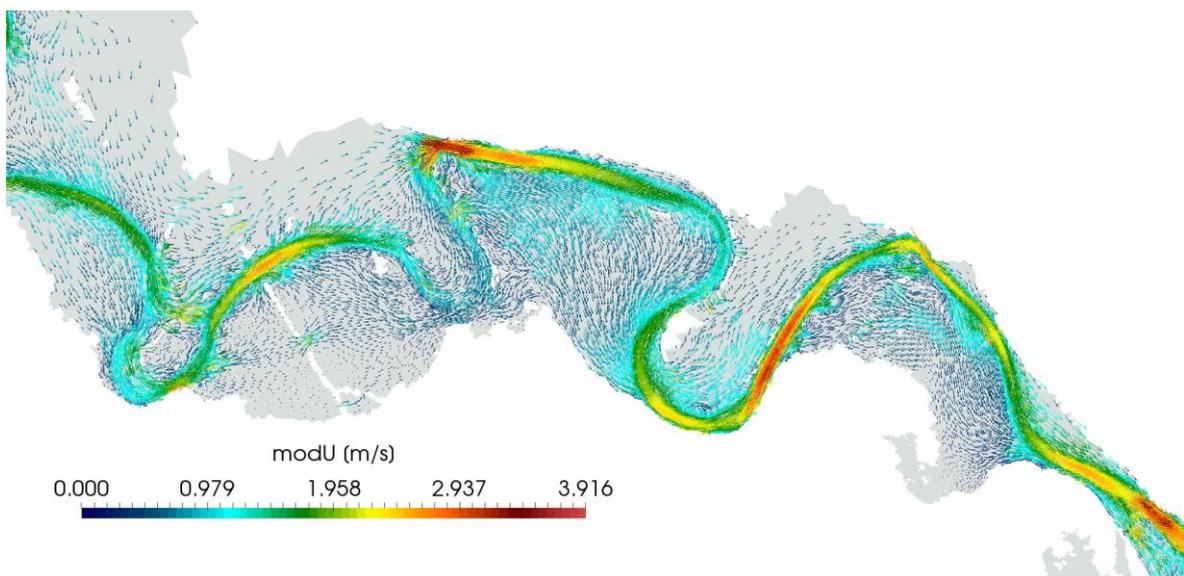


Laboratorio de Investigación en Fluidodinámica y Tecnologías de la Combustión

LIFTEC

Centro Mixto
Consejo Superior de Investigaciones Científicas
Universidad de Zaragoza



Memoria de Actividades Año 2016

ÍNDICE

1. EI LIFTEC	1
1.1 Historia.....	1
1.2 Sede	3
1.3 Personal.....	4
2. Líneas de investigación	7
2.1 Combustión y energía	7
2.1.1 Combustión industrial	7
2.1.2 Pilas de combustible.....	10
2.2 Fluidodinámica.....	13
2.2.1 Ingeniería de fluidos	13
2.2.2 Hidrología e hidráulica	17
2.3 Recursos computacionales.....	21
3. Proyectos y Contratos	23
3.1 Proyectos de investigación con financiación pública	23
3.2 Proyectos de investigación con financiación industrial	26
3.3 Otros contratos y convenios con Administraciones.....	31
4. Publicaciones	33
4.1 Publicaciones en revistas incluidas en SCI.....	33
4.2 Otras publicaciones	37
4.3 Presentaciones en congresos.....	38
4.4 Tesis doctorales.....	40
4.5 Trabajos fin de Máster presentados.....	41
4.6 Proyectos fin de carrera presentados	42
4.7 Trabajos fin de grado presentados	43
5. Invenciones	47
5.1 Cartera de Patentes.....	47
5.2 Prototipos.....	49
6. Cursos, Presentaciones y Divulgación	51
6.1 Másteres oficiales	51
6.2 Estudios propios.....	52
6.3 Grados	53
6.4 Actividades de divulgación.....	55

1.1 HISTORIA

El Laboratorio de Investigación en Fluidodinámica y Tecnologías de la Combustión (LIFTEC) es un centro mixto entre el Consejo Superior de Investigaciones Científicas y la Universidad de Zaragoza, ubicado en Zaragoza creado por convenio de 15 de noviembre de 2011. Es continuación del Laboratorio de Investigación en Tecnologías de la Combustión (LITEC) creado a su vez por convenio de 20 de mayo de 1991 como centro mixto participado por el CSIC y la Diputación General de Aragón, y modificado en agosto de 1999, para dar entrada a la Universidad de Zaragoza. El Laboratorio en sus inicios se dedicó preferentemente al estudio de la combustión, partiendo desde sus aspectos más básicos hasta sus aplicaciones tecnológicas. Posteriormente, el campo de investigación se ha extendido a otras líneas dentro de las áreas de la Mecánica de Fluidos, Ingeniería Química e Ingeniería Medioambiental. El trabajo del LIFTEC incluye técnicas experimentales, computacionales y analíticas. Se definen dos líneas principales de investigación: *Combustión y Energía y Fluidodinámica*, divididas a su vez en las sublíneas de *Combustión Industrial, Pilas de Combustible, Ingeniería de Fluidos e Hidrología e Hidráulica*.

Las actividades de LIFTEC se desarrollan en el Campus Universitario Río Ebro. En sus inicios, en la parcela F 2 del Plan Especial del Área 5 del Polígono Actur-Puente de Santiago de Zaragoza, la DGA construyó una nave industrial de una sola planta de 17 x 20 m (340 m²), para albergar la primera instalación experimental consistente en un combustor de 500 Kw de potencia. En 1995, ante la escasez de espacio, especialmente de despachos, el CSIC construyó una ampliación de la nave existente, añadiendo dos anexos: un edificio de oficinas de 12 x 18 m (216 m²) con dos plantas y un total de 305 m² de superficie de despachos y una nave de laboratorio de una sola planta de 14 x 18 m (252 m²) que, en su momento, debido a restricciones presupuestarias, quedó sin acondicionar. En el año 2002 la nave se completó dividiéndola en dos plantas que albergan 2 laboratorios y una amplia sala de 82 m² para becarios y colaboradores. En el año 2004 se añadió un almacén para combustibles sólidos. Finalmente, en el año 2010 se ha construido un anexo de 42 m² distribuidos en dos plantas por un total de 40.000 € aportados por el CSIC para ubicar los vestuarios, ya que los existentes no disponían del espacio mínimo exigido por la legislación vigente.

Adicionalmente, también se desarrollan actividades en los laboratorios de investigación del área de Mecánica de Fluidos de la Escuela de Ingeniería y Arquitectura (EINA) de la Universidad de Zaragoza, en cuyo edificio Torres Quevedo se ubican los despachos del personal universitario de plantilla adscrito al LIFTEC.

A lo largo de sus 25 años de funcionamiento, el LIFTEC se ha consolidado como un centro de referencia en el ámbito nacional, e incluso internacional, en los campos de combustión y fluidodinámica. Dispone de instalaciones y plantas piloto, que pueden clasificarse dentro de la categoría de 'instalaciones singulares', y que son únicas a nivel nacional. Un dato que demuestra la actividad y dinamismo del centro son los más de 12 M€ obtenidos de proyectos desde su creación.

1.2 SEDE

La dirección del LIFTEC es:

Laboratorio de Investigación en Fluidodinámica y Tecnologías de la Combustión
María de Luna, 10
50018 – Zaragoza
Tel. 976 506520
Web: <http://www.liftec.unizar-csic.es>

La dirección del Área de Mecánica de Fluidos es:

Edificio Torres Quevedo
Escuela de Ingeniería y Arquitectura (EINA), Universidad de Zaragoza
María de Luna, 3
50018 - Zaragoza
Tel. 976 761881 Fax 976 761882
Web: <http://www.unizar.es/amf>

1.3 PERSONAL

DIRECTOR: Dr. Luis Valiño García (CSIC)

VICEDIRECTORA: Dra. Pilar García-Navarro (Universidad de Zaragoza)

GERENTE: Dña. Isabel Dendariena Ortiz de Zárate (CSIC)

Investigadores Científicos del CSIC

Dr. Antonio Lozano Fantoba	Ext. 201	alozano@liftec.unizar-csic.es
Dr. Luis Valiño García	Ext. 203	valino@liftec.unizar-csic.es

Científicos Titulares del CSIC

Dr. Félix Barreras Toledo	Ext. 202	felix@liftec.unizar-csic.es
Dr. Santiago Jiménez Torrecilla	Ext. 209	yago@liftec.unizar-csic.es

Catedráticos de la Universidad de Zaragoza

Dr. Javier Ballester Castañer	976762153	ballester@unizar.es
Dr. César Dopazo García	876555054	dopazo@unizar.es
Dr. Norberto Fueyo Díaz	976762959	Norberto.Fueyo@unizar.es
Dra. Pilar García-Navarro	876555057	pigar@unizar.es
Dr. Guillermo Hauke Bernardos	876555055	ghauke@unizar.es

Profesores Titulares de la Universidad de Zaragoza

Dr. Luis Aísa Miguel	876555055	laisa@unizar.es
Dr. Francisco Alcrudo Sánchez	876555314	alcrudo@unizar.es
Dr. Ricardo Aliod Sebastián	974239329	raliod@unizar.es
Dr. Jorge Barroso Estébanez	876555247	barroso@liftec.unizar-csic.es
Dr. Javier Blasco Alberto	876555048	jablasal@unizar.es
Dra. Pilar Brufau García	876555051	brufau@unizar.es
Dr. José Ignacio García Palacín	976762518	ignacio@unizar.es
Dr. Jesús J. Martín Yagüe	876555245	jjmartin@unizar.es
Dr. Antonio Pascau Benito	876555056	pascau@unizar.es

Científicos Contratados del CSIC

Dr. Radu Mustata	Ext. 204	radu@liftec.unizar-csic.es
Dr. Daniel Caviedes Voullième		daxav@unizar.es

Profesores Contratados de la Universidad de Zaragoza

Dr. Esteban Calvo Bernad	876555312	calvober@unizar.es
Dr. Luis Cerecedo Figueroa	976762672	cerecedo@liftec.unizar-csic.es
Dr. Juan Antonio García Rodríguez	876555313	juanto@unizar.es
Dr. César González Cebollada	974292660	cesargon@unizar.es
Dr. Javier Murillo Castarlenas	876555317	Javier.Murillo@unizar.es

Personal Técnico

D. Alberto Campos Aybar	Ext. 122	alberto@liftec.unizar-csic.es
D. Luis Ojeda Arcas	Ext. 121	lojeda@liftec.unizar-csic.es
D. J. Antonio Picazo Alda	Ext. 207	picazo@liftec.unizar-csic.es
D. Antonio Pina Artal	Ext. 205	antonio@liftec.unizar-csic.es
D. Isaac Calvo Torras	Ext. 110	

Personal Administrativo

Dña. Isabel Dendariena Ortiz de Zárate	Ext. 101	isabel@liftec.unizar-csic.es
Dña. Olga Cebolla Pérez	876555053	olgac@unizar.es
Dña. M ^a Dolores Márquez Ortiz	Ext. 103	lola@liftec.unizar-csic.es

Contratados

Dña. Laura Álvarez Manuel	Ext. 208	lalvarez@liftec.unizar-csic.es
D. Ramón Chordá Pérez		rchord@unizar.es
Dra. Ana Cubero García		anac@unizar.es
Dña. Susana García Asín		susanag@unizar.es
D. Eduardo Gimeno Escobedo		611519@unizar.es
Dr. Antonio Gómez Samper		antgomez@unizar.es
D. Pedro Horno Maggioni		
D. Ennio Giovani Luciano	Ext. 240	eluciano@liftec.unizar-csic.es
D. Adrián Martínez Lipe	Ext. 260	
Dr. Carlos Montañés Bernal		mmontan@unizar.es
Dr. Mario Morales Hernández		mmorales@unizar.es
D. Jaime Nieto Usón	Ext. 240	
D. Andrés Bueno Mairal	Ext. 110	
Dra. Pilar Remacha Gayán	Ext. 210	remacha@liftec.unizar-csic.es
D. Vicente Roda Serrat	Ext. 110	vroda@liftec.unizar-csic.es
D. Alberto Sánchez Insa		
D. David Serrano García	Ext. 260	dserrano@liftec.unizar-csic.es
Dr. Álvaro Sobrino Calvo	Ext. 240	asobrino@liftec.unizar-csic.es
D. Angel Soria Lozano	Ext. 240	asoria@liftec.unizar-csic.es

Contratados predoctorales

D. Diego Irisarri Jiménez	FPU		dirijim@unizar.es
D. Asier Lacasta Soto	FPI		alacasta@unizar.es
D. Álvaro Muelas Expósito	FPU	Ext. 260	amuelas@liftec.unizar-csic.es

* Para llamar a los teléfonos con número de extensión hay que marcar 976506520 y el número de extensión.

2.1 COMBUSTIÓN Y ENERGÍA

La línea de investigación de Combustión y Energía se inicia con la creación del LIFTEC, y en estos momentos se encuentra fuertemente consolidada. Integra dos sublíneas:

- Combustión Industrial
- Pilas de combustible

2.1.1 COMBUSTIÓN INDUSTRIAL

Esta sublínea incluye todos los aspectos de la combustión, teóricos, experimentales y numéricos, abordados desde un punto de vista físico. Se presta una especial atención a la investigación aplicada y a su vertiente industrial. En particular, se pueden señalar los siguientes temas

2.1.1.1 Actividades

(1) Estudio de llamas de escala semi-industrial de combustibles gaseosos, líquidos o sólidos pulverizados.

El LIFTEC dispone de un combustor de 500 kW que permite el estudio de llamas de escala semi-industrial quemando tanto combustibles gaseosos como líquidos o sólidos pulverizados (carbón). La instrumentación disponible permite estudiar tanto los parámetros globales (transferencia de calor, emisiones contaminantes) como la distribución espacial dentro de la llama de numerosas variables (temperatura, 7 especies químicas, velocidad del gas).

(2) Formación y deposición de cenizas en sistemas de carbón pulverizado. Estudios experimentales y desarrollo de métodos predictivos.

Mediante técnicas experimentales y computacionales se estudian los procesos de transformación de la materia mineral del carbón desde su inyección a la cámara de combustión hasta su emisión final a la atmósfera o su captación por deposición sobre las superficies de transferencia de calor de la caldera. El objetivo es desarrollar métodos predictivos y de ensayo que permitan analizar el comportamiento de las cenizas en calderas de generación de energía que utilizan carbón pulverizado.

(3) Sistemas avanzados de diagnóstico y control para combustión industrial.

Se están desarrollando nuevos métodos de diagnóstico aplicables a sistemas industriales de combustión, basados en técnicas de procesamiento de imágenes y

análisis espectral de fluctuaciones de presión. El objetivo final es desarrollar nuevos sistemas de monitorización de llamas industriales, y su incorporación en sistemas de control inteligente de procesos.

(4) Equipos y estrategias para control de las emisiones de óxidos de nitrógeno en combustión de gas natural, fuel oil y carbón pulverizado.

Se estudian diversas tecnologías de reducción de emisiones de NO_x: quemadores de bajo NO_x (patentado), escalonamiento de aire y *reburning* con gas natural. El objetivo es tanto estudiar en detalle el comportamiento de estos sistemas como identificar las condiciones óptimas de implementación en sistemas reales de generación de energía.

(5) Simulación de la combustión y transferencia de calor en equipo industrial.

Se desarrollan y aplican modelos de combustión y transferencia de calor para la simulación, mediante técnicas de Fluidodinámica Computacional, de equipos industriales tales como: calderas de gas, fuel-oil y carbón para la generación de energía eléctrica; hornos de fusión de vidrio; intercambiadores de calor y condensadores.

(6) Combustión de biomasa

Caracterización y combustión de distintos residuos vegetales (serrines, orujillo). Estudio de distintas estrategias de combustión, con o sin participación de otros combustibles tradicionales (gas o carbón).

2.1.1.2 Técnicas, equipos e instalaciones.

- Combustor de escala semi-industrial (0.5 MW) diseñado para quemar gas, fuel o sólidos pulverizados en el que se realizan ensayos de diversos equipos y estrategias de combustión.
- Medidas puntuales de temperaturas (termopar de hilo fino, pirómetro de succión), velocidad (tubos de impacto direccionales), transferencia de calor (radiómetro elipsoidal, flujo total), carga de partículas (sonda de muestreo) y concentración de gases (diversos tipos de sondas de muestreo, sistema de tratamiento y analizadores en continuo para O₂, CO, CO₂, NO/NO_x, SO₂, HC, NH₃, HCN, H₂O).
- Reactor tubular e instrumentación asociada para caracterización de la combustión, la formación y la deposición de cenizas en combustión de carbón y otros materiales.
- Combustor de laboratorio de 100 kW para combustibles ligeros
- Técnicas de procesado de imágenes y espectro acústico para caracterización de llamas industriales.
- Se dispone así mismo de equipos para determinación de concentración de productos intermedios mediante técnicas espectroscópicas (LIF, PLIF, Raman): láser sintonizable de colorante bombeado por Nd: YAG, sistema de cámara ICCD, etc.

2.1.1.3 Objetivos

- Ejecutar I+D viable en combustión de gases, líquidos (fuel residual, aceites usados, mezclas líquidas de carbones) y carbones (lignitos, antracitas, hullas).
 - Combustión de carbón
 - Quemadores de bajos No_x
 - Combustión escalonada con gas natural
 - Reducción emisiones de partículas.
 - Escorificación y ensuciamiento
 - Combustión de fuel-oil: Quemadores de bajos NO_x y combustión de emulsiones
 - Combustión de aceites usados: Pretratamiento de los aceites y caracterización y reducción de emisiones
- Asesorar a empresas en tecnologías de uso (aditivación para mejorar combustión o reducir emisiones, cambios de parámetros de operación, modificaciones de instalaciones, selección de nuevos equipos, etc.)
- Diseñar y construir sondas, sensores e instrumentación de combustión.
 - Sondas de medida en flujos con combustión (concentraciones, partículas, velocidad, temperatura, radiación de calor)
 - Sondas/sensores ópticos para combustión y flujos bifásicos.

2.1.2 PILAS DE COMBUSTIBLE

La sublínea de Pilas de Combustible se inició en el LIFTEC en el año 2002, con la integración en la “Red de Pilas de Combustible y Baterías Avanzadas” organizada por el CSIC. La investigación comprende tanto aspectos científicos como tecnológicos. Por un lado se estudian los complejos procesos fluidodinámicos que tienen lugar en las pilas de combustible, por medio de simulaciones numéricas y técnicas experimentales. Por otro lado se intenta resolver una serie de problemas tecnológicos tales como el diseño y fabricación de placas bipolares, la optimización del sistema de sellado o el diseño de sistemas de refrigeración.

2.1.2.1 Actividades.

(1) *Estudio de la fluidodinámica de las pilas de combustible.*

- Desarrollo de códigos numéricos propios para el estudio de los fenómenos fluidodinámicos que ocurren dentro de las pilas de combustible poliméricas.
- Estudio mediante la simulación numérica bi- y tri-dimensional del transporte de gases, protones e iones en una pila de combustible con membrana de intercambio de protones.
- Simulación numérica del flujo de gases en las placas bipolares de pilas poliméricas.
- Análisis de la formación y condensación de agua dentro de la pila. Desarrollo de estrategias para la extracción de la misma por el cátodo.
- Estudio experimental de la visualización de los patrones del flujo de gases y la medida del campo de velocidad en placas bipolares.
- Análisis del comportamiento del flujo gaseoso detrás de la capa difusora.
- Optimización de los sistemas de distribución del flujo de gases en pilas de combustible poliméricas.

(2) *Optimización y análisis del funcionamiento de pilas formadas por varias unidades (stack).*

- Diseño y fabricación de placas bipolares y terminales geometrías de flujo de gases óptimas.
- Optimización del montaje de los conjuntos membrana-electrodos (MEA) y las diferentes celdas que forman una pila.
- Optimización del sellado de los stacks.
- Evaluación del funcionamiento de monoceldas o pequeños stacks para diferentes condiciones de trabajo.

2.1.2.2 Técnicas, equipos e instalaciones.

Se dispone de equipos para aplicar las siguientes técnicas:

- Banco de ensayos para la evaluación del funcionamiento de pilas de tipo PEM. Esta instalación posee dos líneas para cada gas (H₂ y O₂) con controladores máxicos que permiten trabajar con un rango de caudales desde 1,2 NI/min hasta 100 NI/min. Dispone también de sendos sistemas

uno para la humidificación de los gases reactantes con un control preciso de la temperatura, presión y humedad relativa de los mismos, y otro para la desecación de los gases de salida de la pila que permite la medida exacta del agua producida por reacción química, y un control de presión de salida para poder trabajar en régimen de sobrepresión. El banco se puede operar de forma manual o automática utilizando un paquete de software desarrollado sobre LabVIEW. Para evaluar el funcionamiento y el comportamiento electroquímico de las pilas el banco dispone de dos cargas electrónicas (300 W y 1 Kw).

- Sistema de deposición de tintas catalíticas por atomización asistida.
- Prensa de laboratorio con un área de 300x300 mm y control simultáneo del tiempo, presión y temperatura para la formación de los conjuntos membrana electrodos.
- Autómata programable para la dispensación automática de juntas líquidas para pilas de combustible de tipo PEM.
- Sistema de suministro y control de gases para pruebas en monoceldas y pequeños stacks.
- Equipo Autolab de la Firma ECO-CHEMIE, compuesto por un potencióstato-galvanostato PGSTAT-320, módulo FRA-2 y una "workstation" para la caracterización de las MEAs y las pilas empleando espectroscopia de impedancia compleja.
- Láser pulsante de Nd: YAG con doble cavidad (con emisión de luz @ 1064 nm, 532 nm, 355 nm y 266 nm) para visualización de flujos y velocimetría de imagen de desplazamiento de partículas (PIV), que permite obtener medidas simultáneas de dos componentes de la velocidad en planos completos.
- Cámara de CCD de matriz completa de lectura lenta y bajo ruido para la adquisición de las imágenes en los experimentos de visualización de los patrones de flujo.
- 2 cámaras de CCD de matriz interlineada, 8 bits y 30 imág./seg. para los estudios de velocimetría por desplazamiento de imágenes de partículas (framestraddling)
- Dispositivos electrónicos varios (fuente de alimentación, generadores de pulsos y retraso de señales, sincronizadores, obturadores, etc.).

2.1.2.3 Objetivos

- Desarrollar modelos computacionales para la fluidodinámica que incluyan los aspectos relevantes de la física del problema: difusión, condensación, recombinación y reacción química, etc.
- Realizar experimentos sencillos que permitan validar los modelos numéricos.
- Optimización del sistema de distribución del flujo de gases a partir de estudios numérico/experimentales.
- Diseño y fabricación de placas bipolares y terminales con geometrías de flujo óptimas capaces de distribuir los gases uniformemente sobre las capas catalíticas.

- Diseño optimizado de placas bipolares refrigeradas para su uso en pilas de media y alta potencia.
- Estudio de diferentes recubrimientos superficiales para su uso en metales de baja densidad a emplearse como materiales alternativos al grafito para la producción de las placas bipolares y terminales.
- Optimización de los procesos de montaje y fabricación de pilas de tipo PEM.
- Fabricación de pilas tipo PEM de diversas potencias.

2.2 FLUIDODINÁMICA

Al igual que en el caso anterior, esta segunda línea de investigación también se encuentra bien consolidada en el centro. Incluye todos los estudios realizados en el campo de la mecánica de fluidos que no son específicos de combustión. Dentro de esta línea se llevan a cabo actividades tanto computacionales como experimentales, que pueden agruparse en dos sublíneas:

- Ingeniería de fluidos
- Hidrología e hidráulica

2.2.1 INGENIERÍA DE FLUIDOS

2.2.1.1 Actividades.

(1) Cálculo y modelización de flujos turbulentos con reacciones químicas.

Se usan modelos estocásticos y técnicas numéricas de Montecarlo para estimar la evolución de velocidades, temperaturas y concentraciones medias en flujos con/sin reacciones químicas así como parámetros de dispersión (varianzas, correlaciones cruzadas y momentos de orden superior). Se comparan las predicciones con datos experimentales existentes y con resultados de simulación numérica directa. Se han desarrollado nuevas técnicas numéricas para resolver este tipo de flujos.

En la actualidad se están aplicando estas técnicas al uso en LES (“Large Eddy Simulation” en inglés, Simulación de Grandes Torbellinos) para obtener una descripción más precisa de la evolución del flujo.

(2) Simulación numérica directa de mezcla/reacción en flujos turbulentos.

Se utilizan métodos pseudoespectrales y de Lattice-Boltzmann para resolver numéricamente el campo de velocidades y de escalares inertes o reactivos en turbulencia homogénea. Los resultados obtenidos se usan como datos experimentales para el cálculo y modelización de flujos turbulentos con reacciones químicas. También se utilizan estos datos para estudiar el comportamiento topológico de la velocidad y los escalares.

(3) Computación de flujos mediante métodos de elementos finitos.

Desarrollo de métodos de elementos finitos estabilizados para el cálculo de flujos compresibles e incompresibles, laminares y turbulentos. Extensión de estas técnicas a flujos de superficie libre.

(4) Aplicación de redes neuronales artificiales en cinética química.

Se utilizan Redes Neuronales Artificiales para el análisis, la reducción y la representación de sistemas termoquímicos complejos.

(5) Cavitación hidrodinámica como inductora de conversión química.

Se combinan experimentos y simulaciones numéricas de la dinámica de burbujas así como los campos térmicos y de concentración de especies químicas sometidas a las altas temperaturas y presiones típicas del colapso de una burbuja. Se estudian aplicaciones de estos fenómenos, por ejemplo, para depuración de aguas residuales.

(6) Estudio experimental de chorros con partículas/gotas.

Se trabaja sobre chorros axisimétricos de partículas/gotas arrastradas por aire para caracterizar y controlar los fenómenos responsables de la dispersión y mezcla de partículas en el flujo. El estudio incluye la medida de valores medios, varianzas, y correlación de componentes de velocidades en ambas fases; medidas simultáneas de velocidad y tamaño partícula a partícula; y determinación local de flujos másicos. Se aborda por medida simultánea de velocidad y tamaño (PDA) con adquisición y promedio en fase; velocimetría de campo extenso PIV y visualización de flujos. Se ha trabajado con chorros libres, forzados y con rotación.

(7) Desarrollo de técnicas de medida de flujos turbulentos polifásicos.

Se realizan mejoras y adaptaciones de técnicas de velocimetría y granulometría dinámica para el estudio experimental de flujos polifásicos con fase dispersa fina. Entre estas realizaciones se encuentran:

- Determinación tomográfica de la distribución de gotas/partículas por un punto, a partir de medida sobre línea con difractómetro de haz láser.
- Previsión numérica de la señal detectada por un sistema Laser-Doppler LDA o/y PDA: establecimiento de relaciones de calibrado (parámetros de señal Doppler frente a tamaño de partícula/gotas).
- Modelo escalar simplificado para selección de configuración optimizadas en sistemas PDA de medida simultánea de velocidad y tamaño.
- Determinación de flujo másico por PDA.
- Utilización y desarrollo de sistemas de medida de las tres componentes de la velocidad en un plano mediante imágenes estereoscópicas de desplazamiento de partículas.

(8) Atomización de líquidos y formación de gotas.

Se realizan experimentos para el estudio básico de fenómenos de atomización, por presión, asistida por gas o mediante otros procedimientos alternativos (por ejemplo, ultrasonidos). Se ha trabajado tanto en configuraciones planas con láminas líquidas como en geometrías axisimétricas. Se ha analizado la influencia de distintos parámetros (presiones, caudales, viscosidades, tensión superficial). Se han realizado estudios de estabilidad lineal incluyendo viscosidad en líquido y gas.

(9) Diseño y caracterización de boquillas atomizadoras.

Se caracterizan boquillas atomizadoras comerciales y de diseño propio atendiendo a parámetros tales como tamaño medio y distribución de tamaño de gotas, ángulo de atomización, velocidad de gotas y estructura del aerosol. Se diseñan boquillas para usos específicos, por ejemplo para líquidos de muy alta viscosidad o para producción de gotas microscópicas.

2.2.1.2 Técnicas, equipos e instalaciones

Se dispone de equipos para aplicar las siguientes técnicas:

- Velocimetría Láser-Doppler (LDV) para medidas puntuales en flujos turbulentos monofásicos y polifásicos.
- Láser pulsante de Nd:YAG con doble cavidad para visualización de flujos y velocimetría de imagen de desplazamiento de partículas (PIV), que permite obtener medidas simultáneas de tres componentes de la velocidad en planos completos.
- Microflash de luz blanca de 0,5 μ s de duración para fotografía de exposición corta.
- Sistema PDA para la medida simultánea de tamaño y velocidad en dispersiones diluidas (sprays y otros). Se aplican técnicas mejoradas de determinación de flujo y concentración locales de partículas basadas en PDA.
- Difractómetros laser (Malvern 2600, Mastersizer y Spraytec) para medida de la distribución de tamaños de dispersiones de burbujas, gotas y partículas sólidas.
- Fluorescencia planar inducida por láser para medidas de concentración de escalares.
- Sistema de PIV estereoscópico

Además se dispone de las siguientes instalaciones:

- Instalación de atomización abierta con salida de agua y coflujo de aire, con posibilidad de operar en bucle recirculante.
- Túnel de viento con suministro de agua para estudio de flujos bifásicos.
- Instalación para atomización de aceites usados.
- Bucle de cavitación con geometría variable.

Para llevar a cabo los trabajos computacionales se cuenta con numerosas estaciones de trabajo, más dos potentes ordenadores paralelos tipo Beowulf.

Las técnicas numéricas aplicadas son

- Métodos estocásticos (función de densidad de probabilidad o PDF).
- Simulación numérica directa (DNS) con resolución mediante métodos espectrales u otros alternativos.
- Métodos promediados con modelos de cierre (RANS), resueltos mediante diferencias finitas o volúmenes finitos (CFD).

- Elementos finitos.
- Simulación de Grandes Torbellinos (LES).
- Redes neuronales artificiales.

2.2.1.3 Objetivos.

- Modelización, estudio analítico y numérico de los fenómenos básicos de los flujos turbulentos, especialmente de la interacción reacción química-turbulencia.
 - Modelado de procesos físicos.
 - Estudio del cierre de los sistemas de ecuaciones.
 - Aplicación de métodos estocásticos (función de densidad de probabilidad o PDF).
 - Simulación Numérica Directa de flujos turbulentos sin/con reacciones químicas.
 - Simulación de Grandes Torbellinos (LES).
 - Integración de técnicas PDF/LES y PDF/CFD.
- Estudio del impacto medioambiental de diferentes procesos industriales: combustión de residuos tóxicos, vertido y dispersión de contaminantes, incendios forestales, nubes radioactivas, depuración de aguas, etc.
- Simulación numérica de los procesos dinámicos y termoquímicos en una burbuja generada por cavitación hidrodinámica.
- Desarrollo de técnicas avanzadas de diagnóstico óptico para flujos inertes, y con combustión, monofásicos y bifásicos.
 - Detección 2-D de intermedios y productos (PLIF, Raman).
 - Medida simultánea concentraciones/velocidad/tamaño de partículas, etc.
 - Desarrollo de sondas/sensores.
 - Desarrollo de técnicas para sistemas 2D y 3D no estacionarios.
 - Análisis y visualización de datos.
 - Aplicación de técnicas espectroscópicas a llamas con hollín.
 - Desarrollo de técnicas de fluorescencia planar inducida por láser para flujos bifásicos.
- Estudio experimental de flujos de inyección de gotas y partículas.
 - Descripción física de estructura fina de chorros de gotas y partículas sólidas.
 - Caracterización por técnicas de imagen y velocimetría/granulometría dinámica de procesos de mezcla/dispersión/evaporación en sprays y chorros de inyección de polvo.
 - Estudio y desarrollo de aplicaciones técnico-industriales de atomizadores e inyectores de polvo: quemadores; nebulizadores de uso médico; pulverizadores de fabricación de polvos; inyectores de pintura; pulverizadores de uso agrícola, forestal y otros.

- Aplicación de técnicas de laboratorio a flujos industriales

2.2.2 HIDROLOGÍA E HIDRÁULICA

2.2.2.1 Actividades.

(1) *Desarrollo de técnicas numéricas para las ecuaciones de aguas poco profundas 1D:*

- Esquemas en diferencias finitas centradas explícitos e implícitos
- Esquemas en volúmenes finitos conservativos centrados y descentrados
- Flujos transitorios y estacionarios
- Confluencias
- Propiedad TVD, teorías de limitación de flujos
- Influencia de la interpolación

(2) *Desarrollo de modelos numéricos para las ecuaciones de aguas poco profundas 2D:*

- Volúmenes finitos
- Aplicación a flujos transitorios y estacionarios transcíticos
- Influencia de los términos fuente en las propiedades de la solución
- Influencia de las fronteras seco/mojado
- Resolución en mallas estructuradas y no estructuradas

(3) *Desarrollo de modelos de simulación de transporte con convección-difusión:*

- Transporte de una sustancia pasiva acoplado a flujos 1D estacionarios y transitorios
- Transporte de una sustancia pasiva acoplado a flujos 2D estacionarios y transitorios
- Transporte de varias sustancias reactivas acoplado a flujos 2D estacionarios y transitorios

(4) *Desarrollo de modelos de simulación de flujo sobre lecho deformable:*

- Ondas generadas por deslizamientos tipo pistón
- Ondas generadas por masas deformables deslizantes
- Modelos de transporte de carga de fondo
- Modelos de simulación de flujo de derrubios

(5) *Estudio experimental de flujos transitorios asociados a rotura de presa.*

Medida de alturas, presiones y velocidades en el frente de onda producido en flujo de avenidas causado por la rotura instantánea de una presa.

(6) *Diseño, análisis y gestión de sistemas de riego.*

Métodos numéricos para el dimensionado óptimo de redes de riego. Ensayos de campo en riegos a presión. Gestión hidráulica de regadíos. Simulación y diseño integral de redes de riego.

(7) *Cálculo de redes de distribución de fluidos.*

Programas numéricos para determinar caudales y presiones en redes interconectadas de distribución de fluidos, incluyendo bombas, pérdidas singulares, válvulas de regulación, diseños inversos, etc.

2.2.2.2 Técnicas.

- Técnicas numéricas para las ecuaciones de aguas poco profundas 1D.
 - Esquemas, en diferencias finitas centradas, explícitos e implícitos. Resolución de flujos transitorios y estacionarios. Condiciones de contorno. Método de las características sobre malla fija. Aplicación para el tratamiento de las condiciones de contorno.
 - Esquemas en diferencias finitas implícitos clásicos. Propiedades.
 - Simulación del flujo transitorio de ondas de crecida y de inundación en geometrías irregulares. Aplicación a sistemas fluviales.
 - Esquemas de alta resolución: Propiedad TVD, teorías de limitación de flujos.
 - Métodos semilagrangianos. Influencia de la interpolación. Aplicación de modelo con interpolación cúbica a problemas de golpe de ariete y transitorios de lámina libre.
- Modelos numéricos para las ecuaciones de aguas poco profundas 2D.
 - Volúmenes finitos. Técnicas de alta resolución. Aplicación a flujos bidimensionales, transitorios y estacionarios, transcíticos con y sin términos fuente.
 - Resolución en mallas no estructuradas. Técnicas de *upwinding* multidimensional. Descomposición en ondas.
 - Adaptación de mallas.
 - Adaptación espontánea a problemas 2D estacionarios acopladas a esquema explícito sobre malla no estructurada.
 - Adaptación a problemas 1D no estacionarios. Resolución implícita de las ecuaciones acopladas al movimiento de los nodos.
 - Técnicas numéricas generales y robustas para el diseño simulación y síntesis redes de distribución.
 - Tratamiento matricial de configuraciones complejas con múltiples tipos de válvulas reguladoras interactuando con hidrantes en ramales.

- Modelización de ramales portagotos, microaspersores y cintas de exudación como líneas emisoras continuas dependientes de la presión.
- Análisis inverso de redes para la gestión óptima hidráulica, energética y control de fugas en riegos y abastecimientos.
- Combinación de algoritmos genéticos y procedimientos deterministas en el trazado y dimensionado simultáneo optimizado de redes ramificadas. Aplicación a casos de redes de distribución a la demanda y de aplicación de agua en parcela.

2.2.2.3 Objetivos

- Aplicación de modelos de simulación a sistemas de riego:
 - Riego por superficie
 - Infiltración
 - Regulación y automatización de los canales de riego
- Aplicación de modelos de simulación a flujo en ríos:
 - Ondas de crecida y de inundación en geometrías irregulares
 - Condiciones de contorno de entrada y salida
 - Condiciones de contorno interiores: Puentes y compuertas
 - Modelos de rugosidad
- Aplicación de modelos de simulación a estudios medioambientales:
 - Transporte, difusión y términos de forzado de la temperatura del agua
 - Transporte, discusión y reacción de nutrientes en un flujo de agua
 - Transporte, difusión y reacción del oxígeno disuelto en agua
 - Capacidad erosiva de una corriente
- Aplicación de modelos de simulación en Hidrología:
 - Análisis de modelos simplificados de flujo superficial
 - Influencia de la malla en simulaciones 2D con modelos simplificados
 - Acoplamiento de modelos de flujo superficial y subsuperficial. Infiltración
 - Resolución numérica de la ecuación de Richards en medio poroso no saturado
- Aceleración de los modelos de cálculo sobre GPU
- Integración de herramientas para el dimensionado, análisis y gestión de redes de riego.
 - Desarrollo de “software” profesional en entorno Windows, que integre herramientas de dimensionado y trazado óptimo, análisis hidráulico, bases de datos, modelos topográficos,...destinado a proyectistas y gestores de regadíos
 - Comunicación e interacción con paquetes comerciales CAD, GIS.

- Mejora de las condiciones hidráulicas y de calidad de aguas en sistemas de abastecimiento
- Explotación de modelos de simulación en grandes sistemas de abastecimiento para la mejora de las garantías de suministro y calidad del agua servida
- Estrategias efectivas de calibración de modelos de redes
- Asesoría y formación continua de entidades y profesionales
- Asistencia técnica a organismos municipales para la gestión de los abastecimientos
- Asistencia técnica a la administración y comunidades de regantes en el diseño, modernización y explotación de regadíos
- Formación de cuadros y reciclaje de técnicos

2.3 RECURSOS COMPUTACIONALES

El LIFTEC cuenta con un Beowulf de cálculo, que ha tenido renovaciones en los años 2008, 2011 y 2015.

Actualmente el clúster de cálculo tiene las siguientes características:

- Servidor con dos procesadores Intel Xeon E5506, 12 GB de RAM
- 20 TB de capacidad de disco duro.
- 10 nodos de cálculo con procesadores Intel Xeon que suman 152 núcleos de CPU y 998 GB de memoria RAM, interconectados por una red ethernet Gigabit/s.
- GPU para cálculo numérico: 4 Tesla 2070 y una Tesla K80.

3.1 PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN CON FINANCIACIÓN PÚBLICA

1. *Sustainable combustion research*
FINANCIACIÓN: MICINN CONSOLIDER INGENIO (CSD2010-00011)
INVESTIGADOR PRAL: C. Dopazo
PARTICIPANTES: J. Martín, J. Ballester, G. Hauke, N. Fueyo
DURACIÓN: 27/12/2010 - 26/12/2016
2. *Water Efficiency in European Urban Areas*
FINANCIACIÓN: UE, WE@EU
INVESTIGADORA PRAL: P. García-Navarro
DURACIÓN: 01/07/2013 – 30/06/2016
3. *Estimulación mecánica local de células mesenquimales de cara a su diferenciación osteogénica y condrogénica en medicina regenerativa*
FINANCIACIÓN: Ministerio de Economía y Competitividad, MAT2013-46467-C4-3-R
INVESTIGADOR PRAL: G. Hauke
PARTICIPANTES: F. Alcrudo, J. Blasco
DURACIÓN: 01/01/2014 – 31/12/2016
4. *Placas de cocción globales de alta seguridad y bajo impacto ambiental. EFESO*
FINANCIACIÓN: Ministerio de Economía y Competitividad, RTC-2014-1847-6
INVESTIGADOR PRAL: N. Fueyo
DURACIÓN: 01/02/2014 – 30/12/2017
5. *Profitable small scale renewable energy systems in agrifood industry and rural areas: demonstration in the wine sector*
FINANCIACIÓN: UE, LIFE13 ENV/ES/000280
INVESTIGADOR PRAL: L. Valiño
PARTICIPANTES: F. Barreras, A. Lozano, R. Mustata
DURACIÓN: 01/07/2014 – 31/07/2017
6. *Métodos de atomización de gotas micrométricas para nuevas aplicaciones*
FINANCIACIÓN: Ministerio de Economía y Competitividad, DPI2013-45814-P
INVESTIGADOR PRAL: J.A. García
DURACIÓN: 01/01/2015 – 31/12/2017

7. *El lindano en el río Gállego: simulación hidrodinámica de su evolución a lo largo del cauce*
FINANCIACIÓN: Instituto de Estudios Altoaragoneses
INVESTIGADOR PRAL: C. González
DURACIÓN: 11/2015 – 10/2016
8. *Métodos de fabricación, integración y control avanzados para una unidad de calor y potencia basada en una pila PEM de alta temperatura y su aplicación.*
FINANCIACIÓN: MINECO/FEDER, UE, DPI2015-69286-C3-1-R
INVESTIGADOR PRAL: L. Valiño, A. Lozano
PARTICIPANTES: F. Barreras, F. Fernández, J. Martín, J. Barroso, C. Peña, A. Pérez Manso
DURACIÓN: 01/01/2016 – 31/12/2018
9. *Desarrollo de modelos de simulación avanzados con base física para procesos hidráulicos y geofísicos.*
FINANCIACIÓN: MINECO/FEDER, UE, CGL2015-66114-R
INVESTIGADORA PRAL: P. García-Navarro
PARTICIPANTES: I. García, P. Brufau, A. Pascau
DURACIÓN: 01/01/2016 – 31/12/2018
10. *Metodologías de ensayo y optimización de la combustión de líquidos: desarrollo y aplicación a tecnologías de baja emisión de CO₂ para generación de energía.*
FINANCIACIÓN: MINECO/FEDER, UE, ENE2016-76436-R
INVESTIGADOR PRAL: J. Ballester
PARTICIPANTES: J. Barroso, A. Pina
DURACIÓN: 30/12/2016 – 29/12/2019
11. *Simulacro de alta fidelidad en combustión industrial mediante modelos de orden reducido.*
FINANCIACIÓN: MINECO/FEDER, UE, ENE2016-80143-R
INVESTIGADOR PRAL: N. Fueyo
PARTICIPANTES: J. Blasco
DURACIÓN: 30/12/2016 – 29/12/2019
12. *Desarrollo y demostración de estrategias avanzadas de supervisión y control para mejora de flexibilidad y optimización de plantas de generación de Ciclo Combinado (OCTAVE).*
FINANCIACIÓN: MINECO/FEDER, UE, RTC-2016-4845-3
INVESTIGADOR PRAL: J. Ballester
PARTICIPANTES: J. Barroso, N. Fueyo
DURACIÓN: 01/10/2016 – 31/12/2018

- 13.** *Preparación y cualificación de nuevos biocombustibles: Integración de cadenas de valor y economía circular en la industria del biodiesel.*
FINANCIACIÓN: MINECO/FEDER, UE, RTC-2016-4618-3
INVESTIGADOR PRAL: J. Ballester
PARTICIPANTES: J. Barroso
DURACIÓN: 01/10/2016 – 31/03/2018
- 14.** *Modelado computacional avanzado y optimizado del comportamiento celular en matrices piezoeléctricas.*
FINANCIACIÓN: MINECO/FEDER, UE, MAT2016-76039-C4-4-R
INVESTIGADOR PRAL: G. Hauke, M. Hamdy
PARTICIPANTES: A. Pascau, F. Alcrudo
DURACIÓN: 30/12/2016 – 29/12/2019

3.2 PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN CON FINANCIACIÓN INDUSTRIAL

1. *Tecnologías y herramientas para el ahorro de agua y energía mediante riego localizado en cultivos extensivos*
FINANCIACIÓN: Programa INNPACTO, IPT-2012-0567-310000
INVESTIGADOR PRAL.: R. Aliod
DURACIÓN: 01/01/2013 – 31/03/2016
2. *Development of algorithms and Computer Codes for Hydrodynamic Models*
FINANCIACIÓN: HYDRONIA, L.L.C.
INVESTIGADORA PRAL.: P. García-Navarro
DURACIÓN: 18/04/2013 – 31/12/2026
3. *EGR Coolers Characterization*
FINANCIACIÓN: Valeo Térmico, S.A.
INVESTIGADOR PRAL.: J. Ballester
PARTICIPANTES: J. Barroso, D. Serrano, A. Pina
DURACIÓN: 12/02/2014 – 12/02/2017
4. *Modelado de quemadores domésticos con openfoam: transferencia de calor, FGM e interfaz de usuario*
FINANCIACIÓN: BSH Electrodomésticos España, S.A.
INVESTIGADOR PRAL.: N. Fueyo
DURACIÓN: 01/05/2014 – 31/03/2016
5. *Modelado de quemadores domésticos con openfoam: transferencia de calor, FGM e interfaz de usuario*
FINANCIACIÓN: BSH Electrodomésticos España, S.A.
INVESTIGADOR PRAL.: N. Fueyo
DURACIÓN: 01/04/2015 – 31/03/2016
6. *Modelización del lavado de tanque de tormentas de Galindo*
FINANCIACIÓN: Consorcio de Aguas de Bilbao Vizcaya
INVESTIGADORA PRAL.: P. García-Navarro
DURACIÓN: 16/07/2015 – 15/01/2016
7. *Ampliación de la herramienta de cálculo de demandas energéticas en edificación PLEYADE.*
FINANCIACIÓN: Gas Natural SDG, S.A.
INVESTIGADOR PRAL.: J. Ballester
PARTICIPANTES: A. Soria, D. Serrano
DURACIÓN: 04/08/2015 – 31/07/2016
8. *Computational simulation tools for health monitoring and control of cardiovascular responses to surgical alterations*
FINANCIACIÓN: DEXTERA AS
INVESTIGADORA PRAL.: P. García-Navarro
DURACIÓN: 01/09/2015 – 31/08/2017

9. *Adaptación del diseño de la red de la fase II del proyecto de modernización de la CCRR Molinar del Flumen, para la reducción de costes energéticos mediante herramientas avanzadas de gestión óptima. Definición de las estrategias de operación y cuantificación de los ahorros en costes energéticos*
 FINANCIACIÓN: Vías y Construcciones, S.A.
 INVESTIGADOR PRAL.: R. Aliod
 DURACIÓN: 21/09/2015 – 21/03/2016
10. *Implementación del sistema Telegestar en el telecontrol de la modernización de la CCRR Callén*
 FINANCIACIÓN: Riegos Iberia Regaber
 INVESTIGADOR PRAL.: R. Aliod
 DURACIÓN: 21/09/2015 – 30/09/2016
11. *Integración de las funcionalidades del sistema Telegestar para la reducción de costes energéticos en el Sector III de la CCRR del Pantano Estrecho de Peñarroya*
 FINANCIACIÓN: Servicios de Ingeniería y Arquitectura, S.L. SERINA
 INVESTIGADOR PRAL.: R. Aliod
 DURACIÓN: 21/09/2015 – 30/09/2016
12. *Asistencias técnicas proyectos hidráulicos*
 FINANCIACIÓN: Comunitat de Regantes de Cabacés
 INVESTIGADOR PRAL.: R. Aliod
 DURACIÓN: 01/01/2016 – 31/12/2016
13. *Convenio de colaboración entre el Gobierno de Aragón y la Universidad de Zaragoza para impulsar la investigación y el desarrollo de algoritmos y protocolos de diseño y tecnologías avanzadas de gestión automáticas, orientadas hacia el ahorro de agua y energía. GESTAR*
 FINANCIACIÓN: Gobierno de Aragón – Consejería de Desarrollo Rural y Sostenibilidad
 INVESTIGADOR PRAL.: R. Aliod
 DURACIÓN: 01/01/2016 – 31/12/2016
14. *Licencia de uso y soporte del programa informático GESTAR.*
 FINANCIACIÓN: Barrós López, Juan Gabriel. Montajes Proyelec S.L.
 INVESTIGADOR PRAL.: R. Aliod
 DURACIÓN: 01/01/2016 – 31/12/2016
15. **CONFIDENCIAL**
 FINANCIACIÓN: International Hispacold, S.A.
 INVESTIGADOR PRAL.: G. Hauke
 DURACIÓN: 15/02/2016 – 15/05/2016

16. *Depósito de estériles de aguablanca – Revisión del estudio de la movilización del contenido a partir de una rotura hipotética del dique de contención.*
FINANCIACIÓN: Golder Associates Global Iberica, S.L.U.
INVESTIGADOR PRAL.: P. García-Navarro
DURACIÓN: 25/02/2016 – 10/03/2016
17. *Balsa de salmuera – Estudio de la movilización del contenido a partir de una rotura hipotética del dique de contención.*
FINANCIACIÓN: Golder Associates Global Iberica, S.L.U.
INVESTIGADOR PRAL.: P. García-Navarro
DURACIÓN: 01/03/2016 – 31/03/2016
18. *Colaboración en diseño de atemperadores de vapor.*
FINANCIACIÓN: Ringo Válvulas
INVESTIGADOR PRAL.: N. Fueyo
DURACIÓN: 09/03/2016 – 13/07/2016
19. *CONFIDENCIAL.*
FINANCIACIÓN: BSH Electrodomésticos España, S.A.
INVESTIGADOR PRAL.: J. Ballester
DURACIÓN: 14/03/2016 – 14/10/2016
20. *CONFIDENCIAL.*
FINANCIACIÓN: BSH Electrodomésticos España, S.A.
INVESTIGADOR PRAL.: N. Fueyo
DURACIÓN: 01/04/2016 – 31/03/2017
21. *CONFIDENCIAL.*
FINANCIACIÓN: BSH Electrodomésticos España, S.A.
INVESTIGADOR PRAL.: J. Ballester
DURACIÓN: 01/05/2016 – 28/02/2017
22. *CONFIDENCIAL.*
FINANCIACIÓN: BSH Electrodomésticos España, S.A.
INVESTIGADOR PRAL.: N. Fueyo
DURACIÓN: 13/06/2016 – 13/09/2016
23. *Implementación del sistema Telegestar para la programación de riegos en el telecontrol de la modernización de la CCRR El Molinar, Fase I*
FINANCIACIÓN: Riegos Iberia Regaber
INVESTIGADOR PRAL.: R. Aliod
DURACIÓN: 07/07/2016 – 31/12/2016
24. *Revisión de la modelación matemática para el sistema de limpieza del tanque de tormentas de Galindo.*
FINANCIACIÓN: Consorcio de Aguas Bilbao Vizcaya
INVESTIGADOR PRAL.: P. García-Navarro
DURACIÓN: 13/07/2016 – 13/12/2016

- 25.** *Medidas de distribución de tamaño de gotas en muestras de cremas solares formulada con TiO₂.*
FINANCIACIÓN: Instituto Tecnológico del Embalaje, Transporte y Logística (ITENE)
INVESTIGADOR PRAL.: F. Barreras
DURACIÓN: 18/07/2016 – 28/07/2016
- 26.** *Depósito de pasta de aguas teñidas. Estudio de la movilización del contenido a partir de una rotura hipotética del dique de recrecimiento.*
FINANCIACIÓN: Golder Associates Global Iberica, S.L.U.
INVESTIGADOR PRAL.: P. García-Navarro
DURACIÓN: 01/09/2016 – 30/09/2016
- 27.** *Medidas de granulometría de diversas muestras mediante difracción láser.*
FINANCIACIÓN: Medichem, S.A.
INVESTIGADORA PRAL: S. Jiménez
PARTICIPANTES: P. Remacha
DURACIÓN: 26/09/2016 – 25/10/2016
- 28.** *Análisis numérico-experimental de las causas del sobreconsumo de gas natural detectado en las calderas de la empresa KDK Dongkook Automotive Spain S.A.*
FINANCIACIÓN: Endesa Energía, S.A.U.
INVESTIGADORA PRAL: F. Barreras
PARTICIPANTES: J. Barroso, A. Lozano, A. Pina, L. Ojeda
DURACIÓN: 26/09/2016 – 25/10/2016
- 29.** *CONFIDENCIAL.*
FINANCIACIÓN: International Hispacold, S.A.
INVESTIGADOR PRAL.: G. Hauke
DURACIÓN: 01/10/2016 – 01/10/2017
- 30.** *Diseño y optimización de un ventilador centrífugo con doble rodete de bajo ruido y alto rendimiento.*
FINANCIACIÓN: International Hispacold, S.A.
INVESTIGADOR PRAL.: G. Hauke
DURACIÓN: 01/11/2016 – 01/11/2017
- 31.** *Desarrollo de sistemas de monitoreo de dinámica de combustión en turbinas de gas.*
FINANCIACIÓN: Gas Natural Fenosa Generación, S.L. Unipersonal
INVESTIGADOR PRAL.: J. Ballester
DURACIÓN: 15/11/2016 – 15/09/2017
- 32.** *Ensayos de pérdidas de carga en tubo de caucho con distintas configuraciones.*
FINANCIACIÓN: Cikautxo
INVESTIGADOR PRAL.: J. Ballester
DURACIÓN: 13/12/2016 – 13/12/2016

- 33.** *Confidencial.*
FINANCIACIÓN: Cargill, S.L.U.
INVESTIGADOR PRAL.: N. Fueyo
DURACIÓN: 13/06/2016 – 13/09/2016
- 34.** *Confidencial.*
FINANCIACIÓN: Sociedad Española de Abastecimientos, S.A.
INVESTIGADOR PRAL.: J. Murillo, P. García-Navarro
DURACIÓN: 01/11/2016 – 31/05/2017

3.3 OTROS CONTRATOS Y CONVENIOS CON ADMINISTRACIONES

1. *Grupo de investigación consolidado: Mecánica de Fluidos Computacional.*
FINANCIACIÓN: Gobierno de Aragón (T21)
INVESTIGADORA PRAL: P. García-Navarro
DURACIÓN: 2016

2. *Grupo de investigación consolidado: Fluidodinámica Experimental.*
FINANCIACIÓN: Gobierno de Aragón (T03)
INVESTIGADOR PRAL: A. Lozano
DURACIÓN: 2016

4.1 PUBLICACIONES EN REVISTAS INCLUIDAS EN SCI

1. *Effects of the local flow topologies upon the structure of a premixed methane-air turbulent jet flame*
L. Cifuentes, C. Dopazo, J. Martín, P. Domingo, L. Vervisch
Flow Turbulence and Combustion, Vol. 96, 535-546,(2016)
2. *Micro-scale mixing in turbulent constant density reacting flows and premixed combustion*
C. Dopazo, L. Cifuentes, J. Hierro, J. Martín
Flow Turbulence and Combustion, Vol. 96(2), 547-571, (2016)
3. *A GPU accelerated adjoint-based optimizer for inverse modeling of the two-dimensional shallow water equations.*
A. Lacasta, P. García-Navarro
Computers and Fluids, Vol.136, 371-383, (2016)
4. *An efficient GPU implementation for a faster simulation of unsteady bed-load transport.*
C. Juez, A. Lacasta, J. Murillo, P. García-Navarro
Journal of Hydraulic Research, Vol.54(3), 275-288, (2016)
5. *A posteriori pointwise error computation for 2-D transport equations base on the variational multiscale method.*
D. Irisarri, G. Hauke
Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering, Vol.311, 648-670, (2016)
6. *Asymptotically and exactly energy balanced augmented flux-ADER schemes with application to hyperbolic conservation laws with geometric source terms.*
A. Navas-Montilla, J. Murillo
Journal of Computational Physics, Vol.317, 108-147, (2016)
7. *Formation of alkali salt deposits in biomass combustion.*
J. Capablo
Fuel Processing Technology, Vol.153, 58-73, (2016)
8. *Impact of fuel staging on stability and pollutant emissions of premixed syngas flames.*
T. García-Armingol, A. Sobrino, E. Luciano, J. Ballester
Fuel, Vol.185, 122-132, (2016)

9. *On the rupture of a round liquid jet: the primary atomization process.*
F. Barreras, A. Lozano, O. Sotolongo-Costa, E. López-Pagés
Journal of the Brazilian Society of Mechanical Sciences and Engineering, Vol.38(1), 77-83, (2016)
10. *Size distribution and concentration of soot generated in oil and gas-fired residential boilers under different combustion conditions.*
S. Jiménez, J. Barroso, A. Pina, J. Ballester
Atmospheric Environment, Vol.133, 60-67, (2016)
11. *Experimental investigation of the combustion of crude glycerol droplets.*
M. Angeloni, P. Remacha, A. Martínez, J. Ballester
Fuel, Vol.184, 889-895, (2016)
12. *Experimental characterization of the viscous liquid sprays generated by a Venturi-vortex atomizer.*
J.A. García, J.L. Santolaya, A. Lozano, F. Barreras, E. Calvo
Chemical Engineering and Processing: Process Intensification, Vol.105, 117-124, (2016)
13. *Periodic structure of the dispersed phase in a forced jet and their effects on the particle dispersion.*
E. Calvo, J.A. García, J.L. Santolaya, I. García, L. Aisa
International Journal of Multiphase Flow, Vol.82, 119-142, (2016)
14. *Rainfall/runoff simulation with 2D full shallow water equations: Sensitivity analysis and calibration of infiltration parameters.*
J. Fernández-Pato, D. Caviedes-Voullième, P. García-Navarro
Journal of Hydrology, Vol.536, 496-513, (2016)
15. *Consistent Behavior of Eulerian Monte Carlo fields at Low Reynolds Numbers.*
L. Valiño, R. Mustata, K.B. Letaief
Flow, Turbulence and Combustion, Vol.96, 503-512, (2016)
16. *An accurate discretization for an inhomogeneous transport equation with arbitrary coefficients.*
A. Pascau, M. Arici
Computers and Fluids, Vol.125, 101-115, (2016)
17. *Conservative 1D-2D coupled numerical strategies applied to river flooding: The Tiber (Rome).*
M. Morales, G. Petaccia, P. Brufau, P. García-Navarro
Applied Mathematical Modelling, Vol.40, 2087-2105, (2016)
18. *Electrochemical reactors for CO₂ reduction: From acid media to gas phase.*
S. Pérez-Rodríguez, F. Barreras, E. Pastor, M.J. Lázaro
International Journal of Hydrogen Energy, Vol.41-43, 19756-19765, (2016)

19. *A model based on Hirano-Exner equations form two-dimensional transient flows over heterogeneous erodible beds.*
C. Juez, C. Ferrer-Boix, J. Murillo, Hassan, M.A., P. García-Navarro
Advances in Water Resources, Vol.87, 1-18, (2016)
20. *Using post-flood surveys and geomorphologic mapping to evaluate hydrological and hydraulic models: The flash flood of the Girona River (Spain) in 2007.*
F. Segura-Beltrán, C. Sanchis-Ibor, M. Morales-Hernández, M. González-Sanchis, G. Bussi, E. Ortiz
Journal of Hydrology, Vol.541,310-329,(2016)
21. *Design and manufacture of a high-temperature PEMFC and its cooling system to power a lightweight UAV for a high altitude mission.*
J. Renau, J. Barroso, A. Lozano, A. Nueno, F. Sánchez, J. Martín, F. Barreras
International Journal of Hydrogen Energy, Vol.41-43, 19702-19712, (2016)
22. *Iberia thirty years after Saramago's Stone Raft: Oportunities for technical change and challeges for science and technology policy under increasing uncertainty.*
M. V. Heitor, H. Horta, C. Dopazo, N. Fueyo
Technological Forecasting and Social Change, Vol.113, 129-145, (2016)
23. *2D Zero-Inertia model for solution of overland flow problems in flexible meshes.*
J. Fernández-Pato, P. García-Navarro
Journal of Hydrology Engineering, Vol.11-21, 04016038, (2016)
24. *A comprehensive explanation and exercise of the source terms in hyperbolic systems using Roe type solutions. Application to the 1D-2D shallow water equations.*
J. Murillo, A. Navas-Montilla
Advances in Water Resources, Vol.98, 70-96, (2016)
25. *The "cost of not doing" energy planning: The Spanish energy bubble.*
A. Gómez, C. Dopazo, N. Fueyo
Energy, Vol.101, 434-446, (2016)
26. *Advances in numerical modelling of hydrodynamics workshop, University of Sheffield, UK, March 24-25, 2015.*
P. García-Navarro
Applied Mathematical Modelling, Vol.40, (17-18), 7423, (2016)
27. *Preface: Special issue dedicated to the 2nd International Conference on Towards Sustainable Combustion – SPEIC2014.*
M. Costa, E. Fernandes, N. Fueyo, J. Ballester, P. García-Ybarra
Flow Turbulence and Combustion, Vol.96 (2), 261,(2016)

- 28.** *The physics of scalar gradients in turbulent premixed combustion and its relevance to modelling.*
C. Dopazo, L. Cifuentes
Combustion Science and Technology, Vol.188(9), 1376-1397, (2016)

4.2 OTRAS PUBLICACIONES

1. *Simulación numérica con RiverFlow2D de posibles soluciones de mitigación de avenidas en el tramo medio del río Ebro.*
I. Echeverribar, M. Morales, A. Lacasta, P. Brufau, P. García-Navarro
Ingeniería del Agua, Vol.21(1), 53-70, (2016)

4.3 PRESENTACIONES EN CONGRESOS

1. *Flamelet generated manifolds for industrial flows: problems and extensions.*
C. Montañés, N. Fueyo, R. Chordá, E. Gimeno
Joint British, Portuguese and Spanish Section Combustion Meeting on Combustion. Cambridge, UK, 12-13th April 2016.
2. *Pointwise error estimation for linear partial differential equations based on the variational multiscale theory.*
G. Hauke, D. Irisarri
VII European Congress on Computational Methods in Applied Sciences and Engineering, ECCOMAS Congress 2016. Island of Crete, Greece, 5-10 June 2016.
3. *Efficient two-dimensional simulation models for hydraulic and morphodynamic transients.*
P. García-Navarro, J. Murillo, M. Morales-Hernández, C. Juez, A. Lacasta
VII European Congress on Computational Methods in Applied Sciences and Engineering, ECCOMAS Congress 2016. Island of Crete, Greece, 5-10 June 2016.
4. *Ultrasonic Nebulization of Alkanes.*
J.A. García, A. Lozano, S. Berling, D. Sánchez, J.L. Santolaya, E. Calvo, F. Barreras
2nd International Conference on Ultrasonic-based Applications: from analysis to synthesis, ULTRASONICS 2016. Caparica, Portugal, 6-8 June 2016.
5. *Small scale demonstration Project for the production and use of hydrogen from renewable energy sources in the wine sector.*
R. Mustata, V. Roda, A. Nueno, L. Valiño, A. Lozano, F. Barreras, J.L. Bernal, J. Carroquino
21stWorld Hydrogen Energy Conference, WHEC 2016. Zaragoza, España, 13-16 June 2016.
6. *Test performance of a fuel cell based power plant for a high altitude unmanned aerial vehicle.*
J. Renau, J. Barroso, F. Sánchez, J. Martín, V. Roda, A. Lozano, F. Barreras
21stWorld Hydrogen Energy Conference, WHEC 2016. Zaragoza, España, 13-16 June 2016.
7. *A new approach for the electrochemical reduction of CO₂ in gas phase.*
S. Pérez-Rodríguez, F. Barreras, E. Pastor, M. Lázaro
21st World Hydrogen Energy Conference, WHEC 2016. Zaragoza, España, 13-16 June 2016.

8. *Validation of the cross correlation method through local flame transfer function measurements.*
E. Luciano, A. Sobrino, J. Ballester
23rd International Congress on Sound and Vibration, ICSV 2016. Athens, Greece, 10-14 July 2016.
9. *Challenges and improvements on high-performance river flow numerical modelling. Road to a new era of computing using RiverFlow2D GPU.*
A. Lacasta, M. Morales-Hernández, C. Juez, D. Caviedes-Voullieme, J. Fernández-Pato, J. Murillo, P. García-Navarro
International Conference on Fluvial Hydraulics, River Flow 2016. Saint Louis, USA, 12-15 July 2016.
10. *Atomization of Glycerin with a Twin-Fluid Swirl Nozzle.*
J.A. García, J. Alconchel, E. Calvo, J. Santolaya, F. Barreras, A. Lozano
27th Annual Conference of ILASS-Europe. Brighton, Reino Unido, 4-7 September 2016.
11. *VMS error estimation for computational fluid mechanics.*
G. Hauke, D. Irisarri
14th International Conference on Mathematics and its Applications. Zaragoza-Pau, España-France, 12-15 September 2016.
12. *Fluid mechanics considerations for the optimal design of PEMFC stacks.*
L. Valiño, F. Barreras, J. Barroso, A. Lozano, R. Mustata
11th Euromech Fluid Mechanics Conference, EFMC-11. Sevilla, España, 12-16 septiembre 2016.

4.4 TESIS DOCTORALES

1. *Un algoritmo consistente para la simulación de flujos multifásicos reactivos, y su aplicación a lechos fluidos.*
DOCTORANDO: Alberto Sánchez Insa
DIRECTOR: Norberto Fueyo Díaz, Ana Cubero García
FECHA: 19 enero 2016

2. *Diagnóstico y control avanzado de quemadores de premezcla a partir de señales de llama.*
DOCTORANDO: Álvaro Sobrino Calvo
DIRECTOR: Javier Ballester Castañer
FECHA: 22 enero 2016

3. *Development of the Flamelet Generated Manifold model for the simulation of partially premixed, non-adiabatic, laminar flames.*
DOCTORANDO: Carlos Montañés Bernal
DIRECTOR: Norberto Fueyo Díaz
FECHA: 4 febrero 2016

4.5 TRABAJOS FIN DE MÁSTER PRESENTADOS

1. *Diseño, montaje, puesta en marcha y análisis energético de un sistema de generación y almacenamiento de hidrógeno, y su uso en un vehículo eléctrico con pila PEM.*

AUTOR: Andrés Bueno Mairal
TITULACIÓN: Máster de energías renovables y eficiencia energética.
DIRECTORES: Félix Barreras Toledo y Antonio Lozano Fantoba
FECHA: 5 de julio de 2016

2. *Análisis acústico en productos y accesorios.*

AUTOR: Ángel García Betés
TITULACIÓN: Máster en Ingeniería Mecánica
DIRECTOR: Javier Ballester Castañer
FECHA: 12 de septiembre de 2016

4.6 PROYECTOS FIN DE CARRERA PRESENTADOS

1. *Evaluación mediante técnicas CFD de la eficacia de ventilación en recintos de una edar (2016)*
AUTOR: Esteban Nonay Villalba
TITULACIÓN: Ingeniería Química
DIRECTOR: Antonio Pascau Benito

2. *Automatización de la adquisición de datos experimentales en una canal a escala (2016)*
AUTOR: Alejandro Suarez Cebrián
DIRECTOR: Ignacio García Palacín

3. *Estudio de los datos obtenidos mediante simulación numérica del flujo en una placa orificio, comparados con los correspondientes a la aplicación de la norma ISO UNE 5167 (2016)*
AUTOR: Ana Paola Villanueva Javierre
TITULACIÓN: Ingeniería Industrial
DIRECTOR: Antonio Pascau Benito

4.7 TRABAJOS FIN DE GRADO PRESENTADOS

1. *Calibración de una herramienta informática de control de compuertas en un canal para sistemas de riego.*
AUTOR: Urbez Ayneto Izquierdo
TITULACIÓN: Grado en Ingeniería Mecánica
DIRECTOR: Pilar Brufau García y Asier Lacasta Soto
2. *Estudio computacional de la combustión para el diseño de quemadores de gas de cocinas domésticas.*
AUTOR: Luis Martínez-Lacuesta Oteyza
DIRECTOR: Norberto Fueyo Díaz
3. *Análisis de la tasa de aireación en quemadores domésticos de encimeras de gas.*
AUTOR: Pedro Horno Maggioni
DIRECTOR: Norberto Fueyo Díaz
4. *Estudio de soluciones para mitigar inundaciones en el tramo medio del río Ebro mediante simulación numérica.*
AUTOR: Isabel Echeverribar Pérez
TITULACIÓN: Grado en Ingeniería Mecánica
DIRECTOR: Pilar Brufau García y Mario Morales Hernández
5. *Influencia de diferentes parámetros en la transferencia de calor desde una pila PEM alta temperatura.*
AUTOR: Diego Herranz Gracia
TITULACIÓN: Grado de Ingeniería Mecánica
DIRECTOR: Jorge Barroso Estébanez
6. *Análisis de la influencia de parámetros operacionales sobre inestabilidades de combustión de metano y biogás.*
AUTOR: Eduardo Tizné Larroy
TITULACIÓN: Grado de Ingeniería Química
DIRECTOR: Javier Ballester Castañer
CODIRECTOR: Ennio Giovani Luciano
7. *Influencia de parámetros de diseño y operación de atomizadores Venturi-Vórtice en la granulometría del aerosol producido.*
AUTOR: Javier Alconchel de Mingo
TITULACIÓN: Grado de Ingeniería Mecánica
DIRECTORES: Juan Antonio García Rodríguez y Antonio Lozano Fantoba
8. *Un modelo computacional de simulación de la dispersión de contaminantes en agua.*
AUTOR: Jorge Pozuelo Muñoz
TITULACIÓN: Grado de Física
DIRECTORES: Pilar García Navarro y Mario Morales Hernández

- 9.** *A preliminary design of an energy-absorbing element for a vehicle.*
AUTOR: Juan Blasco Puyuelo
TITULACIÓN: Ingeniería de Tecnologías Industriales
DIRECTOR: Guillermo Hauke Bernardos
- 10.** *Developing the concept of measurement method gas pressure pulsation in transmission lines.*
AUTOR: Samuel Bielsa de Toledo
TITULACIÓN: Ingeniería Mecánica
DIRECTOR: Guillermo Hauke Bernardos
- 11.** *Transonic buffet flow over a supercritical airfoil.*
AUTOR: Elena Crespo Domingo
TITULACIÓN: Grado en Ingeniería Mecánica
DIRECTOR: Antje Feldhusen-Hoffmann
CODIRECTOR: Antonio Pascau Benito
- 12.** *Diseño del sistema de control y análisis mecánico de una excavadora.*
AUTOR: Héctor Jiménez Álvarez
DIRECTOR: Ignacio García Palacín y Paula Canalís Martínez
- 13.** *Diseño y simulación de un sistema neumático para línea de envasado.*
AUTOR: Roberto Jiménez Torres
DIRECTOR: Ignacio García Palacín
- 14.** *Desarrollo de casos técnicos de fluidotecnia mediante simulación numérica.*
AUTOR: Cristina Raga Barciela
TITULACIÓN: Grado de Ingeniería Mecánica
DIRECTOR: Jorge Barroso Estébanez
- 15.** *Konzeptionierung und implementierung eines industrie 4.0 demonstrators.*
AUTOR: Miguel Ángel Nievas Fuertes
TITULACIÓN: Ingeniería de Tecnologías Industriales
DIRECTOR: Guillermo Hauke Bernardos
- 16.** *Desarrollo de un dispositivo para la grabación de video en primera persona.*
AUTOR: Jorge Magallón Ramos
TITULACIÓN: Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Producto
DIRECTOR: Javier Blasco Alberto, Diego Gutiérrez Pérez
- 17.** *Estudio de la viabilidad económica del aprovechamiento de las balsas del canal de toma de agua C.H. Marracos regulando caudal en función de precio eléctrico.*
AUTOR: Alejandro José Clemente Sarasa
TITULACIÓN: Grado de Ingeniería Mecánica
DIRECTOR: Jorge Barroso Estébanez

- 18.** *Proyecto de instalación de bombeo de agua potable.*
AUTOR: Álvaro Gutiérrez Bernal
TITULACIÓN: Grado en Ingeniería Mecánica
DIRECTOR: Antonio Pascau Benito, Carlos Lafuente Isla
- 19.** *Modelado y propuesta de mejora de un sistema de riego por goteo para el riego de frutales.*
AUTOR: Pau Urdeitx Díaz
TITULACIÓN: Grado de Ingeniería Mecánica
DIRECTOR: Javier Blasco Alberto

5.1 CARTERA DE PATENTES

1. Inventores: E. Lincheta, J. Suárez, J. Barroso, A. Lozano, F. Barreras
Título: Cabezal atomizador de alta eficiencia para líquidos viscosos y su uso
N. de solicitud: 200202944
País de prioridad: España Fecha de prioridad: 20.dic.2002
Entidad titular: Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) y Universidad de Matanzas
PCT/ES03/00643 Fecha de prioridad 17.dic.2003
2. Inventores J. Ballester, J. Barroso, A. Pina, A. Sanz, L.M. Cerecedo, L.M. Ferrer, L. Ojeda, M. González, S. Jiménez
Título: Pirómetro de Succión con Eyector Interno y su Uso
N. de solicitud: P200400351
País de prioridad: España Fecha de prioridad: 6.Feb.2004
Entidad titular: Universidad de Zaragoza
3. Inventores: J. Ballester, J. Barroso, A. Pina
Título: Convector a Gas para Aplicaciones Domésticas y su Uso
N. de solicitud: P200400804
País de prioridad: España Fecha de prioridad: 29.Mar.2004
Entidad titular: Universidad de Zaragoza
4. Inventores: E. Lincheta, J. Suárez, F. Barreras, A. Lozano
Título: Selector de aerosol para la caracterización de atomizadores de orificios múltiples
N. de solicitud: 200402228
País de prioridad: España Fecha de prioridad: 17.sep.2004
Entidad titular: Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) y Universidad de Matanzas
5. Inventores: F. Barreras, A. Lozano, L. Valiño, C. Marín
Título: Placa bipolar para distribución homogénea del flujo en pilas de combustible
N. de solicitud: 200602547
País de prioridad: España Fecha de prioridad: 11 oct 2006
Entidad titular: Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC)

- 6.** Inventores: E. Lincheta, F. Barreras, A. Lozano, L. Valiño, R. Mustata
Título: Placa de pila de combustible con geometría de flujo de “espina de pez”.
N. de solicitud: P2010331092
País de prioridad: España Fecha de prioridad: 16 jul 2010
Entidad titular: Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC)
- 7.** Inventores: E. Lincheta, F. Barreras, A. Lozano, L. Valiño, R. Mustata
Título: Placa de pila de combustible con varias áreas de reacción química.
N. de solicitud: P201031093
País de prioridad: España Fecha de prioridad: 16 jul 2010
Entidad titular: Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC)
- 8.** Inventores: A. Lozano, F. Barreras, J.A. García, J. Barroso, E. Calvo
Título: Generador ultrasónico de gotas micrométricas de alto caudal y funcionamiento continuo.
N. de solicitud: P201131969
País de prioridad: España Fecha de prioridad: 5 dic.2011
Entidad titular: Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) y Universidad de Zaragoza
- 9.** Inventores: F. Barreras, A. Lozano, V. Roda
Título: Pila de combustible modular por bloques
N. de solicitud: P201330888
País de prioridad: España Fecha de prioridad: 14jun.2013
Entidad titular: Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC)
Solicitud de extensión internacional 21.ago.2014
- 10.** Inventores: C. Dopazo, L.M. Cerecedo
Título: Cavitador multi-venturi para tratamiento de líquidos contaminados
N. de solicitud: P201630269
País de prioridad: España Fecha de prioridad: 2016
Entidad titular: Universidad de Zaragoza

5.2 PROTOTIPOS

1. Desarrolladores: M. Maza, F. Barreras, A. Lozano, V. Roda, M. Cerqueira, S. Báscones, J. Barranco, A. Vergés
Título: Vehículo multipropósito eléctrico híbrido con pila de combustible (2010).
Entidad titular: Universidad de Zaragoza
2. Desarrolladores: A. Lozano, F. Barreras, V. Roda, J. Barroso, J. Martín
Título: Pila PEM de alta temperatura de 2 kW para unidad CHP (2012).
Entidad titular: Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC)
3. Desarrolladores: A. Lozano, F. Barreras, V. Roda, A.M. López-Sabirón
Título: Banco de ensayos dual para evaluación de pilas PEM de hasta 3 kW (2013).
Entidad titular: Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC)
4. Desarrolladores: A. Lozano, F. Barreras, J. Renau, F. Sánchez, J. Barroso, J. Martín
Título: Pila PEM ultraligera de alta temperatura de 1 kW para un UAV (2015)
Entidad titular: Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC)
5. Desarrolladores: A. Lozano, F. Barreras, L. Valiño, V. Roda, A. Bueno, R. Mustata
Título: Vehículo eléctrico híbrido de 7,5 kW con pila PEM y baterías (2016).
Entidad titular: Viñas del Vero
6. Desarrolladores: L. Valiño, A. Lozano, F. Barreras, V. Roda, A. Bueno, R. Mustata
Título: Instalación autónoma de generación, almacenamiento y suministro de hidrógeno (2016).
Entidad titular: Viñas del Vero

6.1 MÁSTERES OFICIALES

Máster Universitario en Ingeniería Mecánica

Curso	Asignatura	Profesores
1	<i>Instrumentación y simulación del flujo de fluidos.</i>	E. Calvo, A. Pascau,
1	<i>Centrales hidráulicas y eólicas.</i>	F. Alcrudo, E. Calvo, G. Hauke

Máster Universitario en Ingeniería Industrial

Curso	Asignatura	Profesores
1	<i>Ingeniería de fluidos.</i>	F. Alcrudo, J. Ballester, J. Barroso
1	<i>Máquinas e instalaciones de fluidos</i>	L.M. Cerecedo
2	<i>Modelos y simulación de flujos e instalaciones</i>	P. García-Navarro

Máster Universitario en Ingeniería Agronómica

Curso	Asignatura	Profesores
1	<i>Recursos hídricos e instalaciones hidráulicas</i>	R. Aliod

6.2 ESTUDIOS PROPIOS

Máster Propio Rotating Machinery

Curso	Asignatura	Profesores
-	<i>Principios de turbomáquinas</i>	F. Alcrudo
-	<i>Bombas y aplicaciones</i>	G. Hauke

Máster Propio en Ingeniería de los Recursos Hídricos

Curso	Asignatura	Profesores
-	<i>Fundamentos de hidrología</i>	P. García-Navarro
-	<i>Fundamentos de hidrodinámica</i>	P. García-Navarro, I. García, A. Pascau
-	<i>Sistemas fluviales</i>	M. Morales
-	<i>Redes de distribución</i>	I. García, C. González

6.3 GRADOS

Física

Curso	Asignatura	Profesores
3	<i>Física de fluidos</i>	P. García-Navarro, J. Murillo

Ingeniería Eléctrica

Curso	Asignatura	Profesores
3	<i>Mecánica de fluidos</i>	L.M. Cerecedo, A. Pascau

Ingeniería Electrónica y Automática

Curso	Asignatura	Profesores
3	<i>Mecánica de fluidos</i>	L.M. Cerecedo, N. Fueyo

Ingeniería Mecánica

Curso	Asignatura	Profesores
2	<i>Mecánica de fluidos</i>	J. Barroso, J. Blasco, P. Brufau, L.M. Cerecedo, J. Martín
3	<i>Máquinas e Instalaciones de fluidos</i>	F. Alcrudo, E. Calvo, L.M. Cerecedo, J. Murillo, A. Pascau
4	<i>Diseño e instalaciones de fluidos</i>	J. Barroso, J. Blasco
4	<i>Hidráulica y neumática industrial</i>	I. García

Ingeniería Química

Curso	Asignatura	Profesores
2	<i>Mecánica de fluidos</i>	J. Blasco, G. Hauke
3	<i>Fluidotecnia</i>	J. Ballester
3	<i>Experimentación en ingeniería química</i>	F. Alcrudo
4	<i>Diseño de instalaciones de fluidos</i>	J. Barroso, J. Blasco

Ingeniería de Tecnologías Industriales

Curso	Asignatura	Profesores
2	<i>Mecánica de fluidos</i>	F. Alcrudo, J. Barroso, P. Brufau, E. Calvo, N. Fueyo, P. García-Navarro
2	<i>Máquinas e instalaciones de fluidos</i>	F. Alcrudo, J.A. García, G. Hauke, J. Murillo
4	<i>Diseño de instalaciones de fluidos</i>	J. Barroso, J. Blasco

Ciencias Ambientales

Curso	Asignatura	Profesores
1	<i>Meteorología y climatología</i>	C. González
2	<i>Bases físicas del medio ambiente</i>	C. González

Ingeniería Agroalimentaria y del Medio Rural

Curso	Asignatura	Profesores
1	<i>Física I</i>	C. González
1	<i>Física II</i>	C. González
3	<i>Hidráulica</i>	C. González
4	<i>Redes de riego</i>	R. Alíod

6.4 ACTIVIDADES DE DIVULGACIÓN

1. Visita de 20 estudiantes del Máster de Ingeniería Industrial
Recorrido por las instalaciones: Reactor de Flujo Laminar, Combustor y Caldera experimental de gas y gasóleo, turbina de gas, banco de ensayos de intercambiadores de calor (VALEO) y banco de ensayos de quemadores de cocción de gas (BSH).
PARTICIPANTES: J. Ballester
LUGAR: LIFTEC
FECHA: 19 de febrero, 2016

2. Visita de 12 estudiantes de 3er curso del Grado de Ingeniería Química de la asignatura «Fluidotecnia»
Recorrido por las instalaciones: Reactor de Flujo Laminar, Combustor y Caldera experimental de gas y gasóleo, turbina de gas, banco de ensayos de intercambiadores de calor (VALEO) y banco de ensayos de quemadores de cocción de gas (BSH).
PARTICIPANTES: J. Ballester
LUGAR: LIFTEC
FECHA: 10 de marzo, 2016

3. Visita de estudiantes de varios grados de ingeniería
Presentación del LIFTEC y líneas de investigación: CFD de flujos multifásicos; atomización; equipamiento RFL con medición de tamaño de partículas; tarjeta de adquisición de datos Calypso; medidores de turbina; equipo de hilocaliente para medida de velocidades.
PARTICIPANTES: J. Barroso, F. Barreras, A. Lozano, S. Jiménez, D. Serrano, A. Sobrino, E. Luciano
LUGAR: LIFTEC
FECHAS: 16 de marzo, 2016

4. Proyecto CSI. Premio Tercer Milenio a la Divulgación en Aragón.
Desarrollado por los seis institutos del CSIC en Aragón y coordinado por la Delegación del CSIC en esta Comunidad Autónoma.
PARTICIPANTES: I. Yruela, C. Mayoral, A. Lozano, S. Jiménez, A. Camón, L. Angurel, P. González-Samperiz, B. Latre, JI. García, P. Hermosilla, MJ. Lázaro
FECHAS: 26 de octubre, 2016

5. Semana de la Ciencia y la Tecnología en el CSIC
PARTICIPANTES: A. Lozano, S. Jiménez, F. Barreras, E. Calvo, P. Remacha, E. Luciano, A. Muelas, L. Valiño, R. Mustata
LUGAR: Delegación del CSIC en Aragón
FECHAS: 3 al 10 de noviembre, 2016