCIÓN AL ANÁLISIS EXPERIMENTAL

16. TEORÍA DE ERRORES EN EXPERIMENTACION

17. PROPAGACIÓN DE INCERTIDUMBRE

18. DISEÑO DE EXPERIMENTOS FACTORIALES

19. DISEÑO DE EXPERIMENTOS NO FACTORIALES

20. ANÁLISIS DE LA VARIANZA

21. REGRESIÓN LINEAL

22. OPTIMIZACIÓN DE RESULTADOS EXPERIMENTALES MEDIANTE EL MÉTODO DEL GRADIENTE.

23. TEORÍA GRIS. OPTIMIZACIÓN DE PROCESOS

Actividades formativas con su contenido en créditos ECTS, su metodología de enseñanza-aprendizaje y su relación con las competencias que debe adquirir el estudiante			
ACTIVIDAD FORMATIVA	Metodología	ECTS	Competencias
Clases centradas en contenidos teóricos	Lección magistral	1.5	Todas
Actividad de laboratorio	Prácticas tutorizadas y actividad autónoma del alumno	1.0	1,3,4,6
Resolución de problemas, cuestiones, etc.	Actividad del alumno autónoma y tutorizada	0.5	1,2,3,5
Documentación de los trabajos realizados.	Actividad autónoma del alumno	0.25	3,4,5,6
Preparación de evaluaciones.	Actividad autónoma del alumno	0.5	Todas
Exposición y debate de los trabajos	Actividad en grupo	0.25	3,4,5,6

Sistema de evaluación de la adquisición de las competencias y sistema de calificaciones de acuerdo con la legislación vigente

Actividades	Porcentaje	Competencia evaluada
Pruebas escritas (calificación de 0 a 10 según legislación vigente)	50	Todas las competencias específicas
Corrección de trabajos, proyectos e informes de prácticas. Exposición oral	30	Específicas de la materia (3,4,5,6)
Evaluación por técnicas de observación (seguimiento de la participación, interés, trabajo en seminarios y laboratorios)	20	Todas las competencias específicas de la materia y todas las generales del máster
Total	100	

Recursos para el aprendizaje

Actividades	Presencial	Del alumno
Aula de docencia	X	
Aula de informática		X
Aula de seminarios y tutorías	X	X
Biblioteca	X	X
Laboratorios	X	X
Aula videoconferencia/ Enseñanza Virtual		
Externas	X	X

Denominación del módulo	TECNOLOGÍAS GENÉRICAS PARA LA INVESTIGACIÓN
Denominación del módulo o materia:	TERMODINÁMICA INDUSTRIAL DE FLUIDOS
Créditos ECTS	4
Carácter	Optativa
Unidad temporal	Cuatrimestre 1
Requisitos previos	Los propios de la admisión al Programa de Posgrado.
Universidad que imparte la materia	Universidad de Burgos
Competencias que adquiere el estudiante con dicho módulo o materia	

Todas las competencias del Máster más las siguientes competencias específicas

COMPETENCIA DE LA MATERIA	COMPETENCIA DE LA TITULACIÓN							
	1	2	3	4	5	6	7	8
1. Conocer los métodos de análisis termodinámico general.	X					X	X	X
2. Conocer las relaciones termodinámicas del equilibrio de fases	X					X	X	X
3. Realizar aplicaciones de análisis termodinámico de mezclas gaseosas		X	X	X	X	X	X	X
4. Realizar aplicaciones de análisis termodinámico de mezclas líquidas		X	X	X	X	X	X	X
5. Realizar aplicaciones de análisis termodinámico de equilibrio de fases en sistemas multicomponentes		X	X	X	X	X	X	X

Breve descripción de sus contenidos

TEMARIO

- 1. RELACIONES FUNDAMENTALES DE LA TERMODINÁMICA**
 - a. Ecuación fundamental de la Termodinámica.
 - b. Relación entre las ecuaciones energética y térmica de estado.
 - c. Ecuaciones de la energía interna y la entalpía.
 - d. Ecuaciones de la entropía.
 - e. Ecuaciones de las capacidades caloríficas.

- 2. ANÁLISIS TERMODINÁMICO. REPRESENTACIONES ENERGÉTICA Y ENTRÓPICA**
 - a. Análisis termodinámico de un sistema.
 - b. Concepto de representación y formalismo termodinámico.
 - c. Representación energética y entrópica de la Termodinámica.
 - d. Relaciones formales.

- 3. POTENCIALES TERMODINÁMICOS.**
 - a. Conjunto natural de variables independientes.
 - b. La transformada de Legendre.
 - c. Método de los potenciales termodinámicos.
 - d. Las transformadas de Legendre de la representación energética: potenciales termodinámicos de Helmholtz, de Gibbs y entalpía.
 - e. Relaciones entre los potenciales termodinámicos: ecuaciones de Gibbs-Helmholtz.
 - f. Extensión de la Termodinámica a los sistemas de composición variable.
 - g. Potencial químico.

- 4. CONDICIONES GENERALES DE EQUILIBRIO.**
 - a. Evolución de un sistema termodinámico.
 - b. Desigualdad fundamental de la Termodinámica.
 - c. Condiciones generales de equilibrio de un sistema termodinámico. Método de Gibbs.
 - d. Aplicación a un sistema monocomponente aislado.
 - e. Condiciones de equilibrio térmico, mecánico y químico.

- 5. EQUILIBRIO EN SISTEMAS MULTICOMPONENTES Y MULTIFÁSICOS.**
 - a. Equilibrio de fases de un sistema multicomponente y multifásico.
 - b. La regla de las fases de Gibbs.
 - c. Teorema de Duhem.

- 6. ESTABILIDAD TERMODINÁMICA.**
 - a. Condiciones de estabilidad termodinámica.
 - b. Límite de estabilidad.
 - c. Estabilidad de gases licuados en esferas.

7. TERMODINÁMICA DE LAS SOLUCIONES.

- a. Potencial químico como criterio de equilibrio de fases
- b. Propiedades parciales.
- c. Ecuación de Gibbs-Duhem.
- d. Relaciones entre propiedades parciales.

8. TERMODINÁMICA DE LAS SOLUCIONES. TERMODINÁMICA DE MEZCLAS GASEOSAS.

- a. Mezclas de gases ideales.
- b. Teorema de Gibbs.
- c. Fugacidad y coeficiente de fugacidad para una especie pura.
- d. Criterio de equilibrio líquido vapor de especies puras.
- e. Fugacidad de un líquido comprimido.
- f. Fugacidad y coeficiente de fugacidad para especies en solución-
Propiedades residuales.

9. TERMODINÁMICA DE SOLUCIONES. TERMODINÁMICA DE MEZCLAS LÍQUIDAS.

- a. La solución ideal
- b. Propiedades de exceso.
- c. Coeficiente de actividad.
- d. Comportamiento de las propiedades de exceso de mezclas líquidas.

10. TERMODINÁMICA DE SOLUCIONES. APLICACIONES. EQUILIBRIO DE FASES A PRESIONES BAJAS Y MODERADAS.

- a. Correlación de datos experimentales del equilibrio líquido-vapor.
- b. Regla de Lewis-Randall.
- c. Modelos para la energía de Gibbs de exceso.
- d. Propiedades de mezcla.

Actividades formativas con su contenido en créditos ECTS, su metodología de enseñanza-aprendizaje y su relación con las competencias que debe adquirir el estudiante			
ACTIVIDAD FORMATIVA	Metodología	ECTS	Competencias
Clases centradas en contenidos teóricos	Lección magistral	1.5	Todas
Resolución de problemas, cuestiones, etc.	Actividad del alumno autónoma y tutorizada	1.5	Todas
Documentación de los trabajos realizados.	Actividad autónoma del alumno	0.25	2,3
Preparación de evaluaciones.	Actividad autónoma del alumno	0.25	1,3
Tutorías personalizadas	Actividad autónoma	0.5	Todas

Sistema de evaluación de la adquisición de las competencias y sistema de calificaciones de acuerdo con la legislación vigente

Actividades	Porcentaje	Competencia evaluada
Pruebas escritas (calificación de 0 a 10 según legislación vigente)	20	Todas las competencias específicas
Corrección de trabajos, proyectos e informes de prácticas. Exposición oral	30	Específicas de la materia
Evaluación por técnicas de observación (seguimiento de la participación, interés, trabajo en seminarios y laboratorios)	50	Todas las competencias específicas de la materia y todas las generales del máster
Total	100	

Recursos para el aprendizaje

Actividades	Presencial	Del alumno
Aula de docencia	X	
Aula de informática		X
Aula de seminarios y tutorías	X	X
Biblioteca	X	X
Laboratorios	X	X
Aula videoconferencia/ Enseñanza Virtual		
Externas		

Denominación del módulo	TECNOLOGÍAS GENÉRICAS PARA LA INVESTIGACIÓN
Denominación del módulo o materia:	ANÁLISIS ENERGÉTICO Y EXERGÉTICO
Créditos ECTS	4
Carácter	Optativa
Unidad temporal	Cuatrimestre 1
Requisitos previos	Los propios de la admisión al Programa de Posgrado.
Universidad que imparte la materia	Universidad de Vigo (Prof. Univ. de La Rioja)
Competencias que adquiere el estudiante con dicho módulo o materia	

Todas las competencias del Máster más las siguientes competencias específicas

COMPETENCIA DE LA MATERIA	COMPETENCIA DE LA TITULACIÓN							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Desarrollar la capacidad de análisis y síntesis	X			X	X	X	X	
Adquirir técnicas de trabajo en grupo y de intercomunicación	X	X			X			
Mejorar la capacidad de exposición tanto oral como escrita			X	X		X	X	
Comprender el concepto de irreversibilidad de un proceso y saber evaluar sus consecuencias	X	X		X	X	X	X	
Entender y diferenciar los conceptos de contenido energético y exergético de un sistema y ser capaz de valorar y calcular dichos contenidos		X		X	X	X	X	
Ser capaz de comprender y utilizar los métodos de análisis energético y exergético para evaluar el comportamiento de diferentes sistemas		X	X	X		X	X	

Breve descripción de sus contenidos

El 2º principio de la termodinámica impone limitaciones a las transferencias de unos tipos de energías en otros. Esto implica que los rendimientos de este tipo de instalaciones son muy bajos comparados con otro tipo de dispositivos.

Es objetivo fundamental de este curso, introducir el concepto de exergía o energía aprovechable, que nos permitirá estudiar y analizar los rendimientos de diferentes equipos e instalaciones, bajo el punto de vista de la energía aprovechable, de cara a su optimización y a la obtención de ahorros de energía.

Se presenta el concepto de exergía como alternativa para el diseño térmico optimizado, además de aplicar el método exergético para optimización de diferentes sistemas.

TEMARIO

1. INTRODUCCIÓN.
2. CONCEPTOS FUNDAMENTALES
3. ENTROPÍA E IRREVERSIBILIDAD.
4. DEFINICIÓN DE EXERGÍA. BALANCES DE EXERGÍA. EXERGÍA PERDIDA.
5. BALANCES DE EXERGÍA EN UN VOLUMEN DE CONTROL. EXERGÍA DE FLUIDOS.
6. DIAGRAMAS DE EXERGÍA. RENDIMIENTO EXERGÉTICO.
7. APLICACIONES DEL BALANCE DE EXERGÍA EN SISTEMAS DE INTERÉS TÉCNICO.
8. APLICACIONES DEL BALANCE DE EXERGÍA EN CICLOS TERMODINÁMICOS.

Actividades formativas con su contenido en créditos ECTS, su metodología de enseñanza-aprendizaje y su relación con las competencias que debe adquirir el estudiante			
ACTIVIDAD FORMATIVA	Metodología	ECTS	Competencias
Clases centradas en contenidos teóricos	Lección magistral	1.5	Todas
Actividad de laboratorio	Prácticas tutorizadas y actividad autónoma del alumno	-	-
Resolución de problemas, cuestiones, etc.	Actividad del alumno autónoma y tutorizada	1.5	1,2,4,5,6
Documentación de los trabajos realizados.	Actividad autónoma del alumno	0.25	2,3,5,6
Preparación de evaluaciones.	Actividad autónoma del alumno	0.5	Todas
Exposición y debate de los trabajos	Actividad en grupo	0.25	Todas

Sistema de evaluación de la adquisición de las competencias y sistema de calificaciones de acuerdo con la legislación vigente

Actividades	Porcentaje	Competencia evaluada
Pruebas escritas (calificación de 0 a 10 según legislación vigente)	20	Todas las competencias específicas
Corrección de trabajos, proyectos e informes de prácticas. Exposición oral	30	Específicas de la materia
Evaluación por técnicas de observación (seguimiento de la participación, interés, trabajo en seminarios y laboratorios)	50	Todas las competencias específicas de la materia y todas las generales del máster
Total	100	

Recursos para el aprendizaje

Actividades	Presencial	Del alumno
Aula de docencia	X	
Aula de informática	X	
Aula de seminarios y tutorías	X	X
Biblioteca	X	X
Laboratorios	X	X
Aula videoconferencia/ Enseñanza Virtual	X	
Externas		X

Denominación del módulo	TECNOLOGÍAS GENÉRICAS PARA LA INVESTIGACIÓN
Denominación del módulo o materia:	DETERMINACIÓN DE PROPIEDADES TERMODINÁMICAS DE FLUIDOS DE INTERÉS INDUSTRIAL
Créditos ECTS	4
Carácter	Optativa
Unidad temporal	Cuatrimestre 1
Requisitos previos	Los propios de la admisión al Programa de Posgrado.
Universidad que imparte la materia	Universidad de Burgos
Competencias que adquiere el estudiante con dicho módulo o materia	

Todas las competencias del Máster más las siguientes competencias específicas

COMPETENCIA DE LA MATERIA	COMPETENCIA DE LA TITULACIÓN							
	1	2	3	4	5	6	7	8
1. Conocer los métodos de estimación de propiedades termofísicas de gases y líquidos.	X	X		X	X	X	X	X
2. Conocer los métodos de estimación de propiedades de las mezclas de fluidos.	X	X		X	X	X	X	X
3. Realizar aplicaciones de estimación de propiedades termo-físicas en fluidos de interés industrial		X	X	X	X			

Breve descripción de sus contenidos

TEMARIO

1. ESTIMACIÓN DE PROPIEDADES TERMO FÍSICAS.

- a. Metodología en la evaluación de propiedades.
- b. Estimación de propiedades.
- c. El método de estimación

2. PROPIEDADES DE LOS COMPUESTOS PUROS.

- a. Ley de los estados correspondientes.
- b. Moléculas polares y no polares.
- c. Estructura molecular.
- d. Estimación de propiedades críticas para compuestos puros.
- e. Métodos de estimación.
- f. Factor acéntrico.

3. PROPIEDADES PVT DE GASES Y LÍQUIDOS PUROS.

- a. Correlaciones de dos parámetros.
- b. Correlaciones de tres parámetros.
- c. Ecuación de estado del Virial.
- d. Ecuaciones cúbicas de estado.
- e. Propiedades PVT de líquidos.

4. PROPIEDADES PVT DE MEZCLAS.

- a. Propiedades de mezcla.
- b. Reglas de mezcla.
- c. Estados correspondientes: método pseudo crítico.
- d. Segundo coeficiente del virial para mezclas.
- e. Ecuaciones de estado cúbicas.
- f. Densidad de mezclas líquidas.

5. PROPIEDADES TERMODINÁMICAS.

- a. Propiedades termodinámicas.
- b. Propiedades residuales.
- c. Evaluación de propiedades residuales.
- d. Capacidades caloríficas de gases.
- e. Propiedades críticas de mezcla.
- f. Capacidades caloríficas de líquidos.

6. PROPIEDADES TERMODINÁMICAS DE GASES IDEALES.

- a. Entalpía y energía de Gibbs de formación.
- b. Capacidad calorífica. Entalpía de reacción.
- c. Entropía de formación. Energía de Gibbs de reacción.
- d. Métodos de estimación.

7. PRESIONES DE VAPOR Y ENTALPÍAS DE VAPORIZACIÓN DE FLUIDOS PUROS.

- a. Presión de vapor de líquidos puros.
- b. Métodos de estimación y correlaciones.
- c. Entalpía de vaporización de compuestos puros.
- d. Métodos de estimación y correlaciones.
- e. Variación de la entalpía de vaporización de la temperatura.

8. OTRAS PROPIEDADES TERMOFÍSICAS Y DE TRANSPORTE.

- a. Viscosidad.
- b. Conductividad térmica.
- c. Coeficiente de difusión.
- d. Tensión superficial.

Actividades formativas con su contenido en créditos ECTS, su metodología de enseñanza-aprendizaje y su relación con las competencias que debe adquirir el estudiante			
ACTIVIDAD FORMATIVA	Metodología	ECTS	Competencias
Clases centradas en contenidos teóricos	Lección magistral	1.5	Todas
Resolución de problemas, cuestiones, etc.	Actividad del alumno autónoma y tutorizada	1.5	Todas
Documentación de los trabajos realizados.	Actividad autónoma del alumno	0.25	2,3
Preparación de evaluaciones.	Actividad autónoma del alumno	0.25	1,3
Tutorías personalizadas	Actividad autónoma	0.5	Todas

Sistema de evaluación de la adquisición de las competencias y sistema de calificaciones de acuerdo con la legislación vigente

Actividades	Porcentaje	Competencia evaluada
Pruebas escritas (calificación de 0 a 10 según legislación vigente)	20	Todas las competencias específicas
Corrección de trabajos, proyectos e informes de prácticas. Exposición oral	30	Específicas de la materia
Evaluación por técnicas de observación (seguimiento de la participación, interés, trabajo en seminarios y laboratorios)	50	Todas las competencias específicas de la materia y todas las generales del máster
Total	100	

Recursos para el aprendizaje

Actividades	Presencial	Del alumno
Aula de docencia	X	
Aula de informática		
Aula de seminarios y tutorías	X	X
Biblioteca		X
Laboratorios	X	X
Aula videoconferencia/ Enseñanza Virtual		
Externas		X

Denominación del módulo	ENERGÉTICA EN LA CONSTRUCCIÓN
Denominación del módulo o materia:	SISTEMAS TÉRMICOS AVANZADOS BASADOS EN ENERGÍAS ALTERNATIVAS: SOLAR
Créditos ECTS	4
Carácter	Optativa (Español, Inglés)
Unidad temporal	Cuatrimestre 1
Requisitos previos	Los propios de la admisión al Programa de Posgrado.
Universidad que imparte la materia	Universidad de Vigo Universidad de Burgos
Competencias que adquiere el estudiante con dicho módulo o materia	

Todas las competencias del Máster más las siguientes competencias específicas

COMPETENCIA DE LA MATERIA	COMPETENCIA DE LA TITULACIÓN							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Conocimientos sobre el potencial de la energía solar para aplicaciones térmicas y eléctricos	X	X	X			X	X	X
Conocer métodos de cálculo, estimación y simulación de los diferentes tipos de radiación: directa, difusa, global, etc.		X	X	X				X
Conocer metodologías de medida de la radiación solar y el manejo de bases de datos de medidas	X	X	X					X
Conocimiento relativo a la transmisión de la radiación a través de distintos tipos de superficies			X	X	X	X	X	
Describir y calcular los diferentes tipos de colectores solares para aplicaciones a alta, media y especialmente baja temperatura	X	X	X					X
Conocer y diseñar instalaciones de aprovechamiento térmico de la energía solar	X	X	X	X	X	X	X	
Describir las técnicas y metodologías para la integración de colectores solares y de arquitectura bio-climática en general		X	X	X	X	X	X	X

Conocer las principales características de la legislación relativa al aprovechamiento de la energía solar en el marco de las legislaciones nacionales, autonómicas y locales	X	X	X					X
--	---	---	---	--	--	--	--	---

Breve descripción de sus contenidos

La energía solar es una de las fuentes de energía renovable que más desarrollo está experimentando en los últimos años y con mayores expectativas para el futuro. Cada año el sol arroja sobre la tierra cuatro mil veces más energía que la que se consume, lo que demuestra que esta fuente energética está aún infravalorada y sobre todo poco explotada en relación a sus posibilidades. El aprovechamiento de la energía solar consiste en captar por medio de diferentes tecnologías la radiación del sol que llega a la tierra con el fin de emplear esa energía para diferentes usos, como calentar agua, generar electricidad, etc. El uso del sol como fuente de energía no es algo nuevo, muchas culturas de la antigüedad en todo el mundo construían sus edificios basándose en la posición del sol para obtener mejores rendimientos. Sin embargo, el aprovechamiento del sol no es exclusivo de zonas con alta radiación solar. Alemania, por ejemplo, a pesar de contar con poca radiación solar, es el país con más instalaciones solares de toda Europa, con alrededor del 62% de toda la potencia solar instalada en el continente.

España es un país especialmente favorecido por la radiación solar gracias a su privilegiada situación y climatología. Según datos del Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE), la radiación solar global sobre superficie horizontal en España oscila entre 3,2 kWh/m²/día de la zona más septentrional del territorio hasta los 5,3 kWh/m²/día de la isla de Tenerife. Pero a pesar de ese elevado potencial solar, existen relativamente pocas instalaciones de captación solar en España, donde el ratio de superficie de captación solar térmica por cada mil habitantes está por debajo de la media europea, con sólo 8,7 metros cuadrados frente a 19,9 metros cuadrados por mil habitantes de Europa. Resulta imprescindible la investigación y estudio en la zona noroeste de España.

TEMARIO

24. POTENCIAL DE LA ENERGÍA SOLAR Y BENEFICIOS. ENERGÍA SOLAR ACTIVA Y PASIVA.

25. LA RADIACIÓN SOLAR. ESTIMACIÓN DE RECURSOS DISPONIBLES

- a. Factores astronómicos
- b. Radiación solar extra-terrestre
- c. Factores climáticos
- d. Métodos de medida de la radiación solar
- e. Absorción y dispersión de la radiación solar en la atmósfera
- f. Radiación solar directa, difusa y global
- g. Cálculo de la radiación solar disponible
- h. Cálculo de la radiación solar en superficies inclinadas
- i. Formas de aprovechamiento de la energía solar

- j. Simulación en energía solar

26. ESTUDIO DE LA RADIACIÓN EN MATERIALES OPACOS Y A TRAVÉS DE SUPERFICIES TRANSPARENTES

27. TECNOLOGÍAS SEGÚN LA TEMPERATURA. TIPOS DE COLECTORES

- a. Tecnología solar a baja y media temperatura.
- b. Tecnología solar a media - alta temperatura.
- c. Tecnología solar a alta temperatura.

28. CÁLCULO DE INSTALACIONES

- a. Cálculo de necesidades. Instalaciones de ACS, piscinas calefacción y/refrigeración
- b. Cálculo del sistema de captación. Métodos de cálculo
- c. Sistemas de almacenamiento
- d. Sistemas auxiliares de energía
- e. Sistemas de regulación y control
- f. Métodos de cálculo de las superficies colectoras
- g. Cobertura solar

29. ALMACENAMIENTO DE ENERGÍA TÉRMICA

30. INTEGRACIÓN ARQUITECTÓNICA

31. NORMAS URBANÍSTICAS. CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN Y LAS ENERGÍA RENOVABLES

Actividades formativas con su contenido en créditos ECTS, su metodología de enseñanza-aprendizaje y su relación con las competencias que debe adquirir el estudiante			
ACTIVIDAD FORMATIVA	Metodología	ECTS	Competencias
Clases centradas en contenidos teóricos	Lección magistral	1.0	1,3,5,6,8
Actividad de laboratorio	Prácticas tutorizadas y actividad autónoma del alumno	1.5	1,2,3,4,5,6,7,8
Resolución de problemas, cuestiones, etc.	Actividad del alumno autónoma y tutorizada	0.5	1,3,5,6,7,8
Documentación de los trabajos realizados.	Actividad autónoma del alumno	0.25	1,2,3,4,5,6
Preparación de evaluaciones.	Actividad autónoma del alumno	0.5	1,2,3,4,5,6,7,8
Exposición y debate de los trabajos	Actividad en grupo	0.25	1,2,3,4,5,6

Sistema de evaluación de la adquisición de las competencias y sistema de calificaciones de acuerdo con la legislación vigente

Actividades	Porcentaje	Competencia evaluada
Pruebas escritas (calificación de 0 a 10 según legislación vigente)	50	Todas las competencias específicas
Corrección de trabajos, proyectos e informes de prácticas. Exposición oral	30	Específicas de la materia 1 3, 4,
Evaluación por técnicas de observación (seguimiento de la participación, interés, trabajo en seminarios y laboratorios)	20	Todas las competencias específicas de la materia y todas las generales del máster
Total	100	

Recursos para el aprendizaje

Actividades	Presencial	Del alumno
Aula de docencia	X	
Aula de informática		X
Aula de seminarios y tutorías	X	X
Biblioteca	X	X
Laboratorios	X	X
Aula videoconferencia / Enseñanza Virtual		
Externas	X	X

Denominación del módulo	ENERGÉTICA EN LA CONSTRUCCIÓN
Denominación del módulo o materia:	SUSTENTABILIDAD Y ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA EN LA EDIFICACIÓN
Créditos ECTS	4
Carácter	Optativa
Unidad temporal	Cuatrimestre 2
Requisitos previos	Los propios de la admisión al Programa de Posgrado.
Universidad que imparte la materia	Universidad del País Vasco / Euskal Herriko Unibertsitatea
Competencias que adquiere el estudiante con dicho módulo o materia	

Todas las competencias del Máster más las siguientes competencias específicas

COMPETENCIA DE LA MATERIA	COMPETENCIA DE LA TITULACIÓN							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Conocer con rigor y detalle los métodos de evaluación de impacto medioambiental		X	X	X	X	X		
Realizar con rigor científico el análisis de inventario de los materiales de construcción, de los elementos constructivos y de las edificaciones.		X	X	X	X	X		
Interpretar los resultados obtenidos de la aplicación de los diversos métodos de impacto.		X	X	X	X		X	
Proponer acciones globales de mejora para reducir el impacto medioambiental de de los materiales de construcción, de los elementos constructivos y de las edificaciones.			X	X	X	X	X	
Aplicar la normativa de sostenibilidad a las diferentes edificaciones detectando los puntos fuertes y débiles de las mismas.		X	X	X	X	X		
Profundizar en el conocimiento de los fundamentos del ACV e investigar nuevas formas de reparto de las cargas medioambientales.		X			X			X

Breve descripción de sus contenidos

TEMARIO

9. INTRODUCCIÓN AL ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA

10. ANÁLISIS DE INVENTARIO

11. BASES DE DATOS

12. MÉTODOS DE DETERMINACIÓN DEL IMPACTO MEDIOAMBIENTAL

13. INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

14. PROPUESTAS DE MEJORA

15. NORMATIVA DE SOSTENIBILIDAD

Actividades formativas con su contenido en créditos ECTS, su metodología de enseñanza-aprendizaje y su relación con las competencias que debe adquirir el estudiante			
ACTIVIDAD FORMATIVA	Metodología	ECTS	Competencias
Clases centradas en contenidos teóricos	Lección magistral	1.3	Todas
Actividad de laboratorio	Prácticas tutorizadas y actividad autónoma del alumno	2.0	2,3,4,5
Resolución de problemas, cuestiones, etc.	Actividad del alumno autónoma y tutorizada	-	-
Documentación de los trabajos realizados.	Actividad autónoma del alumno	0.4	2,3
Preparación de evaluaciones.	Actividad autónoma del alumno	0.2	Todas
Exposición y debate de los trabajos	Actividad en grupo	0.1	Todas

Sistema de evaluación de la adquisición de las competencias y sistema de calificaciones de acuerdo con la legislación vigente

Actividades	Porcentaje	Competencia evaluada
Pruebas escritas (calificación de 0 a 10 según legislación vigente)	20	Todas las competencias específicas
Corrección de trabajos, proyectos e informes de prácticas. Exposición oral	30	Específicas de la materia
Evaluación por técnicas de observación (seguimiento de la participación, interés, trabajo en seminarios y laboratorios)	50	Todas las competencias específicas de la materia y todas las generales del máster
Total	100	

Recursos para el aprendizaje

Actividades	Presencial	Del alumno
Aula de docencia	X	
Aula de informática	X	
Aula de seminarios y tutorías	X	X
Biblioteca	X	X
Laboratorios		X
Aula videoconferencia/ Enseñanza Virtual	X	
Externas		X

Denominación del módulo	ENERGÉTICA EN LA CONSTRUCCIÓN
Denominación del módulo o materia:	LA TERMOECONOMÍA EN EL CÁLCULO DEL CONTENIDO ENERGÉTICO E IMPACTO AMBIENTAL DE MATERIALES Y ELEMENTOS DE LA CONSTRUCCIÓN
Créditos ECTS	4
Carácter	Optativa
Unidad temporal	Cuatrimestre 2
Requisitos previos	Los propios de la admisión al Programa de Posgrado.
Universidad que imparte la materia	Universidad del País Vasco / Euskal Herriko Unibertsitatea
Competencias que adquiere el estudiante con dicho módulo o materia	

Todas las competencias del Máster más las siguientes competencias específicas

COMPETENCIA DE LA MATERIA	COMPETENCIA DE LA TITULACIÓN							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Desarrollar la capacidad de análisis y síntesis	X			X	X	X	X	
Adquirir las técnicas de trabajo en grupo, mejorando la capacidad de intercomunicación	X	X			X			
Mejorar la capacidad expositiva, tanto oral como escrita			X	X		X	X	
Comprender el significado profundo de las irreversibilidades y saber cuantificar sus consecuencias	X	X		X	X	X	X	
Entender el significado del contenido energético y exergético de un producto y conocer la metodología para su cálculo.	X	X		X	X	X	X	
Ser capaz de comprender las posibilidades de la exergía como herramienta para evaluar la sostenibilidad, en particular en el sector de la edificación.		X	X	X		X	X	

Breve descripción de sus contenidos

En la actualidad existe en el sector de la construcción una preocupación creciente por la mejora de las prestaciones acústicas, térmicas y medioambientales de sus productos. Esta preocupación está encaminada hacia una nueva concepción de los edificios, mejor adaptados a su entorno y a las necesidades de los usuarios. Surge así el concepto de Edificio Sostenible, con el que se pretende una mejor integración de los edificios en el entorno socioeconómico y medioambiental.

A pesar de todos los esfuerzos realizados en estos años, es un hecho que la factura energética en el sector de la construcción es claramente mejorable. En un horizonte del año 2010 se estima que se puede lograr un 22% de ahorro en el consumo energético de los edificios. Un porcentaje importante de ese ahorro se puede lograr mediante un adecuado diseño y definición de los diferentes equipos y componentes que integran las instalaciones energéticas de los edificios

Sin embargo, tal y como lo señala el Plan Nacional de la Construcción, el sector considerado globalmente no tiene un desarrollo suficiente en lo relativo a conceptos operativos, procesos y tecnología. En relación con la mayor parte de otras industrias, la actividad de la construcción presenta unos niveles de investigación y desarrollo muy bajos.

En este contexto, los objetivos concretos que se pretenden con esta asignatura son :

- Profundizar en el significado de las irreversibilidades y sus consecuencias en el consumo de energía, a través del análisis exergético.
- Caracterizar los procesos industriales característicos del sector de la construcción con el fin de conocer las posibilidades de mejora de la eficiencia energética..
- Evaluar el contenido energético y el contenido exergético de diferentes productos, en particular de materiales y elementos de la construcción.
- Desarrollar una metodología para llegar a determinar el consumo de energía de un edificio, desde la fase de obtención de las materias primas a la de demolición del edificio.
- Interpretar el interés de utilizar la exergía como criterio de valoración de recursos.
- Disponer de una metodología para evaluar el contenido energético de un edificio, comparándolo con el consumo de energía durante su vida útil y en la fase de demolición.
- Disponer de una herramienta para evaluar la sostenibilidad de los edificios, que tenga en cuenta el consumo de recursos y los impactos medioambientales a lo largo de toda la vida del edificio.

TEMARIO

1. IRREVERSIBILIDAD Y GENERACIÓN DE ENTROPÍA

- 2. BALANCES EN VOLÚMENES DE CONTROL**
- 3. LA EXERGÍA Y EL MÉTODO DE ANÁLISIS EXERGÉTICO**
- 4. LA EXERGÍA QUÍMICA**
- 5. CÁLCULO DE LA EXERGÍA QUÍMICA DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN**
- 6. ANÁLISIS TERMODINÁMICO DE PROCESOS ELEMENTALES**
- 7. ANÁLISIS FUNCIONAL DE EQUIPOS Y PROCESOS EN EL SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN**
- 8. COSTES EXERGÉTICOS Y TERMOECONÓMICOS. CONTENIDO EN E ENERGÍA Y EN EXERGÍA**
- 9. LA TERMOECONOMÍA APLICADA A PLANTAS INDUSTRIALES DEL SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN**
- 10. CONTENIDO ENERGÉTICO Y CONSUMO DE ENERGÍA A LO LARGO DEL CICLO DE VIDA DE UN EDIFICIO**
- 11. LA EXERGÍA COMO CRITERIO DE VALORACIÓN DE RECURSOS. PAPEL DE LA EXERGÍA EN LOS ACV.**

Actividades formativas con su contenido en créditos ECTS, su metodología de enseñanza-aprendizaje y su relación con las competencias que debe adquirir el estudiante

ACTIVIDAD FORMATIVA	Metodología	ECTS	Competencias
Clases centradas en contenidos teóricos	Lección magistral	2.0	Todas
Actividad de laboratorio	Prácticas tutorizadas y actividad autónoma del alumno	-	-
Resolución de problemas, cuestiones, etc.	Actividad del alumno autónoma y tutorizada	1.0	3,4,5,6
Documentación de los trabajos realizados.	Actividad autónoma del alumno	-	-
Preparación de evaluaciones.	Actividad autónoma del alumno	1.0	Todas
Exposición y debate de los trabajos	Actividad en grupo	-	-

Sistema de evaluación de la adquisición de las competencias y sistema de calificaciones de acuerdo con la legislación vigente

Actividades	Porcentaje	Competencia evaluada
Pruebas escritas (calificación de 0 a 10 según legislación vigente)	20	Todas las competencias específicas
Corrección de trabajos, proyectos e informes de prácticas. Exposición oral	30	Específicas de la materia
Evaluación por técnicas de observación (seguimiento de la participación, interés, trabajo en seminarios y laboratorios)	50	Todas las competencias específicas de la materia y todas las generales del máster
Total	100	

Recursos para el aprendizaje

Actividades	Presencial	Del alumno
Aula de docencia	X	
Aula de informática	X	
Aula de seminarios y tutorías	X	X
Biblioteca	X	X
Laboratorios	X	X
Aula videoconferencia/ Enseñanza Virtual	X	
Externas		X

Denominación del módulo	ENERGÉTICA EN LA CONSTRUCCIÓN
Denominación del módulo o materia:	TRANSMISIÓN DE HUMEDAD A TRAVÉS DE CERRAMIENTOS. CARACTERIZACIÓN HIGROSCÓPICA DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN
Créditos ECTS	4
Carácter	Optativa
Unidad temporal	Cuatrimestre 2
Requisitos previos	Los propios de la admisión al Programa de Posgrado.
Universidad que imparte la materia	Universidad del País Vasco / Euskal Herriko Unibertsitatea
Competencias que adquiere el estudiante con dicho módulo o materia	

Todas las competencias del Máster más las siguientes competencias específicas

COMPETENCIA DE LA MATERIA	COMPETENCIA DE LA TITULACIÓN							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Analizar y predecir el comportamiento frente a la humedad de los cerramientos de edificios. deberá saber identificar la relación entre la configuración del sistema de poros de los materiales de construcción y sus propiedades higroscópicas, sabiendo reconocer y evaluar las propiedades de almacenamiento y de transporte de humedad, Y conocer las técnicas de ensayo necesarias para una completa caracterización higrotérmica de los materiales de construcción	x						x	
Realizar los cálculos para la comprobación de formación de condensaciones intersticiales y superficiales en los cerramientos en cumplimiento del código técnico en la edificación, según la norma une-en 13788.	x	x						
Adquirir destreza en el manejo de programas de simulación del comportamiento higroscópico y de la transferencia de humedad en cerramientos		x				x		

Breve descripción de sus contenidos

Para una correcta aplicación de criterios de sostenibilidad en un sector como el de la edificación, resulta fundamental la caracterización de las propiedades higroscópicas de los materiales de construcción, como un primer paso en el estudio de la influencia de la humedad en la transmitancia de los cerramientos, en la aparición de condensaciones y en la comprensión de los mecanismos de deterioro mecánico y químico asociados a ella.

Como ejemplo de materiales porosos empleados en construcción, en esta asignatura se estudian dos tipos diferentes en base al nivel de heterogeneidad que presenta su estructura, diferenciándose entre materiales mesoscópicamente homogéneos y heterogéneos.

Al primer grupo pertenecen los dos tipos de arcilla aligerada que han sido objeto de la investigación, y al segundo grupo el mortero de árido volcánico procedente de las Islas Canarias, comúnmente denominado picón, y que también ha sido objeto de la presente investigación.

El estudio de la transferencia de humedad presenta dos características diferenciadas respecto al también importante pero ya ampliamente desarrollado estudio del transporte de calor.

Por una parte, tanto las propiedades como los gradientes que regulan el flujo de humedad en un medio poroso son altamente no lineales. Esto da lugar a expresiones de flujo y conservación no lineales, que dificultan la resolución del problema de forma analítica, siendo necesario el empleo de métodos de cálculo (elementos finitos, volúmenes finitos) en los que, además, la determinación de las condiciones de contorno resulta tan crítica y dificultosa como la de las propiedades de almacenamiento y transporte de humedad del medio objeto de estudio.

Por otra parte, dichas propiedades están directamente relacionadas con la estructura microscópica del medio poroso, jugando un papel determinante en su valor tanto la distribución de tamaño de poro como la tortuosidad y la conectividad entre los poros. Esto hace que la correcta caracterización de las propiedades de humedad de un material poroso sea de suma importancia para un empleo eficiente de los citados métodos de cálculo de transporte de humedad en el diseño y conservación de nuestros edificios.

A pesar de los diferentes esfuerzos coordinados que, a nivel internacional, se han impulsado desde organismos como la Agencia Internacional de la Energía (AIE), para establecer una metodología de determinación de las propiedades de humedad de materiales, en la actualidad son muy escasos los datos sobre propiedades higroscópicas de materiales de construcción, y los que se pueden encontrar no presentan una fiabilidad suficiente ni se presentan bajo unas condiciones y metodología de ensayo uniformes.

TEMARIO

- 12. IMPACTO DE LA HUMEDAD EN EL EDIFICIO. TIPOS DE HUMEDADES Y PATOLOGÍAS ASOCIADAS**
- 13. DESCRIPCIÓN DEL MEDIO POROSO. PROPIEDADES HIGROSCÓPICAS BÁSICAS**
- 14. MECANISMOS Y PROPIEDADES DE ALMACENAMIENTO DE HUMEDAD**
- 15. MECANISMOS Y PROPIEDADES DE TRANSPORTE DE HUMEDAD**
- 16. ECUACIONES DE TRANSPORTE DE HUMEDAD. EL MODELO DE PERMEABILIDAD FRENTE AL MODELO DE DIFUSIVIDAD.**
- 17. ENSAYOS PARA DETERMINAR LAS PROPIEDADES BÁSICAS. ENSAYO DE SATURACIÓN EN VACÍO Y ENSAYO DE ABSORCIÓN CAPILAR**
- 18. LA ISOTERMA DE SORCIÓN. ENSAYO DE SORCIÓN HIGROSCÓPICA**
- 19. LA CURVA DE RETENCIÓN. ENSAYO DE INTRUSIÓN DE MERCURIO.**
- 20. ENSAYO DE PLACAS A PRESIÓN**
- 21. LA PERMEABILIDAD. ENSAYO DE DIFUSIÓN DE VAPOR**
- 22. LA DIFUSIVIDAD. ENSAYO DE ANÁLISIS POR RAYOS X**
- 23. NUEVO CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN. COMPROBACIÓN DE CONDENSACIONES SUPERFICIALES E INTERSTICIALES. EJEMPLOS DE CÁLCULO**
- 24. HERRAMIENTAS DE SIMULACIÓN Y CÁLCULO DE TRANSPORTE DE CALOR Y HUMEDAD**

Actividades formativas con su contenido en créditos ECTS, su metodología de enseñanza-aprendizaje y su relación con las competencias que debe adquirir el estudiante			
ACTIVIDAD FORMATIVA	Metodología	ECTS	Competencias
Clases centradas en contenidos teóricos	Lección magistral	1.5	Todas
Actividad de laboratorio	Prácticas tutorizadas y actividad autónoma del alumno	1.0	Todas
Resolución de problemas, cuestiones, etc.	Actividad del alumno autónoma y tutorizada	1.0	Todas
Documentación de los trabajos realizados.	Actividad autónoma del alumno	-	-
Preparación de evaluaciones.	Actividad autónoma del alumno	0.5	Todas
Exposición y debate de los trabajos	Actividad en grupo	-	-

Sistema de evaluación de la adquisición de las competencias y sistema de calificaciones de acuerdo con la legislación vigente

Actividades	Porcentaje	Competencia evaluada
Pruebas escritas (calificación de 0 a 10 según legislación vigente)	20	Todas las competencias específicas
Corrección de trabajos, proyectos e informes de prácticas. Exposición oral	30	Específicas de la materia
Evaluación por técnicas de observación (seguimiento de la participación, interés, trabajo en seminarios y laboratorios)	50	Todas las competencias específicas de la materia y todas las generales del máster
Total	100	

Recursos para el aprendizaje

Actividades	Presencial	Del alumno
Aula de docencia	X	
Aula de informática	X	
Aula de seminarios y tutorías	X	X
Biblioteca	X	X
Laboratorios	X	X
Aula videoconferencia/ Enseñanza Virtual	X	
Externas		X

Denominación del módulo	ENERGÉTICA EN LA CONSTRUCCIÓN
Denominación del módulo o materia:	CALIDAD DE AIRE INTERIOR Y VENTILACIÓN
Créditos ECTS	4
Carácter	Optativa
Unidad temporal	Cuatrimestre 2
Requisitos previos	Los propios de la admisión al Programa de Posgrado.
Universidad que imparte la materia	Universidad del País Vasco / Euskal Herriko Unibertsitatea
Competencias que adquiere el estudiante con dicho módulo o materia	

Todas las competencias del Máster más las siguientes competencias específicas

COMPETENCIA DE LA MATERIA	COMPETENCIA DE LA TITULACIÓN							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Saber realizar una auditoría de calidad de aire interior , determinando los factores implicados en el resultado	X		X					
Conocer las técnicas actuales de investigación de la ventilación de locales, aplicando la metodología más apropiada para cada situación.	X		X					
Saber valorar el coste energético de los caudales de ventilación	X	X		X	X			
Conocer la situación actual sobre técnicas de ventilación pasivas, estudiando las líneas de investigación actuales y su interés para nuestra problemática		X	X	X				
Conocer las tecnologías de purificación del aire, especialmente la fotocatalisis inversa y como consecuencia saber evaluar la disminución de la tasa de ventilación.		X	X	X				

Breve descripción de sus contenidos

La calidad de aire interior se ha convertido en un serio problema en nuestra sociedad, como consecuencia de los materiales empleados en la construcción, el metabolismo humano y la estanqueidad de los edificios.

Por otra parte la eficiencia energética requerida no pocas veces colisiona con las técnicas de ventilación necesarias para asegurar parámetros aceptables de calidad de aire interior de lo anterior se infiere la necesidad de profundizar en el conocimiento de todos los factores implicados y en la investigación de modelos de edificios que garanticen la salud y confort de los usuarios además de la sostenibilidad energética de las instalaciones de ventilación.

TEMARIO

16. NATURALEZA Y FUENTE DE LOS CONTAMINANTES INTERIORES. SU MEDIDA

17. CONDICIONES DEL AMBIENTE INTERIOR.SU MEDIDA

18. VENTILACION NATRURAL, HIBRIDA Y MECÁNICA.

19. MEDIDA DE LA VENTILACIÓN

20. FOTOACUSTICA EN LA DETECCIÓN DE GASES

**21. PURIFICACIÓN DEL AIRE. TÉCNICAS FOTOCATALITICAS
TECNOLOGIAS LIMPIAS DE DESORIZACIÓN POR VIA SECA Y POR VIA
HUMEDA**

Actividades formativas con su contenido en créditos ECTS, su metodología de enseñanza-aprendizaje y su relación con las competencias que debe adquirir el estudiante			
ACTIVIDAD FORMATIVA	Metodología	ECTS	Competencias
Clases centradas en contenidos teóricos	Lección magistral	2.0	Todas
Actividad de laboratorio	Prácticas tutorizadas y actividad autónoma del alumno	-	-
Resolución de problemas, cuestiones, etc.	Actividad del alumno autónoma y tutorizada	1.0	1,2,4,5
Documentación de los trabajos realizados.	Actividad autónoma del alumno	0.5	1,2,3,5
Preparación de evaluaciones.	Actividad autónoma del alumno	0.5	Todas
Exposición y debate de los trabajos	Actividad en grupo	-	-

Sistema de evaluación de la adquisición de las competencias y sistema de calificaciones de acuerdo con la legislación vigente

Actividades	Porcentaje	Competencia evaluada
Pruebas escritas (calificación de 0 a 10 según legislación vigente)	20	Todas las competencias específicas
Corrección de trabajos, proyectos e informes de prácticas. Exposición oral	30	Específicas de la materia
Evaluación por técnicas de observación (seguimiento de la participación, interés, trabajo en seminarios y laboratorios)	50	Todas las competencias específicas de la materia y todas las generales del máster
Total	100	

Recursos para el aprendizaje

Actividades	Presencial	Del alumno
Aula de docencia	X	
Aula de informática	X	
Aula de seminarios y tutorías	X	X
Biblioteca	X	X
Laboratorios		X
Aula videoconferencia/ Enseñanza Virtual	X	
Externas		X

Denominación del módulo	ENERGÉTICA EN LA CONSTRUCCIÓN
Denominación del módulo o materia:	EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LA EDIFICACIÓN
Créditos ECTS	4
Carácter	Optativa
Unidad temporal	Cuatrimestre 2
Requisitos previos	Los propios de la admisión al Programa de Posgrado.
Universidad que imparte la materia	Universidad de Vigo (Prof. Univ. de La Rioja) Universidad de Burgos
Competencias que adquiere el estudiante con dicho módulo o materia	

Todas las competencias del Máster más las siguientes competencias específicas

COMPETENCIA DE LA MATERIA	COMPETENCIA DE LA TITULACIÓN							
	1	2	3	4	5	6	7	8
1. Conocer los métodos de análisis y gestión de ahorro y eficiencia energética en los edificios.	X		X	X	X	X	X	X
2. Realizar aplicaciones de e medidas de ahorro y eficiencia de instalaciones energéticas en los edificios	X	X	X	X	X	X	X	X
3. Conocer de los procesos industriales más significativos, de sus implicaciones económicas, energéticas y medioambientales.	X	X	X	X	X	X	X	X
4. Gestionar adecuadamente la energía de los procesos industriales más significativos.	X	X	X	X	X	X	X	X

Breve descripción de sus contenidos

En el momento actual, se estima que el 40% del consumo de energía de la UE corresponde al sector terciario, del que los edificios son los principales consumidores. Por ello, los nuevos edificios deben cumplir unos requisitos mínimos de eficiencia energética adaptados a las condiciones climáticas locales. La aprobación en nuestro país del Código Técnico de la Edificación (R.D. 314/2006 de 17 de marzo, BOE de 28/3/2006), como transposición de la Directiva europea 2002/91/CE relativa a la eficiencia energética de los edificios, contempla requisitos básicos de ahorro de energía.

El objetivo de esta materia consiste en conocer los métodos de análisis y gestión para la implantación de medidas de ahorro y eficiencia de instalaciones energéticas en los edificios.

TEMARIO

1. CONCEPTOS GENERALES. NORMATIVA ENERGÉTICA EN EDIFICIOS.

- a. El ahorro y la eficiencia energética en el sector edificación.
- b. Caracterización del sector.
- c. Consumo de energía en edificios.
- d. El contexto energético.
- e. La política energética.
- f. Directivas de la UE.
- g. La Ley de Ordenación de la Edificación y el Código Técnico de la Edificación.
- h. El requisito básico de ahorro de energía.
- i. Actualización de la normativa técnica.

2. AUDITORÍAS ENERGÉTICAS EN LA EDIFICACIÓN.

- a. Recogida de datos.
- b. Niveles de auditoría energética.
- c. Objetivos y alcance de una auditoría energética.
- d. Identificación y valoración de oportunidades de ahorro energético.
- e. Seguimiento de resultados

3. LA EFICIENCIA ENERGÉTICA EN EDIFICIOS

- a. Contexto y antecedentes.
- b. Evaluación de la eficiencia energética.
- c. La certificación energética de los edificios.
- d. La inspección periódica de los equipos energéticos.
- e. El mantenimiento de las instalaciones energéticas.
- f. El consumo de energía en edificios.
- g. Reducción de la demanda térmica.
- h. Eficiencia energética de los sistemas de ventilación, calefacción y climatización.

- i. Sostenibilidad energética.
- j. Sistemas descentralizados de producción de energía basados en energías renovables.
- k. Instalaciones de cogeneración en edificios. Calefacción o refrigeración central urbana. Bomba de calor.

4. INTRODUCCIÓN A LA GESTIÓN ENERGÉTICA EN LA INDUSTRIA. ESTRUCTURA DE LAS TARIFAS DE LOS COMBUSTIBLES Y DE LA ELECTRICIDAD.

5. CONTABILIDAD ENERGÉTICA. AUDITORÍAS ENERGÉTICAS EN LA INDUSTRIA

6. COMBUSTIBLES. TIPOS Y CARACTERÍSTICAS. QUEMADORES INDUSTRIALES.

7. GENERADORES DE VAPOR Y AGUA CALIENTE. REDES DE VAPOR Y DE CONDENSADOS.

8. HORNOS INDUSTRIALES Y SECADEROS.

9. REDES DE AIRE COMPRIMIDO. CALEFACCIÓN Y AIRE ACONDICIONADO. FRÍO INDUSTRIAL. COGENERACIÓN. TRIGENERACIÓN.

Actividades formativas con su contenido en créditos ECTS, su metodología de enseñanza-aprendizaje y su relación con las competencias que debe adquirir el estudiante			
ACTIVIDAD FORMATIVA	Metodología	ECTS	Competencias
Clases centradas en contenidos teóricos	Lección magistral	1.5	Todas
Actividad de laboratorio	Prácticas tutorizadas y actividad autónoma del alumno	-	-
Resolución de problemas, cuestiones, etc.	Actividad del alumno autónoma y tutorizada	1.5	1,2,3
Documentación de los trabajos realizados.	Actividad autónoma del alumno	0.5	1,2,3
Preparación de evaluaciones.	Actividad autónoma del alumno	0.5	Todas
Exposición y debate de los trabajos	Actividad en grupo	-	-

Sistema de evaluación de la adquisición de las competencias y sistema de calificaciones de acuerdo con la legislación vigente

Actividades	Porcentaje	Competencia evaluada
Pruebas escritas (calificación de 0 a 10 según legislación vigente)	20	Todas las competencias específicas
Corrección de trabajos, proyectos e informes de prácticas. Exposición oral	30	Específicas de la materia
Evaluación por técnicas de observación (seguimiento de la participación, interés, trabajo en seminarios y laboratorios)	50	Todas las competencias específicas de la materia y todas las generales del máster
Total	100	

Recursos para el aprendizaje

Actividades	Presencial	Del alumno
Aula de docencia	X	
Aula de informática	X	
Aula de seminarios y tutorías	X	X
Biblioteca	X	X
Laboratorios		X
Aula videoconferencia/ Enseñanza Virtual	X	
Externas		X

Denominación del módulo	ENERGÉTICA EN LA CONSTRUCCIÓN
Denominación del módulo o materia:	SISTEMAS TÉRMICOS AVANZADOS BASADOS EN ENERGÍAS ALTERNATIVAS: BIOCOMBUSTIBLES
Créditos ECTS	4
Carácter	Optativa (Español, Inglés)
Unidad temporal	Cuatrimestre 2
Requisitos previos	Los propios de la admisión al Programa de Posgrado.
Universidad que imparte la materia	Universidad de Vigo Universidad de Burgos
Competencias que adquiere el estudiante con dicho módulo o materia	

Todas las competencias del Máster más las siguientes competencias específicas

COMPETENCIA DE LA MATERIA	COMPETENCIA DE LA TITULACIÓN							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Conocimientos de la biomasa así como su aprovechamiento energético para su utilización en instalaciones industriales y domésticas	X	X	X			X	X	X
Comprender la proyección social de la biomasa y su importancia en el ámbito profesional		X	X	X				X
Describir las principales características de la legislación ambiental de la Unión Europea	X	X	X					X
Describir las principales tecnologías disponibles en calderas de biomasa y las líneas de investigación existentes.			X	X	X	X	X	
Describir las principales tecnologías para el tratamiento de las cenizas y evaluar su aplicabilidad en casos diversos.	X	X	X					X
Conocimiento y nuevas líneas de investigación sobre biocombustibles líquidos	X	X	X	X	X	X	X	
Saber realizar análisis de ciclo de vida de bioetanol y biodiesel		X	X	X	X	X	X	X

Breve descripción de sus contenidos

El biocombustible es el término con el cual se denomina a cualquier tipo de combustible que derive de la biomasa (organismos recientemente vivos o sus desechos metabólicos). Los combustibles de origen biológico pueden sustituir parte del consumo en combustibles fósiles tradicionales (petróleo, carbón).

Su uso genera una menor contaminación ambiental y son una alternativa viable al agotamiento ya sensible de energías fósiles, como el gas y el petróleo, donde ya se observa incremento en sus precios. Es importante destacar que los biocombustibles son una alternativa más en vistas a buscar fuentes de energías sustitutivas.

El uso de los biocombustibles tienen como ventajas que proporcionan una fuente de energía reciclable y, por lo tanto, inagotable. Las emisiones de gas del invernadero son reducidas el 12% por la producción y la combustión del etanol y el 41% por el biodiesel. Revitalizan las economías rurales, y generan empleo al favorecer la puesta en marcha de un nuevo sector en el ámbito agrícola. Mejoran el aprovechamiento de tierras con poco valor agrícola y que, en ocasiones, se abandonan por la escasa rentabilidad de los cultivos tradicionales. Mejora la competitividad al no tener que importar fuentes de energía tradicionales. Está considerado como el combustible de futuro en la UE siendo el recurso menos aprovechado.

TEMARIO

32. ASPECTOS GENERALES DE LA BIOMASA

- a. Situación de la biomasa: Europa, España
- b. Densificación: briquetas y pellets
- c. Disponibilidad de espacio, planificación adaptada
- d. Estimación de la potencia y necesidades de combustible

33. SELECCIÓN DEL BIOCMBUSTIBLE

- a. Propiedades de los pellets, las astillas de madera y los residuos agroindustriales
- b. Selección del combustible apropiado

34. ALMACENAMIENTO DE LA BIOMASA

- a. Tamaño del depósito
- b. Trazado del depósito y del cuarto de calderas
- c. Características de la seguridad de los silos de biomasa
- d. Suministro del combustible

35. CALDERAS AUTOMÁTICAS DE BIOMASA

- a. Selección de la caldera
- b. Estrategias para regular la carga y mejorar la seguridad de suministro
- c. Sistemas de seguridad

36. PRODUCCIÓN DE AGUA CALIENTE SANITARIA E INTEGRACIÓN CON SISTEMAS DE ENERGÍA SOLAR TÉRMICA

- a. Calefacción sin producción de agua caliente sanitaria
- b. Calefacción y producción de agua caliente sanitaria descentralizada
- c. Calefacción y producción de agua caliente sanitaria centralizada

- d. Aspectos básicos para el diseño de un sistema combinado de energía solar térmica y biomasa

37. PROBLEMÁTICA DE LA CENIZA

38. ESTUDIO E INVESTIGACIONES SOBRE PARTÍCULAS PM.

39. BIOCOMBUSTIBLES LÍQUIDOS

- a. Regulación y normativa de biocombustibles líquidos
- b. Producción de biocombustibles líquidos
- c. Propiedades termofísicas de los biocombustibles líquidos
- d. Biocombustibles para transporte

40. IMPACTO ENERGÉTICO Y MEDIOAMBIENTAL DE BIOCOMBUSTIBLES LÍQUIDOS

41. ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA DE BIOETANOL Y BIODIESEL

Actividades formativas con su contenido en créditos ECTS, su metodología de enseñanza-aprendizaje y su relación con las competencias que debe adquirir el estudiante			
ACTIVIDAD FORMATIVA	Metodología	ECTS	Competencias
Clases centradas en contenidos teóricos	Lección magistral	1.0	Todas
Actividad de laboratorio	Prácticas tutorizadas y actividad autónoma del alumno	1.5	1,2,3,4,6,7
Resolución de problemas, cuestiones, etc.	Actividad del alumno autónoma y tutorizada	0.5	1,2,3,7
Documentación de los trabajos realizados.	Actividad autónoma del alumno	0.25	3,4,5,7
Preparación de evaluaciones.	Actividad autónoma del alumno	0.5	Todas
Exposición y debate de los trabajos	Actividad en grupo	0.25	3,4,5,7

Sistema de evaluación de la adquisición de las competencias y sistema de calificaciones de acuerdo con la legislación vigente

Actividades	Porcentaje	Competencia evaluada
Pruebas escritas (calificación de 0 a 10 según legislación vigente)	50	Todas las competencias específicas
Corrección de trabajos, proyectos e informes de prácticas. Exposición oral	30	Específicas de la materia (3,4,5,7)
Evaluación por técnicas de observación (seguimiento de la participación, interés, trabajo en seminarios y laboratorios)	20	Todas las competencias específicas de la materia y todas las generales del máster
Total	100	

Recursos para el aprendizaje

Actividades	Presencial	Del alumno
Aula de docencia	X	
Aula de informática		X
Aula de seminarios y tutorías	X	X
Biblioteca	X	X
Laboratorios	X	X
Aula videoconferencia/ Enseñanza Virtual		
Externas	X	X

Denominación del módulo	INVESTIGACIÓN EN SISTEMAS AVANZADOS DE SIMULACIÓN Y MODELIZACIÓN
Denominación del módulo o materia:	MODELIZACIÓN DE SISTEMAS MECÁNICOS
Créditos ECTS	4
Carácter	Optativa
Unidad temporal	Cuatrimestre 2
Requisitos previos	Los propios de la admisión al Programa de Posgrado.
Universidad que imparte la materia	Universidad de Vigo
Competencias que adquiere el estudiante con dicho módulo o materia	

Todas las competencias del Máster más las siguientes competencias específicas

COMPETENCIA DE LA MATERIA	COMPETENCIA DE LA TITULACIÓN							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Afianzar conocimientos y destrezas en geometría, cinemática y dinámica.	X	X			X	X		X
Analizar el cálculo de engranaje y sus influencias en su comportamiento térmico	X	X					X	X
Describir los diversos sistemas de lubricación de engranajes	X	X		X	X	X	X	X

Breve descripción de sus contenidos

En el desarrollo de esta asignatura se pretende que los estudiantes de ingeniería adquieran conocimientos que les permitan conocer los diferentes modelos matemáticos que existen vinculados a los sistemas mecánicos.

Se pretende además que afiancen sus conocimientos de geometría, cinemática, dinámica y cálculo de engranaje entre otras materias de vital importancia para su posterior desarrollo profesional en el mundo de la ingeniería térmica.

TEMARIO

1. GEOMETRÍA Y CINEMÁTICA DE LOS ENGRANAJES

- a. Engranajes cilíndricos
- b. Engranajes cónicos
- c. Engranajes hiperbólicos

2. LUBRICACIÓN DE ENGRANAJES

- a. Tipos
- b. Características

3. MÉTODOS DE REFRIGERACIÓN DE CAJAS REDUCTORAS

4. CÁLCULO AVANZADO DE ENGRANAJES Y SU COMPORTAMIENTO TÉRMICOS (PROGRAMA KISSOFT)

5. PERFILES DE ENGRANAJES AVANZADOS

- a. Engranajes asimétricos
- b. Direct Gears Design®
- c. Engranajes de alto rendimiento

Actividades formativas con su contenido en créditos ECTS, su metodología de enseñanza-aprendizaje y su relación con las competencias que debe adquirir el estudiante			
ACTIVIDAD FORMATIVA	Metodología	ECTS	Competencias
Clases centradas en contenidos teóricos	Lección magistral	1.5	1,2,3,4
Actividad de laboratorio	Prácticas tutorizadas y actividad autónoma del alumno	1.5	2,3
Resolución de problemas, cuestiones, etc.	Actividad del alumno autónoma y tutorizada	-	-
Documentación de los trabajos realizados.	Actividad autónoma del alumno	0.5	1, 2,3,4
Preparación de evaluaciones.	Actividad autónoma del alumno	0.25	1,2,3,4
Exposición y debate de los trabajos	Actividad en grupo	0.25	1,2,3,4

Sistema de evaluación de la adquisición de las competencias y sistema de calificaciones de acuerdo con la legislación vigente

Actividades	Porcentaje	Competencia evaluada
Pruebas escritas (calificación de 0 a 10 según legislación vigente)	50	Todas las competencias específicas
Corrección de trabajos, proyectos e informes de prácticas. Exposición oral	30	Específicas de la materia 1 3, 4,
Evaluación por técnicas de observación (seguimiento de la participación, interés, trabajo en seminarios y laboratorios)	20	Todas las competencias específicas de la materia y todas las generales del máster
Total	100	

Recursos para el aprendizaje

Actividades	Presencial	Del alumno
Aula de docencia	X	
Aula de informática		X
Aula de seminarios y tutorías	X	X
Biblioteca	X	X
Laboratorios	X	X
Aula videoconferencia / Enseñanza Virtual		
Externas	X	X

Denominación del módulo	INVESTIGACIÓN EN SISTEMAS AVANZADOS DE SIMULACIÓN Y MODELIZACIÓN
Denominación del módulo o materia:	Modelización Y Simulación Numérica De Procesos Termofluidodinámicos
Créditos ECTS	4
Carácter	Optativa (Español)
Unidad temporal	Cuatrimestre 2
Requisitos previos	Los propios de la admisión al Programa de Posgrado.
Universidad que imparte la materia	Universidad de Vigo
Competencias que adquiere el estudiante con dicho módulo o materia	

Todas las competencias del Máster más las siguientes competencias específicas

COMPETENCIA DE LA MATERIA	COMPETENCIA DE LA TITULACIÓN							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Conocer los principales modelos de la mecánica de fluidos.	X	X	X					X
Tener capacidad de selección de un modelo adecuado para un problema real concreto de cara a la simulación numérica.	X	X	X	X	X	X	X	X
Comprender las propiedades básicas de los principales modelos y significado físico de los números adimensionales involucrados.	X	X	X		X		X	X
Conocer los procesos turbulentos, incluyendo los flujos reactivos de combustión, sus características y principales modelos de análisis.	X	X	X	X		X	X	X
Tener la capacidad de simular numéricamente un modelo adecuado para cada tipo de flujo.	X	X	X	X	X	X	X	X

Breve descripción de sus contenidos

La simulación es el proceso de diseñar y desarrollar un modelo computarizado de un sistema o proceso y conducir experimentos con este modelo con el propósito de entender el comportamiento del sistema o evaluar varias estrategias con las cuales se puede operar el sistema.

Los recientes avances en las metodologías de simulación y la gran disponibilidad de software que actualmente existe en el mercado, han hecho que la técnica de simulación sea una de las herramientas más ampliamente usadas en el análisis de sistemas de procesos termoflujodinámico.

Es de vital importancia además la correcta selección del modelo de cara a la práctica y conocer las propiedades básicas de los mismos, todo ello potencia el desarrollo profesional en el área térmica de los estudiantes. Una observación detallada del sistema que se está simulando puede conducir a un mejor entendimiento del mismo y por consiguiente a sugerir estrategias que mejoren la operación y eficiencia del sistema.

TEMARIO

42. ECUACIONES DE CONSERVACIÓN DE LA MECÁNICA DE FLUIDOS

- a. Medios no reactivos
 - i. Adimensionalización de las ecuaciones y significado físico de los principales números adimensionales en la dinámica de fluidos: Mach, Reynolds, Froude, Prandtl, Peclet, Grashof y Nusselt.
 - ii. Principales modelos límite de la dinámica de fluidos. Flujos viscosos compresibles.
- b. Medios reactivos
 - i. Termoquímica: Equilibrio químico.
 - ii. Cinética química y mecanismos reducidos.
 - iii. Llamas en régimen laminar: de difusión y premezcladas.
 - iv. Generación de NO_x y SO_x

43. FLUJOS TURBULENTOS

- a. Escala de Kolmogorov.
- b. Herramientas estadísticas más usadas en turbulencia.
- c. Ecuación de la energía en turbulencia.
- d. Principales modelos para flujos turbulentos

44. INTRODUCCIÓN A LA COMBUSTIÓN TURBULENTA

45. SIMULACIÓN NUMÉRICA CON CÓDIGOS COMERCIALES: COMSOL, FLUENT.

- a. Análisis del flujo de calor en un intercambiador de calor de placas.
- b. Cálculo aerodinámico. Comparación de diversos modelos de turbulencia

46. CÁLCULO DE LA LLAMA DE DIFUSIÓN TURBULENTA EN QUEMADOR CILÍNDRICO

Actividades formativas con su contenido en créditos ECTS, su metodología de enseñanza-aprendizaje y su relación con las competencias que debe adquirir el estudiante			
ACTIVIDAD FORMATIVA	Metodología	ECTS	Competencias
Clases centradas en contenidos teóricos	Lección magistral	1.5	1,2,3,4,5
Actividad de laboratorio	Prácticas tutorizadas y actividad autónoma del alumno	1.0	1,2,3,4,5
Resolución de problemas, cuestiones, etc.	Actividad del alumno autónoma y tutorizada	0.5	3,4,5
Documentación de los trabajos realizados.	Actividad autónoma del alumno	0.5	1, 2,3
Preparación de evaluaciones.	Actividad autónoma del alumno	0.25	1,2,3,4,5
Exposición y debate de los trabajos	Actividad en grupo	0.25	1,2,3,4,5

Sistema de evaluación de la adquisición de las competencias y sistema de calificaciones de acuerdo con la legislación vigente

Actividades	Porcentaje	Competencia evaluada
Pruebas escritas (calificación de 0 a 10 según legislación vigente)	50	Todas las competencias específicas
Corrección de trabajos, proyectos e informes de prácticas. Exposición oral	30	Específicas de la materia 1 3, 4,
Evaluación por técnicas de observación (seguimiento de la participación, interés, trabajo en seminarios y laboratorios)	20	Todas las competencias específicas de la materia y todas las generales del máster
Total	100	

Recursos para el aprendizaje

Actividades	Presencial	Del alumno
Aula de docencia	X	
Aula de informática		X
Aula de seminarios y tutorías	X	X
Biblioteca	X	X
Laboratorios	X	X
Aula videoconferencia / Enseñanza Virtual		
Externas	X	X

Denominación del módulo	INVESTIGACIÓN EN SISTEMAS AVANZADOS DE SIMULACIÓN Y MODELIZACIÓN
Denominación del módulo o materia:	MODELIZACIÓN DE LA COMBUSTIÓN DE BIOMASA
Créditos ECTS	4
Carácter	Optativa (Español, Inglés)
Unidad temporal	Cuatrimestre 2
Requisitos previos	Los propios de la admisión al Programa de Posgrado.
Universidad que imparte la materia	Universidad de Vigo
Competencias que adquiere el estudiante con dicho módulo o materia	

Todas las competencias del Máster más las siguientes competencias específicas

COMPETENCIA DE LA MATERIA	COMPETENCIA DE LA TITULACIÓN							
	1	2	3	4	5	6	7	8
1. Desarrollar un modelo de combustión de partículas sólidas de biomasa en lecho fijo. La combustión en lecho fijo en sistemas de baja potencia posee la peculiaridad de verse altamente influenciada por el comportamiento individual de cada partícula del sistema así como de la interacción entre las partículas y el hogar de la caldera.	X	X	X	X		X	X	X
2. Describir los diversos procesos que tiene lugar en el interior de cada partícula.	X	X	X	X	X	X	X	X
3. Describir los diversos procesos que tiene lugar en los niveles implicados: lecho y hogar, y que serán combinados en un modelo global de hogar que servirá para predecir las prestaciones del sistema en su conjunto.	X	X	X		X		X	X
4. Analizar la influencia que la dinámica del sistema de alimentación pueda tener sobre el comportamiento global de la caldera y en especial sobre sus emisiones de contaminantes.	X		X	X			X	X

Breve descripción de sus contenidos

INTRODUCCIÓN

- a. Antecedentes.
- b. Régimen de combustión.
 - Teoría.
 - ✓ Estimación del tiempo y tamaño característico.
 - ✓ Régimen de reacción de partícula y lecho.
 - ✓ Conclusiones e introducción a los submodelos.

MODELO DE PARTÍCULA

- a. Introducción.
- b. Antecedentes.
- c. Modelo
 - ✓ Introducción e hipótesis principales.
 - ✓ Unidimensionalización.
 - ✓ Balance de masa.
 - ✓ Balance de energía.
 - ✓ Reacciones principales.
 - ✓ Evolución de la estructura de la partícula.
 - ✓ Propiedades y parámetros termo-físicos.

MODELO DE LECHO DE PARTICULAS

- a. Introducción.
- b. Antecedentes.
- c. Formulación del modelo propuesto.
 - ✓ Planteamiento.
 - ✓ Formulación estacionaria del modelo.
 - ✓ Formulación dinámica del modelo.

MODELADO DEL HOGAR

- a. Introducción.
- b. Fase gas (Metodología CFD).
- c. Fase sólida dispersa.
- d. Mecanismo de interacción lecho-hogar.
- e. NOx.

Actividades formativas con su contenido en créditos ECTS, su metodología de enseñanza-aprendizaje y su relación con las competencias que debe adquirir el estudiante			
ACTIVIDAD FORMATIVA	Metodología	ECTS	Competencias
Clases centradas en contenidos teóricos	Lección magistral	1.0	1,2,3,4
Actividad de laboratorio	Prácticas tutorizadas y actividad autónoma del alumno	1.0	2,3
Resolución de problemas, cuestiones, etc.	Actividad del alumno autónoma y tutorizada	0.25	1,2,3,4
Documentación de los trabajos realizados.	Actividad autónoma del alumno	0.5	2,3,4
Preparación de evaluaciones.	Actividad autónoma del alumno	1.0	1,2,3,4
Exposición y debate de los trabajos	Actividad en grupo	0.25	1,2,3,4

Sistema de evaluación de la adquisición de las competencias y sistema de calificaciones de acuerdo con la legislación vigente

Actividades	Porcentaje	Competencia evaluada
Pruebas escritas (calificación de 0 a 10 según legislación vigente)	50	Todas las competencias específicas
Corrección de trabajos, proyectos e informes de prácticas. Exposición oral	30	Específicas de la materia 1 3, 4,
Evaluación por técnicas de observación (seguimiento de la participación, interés, trabajo en seminarios y laboratorios)	20	Todas las competencias específicas de la materia y todas las generales del máster
Total	100	

Recursos para el aprendizaje

Actividades	Presencial	Del alumno
Aula de docencia	X	
Aula de informática		X
Aula de seminarios y tutorías	X	X
Biblioteca		X
Laboratorios	X	X
Aula videoconferencia / Enseñanza Virtual	X	
Externas	X	X

Denominación del módulo	INVESTIGACIÓN EN SISTEMAS AVANZADOS DE SIMULACIÓN Y MODELIZACIÓN
Denominación del módulo o materia:	APLICACIONES DE LA MECÁNICA DE LOS FLUIDOS COMPUTACIONAL A LA INDUSTRIA
Créditos ECTS	4
Carácter	Optativa
Unidad temporal	Cuatrimestre 2
Requisitos previos	Los propios de la admisión al Programa de Posgrado.
Universidad que imparte la materia	Universidad de Vigo
Competencias que adquiere el estudiante con dicho módulo o materia	

Todas las competencias del Máster más las siguientes competencias específicas

COMPETENCIA DE LA MATERIA	COMPETENCIA DE LA TITULACIÓN							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Conocimiento de los principios básicos de la Mecánica de Fluidos, de los modelos turbulentos y sus limitaciones	X	X						X
Capacidad de simular numéricamente problemas de combustión	X	X			X	X	X	X
Introducción a la simulación de flujos externos	X	X					X	X
Conocimiento de los modelos para la resolución de flujos multifásicos, sus capacidades y sus limitaciones.	X	X			X	X	X	X

Breve descripción de sus contenidos

La Mecánica Computacional tiene como objetivo el desarrollo y aplicación de métodos numéricos y computadoras digitales para la solución de problemas de la ingeniería y ciencias aplicadas con el objeto de entender y dominar los recursos de la naturaleza. Si bien la mecánica del sólido y la mecánica de fluidos computacionales son el centro de la Mecánica Computacional, materias como termodinámica, electromagnetismo, mecánica de cuerpos rígidos, sistemas de control y algunos aspectos de la física de partículas caen naturalmente en el campo de la definición arriba propuesta.

La Mecánica del Continuo Computacional es hoy en día una herramienta fundamental para el desarrollo tecnológico. La alta confiabilidad que alcanzan en el presente los métodos numéricos hace que los resultados de los mismos sean utilizados diariamente en la práctica ingenieril para optimizar y desarrollar procesos o productos. Por otro lado situaciones particulares que habitualmente se plantean en la práctica profesional requieren desarrollar algoritmos y software de simulación que se basan en los conocimientos de esta disciplina.

TEMARIO

6. REPASO DE LAS ECUACIONES DE GOBIERNO DEL FLUJO FLUIDO

- a. Introducción a CFD
- b. Modelos turbulentos
- c. Capa límite
- d. Aplicación: Intercambiadores de calor

7. COMBUSTIÓN

- a. Ecuaciones de la combustión
- b. Tipos de combustión
- c. Generación de contaminantes
- d. Aplicación: combustión premezclada

8. FLUJO EXTERNO

- a. Aplicación: Flujo alrededor de un coche.

9. FLUJOS MULTIFÁSICOS

- a. MODELOS PARA EL CÁLCULO
- b. Aplicación: Llenado del tanque de combustible

10. FLUJOS COMPRESIBLES

- a. PROCESOS DE ADMISIÓN Y ESCAPE
- b. Aplicación: Flujo en las válvulas

Actividades formativas con su contenido en créditos ECTS, su metodología de enseñanza-aprendizaje y su relación con las competencias que debe adquirir el estudiante			
ACTIVIDAD FORMATIVA	Metodología	ECTS	Competencias
Clases centradas en contenidos teóricos	Lección magistral	1.0	1,2,3,4
Actividad de laboratorio	Prácticas tutorizadas y actividad autónoma del alumno	1.5	2,3
Resolución de problemas, cuestiones, etc.	Actividad del alumno autónoma y tutorizada	0.5	1,2,3,4
Documentación de los trabajos realizados.	Actividad autónoma del alumno	0.25	2,3,4
Preparación de evaluaciones.	Actividad autónoma del alumno	0.5	1,2,3,4
Exposición y debate de los trabajos	Actividad en grupo	0.25	1,2,3,4

Sistema de evaluación de la adquisición de las competencias y sistema de calificaciones de acuerdo con la legislación vigente

Actividades	Porcentaje	Competencia evaluada
Pruebas escritas (calificación de 0 a 10 según legislación vigente)	50	Todas las competencias específicas
Corrección de trabajos, proyectos e informes de prácticas. Exposición oral	30	Específicas de la materia 1 3, 4,
Evaluación por técnicas de observación (seguimiento de la participación, interés, trabajo en seminarios y laboratorios)	20	Todas las competencias específicas de la materia y todas las generales del máster
Total	100	

Recursos para el aprendizaje

Actividades	Presencial	Del alumno
Aula de docencia	X	
Aula de informática		X
Aula de seminarios y tutorías	X	X
Biblioteca	X	X
Laboratorios	X	X
Aula videoconferencia/ Enseñanza Virtual		
Externas	X	X

Denominación del módulo	INVESTIGACIÓN EN SISTEMAS AVANZADOS DE SIMULACIÓN Y MODELIZACIÓN
Denominación del módulo o materia:	ANÁLISIS NUMÉRICO DE SISTEMAS TÉRMICO-FLUIDO-DINÁMICOS MEDIANTE ANALOGÍA ELÉCTRICA: PROBLEMAS DIRECTOS E INVERSOS
Créditos ECTS	4
Carácter	Optativa
Unidad temporal	Cuatrimestre 2
Requisitos previos	Los propios de la admisión al Programa de Posgrado.
Universidad que imparte la materia	Universidad de Vigo
Competencias que adquiere el estudiante con dicho módulo o materia	

Todas las competencias del Máster más las siguientes competencias específicas

COMPETENCIA DE LA MATERIA	COMPETENCIA DE LA TITULACIÓN							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Conocer los aspectos más importantes del método de redes como herramienta numérica de simulación de procesos fluido dinámicos, así como los dispositivos empleados para la simulación eléctrica		X			X			
Diseño de modelos en red de procesos de transporte: Difusión y convección. Incorporación al modelo de las condiciones iniciales y de frontera.	X	X			X			
Modelado de diferentes tipos de ecuaciones diferenciales constitutivas de procesos en transferencia de calor y en mecánica de fluidos.	X	X				X	X	
Conocer el programa de simulación de redes eléctricas PSpice, así como las ventajas y desventajas del método de redes con respecto a los métodos numéricos clásicos.	X	X			X	X	X	

Breve descripción de sus contenidos

El método numérico a estudiar en la asignatura tiene su origen en el método de las diferencias finitas y partiendo de las ecuaciones discretizadas, se elabora un "modelo en red" completo o circuito eléctrico equivalente al proceso, incluyendo las condiciones iniciales y de contorno, posteriormente, se simula dicho proceso obteniendo la solución numérica mediante un programa adecuado de resolución de circuitos eléctricos. La equivalencia formal entre las ecuaciones en diferencias finitas obtenidas por discretización de la o las variables espaciales del proceso y las ecuaciones Kirchhoff aplicadas al modelo en red, constituye la base de esta técnica ya que los errores introducidos por el software de resolución de circuitos son prácticamente nulos.

Los objetivos concretos que se pretenden con esta asignatura son :

- Conocer los aspectos más importantes del método de redes como herramienta numérica de simulación de procesos fluido dinámicos, así como los dispositivos empleados para la simulación eléctrica.
- Diseño de modelos en red de procesos de transporte: Difusión y convección. Incorporación al modelo de las condiciones iniciales y de frontera correspondientes.
- Modelado de diferentes tipos de ecuaciones diferenciales constitutivas de procesos en transferencia de calor y en mecánica de fluidos.
- Conocer el protocolo básico para la resolución de un problema inverso en transferencia de calor y aplicarlo a situaciones reales.
- Resolución de problemas directos mediante la simulación numérica de problemas reales en ingeniería térmica y de fluidos.
- Conocer el programa de simulación de redes eléctricas PSpice, así como conocer las ventajas y desventajas del método de redes con respecto a los métodos numéricos clásicos.

TEMARIO

47. ECUACIÓN GENERAL DE LA TRANSFERENCIA DE CALOR. ECUACIONES DE NAVIER-STOKES PARA MEDIOS NEWTONIANOS

48. ANALOGÍA ELÉCTRICA EN PROCESOS DE DISCRETIZACIÓN ESPACIAL UNIDIMENSIONAL

49. ANALOGÍA ELÉCTRICA EN PROCESOS DE DISCRETIZACIÓN ESPACIAL BIDIMENSIONAL

50. DISPOSITIVOS ELEMENTALES PARA CONSTRUIR EL MODELO EN RED

51. PRINCIPIOS BÁSICOS DE PROGRAMACIÓN CON PSPICE: EJEMPLOS

52. MODELADO DE DIFERENTES CONDICIONES DE CONTORNO

53. ANALISIS NUMÉRICO DE UN PROCESOS DE CONDUCCIÓN PURA TRANSITORIO

54. ANÁLISIS NUMÉRICO DE UN INTERCAMBIADOR DE CALOR: CONVECCIÓN FORZADA

55. ANÁLISIS NUMÉRICO DE PROCESOS DE CONVECCIÓN NATURAL

56. DETERMINACIÓN INVERSA DE LAS PROPIEDADES TÉRMICAS DE UN MATERIAL SÓLIDO

57. ANALOGIA TÉRMICO-ELECTRICA PARA MODELAR PROCESOS DE RADIACIÓN DE CALOR

Actividades formativas con su contenido en créditos ECTS, su metodología de enseñanza-aprendizaje y su relación con las competencias que debe adquirir el estudiante			
ACTIVIDAD FORMATIVA	Metodología	ECTS	Competencias
Clases centradas en contenidos teóricos	Lección magistral	1.5	Todas
Actividad de laboratorio	Prácticas tutorizadas y actividad autónoma del alumno	1.0	1,2,3
Resolución de problemas, cuestiones, etc.	Actividad del alumno autónoma y tutorizada	0.5	Todas
Documentación de los trabajos realizados.	Actividad autónoma del alumno	0.25	2,3,4
Preparación de evaluaciones.	Actividad autónoma del alumno	0.5	Todas
Exposición y debate de los trabajos	Actividad en grupo	0.25	Todas

Sistema de evaluación de la adquisición de las competencias y sistema de calificaciones de acuerdo con la legislación vigente

Actividades	Porcentaje	Competencia evaluada
Pruebas escritas (calificación de 0 a 10 según legislación vigente)	50	Todas las competencias específicas
Corrección de trabajos, proyectos e informes de prácticas. Exposición oral	30	Específicas de la materia (Todas)
Evaluación por técnicas de observación (seguimiento de la participación, interés, trabajo en seminarios y laboratorios)	20	Todas las competencias específicas de la materia y todas las generales del máster
Total	100	

Recursos para el aprendizaje

Actividades	Presencial	Del alumno
Aula de docencia	X	
Aula de informática		X
Aula de seminarios y tutorías	X	X
Biblioteca	X	X
Laboratorios	X	X
Aula videoconferencia/ Enseñanza Virtual		
Externas	X	X

6. PERSONAL ACADÉMICO

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

Personal académico disponible

De cara a la implantación del máster, las universidades participantes la cuentan con un profesorado, ya formado y con suficiente experiencia docente e investigadora. Es importante mencionar también que un elevado porcentaje del profesorado tiene contrastada experiencia y un buen conocimiento de las empresas, instituciones y del mercado laboral que espera a los futuros egresados.

El profesorado que impartirá docencia en el Máster ha sido consultado sobre su disponibilidad para impartir las materias y ha aceptado el encargo enviando como aceptación una ficha resumen de sus curricula. (CV Docentes.pdf)

Resumen Plantilla de profesorado

Categoría Académica		Vinculación con la universidad	Dedicación Docente	Sexo	
				Femenino	Masculino
Catedrático de Universidad	2	Funcionario	Total	0	2
Titular de Universidad Acreditado Catedrático	1	Funcionario	Total	0	1
Profesor Titular de Universidad	7	Funcionario	Total	2	5
Catedrático de Escuela universitaria	3	Funcionario	Total	0	3
Profesor Titular de Escuela Universitaria	2	Funcionario	Total	0	2
Profesor Contratado Doctor	2	Contrato Indefinido	Total	2	0
	17			4	13

Tabla 6. Resumen de características del profesorado con que cuenta el Máster en Ingeniería Térmica

Hay que destacar que es intención de la Comisión Académica y de los propios profesores implicados contar con docentes especializados procedentes de otras universidades para completar el cuadro docente del Máster. Esta intención no es más que un reflejo de la inquietud por parte del profesorado implicado de ofrecer un nivel elevado de calidad académico-científica. Entre ellas podríamos mencionar: Åbo Akademi University, Process Chemistry Group . Laboratory of Inorganic Chemistry. (Finlandia). University of Luxembourg - Faculty of Sciences(Luxemburgo). Technology and Communication. Instituto Superior Técnico – Universidad Técnica de Lisboa (Portugal). Politechnika Śląska. Instytut Techniki Ciepłej. (Polonia).

Personal académico disponible	Categoría	Categoría profesional	Sexenios de investigación	Tipo de vinculación con la universidad Profesor del área de conocimiento
Cristina Alonso Tristán	Doctora	Titular de Universidad	1	: Máquinas y Motores Térmicos Universidad de Burgos
Víctor Del Campo Díaz	Doctor	Catedrático de Escuela Universitaria	X	Máquinas y Motores Térmicos Universidad del País Vasco / Euskal Herriko Unibertsitatea
Enrique Granada Álvarez	Doctor	Titular de Universidad	2 Petición este año	Máquinas y Motores Térmicos de la Universidad de Vigo Universidad de Vigo
Iñaki Gómez Arriarán	Doctor	Titular de Escuela Universitaria	X	Máquinas y Motores Térmicos Universidad del País Vasco / Euskal Herriko Unibertsitatea
Jacobo Porteiro Fresco	Doctor	Titular de Universidad	1 Petición este año	Máquinas y Motores Universidad de Vigo
Elena Beatriz Martín Ortega	Doctor	Profesor Contratado Doctor	1	Mecánica de Fluidos Universidad de Vigo
Manuel Celso Juárez Castelló	Doctor	Catedrático de Escuela Universitaria	1	Máquinas y Motores Térmicos Universidad de La Rioja
Luis María López González	Doctor	Titular de Universidad Acreditado Catedrático	2	Máquinas y Motores Térmicos Universidad de La Rioja
María Concepción Paz Penín	Doctora	Profesora Contratado Doctor	1 Petición este año	Mecánica de Fluidos Universidad de Vigo
Luis Portillo Valdés	Doctor	Titular de Escuela Universitaria	1 Petición este año	Máquinas y Motores Térmicos Universidad del País Vasco / Euskal Herriko Unibertsitatea
Eduardo Montero García	Doctor	Catedrático Escuela Universitaria	2	: Máquinas y Motores Térmicos Universidad de Burgos
José Antonio Vilán Vilán	Doctor	Titular de Universidad	1	: Ingeniería Mecánica Universidad de Vigo
Jorge C. Moran González	Doctor	Titular de Universidad	1	Máquinas y Motores Térmicos Universidad de Vigo
José Luis Míguez Tabarés	Doctor	Catedrático Universidad	2	Máquinas y Motores Térmicos Universidad de Vigo
Joaquín Zueco Jordán	Doctor	Titular de Universidad	1	: Máquinas y Motores Térmicos Universidad Politécnica de Cartagena
José María Sala Lizarraga	Doctor	Catedrático Universidad	5	: Máquinas y Motores Térmicos Universidad del País Vasco / Euskal Herriko Unibertsitatea
Montserrat Diez Mediavilla	Doctora	Titular de Universidad	1	Ingeniería Eléctrica Universidad de Burgos

Aunque el título incluye la información del profesorado nominalmente, porque está será la plantilla de partida, podría darse el caso que debido a incidencias sobrevenidas, alguno de los profesores propuestos no pudiera hacerse cargo de la docencia asignada, se sustituirá por otro profesor con un perfil similar.

Otros recursos humanos disponibles

El personal de apoyo disponible para el desarrollo del Máster universitario propuesto, está compuesto por el Personal de Administración y Servicios (PAS) vinculado al ámbito científico-tecnológico de las universidades participantes. En concreto como universidad coordinadora, la Universidad de Vigo, con destino en el centro E.T.S.I. Industriales, adscripción del Máster; este personal cuenta con la formación académica y experiencia profesional necesaria para el desarrollo de sus funciones:

Administradora de centro: una para el Ámbito Tecnológico

Área Académica:

El área está formada por el siguiente personal:

- Un jefe de Área Académica
- Una jefa del Negociado Área Académica
- Tres puestos Base

Uno de los puestos base se dedica exclusivamente a la gestión administrativa de los programas oficiales de postgrado del Ámbito Científico-Tecnológico. Sus funciones principales son: gestión de matrícula, gestión de expedientes académicos, prácticas profesionales y expedición de títulos.

Área Económica

El área económica del centro está formada por el siguiente personal:

- Un jefe del Área Económica del Ámbito Tecnológico
- Un jefe del Negociado del Área Económica
- Un Puesto Base

Las funciones del área económica dentro del Máster son la tramitación de gastos de los fondos propios del Máster Universitario

Biblioteca

La biblioteca de la ETSE de Minas depende directamente de la Biblioteca Universitaria de la Universidad de Vigo por lo que los 3 técnicos especialistas adscritos a ella dependen de ese servicio.

Área de Servicios Generales (Conserjería)

Esta área está formada por el siguiente personal:

- 1 Técnico Especialista de Servicios Generales
- 4 Auxiliares Técnicos de Servicios Generales

Becarios de Apoyo

El Vicerrectorado de Nuevas Tecnologías y Calidad convoca becas entre estudiantes como apoyo a la actividad de algunas unidades de docencia-aprendizaje. Los becarios de estas convocatorias dependen directamente de la dirección del centro. En concreto el centro dispone de dos becarios de informática dedicados al mantenimiento y actualización de los laboratorios informáticos.

Otro personal

Tienen también su puesto de trabajo en la escuela el personal que desempeña tareas de limpieza, que atiende el servicio de reprografía y la cafetería-comedor. Todos estos servicios están a cargo de empresas contratadas por la Universidad.

Previsión de profesorado y otros recursos humanos necesarios

Actualmente se dispone del profesorado y personal de apoyo académico necesario para desarrollar el título de Máster. Dado que los datos concretos del personal académico son coyunturales, las necesidades de profesorado sobrevenidas por bajas de cualquier tipo u otras incidencias puntuales no suponen la contratación de profesorado adicional ya que las cifras totales no variarán sustancialmente.

6.2. Adecuación de profesorado y personal de apoyo al plan de estudios propuesto.

Perfil y formación del profesorado y personal docente de apoyo disponible

La adecuación del personal académico disponible se ve avalada por la amplia experiencia docente, reconocida mediante la concesión de quinquenios docentes. Todo el profesorado trabaja además de forma intensa en el ámbito de la investigación y de la tecnología. En las fichas de los profesores, destaca especialmente el número de publicaciones indexadas en revistas científicas y el número de proyectos de investigación dirigidos como Investigador Principal. Esta elevada calidad científica garantiza la adecuada dirección de los Trabajos Fin de Máster y la adquisición de algunas de las competencias relacionadas con la formación investigadora.

Pero no solamente el profesorado posee una elevada calidad científica; la intensa y constante participación en proyectos de transferencia a empresas y administraciones asegura que, en el carácter científico del máster, tenga cabida un enfoque aplicado hacia la búsqueda de tecnologías que hagan limpia la explotación de recursos de manera compatible con su sostenimiento e interés económico.

Los profesores del Máster están agrupados en las cuatro áreas de conocimiento en las cuales se encuadran las materias del Máster. En el primer módulo, Módulo 1 Tecnologías Generales, tienen cabida fundamentalmente profesores adscritos al Área de Máquinas y Motores Térmicos. En el segundo Módulo Energética de la Construcción, la docencia se encarga a profesorado procedente del Área Máquinas y Motores Térmicos con pago del área de Ingeniería Eléctrica; el tercer Módulo reúne materias cuyo profesorado pertenece a las áreas Máquinas y Motores Térmicos y Mecánica de Fluidos.

Con conclusión; es de nuestro convencimiento que el profesorado disponible, que es el mismo que imparte docencia hasta la actualidad en el programa que se extingue, es adecuado y suficiente para ejercer las funciones docentes así como las de dirección de proyectos fin de Máster, tutorías y coordinación de docencia.

Mecanismos para asegurar la igualdad entre hombres y mujeres y la no discriminación de personas con discapacidad

En la actual plantilla docente existe un equilibrio entre ambos sexos, si bien ligeramente inclinado hacia el sexo masculino: el 23 % corresponde a mujeres y el 77 % a hombres (este % es muy superior al que se encuentra en las áreas participantes, por ejemplo, las catedráticas en el área de Maquinas y Motores Térmicos suponen un 6% de la plantilla de esta categoría. En la plantilla de personal de apoyo hay similares porcentajes. Asimismo, la composición paritaria de la Comisión Académica asegura la igualdad entre sexos.

La Universidad de Vigo está en proceso de elaborar de su propia normativa para que, en la contratación de personal, se garantice la igualdad entre hombres y mujeres y la no discriminación de personas con discapacidad, de acuerdo con la legislación vigente.

7. RECURSOS, MATERIALES Y SERVICIOS

Disponibilidad y adecuación de recursos materiales y servicios

7.1. Justificación

Para la consecución tanto de las competencias específicas del máster como de las específicas de módulos y materias es necesario contar con un conjunto de recursos materiales y servicios que permita un desarrollo de la docencia en los términos en los que se detallan en el apartado 5, en cuanto a las actividades formativas y metodología docente.

Asimismo, este conjunto de recursos debe asegurar que los alumnos tengan a su disposición durante el curso académico todas las herramientas de estudio y recursos materiales necesarios para poder desarrollar plenamente su actividad formativa.

El enfoque docente del máster propuesto y el carácter investigador del mismo, que no establece una separación clara entre conocimiento teórico y práctico, hacen que, en general, las actividades formativas propuestas se desarrollen en espacios de tipo aula, laboratorio docente, laboratorio informático, aula de Internet, seminarios, laboratorios de investigación y biblioteca.

Recursos para el aprendizaje:

La naturaleza interuniversitaria de este Máster y la dispersión geográfica tanto de profesores (en 5 campus) como de alumnos, que residen en diferentes puntos de las Comunidades Autónomas implicadas directamente en este Programa, hacen prácticamente imprescindible el establecimiento de servicios de comunicación efectivos y flexibles.

Por ello, se dispone de una plataforma web en la Universidad de Vigo que permite la interactividad entre alumno-profesor y profesor-profesor, además de material desarrollado específicamente para los cursos y disponibilidad de equipos de laboratorio.

Respecto a las infraestructuras y equipamientos disponibles, además de las propias de cada Centro y de la Universidad (aulas, bibliotecas, salas de ordenadores...), se detallan los medios con los que cuenta cada grupo de investigación participante.

Recursos Comunes

CONEXIÓN INALÁMBRICA

El edificio de la Facultad dispone de conexión inalámbrica a la red de la Universidad y, a través de ella, a Internet. Todos los miembros de la comunidad universitaria tienen

acceso a este servicio mediante clave vinculada a su cuenta de correo personal proporcionada por la universidad.

RECURSOS DOCENTES EN RED

Como apoyo a la actividad docente presencial, la Universidad de Vigo pone a disposición del profesorado la plataforma informática "FAITIC" (<http://faitic.uvigo.es>) con recursos en línea destinados a la teleformación. Los profesores y alumnos disponen de cuentas de correo electrónico y acceso a internet inalámbrico. Asimismo, los profesores disponen de espacio web para crear sus propias páginas relacionadas con la docencia.

SERVICIO DE REPROGRAFÍA: El centro dispone de servicio de reprografía atendido por una empresa externa contratada por la Universidad.

SERVICIO DE CAFETERÍA Y COMEDOR: El Centro dispone de servicio de cafetería y comedor atendido por una empresa externa contratada por la Universidad.

Grupo GTE Tecnología Energética (Universidad de Vigo)

La Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales de Vigo facilitará las instalaciones necesarias para el desarrollo del Programa, y realizará las gestiones oportunas con otros centros, departamentos y unidades para facilitar el acceso a los recursos y servicios de la Universidad, de suerte que podan atenderse las necesidades básicas que requiera el Programa.

La Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales de Vigo cuenta actualmente con las siguientes dependencias: 13 aulas (50 a 120 puestos), 8 seminarios. 6 aulas de informática (24 puestos/aula) y 2 aulas de informática madres en el Edificio de la Escuela de Minas, Salón de Grado (60 personas dotado con proyector y pantalla fija y sistema de megafonía), Salón de Actos (350 personas dotado con proyector y pantalla fija y sistema de megafonía), sala de lectura (200 puestos), despachos, Sala de Juntas, Delegación de alumnos, secretaría de alumnos, secretaría de la Escuela, Conserjería, reprografía, almacén, cafetería, entre otros.

Laboratorio de Tecnología Energética. Está ubicado en la E.T.S. de Ingenieros Industriales.

- PLANTA PILOTO KWB MULTIFIRE – VAPORMATRA CANTINA
- Caldera KWB Multifire USV60zi (60 kW)
 - Analizador de gases HORIBA PG 250 (NO, NO₂, SO₂, CO, CO₂, O₂)
 - Analizador de gases Environment MIRIS (HCl, O₂, CxHy, CO₂)
 - Tarjeta de adquisición de datos ADLINK 9111
 - Calorímetro RESOL WMZ-1
 - Dos caudalímetros de aire BOSCH automoción (REF 0 280 217 123)
 - Impactador de partículas DEKATI PM10
- Caldera Vapormatra Cantina (24 kW)

- Analizador de gases TESTO 350 (NO & NO2, CO, O2, CO2, SO2, H2S, HCs)
- Tarjeta de adquisición ADLINK 9111
- Calorímetro RESOL WMZ-1
- Caudalímetro de aire BOSCH automoción (REF 0 280 217 123)
- 6 Termopares tipo K
- Aeroterma WOLF 90kW
- Aeroterma WOLF 30kW
- Bomba agua WILO
- Bomba agua ROCA

- PLANTA PILOTO Ecoforest Agua MOD.20
 - Caldera Ecoforest Agua MOD.20
 - Analizador de gases TESTO 350 (NO & NO2, CO, O2, CO2, SO2, H2S, HCs)
 - 2 Aerotermos Galletti P326/24
 - Ventilador aire primario SOLER PALAU CBT40
 - Ventilador aire secundario SODECA CMA324-2T
 - Intercambiador de placas Suicalsa IP360011NX
 - Adquisición y Control
 - 5 Variadores de frecuencia OMROM 3G3JV 1.1kW
 - Convertidor STATUS SEM104/P
 - 10 Transmisores presión SIEMENS SITRANS P
 - 20 Indicadores DITEL PICA P
 - 5 Controladores OMROM E5CK
 - Caudalímetro de aire BOSCH automoción (REF 0 280 217 123)
 - Caudalímetro de agua ENDRESS+HAUSER PROMAG 50
 - Sondas de Temperatura PT100
 - Termopares motorizados tipo K con transmisor

- PLANTA DROP-FURNACE
 - Quemador experimental de diseño propio
 - Caudalímetro de aire VP-INSTRUMENTS
 - Ventilador SOLER PALAU CBT40
 - 12 Termopares tipo K con transmisor
 - Ignitor
 - Variador de frecuencia Telemecanique Altivar31
 - Controlador OMROM E5CK
 - Tarjeta de adquisición NATIONAL INSTRUMENTS NI6009
 - 6 Indicadores DITEL PICA P

- GRUPO ELECTRÓGENO SOLO STIRLING
 - Grupo Electrónico Gesan 7kW
 - Motor Diesel Perkins 403C-11G
 - Aeroterma Salvador Escoda
 - Módulo de control Intelilite AMF 25
 - Termómetros Lascar DPM9

- ANÁLISIS TERMOGRAVIMÉTRICO

- Labsys™ TG-DTA/DSC (Setaram Instrumentation).
 - Bombona aire comprimido puro sintético (Praxair).
 - Bombona de N₂ puro (Praxair).
 - Bomba de vacío Edwards.
 - Bomba GRUNDFOS UPS 25-50.
 - Balanza Gran Precisión, HGM-20k.
 - Caña TG 1600°C (2 unidades) + crisoles Alúmina 400 µl + material de compensación de la balanza.
 - Caña TG-DSC 1600°C + crisoles Platino 100 µl.
 - Kit calibración – Baja temperatura: In, Sn, Pb, Zn, Al.
 - Kit calibración – Alta temperatura: Ag, Au, Ni, Pd, Al₂O₃.
 - Tamices UNE 7050-3:1997, 75MMØ, 0.5 y 0.3 apertura.
 - Filtro eléctrico MGE UPS SYSTEMS – Ellipse 500.
 - Termómetro digital SUMMIT SDT20.
- LABORATORIO SIMULACIÓN
 - 1 Servidor con doble procesador Xeon 5420 y 16 Gb RAM
 - 1 Servidor con doble procesador Xeon 3000 y 8 Gb RAM
 - 3 WorkStations con procesador Core2Duo E6400 y 4 Gb RAM
- AULA INFORMÁTICA
 - Aula informática: Un aula con 40 puestos de trabajos conectados en red.
 - Paquetes de software:
 - FLUENT
 - Aspen Plus: Simulación de plantas de proceso en régimen estacionario.
 - HYSYS Dynamics: Simulación dinámica de plantas.

Grupo de Termodinámica Aplicada (Universidad de Bilbao)

SALA DE ORDENADORES

Para la comprensión de muchos aspectos de la asignatura es necesario desarrollar ejercicios y supuestos prácticos. Para ello se necesitará disponer de una sala de ordenadores.

La E.T.S. de Ingeniería de Bilbao dispone de varias salas de ordenadores, dotadas cada una de ellas con más de 20 equipos y con conexión a Internet en todos los casos. Es necesario reservar con una cierta antelación para poder disponer de dichas aulas.

SOFTWARE

Los pasos operativos para calcular el contenido energético (exergético) de un sistema o producto implican el manejo de gran cantidad de datos de los inventarios, seguidos de diversas operaciones de cálculos que se aplican a los factores de caracterización, índices de categoría, etc. Estos aspectos son viables con el soporte de sistemas informáticos que facilitan las tareas a realizar. Para el desarrollo de la asignatura se utilizará el software SimaPro.

Además, para la resolución de los sistemas de ecuaciones lineales y no lineales que se van a presentar, generalmente con un elevado número de incógnitas, se hará uso del software EES.

BIBLIOTECA

La E. T. S. de Ingeniería de Bilbao está dotada de una amplia biblioteca en la que están disponibles en papel la mayor parte de las referencias bibliográficas que se recomienda para cursar esta asignatura.

Por otra parte, los alumnos del Máster podrán acceder a las bases de datos que están disponibles y desde las que podrán hacer las consultas específicas.

EQUIPAMIENTO CIENTÍFICO

Equipo de caja caliente guardada para cerramientos opacos

Se trata de un ensayo de medida de la resistencia térmica aplicable a soluciones constructivas en su conjunto.

Equipo de caja caliente guardada para ventanas

Se trata de un ensayo similar al anterior. Sirve para la determinación de la transmitancia térmica de ventanas.

Celda de ensayo PASLINK

Se trata de un ensayo pensado principalmente para caracterizar aquellas soluciones constructivas en las que la influencia de la radiación solar es determinante para la correcta caracterización (superficies acristaladas o fachadas ventiladas).

Equipo de placa caliente guardada

Se trata de un equipo pensado para la determinación de la conductividad térmica de materiales homogéneos.

Grupo de Ingeniería Energética (Universidad de Burgos)

Laboratorio

Laboratorio de investigación de 80m² en la Escuela Politécnica Superior, con todas las instalaciones de servicio necesarias (agua fría, agua caliente, aire comprimido, gases, climatización), con mobiliario e infraestructura básica de seguridad.

Equipamiento científico

- Densímetro de tubo vibrante, Marca ANTON-PAAR, Modelo DMA 602, para medida de densidad de líquidos puros y mezclas
- Calorímetro de flujo isoterma, Marca Hart Scientific, Modelo 4250, para medida de entalpía de mezcla de líquidos
- Equipo de Equilibrio Líquido-Vapor, Marca FISCHER, Modelo Labodest-620D, para medida del equilibrio líquido-vapor isobárico de mezclas líquidas
- Refractómetro de Abbe, Marca Abbemat, Modelo WR, para medición del índice de refracción en mezclas líquidas

BIBLIOTECA

La Biblioteca Universitaria de la Universidad de Burgos presta un completo servicio de documentación para la investigación, tanto en formato papel como en formato electrónico. Incluye las referencias bibliográficas que se recomienda para cursar las asignaturas de referencia y la actividad del Trabajo Fin de Máster.

Se dispone de bases de datos internacionales, y de un sistema de gestión muy eficaz para búsqueda de documentos, préstamo interbibliotecario, etc.

OTROS SERVICIOS

Plataforma Virtual de enseñanza UBUCampus-e de la Universidad de Burgos

La Escuela Politécnica Superior dispone de salas de ordenadores, red wi-fi en todo el edificio, biblioteca y sala de estudio, servicio de reprografía, servicio de comedor e instalaciones deportivas para todos los alumnos del centro.

Criterios de accesibilidad universal y diseño

Tanto las ETSI Industriales (Univ. Vigo), ETSI Industriales (Univ. País Vasco/ Euskal Herriko Unibertsitatea) y la Esc. Politécnica Superior (Univ. Burgos) como la mayoría de los edificios donde se albergan los diferentes servicios de la universidades participantes, tienen adaptadas sus instalaciones para el uso por parte de personas con algún tipo de minusvalía. Todos los edificios cumplen la normativa vigente en este sentido, al disponer de ascensores y/o rampas de acceso, anchuras de puertas adecuadas, servicios específicos para minusválidos, etc.

En concreto, la Universidad de Vigo desde el Área de Igualdad, está desarrollando normativas y proyectos para adecuarse a la legislación vigente en lo que se refiere a igualdad de oportunidades, no discriminación y accesibilidad universal de las personas con discapacidad. Entre ellos podemos mencionar la puesta en marcha del programa de apoyo a la integración del alumnado con necesidades especiales (PINUE) cuyo objetivo es poder facilitar a los estudiantes con discapacidad que lo necesiten (y soliciten), los servicios y recursos específicos para su integración en la vida universitaria.

Mecanismos para la revisión y mantenimiento de los materiales y servicios disponibles

El mantenimiento de todos los servicios e infraestructuras descritos, se realiza de la siguiente forma. Los centros disponen anualmente de partidas presupuestarias para el mantenimiento de sus infraestructuras, instalaciones y servicios. A través de la Subdirección de infraestructuras y Servicios se realiza el mantenimiento y adquisición de las instalaciones y servicios de uso común. La actualización de materiales y servicios informáticos (actualización de salas de ordenadores, mantenimiento de la red wifi, etc.) es llevado a cabo en la Universidades por parte de los vicerrectorados correspondientes. Por último, otro tipo de obras o instalaciones de mayor envergadura se canalizan a través del Comisionado de infraestructuras, dependiente a su vez del Vicerrectorado de Planificación

Además dentro del Sistema de Garantía Interna de calidad del centro existe un capítulo referido a los Recursos y Servicios: Capítulo 11: Recursos y Servicios. El objeto del documento es mostrar los mecanismos por los que la Escuela Técnica Superior de Ingenieros, como centro de adscripción del máster, gestionaría de forma adecuada sus servicios y recursos

materiales, analizando los resultados de la gestión y aplicando la mejora continua, a la misma, de forma habitual y sistemática.

Para alcanzar todos estos objetivos se cuenta con dos procedimientos documentados:

Procedimiento para gestión de los recursos materiales y el Procedimiento para la gestión de los servicios

La Comisión de Garantía de Calidad de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería, con periodicidad anual o inferior ante situaciones de cambio, ha de realizar un informe de los recursos materiales y servicios del centro así como de los índices de satisfacción, reclamaciones y procesos abiertos relacionados con los mismos, elaborando finalmente propuestas para subsanar debilidades detectadas. Estas propuestas se remiten al Equipo Directivo para su aprobación o/y remisión a la Junta de Escuela.

7.2. Previsión

Los recursos existentes son adecuados para el desarrollo de las enseñanzas actuales que se desarrollan en los centros y para el título de máster propuesto en esta memoria por lo que no se prevén necesidades adicionales para su implantación.

Si fuera necesario, se planificarían reformas en los espacios docentes que permitieran adaptar la capacidad de esos espacios a los nuevos requerimientos docentes en función del presupuesto disponible en cada período de ejecución presupuestaria.

8. RESULTADOS PREVISTOS

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

Como el Máster propuesto es la transformación de un Programa de Doctorado, a continuación se muestran los resultados de los últimos bienios, que en resumen han sido (se incluyen datos de la Universidad de La Rioja porque los profesores colaboran dentro de la Universidad de Vigo):

Bienio 2006/2008	Alumnos matriculados			
	Univ. de Vigo	Univ. La Rioja	Univ. País Vasco/ Euskal Herriko Unibertsitatea	Univ. Burgos
Primer curso	6	7	9	1
Segundo curso	5	5	2	
Superado el DEA	5	5	2	

Bienio 2005/2007	Alumnos matriculados		
	Univ. de Vigo	Univ. La Rioja	Univ. País Vasco/ Euskal Herriko Unibertsitatea
Primer curso	4	2	11
Segundo curso	4	2	6
Superado el DEA	3	2	6

Bienio 2004/2006	Alumnos matriculados		
	Univ. de Vigo	Univ. La Rioja	Univ. País Vasco/ Euskal Herriko Unibertsitatea
Primer curso	4	2	10
Segundo curso	4	2	4
Superado el DEA	4	2	3

Estos datos, que corresponden a los períodos docentes y de investigación del programa de doctorado de procedencia, son los que se consideran datos de partida para la estimación de indicadores del Máster. Se observa una cierta heterogeneidad en el ritmo de graduación de cada Universidad, debido a la diferencia de tipos e estudiantes de doctorado. Los datos son reveladores del éxito del programa y de su calidad científico-técnica, lo que, justifica sobradamente su transformación a Máster Universitario. Se entiende que la obtención del DEA en el programa de doctorado es el logro académico equivalente a la futura obtención del título de Máster. Se estima que,

como mínimo, se mantendrá la demanda de estos estudios, por el interés profesional y social descrito en 2.1, y que la tasa de graduación se verá ligeramente favorecida por la actividad de movilidad de profesores y estudiantes descrita en 5.2.

La tabla adjunta muestra los indicadores previstos para el Máster

Parámetro medio	Porcentaje previsto%
Tasa de graduación	94
Tasa de abandono	6
Tasa de eficiencia	95

8.2. Progreso y los resultados de aprendizaje de los estudiantes

La valoración de los resultados de aprendizaje de los alumnos se realizará de acuerdo con los criterios de evaluación de cada materia, siguiendo los procedimientos de Garantía de Calidad del Máster. Este sistema estará alineado con los programas del Sistema de Garantía de la Calidad de las diferentes Escuelas a las que está adscrito, con las características que se extraerán de los documentos adjuntos.

Burgos-SGICT (Verifica) 22-07-08.pdf
SistemaGarantia País Vasco.pdf
SistemaGarantia-VIGO rev.pdf

Como Universidad coordinadora, los sistemas para valorar el progreso y los resultados de aprendizaje de los estudiantes en la E.T.S.I. Industriales de Vigo están contenidos en el Procedimiento – Análisis y medición de resultados. Dicho método está concebido de acuerdo a los criterios esbozados en el Sistema de Garantía Interno de la Calidad de la Universidad de Vigo (<http://webs.uvigo.es/webcalidad/index.htm>).

9. GARANTÍA DE CALIDAD

9.1 Información sobre el sistema de garantía de calidad

Órgano y personal responsable del seguimiento y garantía de la calidad del Programa

La responsabilidad final de garantía de la calidad del Máster corresponde a cada uno de los centros de cada Universidad que lo organiza y desarrolla. Al ser un Máster interuniversitario, el procedimiento de evaluación del Programa será el de Autoevaluación del Máster, siendo el presidente de dicho comité el responsable del sistema de garantía de calidad. Los Servicios de cada Universidad prestarán la ayuda y el asesoramiento necesarios para que el Máster reúna los niveles de calidad exigidos por las instituciones competentes y cumpla los requisitos exigidos para su aprobación.

Institucionalmente, cada Universidad realizará el seguimiento y garantía de la calidad del Programa de Máster de Investigación en Ingeniería Térmica, con la coordinación necesaria con cada Vicerrectorado competente en materia de Máster de Investigación: el Vicerrectorado de Titulaciones y Convergencia Europea (UVigo), Vicerrectorado de Estudios de Grado y de Posgrado (UPV/EHU) y el Vicerrectorado de Ordenación Académica y Espacio Europeo (UBU). En el sistema de garantía de calidad, que necesariamente estará vinculado a acciones de seguimiento y de mejora de la misma, colaborarán también el Área de Calidad (UVigo), Cátedra de Calidad (UPV/EHU) y la Unidad Técnica de Calidad (UBU) y los agentes implicados en el Programa (órgano responsable/coordinador del programa, personal docente e investigador, profesionales externos a la Universidad, alumnos, personal de administración y servicios)

La responsabilidad de la Autoevaluación será del “Comité de Autoevaluación del Máster”. Este Comité de Autoevaluación estará integrado por entre 6 y 8 miembros con conocimiento del Máster. El presidente del Comité será un miembro de la Comisión Académica del mismo y se incorporará profesorado, un PAS y un alumno. Todo ello acorde con la metodología de evaluación institucional proporcionada por el Servicio de Evaluación Institucional siguiendo las directrices de la agencia autonómica y/o estatal.

El órgano responsable de la coordinación de la evaluación interna del Máster es la Comisión Académica del mismo.

Procedimientos generales para evaluar el desarrollo y calidad del Programa

El procedimiento de evaluación del Programa será el de auto-evaluación. Para ello se constituirá un Comité de Coordinación compuesto por personal investigador y doctorandos, uno de cada universidad participante. Estará presidido por el coordinador del Programa. Se reunirá, como mínimo, una vez al año. Los aspectos más relevantes de las reuniones que celebre el Comité se recogerán por escrito. En este

sentido, el Programa contará con un archivo que recogerá todos los documentos que se vayan generando durante la implantación del mismo (propuestas, actas, informes)

El sistema de garantía interna de la calidad del Máster de Investigación habrá de realizarse de modo específico, y estará alineado adecuadamente con los programas del Sistema de Garantía de la Calidad de las diferentes Escuelas con las características que se muestran en los documentos adjuntos.

Burgos-SGICT (Verifica) 22-07-08.pdf
SistemaGarantia País Vasco.pdf
SistemaGarantia-VIGO rev.pdf

Criterios y procedimientos de actualización y mejora del Programa

El órgano responsable/coordinador del Programa se reunirá, al finalizar el curso académico, con los profesores para revisar los contenidos del mismo y valorar la actualización de los mismos, atendiendo a criterios de pertinencia, relevancia y coherencia curricular.

Calendario

El Título de Máster propuesto sustituye al actual Programa de Doctorado Interuniversitario en Ingeniería Térmica organizado por las Universidades del País Vasco/ Euskal Herriko Unibertsitatea, Burgos y Vigo, según la resolución del 16 de Julio de 2008 de la Dirección general de Universidades sobre diversos aspectos relativos a las enseñanzas de Máster y doctorado en la nueva ordenación universitaria, se extingue en el curso 2008/2009, dado que se trata de un Programa de Doctorado regulado según el Real Decreto 778/1998.

En este contexto:

1. Para los alumnos de nueva matriculación, en el caso de que la presente solicitud se acepte y finalmente se implante el Máster propuesto, no se necesitan procedimientos específicos para efectuar una transición ordenada y sin perjuicio para los mismos.
2. Los alumnos que, habiendo superado el bienio 2006/2008 y superado el Diploma de Estudios Avanzados, deseen proseguir su carrera investigadora, se verán afectados en lo que respecta a las normas relativas al tribunal, defensa y evaluación de la tesis doctoral, que deberá regirse según lo ordenado en el real Decreto 1393/2007. Por tanto, en estos casos, se deberá cumplir el artículo 21 sobre la tesis doctoral, del citado Real Decreto. En esta situación se encuentran NN alumnos/as cuyo proyecto de tesis ha sido presentado para su aprobación por la actual Comisión de Tercer Ciclo.
3. Los alumnos que, matriculados en el bienio 2007/2009, hayan superado el primer curso y estén en trámites de la elaboración y defensa del trabajo para obtener el Diploma de Estudios Avanzados, podrán seguir sus estudios de posgrado conforme al Real Decreto 778/1998 que es la norma reguladora de los estudios que han comenzado. En esta situación se encuentran NN alumnos/as.

En los dos casos, es competencia de la Comisión Académica velar por que la formación de estos alumnos se rija por los decretos correspondientes.

Con respecto al calendarios de implantación del Máster propuesto, éste se prevé que se inicie en el curso 2009-2010.

A continuación se muestra el cronograma donde se recoge el proceso de implantación (fechas aproximadas) de los nuevos planes de estudios conducentes al título de Máster Universitario en Ingeniería Térmica por la Universidad de Vigo.

ACCIÓN	RESPONSABLE	OBSERVACIONES	PLAZOS
Elaboración y aprobación de la propuesta de plan de estudios	Junta de Centro		31/10/08
Remisión de la documentación a la Comisión de Estudios de Posgrado a la Universidad de Vigo	Vicerrectorado de Titulaciones y Convergencia Europea	Recogida de alegaciones	Antes del 30 de Noviembre
Difusión de la solicitud a la Comunidad Universitaria			
Revisión de la propuesta de plan de estudios e informe	Comisión de Estudios de Posgrado	Informe de viabilidad	
Emisión de informe favorable sobre la propuesta de plan de estudios	Consello Social de la Universidad de Vigo		Antes del 15 de Diciembre
Aprobación de la propuesta de plan de estudios	Consello de Goberno de la Universidad de Vigo		Antes del 20 de Diciembre
Emisión de informe sobre la propuesta de plan de estudios	Consello Galego de Universidades		Diciembre 08- Febrero 09
Emisión de informe sobre la propuesta de plan de estudios	ANECA		Fecha aproximada 30/05/09
Constitución de la Comisión Académica y aprobación del reglamento de régimen interno	Centro Comisión académica		Mayo 09
Difusión del Máster y guía de la titulación	Centro Comisión académica		Desde mayo 09
Preinscripción	Centro Comisión académica		Julio/09
Matricula	Centro Comisión académica		Septiembre/09
Inicio de docencia del Máster Universitario	Centro Comisión académica		Septiembre/09

Así mismo, se incluye una tabla que recoge el procedimiento de adaptación de estudiantes de los estudios existentes del Programa de Doctorado a los nuevos estudios de Máster para aquellos alumnos que deseen adaptar sus estudios.

Tabla de adaptación de estudios			
Programa de Doctorado en Ingeniería Térmica (RD 778/1998) Asignaturas del Período de docencia	Créditos	Máster en Ingeniería Térmica (RD 1393/2007) Asignaturas correspondientes	Créditos
Termodinámica industrial de fluidos	3	Termodinámica industrial de fluidos	4
Determinación de propiedades termodinámicas de fluidos de interés industrial	3	Determinación de propiedades termodinámicas de fluidos de interés industrial	4
Eficiencia energética en la edificación	3	Eficiencia energética en la edificación	4
Calidad de aire interior y ventilación en locales colectivos, comerciales y domésticos	3	Calidad de aire interior y ventilación en locales colectivos, comerciales y domésticos	4
Análisis energético y exergético	3	Análisis energético y exergético	4
Modelización y simulación numérica de procesos de combustión y generación de contaminantes	3	Modelización y simulación numérica de procesos termodinámicos	4
Diseño de experimentos y análisis de resultados en combustión	3	Técnicas estadísticas aplicadas a la experimentación	4
Aplicaciones de la mecánica de fluidos computacional a la industria del automóvil	3	Aplicaciones de la mecánica de fluidos computacional a la industria	4

HORARIO PRIMER CUATRIMESTRE (MÓDULO GENERAL)

Tipo	Materia	Semana	Horario	Profesores	Universidad imparte	EC TS	Horas de Aprendizaje		
							Teoría	Prácticas	Trabajo personal
OB	Introducción a la Investigación	1 a 5	Miércoles	Míguez Tabarés, José Luis Montero García, Eduardo, Porteiro Fresco, Jacobo Sala Lizarraga, José María Morán González, Jorge C Granada Álvarez, Enrique	Vigo UPV/EHU Burgos	8	15	65	120
OB	Complemento prácticum	1 a 7	Jueves y viernes	Míguez Tabarés, José Luis Montero García, Eduardo, Porteiro Fresco, Jacobo Sala Lizarraga, José María Morán González, Jorge C Granada Álvarez, Enrique	Vigo UPV/EHU Burgos	12	20	160	180
OP	Técnicas estadísticas aplicadas a la experimentación	8 y 9	Miércoles, jueves y viernes	Granada Álvarez, Enrique	Vigo	4	20	20	60
OP	Termodinámica Industrial de Fluidos	8 y 9	Miércoles, jueves y viernes	Alonso Tristán, Cristina	Burgos	4	20	20	60
OP	Análisis energético y exergético	10 y 11	Miércoles, jueves y viernes	Juárez Castelló, Manuel Celso	Vigo	4	20	20	60
OP	Determinación de propiedades termodinámicas de fluidos de interés industrial	10 y 11	Miércoles, jueves y viernes	Alonso Tristán, Cristina	Burgos	4	20	20	60
OP M-II	Sistemas térmicos avanzados basados en energías alternativas: Solar	12 y 13	Miércoles, jueves y viernes	Morán González, Jorge C., Montero García, Eduardo, Díez Mediavilla, Montserrat,	Vigo Burgos	4	20	20	60

HORARIO SEGUNDO CUATRIMESTRE (MÓDULOS INTENSIFICACIONES)

Tipo	Materia	Semana	Horario	Profesores	Universidad imparte	ECT S	Horas de Aprendizaje		
							Teoría	Prácticas	Trabajo personal
OP M-II	Sustentabilidad y análisis del ciclo de vida en la edificación	1 y 4	Miércoles,	Del Portillo Valdés, Luis Alfonso	UPV/EHU	4	10	30	60
OP M-III	Modelización de sistemas mecánicos	1 a 4	Miércoles,	Vilán Vilán, José Antonio	Vigo	4	10	30	60
OP M-II	La termoeconomía en el cálculo del contenido energético de materiales y elementos de la construcción	1 a 4	Jueves y viernes	Sala Lizarraga, José María	UPV/EHU	4	20	20	60
OP M-III	Modelización y simulación numérica de procesos termofluidodinámicos	1 a 4	Jueves y viernes	Martín Ortega, Elena	Vigo	4	20	20	60
OP M-II	Transferencia de humedad a través de cerramientos y técnicas de ensayo para su caracterización	5 a 8	Miércoles,	Gómez Arriaran, Iñaki	UPV/EHU	4	20	20	60
OP M-III	Modelización de la combustión de biomasa	5 a 8	Miércoles,	Porteiro Fresco, Jacobo	Vigo	4	20	20	60
OP M-II	Calidad del aire interior y ventilación en locales colectivos, comerciales y domésticos	5 a 8	Jueves y viernes	Del Campo Díaz, Víctor	UPV/EHU	4	20	20	60
OP M-III	Aplicaciones de la mecánica de fluidos computacional a la industria	5 a 8	Jueves y viernes	Paz Penín, M ^a Concepción	Vigo	4	20	20	60
OP M-II	Eficiencia energética en la edificación	9 y 10	Miércoles, jueves y viernes	Montero García, Eduardo, López González, Luis María	Burgos Vigo	4	20	20	60
OP M-III	Análisis numérico de sistemas térmico-fluido-dinámicos mediante analogía eléctrica	9 y 10	Miércoles, jueves y viernes	Zueco Jordán, Joaquín	Vigo	4	20	20	60
OP M-II	Sistemas térmicos avanzados basados en energías alternativas: Biocombustibles	11 y 12	Miércoles, jueves y viernes	Míguez Tabarés, José Luis Montero García, Eduardo	Vigo Burgos	4	20	20	60