

INFORME ANUAL CIESOL

CIESOL ANNUAL REPORT

2019



Solar Energy Research Center
Centro de Investigación en Energía Solar



Empresas



ÍNDICE

1. RESUMEN EJECUTIVO	1
1.1 PRESENTACIÓN Y BIENVENIDA	1
1.2 DESCRIPCIÓN DEL CENTRO	1
1.3 LÍNEAS DE TRABAJO EN EL CENTRO	2
1.4 ORGANIZACIÓN DEL CENTRO	3
1.5 ACTIVIDADES DEL CENTRO EN 2019	6
2. ACTIVIDADES DEL CENTRO DE INVESTIGACIÓN DE LA ENERGÍA SOLAR (CIESOL)	9
2.1 ACTIVIDADES EN QUÍMICA ORGANOMETÁLICA Y FOTOQUÍMICA	9
2.1.1 Descripción de la unidad	9
2.1.2 Líneas estratégicas de la unidad	9
2.1.3 Investigadores principales de la unidad	9
2.1.4 Resumen de la actividad desarrollada en CIESOL durante 2019	10
2.1.5 Colaboración con otras Unidades Funcionales de CIESOL durante 2019	10
2.1.6 Recursos humanos de la Unidad	10
2.1.7 Producción científica	10
2.1.8 Miembros de la unidad	12
2.1.9 Proyectos vigentes durante 2019	13
2.1.10 Participación en Redes durante 2019	13
2.1.11 Transferencia y Actividades Complementarias	14
2.1.12 Actividades de Difusión	14
2.1.13 Proyectos solicitados durante 2019	14
2.1.14 Otros	14
2.2 ACTIVIDADES EN ANÁLISIS AMBIENTAL	17
2.2.1 Descripción de la unidad	17
2.2.2 Líneas estratégicas de la unidad	17
2.2.3 Investigadores principales de la unidad	17
2.2.4 Resumen de la actividad desarrollada en CIESOL durante 2019	18
2.2.5 Colaboración con otras Unidades Funcionales de CIESOL durante 2019	19
2.2.6 Recursos humanos de la Unidad Funcional	19
2.2.7 Producción científica	19
2.2.8 Miembros de la unidad	22
2.2.9 Proyectos vigentes durante 2019	23
2.2.10 Participación en Redes durante 2019	28
2.2.11 Transferencia y Actividades Complementarias	28
2.2.12 Actividades de Difusión	28
2.2.13 Proyectos solicitados durante 2019	28
2.2.14 Otros	29
2.3 ACTIVIDADES EN TECNOLOGÍAS AVANZADAS PARA LA REGENERACIÓN DE AGUAS	31
2.3.1 Descripción de la unidad	31

2.3.2 Líneas estratégicas de la unidad	31
2.3.3 Investigadores principales de la unidad	31
2.3.4 Resumen de la actividad desarrollada en CIESOL durante 2019	31
2.3.5 Colaboración con otras Unidades Funcionales de CIESOL durante 2019	32
2.3.6 Recursos humanos de la Unidad Funcional	33
2.3.7 Producción científica	33
2.3.8 Miembros del la unidad	37
2.3.9 Proyectos vigentes durante 2019	38
2.3.10 Participación en Redes durante 2019	42
2.3.11 Actividades de Difusión	43
2.3.12 Proyectos solicitados durante 2019	43
2.3.13 Otros	43
2.4 ACTIVIDADES EN TECNOLOGÍAS AVANZADAS DE MODELADO Y CONTROL	45
2.4.1 Descripción de la unidad	45
2.4.2 Líneas estratégicas de la unidad	45
2.4.3 Investigadores principales de la unidad	45
2.4.4 Resumen de la actividad desarrollada en CIESOL durante 2019	46
2.4.5 Colaboración con otras Unidades Funcionales de CIESOL durante 2019	47
2.4.6 Recursos humanos de la Unidad Funcional	48
2.4.7 Producción científica	48
2.4.8 Miembros del la unidad	53
2.4.9 Proyectos vigentes durante 2019	56
2.4.10 Participación en Redes durante 2019	64
2.4.11 Transferencia y Actividades Complementarias	65
2.4.12 Actividades de Difusión	66
2.4.13 Proyectos solicitados durante 2019	67
2.4.14 Otros	67
2.5 ACTIVIDADES EN RECURSOS SOLARES Y FRIO SOLAR	73
2.5.1 Descripción de la unidad	73
2.5.2 Líneas estratégicas de la unidad	73
2.5.3 Investigadores principales de la unidad	73
2.5.4 Resumen de la actividad desarrollada en CIESOL durante 2019	74
2.5.5 Colaboración con otras Unidades Funcionales de CIESOL durante 2019	77
2.5.6 Recursos humanos de la Unidad Funcional	77
2.5.7 Producción científica	77
2.5.8 Miembros del la unidad	79
2.5.9 Proyectos vigentes durante 2019	80
2.5.10 Transferencia y Actividades Complementarias	82
2.5.11 Actividades de Difusión	82
2.5.12 Proyectos solicitados durante 2019	82
2.5.13 Otros	82

2.6 ACTIVIDADES EN DESALACIÓN Y FOTOSÍNTESIS	83
2.6.1 Descripción de la unidad	83
2.6.2 Líneas estratégicas de la unidad	83
2.6.3 Investigadores principales de la unidad	83
2.6.4 Resumen de la actividad desarrollada en CIESOL durante 2019	84
2.6.5 Colaboración con otras Unidades Funcionales de CIESOL durante 2019	85
2.6.6 Recursos humanos de la Unidad Funcional	85
2.6.7 Producción científica	86
2.6.8 Miembros de la unidad	90
2.6.9 Proyectos vigentes durante 2019	91
2.6.10 Participación en Redes durante 2019	99
2.6.11 Transferencia y Actividades Complementarias	99
2.6.12 Actividades de Difusión	99
2.6.13 Proyectos solicitados durante 2019	99
3. INFRAESTRUCTURAS Y CAPACIDADES CIENTÍFICO-TECNOLÓGICAS DEL CENTRO	101
3.1 INSTALACIONES E INFRAESTRUCTURAS DEL ÁREA DE APROVECHAMIENTO QUÍMICO DE LA ENERGÍA SOLAR	101
3.2 INSTALACIONES E INFRAESTRUCTURAS DEL ÁREA DE APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DE LA ENERGÍA SOLAR	104
4. COMITÉS Y RESPONSABLES DE ACTIVIDADES.	105
4.1 DIRECCIÓN DEL CENTRO	105
4.2 RESPONSABLES DE ACTIVIDADES	105
4.3 COMITÉ DE COORDINACIÓN Y SEGUIMIENTO	105
4.4 COMITÉ CIENTÍFICO	106

1. RESUMEN EJECUTIVO

1.1 PRESENTACIÓN Y BIENVENIDA

El Centro de Investigaciones de la Energía Solar, CIESOL, es un centro mixto de la Universidad de Almería y de la Plataforma Solar de Almería, que desarrolla nuevas aplicaciones de la energía solar. En el centro trabajamos tanto investigadores de la Plataforma Solar como de la Universidad, aunando esfuerzos para sacarle el máximo provecho a la radiación solar, abarcando desde el uso energético, tratamiento de aguas y el estudio de la climatización y confortabilidad en la edificación.

En el centro desarrollamos, a nivel internacional, investigación, transferencia, divulgación y formación sobre diversos aspectos de la energía solar.



Edificio CIESOL

Colaboramos con empresas e instituciones en nuestro afán por servir a la sociedad. En el ámbito de la formación, estamos orgullosos del Máster Oficial en Energía Solar, ejemplo claro del entendimiento entre las dos instituciones que forman el CIESOL (<http://cms.ual.es/UAL/estudios/masteres/MASTER7106>).

Bienvenido al CIESOL, agradecemos tu interés por nuestro trabajo e intentamos facilitarte, en las páginas siguientes, información relevante así como los datos de contacto de los grupos que dan vida al centro.

1.2 DESCRIPCIÓN DEL CENTRO

El CIESOL se encuentra en un edificio situado en el campus de la Universidad de Almería específicamente diseñado para el estudio del aprovechamiento de la radiación solar en la edificación. Así, además de laboratorios, equipamientos científicos y plantas piloto, el propio centro es una instalación científica en sí misma.

Tenemos una superficie de unos 1700 m², contando con una nave de 200 m² y un patio de 300 m², 1 taller, un laboratorio exterior, 3 cámaras frías de conservación, 1 estación meteorológica, 7 laboratorios, 5 despachos, 1 comedor, 1 sala de estudio, 1 sala de trabajo y un aula y sala de reuniones. El sistema de calefacción y refrigeración solar cubre la mayor parte de la demanda del centro, el edificio está diseñado para emplear estrategias pasivas y maximizar los recursos solares. Contamos con un equipamiento avanzado para llevar a cabo nuestros proyectos de investigación, tal y como queda reflejado en el apartado 3, donde exponemos las infraestructuras con detalle.

Durante 2019, 93 investigadores han participado en proyectos y contratos adscritos al CIESOL (57 hombres y 36 mujeres), 23 de ellos (10 hombres y 13 mujeres) con ubicación permanente en sus laboratorios y despachos a lo largo de este periodo. Las actividades de estos investigadores han estado enmarcadas en 16 proyectos de convocatorias competitivas oficiales (Plan Nacional de Investigación y Programa Andaluz de Incentivos a los Agentes del Conocimiento), 2 contratos con empresas e instituciones, 14 proyectos europeos y 9 redes (4 españolas, 1 iberoamericana y 4 europeas).

Por otro lado, las unidades del centro han contado con 36 estancias de investigadores internacionales de 12 países diferentes, destacando entre ellos México, Brasil, Francia e Italia.

1.3 LÍNEAS DE TRABAJO EN EL CENTRO

¿Qué se hace en el CIESOL?

Se trabaja en distintas áreas, todas ellas centradas en el conocimiento del recurso solar y sus diversas aplicaciones, que podemos clasificar en dos líneas: una relacionada con el **uso energético de la radiación solar**, y la otra con el **desarrollo de tecnologías solares para el tratamiento de aguas**.

Convencidos de la importancia de preservar el medioambiente, en el CIESOL se investiga en dos ámbitos imprescindibles para la vida, **el agua y la energía**, unidos por el aprovechamiento de la radiación solar.

¿Cómo avanza el CIESOL en el uso de la energía?

Lo primero que debemos saber para usar la energía solar es su disponibilidad, por eso se investigan nuevos métodos para evaluar y predecir el recurso solar y la optimización de cámaras de cielo para hacer un seguimiento y predicción de la nubosidad.

También es importante la monitorización, el modelado y el control automático de las instalaciones solares, con escalas muy diferentes, desde grandes plantas termosolares para producir electricidad, hasta vehículos eléctricos alimentados con energía solar utilizando el efecto fotoeléctrico, mas conocida como energía fotovoltaica.



NAVE CIESOL – Instalación de frío solar

Además, la energía solar térmica permite producir lo que se denomina "frío solar" mediante sistemas de cambio de fase, compresión y descompresión. Se investiga en "aire acondicionado solar", siendo el edificio que alberga el CIESOL un ejemplo de ello. Se trabaja en el diseño y optimización de plantas de refrigeración y calefacción solar, tanto para uso doméstico como industrial, siendo aquí especialmente importante el estudio de la eficiencia energética y el control del confort en edificios. La introducción de redes energéticas inteligentes es también un factor de ahorro muy significativo.

También se viene investigando en el desarrollo de nuevas sustancias con actividad fotoquímica y solubles en agua con el objetivo de abrir el camino a nuevas células fotovoltaicas ambientalmente más sostenibles.

¿Cómo avanza el CIESOL en el tratamiento de aguas?

Debemos proteger el recurso agua, tan necesario como escaso, cuyo valor para la vida se incrementa cuanto mejor sea su calidad. Para ello, en el CIESOL se desarrollan nuevas tecnologías limpias para la descontaminación basadas en la irradiación solar, tanto de aguas tóxicas que no pueden tratarse por métodos biológicos convencionales, como de las aguas residuales tratadas, que aún tienen pequeñas cantidades de contaminantes persistentes, que afectan al medioambiente acuático.

Entre los métodos solares de depuración de aguas residuales, se abre paso un nuevo proceso basado en microalgas que aprovecha la fotosíntesis para descontaminar, con menos consumo energético y produciendo una biomasa útil para otros sectores industriales.



Triple TOF 5600

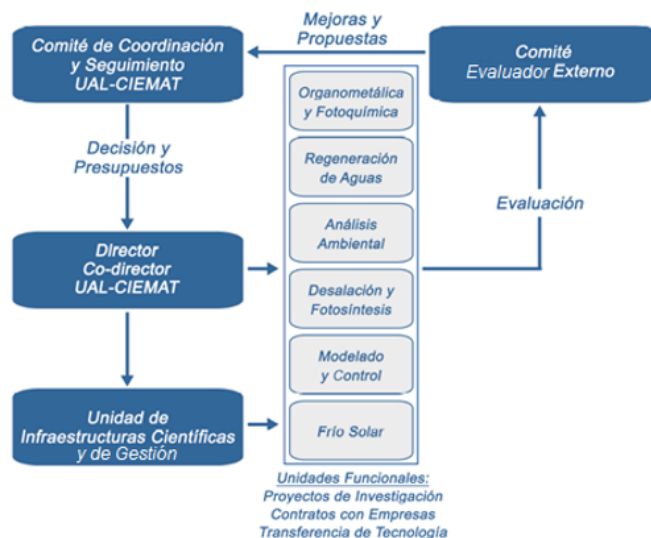
Una vez depuradas, las aguas pueden tener un nuevo uso, especialmente para el riego. Para ello es necesario inactivar los microorganismos patógenos que aún permanecen en el agua. La desinfección mediante fotocátalisis solar de aguas depuradas se muestra especialmente eficiente. En todos estos procesos juega un papel crucial el estudio de la influencia de los tratamientos en la calidad de las aguas depuradas y la evaluación del impacto derivado de su uso. Se hace necesario el desarrollo de métodos avanzados de análisis químico para medir la presencia de contaminantes a muy baja concentración, hasta una mil millonésima parte de gramo por litro (nanogramo/litro). Pero cuando la escasez de agua apremia, es necesario desalar para generar nueva agua dulce. La desalación de agua de mar, o aguas salobres, mediante energía solar es una alternativa muy necesaria. En este sentido, la combinación de destilación por membranas, que requiere menos aporte de calor que otros procesos, y el uso de la energía solar para aportar ese calor se plantea como una solución alternativa a las tecnologías convencionales.

1.4 ORGANIZACIÓN DEL CENTRO

¿Cómo funciona el CIESOL?

La estructura funcional del CIESOL está constituida por un Comité de Coordinación y Seguimiento, CCS, órgano máximo de decisión y gestión, un Equipo de Dirección y un conjunto de 6 Unidades Funcionales que agrupan a investigadores de ambas instituciones en distintas áreas temáticas específicas. Debe destacarse que CIESOL cuenta con un Comité Evaluador Externo, CEE, con cuatro miembros de reconocido prestigio

e impacto nacional e internacional, que anualmente valora y supervisa la producción científica de sus diferentes unidades funcionales así como el desarrollo del centro. Se cuenta también con una Unidad de Infraestructuras Científicas y de Gestión, compuesta por técnicos especialistas, que se encarga del mantenimiento y operación del equipamiento del centro.



Organigrama funcional de CIESOL

¿Quién es y qué hace el Comité de Coordinación y Seguimiento?

El Comité de Coordinación y Seguimiento, CCS, está formado por dos investigadores de la UAL, uno de ellos debe ser el Vicerrector de Investigación, Desarrollo e Innovación de la universidad y dos investigadores de la PSA, uno de ellos debe ser el Director de la Plataforma Solar de Almería. Actualmente, el CCS está compuesto por Diego Valera (Vicerrector de Investigación) y Manuel Berenguel por la UAL y Julián Blanco (Director de la Plataforma Solar de Almería) y Eduardo Zarza por la PSA.

El Comité de Coordinación y Seguimiento se encarga de velar por el buen gobierno del Centro de Investigación y tiene como principal función evaluar y hacer un seguimiento de la marcha de la actividades del centro y su adecuación a los objetivos previstos.

¿Quién es y qué hace el Equipo de Dirección?

El Equipo de Dirección consta de un director y un subdirector, pertenecientes a UAL y PSA (y viceversa). En la actualidad el director es Sixto Malato Rodríguez de la PSA y es subdirector José Antonio Sánchez Pérez de la UAL. Se encargan de la asignación de espacios y recursos a los distintos proyectos y grupos de trabajo, la supervisión del personal técnico, el mantenimiento del CIESOL y, en general, todo cuanto afecte al funcionamiento ordinario del centro.

¿Quién es y qué hace el Comité Evaluador Externo?

El Comité Evaluador Externo, CEE, está compuesto por Ana María Amat Payá, Catedrática de la Universidad Politécnica de Valencia, Ángela Fernández Curto, Subdirectora General Adjunta de Grandes Infraestructuras Científico Técnicas (Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades, Gobierno de España), David Serrano, Director del IMDEA ENERGÍA de Madrid y Catedrático de la Universidad Rey Juan Carlos y Sebastián Dormido, Catedrático de la UNED (Doctor Honoris Causa por la UAL).

El CEE se encarga de evaluar la calidad científica del CIESOL y proponer acciones de mejora. Entre sus funciones está la valoración de las propuestas de trabajo y de líneas estratégicas de actuación para el CIESOL, nuevos proyectos o colaboraciones, así como la evaluación científica de los trabajos realizados. El CEE se reúne una vez al año con los investigadores del CIESOL, visita sus instalaciones y emite un informe sobre su actividad.

¿Cuáles son las Unidades Funcionales del CIESOL?

Recurso Solar y Frío Solar. Su principal actividad es la evaluación y predicción del recurso solar, siendo su investigador principal es Francisco Javier Batlles Garrido (UAL). También trabaja en teledetección y optimización de cámaras de cielo, así como en el diseño y optimización de plantas de refrigeración y calefacción solar. Trigeneración

Modelado y control. Liderado por Manuel Berenguel Soria (UAL) y Lidia Roca Sobrino (PSA), el grupo trabaja en el modelado y control de plantas termosolares, fotorreactores y fotobiorreactores, al tiempo que estudia la eficiencia energética y control de confort en edificios, incluyendo redes energéticas inteligentes.

Organometálica y fotoquímica. Liderada por Antonio Manuel Romerosa Nievas (UAL) y Christoph Richter (DLR-PSA), trabaja en el desarrollo de nuevos complejos de rutenio homo y hetero-nucleares solubles en agua y con actividad fotocatalíticas en procesos de síntesis de moléculas de alto valor añadido así como en nuevas células fotovoltaicas.

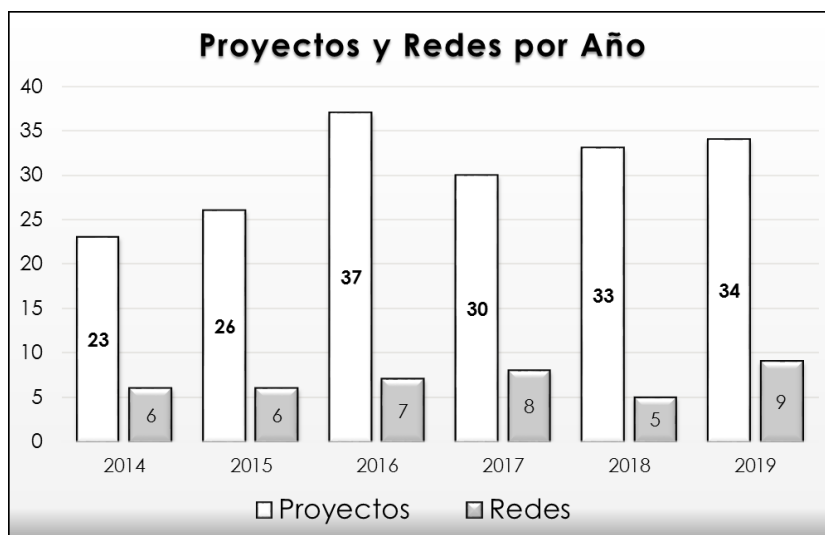
Regeneración de aguas. Centra su actividad en el estudio de la fotocatalisis solar para la descontaminación de aguas tóxicas y a la eliminación de microcontaminantes y desinfección de aguas depuradas (regeneración). Los investigadores principales son José Antonio Sánchez Pérez (UAL) e Inmaculada Polo López (PSA).

Análisis Ambiental. Está enfocada al desarrollo de métodos analíticos avanzados en efluentes complejos y su aplicación al seguimiento de microcontaminantes orgánicos así como la identificación de productos de transformación generados durante los tratamientos de aguas. Las investigadoras principales son Ana Agüera López (UAL) e Isabel Oller Alberola (PSA).

Desalación y Fotosíntesis. El grupo desarrolla dos líneas paralelas de trabajo, la desalación y tratamiento de agua mediante sistemas con membranas así como la producción de microalgas y productos de interés. Los investigadores principales son José M. Fernández Sevilla (UAL) y Guillermo Zaragoza del Águila (PSA).

1.5 ACTIVIDADES DEL CENTRO EN 2019

El centro de investigación ha mantenido durante 2019 su actividad investigadora a través de los 34 proyectos de investigación en ejecución. Asimismo, en este año se han solicitado 33 nuevos proyectos. En la figura se muestra la evolución del número de proyectos en los seis últimos años, observándose una media de 31 proyectos en ejecución al año. En cuanto a las redes, se ha participado en 4 redes nacionales y 5 internacionales. La financiación obtenida mediante los proyectos citados ha sido de 3.871.986€ en 2019.



En cuanto a la producción científica correspondiente a 2019, se ha alcanzado un total de 113 publicaciones indexadas en el *Journal Citation Report*. Todas las unidades han participado en congresos y reuniones científicas nacionales (10) e internacionales (38) con un total de 86 contribuciones. En la figura se muestra la evolución del número de publicaciones científicas internacionales en JCR en los seis últimos años. Se observa una media de 101 artículos al año.



Respecto a las tesis doctorales, en la colaboración UAL-PSA durante 2019 se han defendido 12 tesis doctorales.

Reconocimientos y premios recibidos durante 2019:

Durante 2019, se han obtenido los siguientes premios y reconocimientos:

- Manuel Berenguel Soria, nombrado como "Honorary Visiting Professor" por la Universidad de Brescia, Italia, 20 de mayo de 2019.
- CERTIFICATE Best Paper Award 2019 (3rd place) for the paper entitled "A Comparison of Energy Consumption Prediction Models based on Neural Networks of a Bioclimatic Building" Energies. H.R. Khosravani, M. Castilla, M. Berenguel, A. Ruano y P.M. Ferreira.
- Jesús Galdeano López y José Gabriel Martínez Hernández (tutores Manuel Berenguel Soria y José Luis Guzmán Sánchez). Primer premio en el Concurso Nacional de Ingeniería de Control otorgado por el Comité Español de Automática en XL edición de las Jornadas de Automática celebradas en Lugo, España, septiembre de 2019.
- Francisco Rodríguez Díaz. Premio por la Excelencia a la Trayectoria Docente. Programa Docencia 2019. Universidad de Almería.
- Álvaro Ramajo y Rubén González (tutores José Carlos Moreno y Antonio Giménez Fernández). Tercer puesto en el Concurso Nacional de Robots Humanoides 2019, otorgado por el Comité Español de Automática en XL edición de las Jornadas de Automática celebradas en Lugo, España, septiembre de 2019.



- José Carlos Moreno Úbeda, Antonio Giménez Fernández. Premio de Excelencia en Asignaturas Multimodales por la asignatura "Robótica Aplicada a la Rehabilitación" del Máster en Ciencias del Sistema Nervioso, otorgado en las Jornadas de Innovación Docente y Experiencias profesionales de la Universidad de Almería.

Actividades de difusión y transferencia de la investigación:

Respecto a las actividades de transferencia y divulgación, se han acogido numerosas visitas tanto nacionales como extranjeras interesadas en nuestra actividad científica y nuestras instalaciones. Se ha tenido presencia en los medios de comunicación locales y una importante aportación a la Noche Europea de los Investigadores, en la feria de la agricultura almeriense, "InfoAgro EXHIBITION" con un "stand", una conferencia y la participación en una mesa redonda sobre I+D+I colaborativa. Asimismo, destaca la participación del CIESOL en la III Summer School de la International PhD School on Advanced Oxidation Processes, celebrada en Alcoy, Alicante, donde las unidades funcionales de Análisis ambiental y Regeneración de aguas tuvieron un papel muy relevante en la impartición de cursos especializados. El Centro es miembro de la "International PhD School on Advanced Oxidation Processes" desde su creación, <http://www.aops-school.com>, siendo el Prof. Sixto Malato el coordinador regional para Europa.



En enero de 2019 se ha iniciado la tercera fase del proyecto europeo H2020 'Solar Facilities for the European Research Area', SFERA-III, en la que el CIESOL es socio. Este proyecto promueve estancias de investigadores en las mejores instalaciones científicas sobre energía solar que tiene Europa. Participan 15 instituciones europeas con un presupuesto total de 9.102.630,75 €, correspondiéndole al CIESOL la cantidad de 236.416,25 €.

Las actividades en las que ha participado cada unidad están detalladas más adelante.

2. ACTIVIDADES DEL CENTRO DE INVESTIGACIÓN DE LA ENERGÍA SOLAR (CIESOL)

2.1 ACTIVIDADES EN QUÍMICA ORGANOMETÁLICA Y FOTOQUÍMICA

2.1.1 Descripción de la unidad

Esta unidad se compuso en 2016 de 10 miembros (tres profesores universitarios, 5 investigadores, 2 contratos predoctorales y 1 uno postdoctoral) y está constituida por personal del Grupo de Inv. "Química de Coordinación Organometálica y Fotoquímica" (FQM-317) perteneciente al departamento de Química y Física de la Universidad de Almería que a su vez está constituido por miembros de la U. de Almería, La Laguna, Cádiz y por un investigador del Centro Aeroespacial de Alemania - Plataforma Solar de Almería (DLR-PSA-CIEMAT). El grupo mantiene intercambios permanentemente con otros grupos PAI (Plan Andaluz de Investigación) así como con otros grupos del CIESOL y de otras universidades andaluzas. La unidad no ha dejado de crecer tanto en proyectos (autonómicos, nacionales e internacionales) como en producción científica (más de 220 artículos en revistas químicas de impacto internacionales). Sus intereses iniciales, la síntesis de catalizadores metálicos para la mediación de reacciones fotoquímicas en agua, se han ido extendiendo a otras áreas como la foto-generación de hidrógeno, la transformación de moléculas pequeñas mediante radiación solar y la generación de electricidad mediante fotoquímica basada en la radiación solar.

2.1.2 Líneas estratégicas de la unidad

- Desarrollo de nuevos complejos de rutenio homo y heteronucleares solubles en agua y con actividad fotocatalíticas en procesos de síntesis de moléculas de alto valor añadido y generación de electricidad.
- Transformación de fósforo blanco en rojo, utilizando energía solar como fuente de energía.

2.1.3 Investigadores principales de la unidad

Antonio Manuel Romerosa Nievas (ORCID ID = 0000-0002-6285-9262; Scopus Author ID 6603792206)

Antonio Romerosa nació en Granada (España) en 1964. Se graduó en 1987 (Universidad de Granada) y recibió su PhD (Universidad Autónoma de Barcelona) en enero de 1992. En el mismo año realizó una estancia postdoctoral en el antiguo CNR ISSECC, ahora ICCOM CNR, (Florencia, Italia), antes de convertirse en profesor titular (1997) y catedrático (2009) del área de química inorgánica de la Universidad de Almería (España). Sus principales líneas de investigación se dirigen a la catálisis homogénea y química organometálica en el agua, la química del fósforo, la foto-Química Inorgánica, Química Bioinorgánica y piedras naturales. Es autor de más de 150 artículos internacionales, 15 patentes españolas e internacionales y más de 250 presentaciones en congresos nacionales e internacionales. Ha sido responsable de más de 20 proyectos de investigación nacionales, autonómicos y europeos, así como dirigido 19 tesis doctorales, encontrándose dirigiendo 3 más. Es responsable del grupo de la Junta de Andalucía FQM-317.

Christoph Richter (ORCID ID = 0000-0001-8386-1882; Scopus Author 55439554100)

Doctor en Química Física por la Universidad de Colonia en 1993. En 1994 comienza a trabajar en el Departamento que DLR (Centro Aeroespacial de Alemania) tiene en la Plataforma Solar de Almería (PSA-CIEMAT), en España; el mayor centro de pruebas para investigación y desarrollo en tecnologías de concentración solar a altas temperaturas. Inicialmente trabaja como director de proyectos en el área de química solar, en el desarrollo de proyectos sobre las aplicaciones fotoquímicas de la energía solar en la depuración de aguas y en la síntesis química fina. Actualmente trabaja en diferentes aspectos del funcionamiento de las plantas solares térmicas, incluyendo el almacenamiento de calor, refrigeración e impacto ambiental, y es responsable del departamento de administración e infraestructuras de DLR en Almería. Desde marzo de 2008 es el Secretario General de Solar PACES.

2.1.4 Resumen de la actividad desarrollada en CIESOL durante 2019

Durante 2019 el grupo ha seguido su renovación con la incorporación de nuevos miembros gracias a contratos de empleo juvenil, estudiantes predoctorales, diversos alumnos de grado y máster y una alumna extranjera en estancia predoctoral. Durante el 2019 se ha continuado con la formación de doctores, la publicación de artículos en las mejores revistas del área de química, química inorgánica y materiales. Se ha además prorrogado el esfuerzo en el proyecto de la AACI conseguido en 2017 para el desarrollo de países latinoamericanos que junto con contratos con empresas, le permitirá continuar su actividad investigadora los próximos años.

2.1.5 Colaboración con otras Unidades Funcionales de CIESOL durante 2019

Durante 2019 la unidad ha colaborado con la unidad de Regeneración de Aguas, aunque los resultados no pasaron de las evaluaciones preliminares.

2.1.6 Recursos humanos de la Unidad

Estancias y visitas en CIESOL:

- Nazanin Kordestani; University of Isfahan. Iran; 01/11/2018 – 31/06/2019

Estancias de investigadores de CIESOL en otros centros:

- Antonio Manuel Romerosa Nieves; Universidad de Debrecen. Hungría; 20/07/2019 al 8/08/2019

Alumnos en prácticas curriculares:

- Belen Lopez Sanchez, Doctorado en Química
- Jose Veiga del Pino, Doctorado en Química
- Andrés Alguacil Alarcón, Doctorado en Química
- Juan Alfredo Cayuela Castillo, TFG en Ciencias Químicas
- Alverto Barros Pardo, TFG en Ciencias Químicas
- Cristina Campoy Muñoz, TFM en Laboratorio Avanzado de Química

2.1.7 Producción científica

Artículos

- Neutron Scattering in Coordination Chemistry. J.A. Stride, W.L. Queen and A. Romerosa. European Journal of Inorganic Chemistry Número especial sobre neutrones y química de coordinación, 1057–1059, 2019. DOI: 10.1002/ejic.201801283
- Molecular insights into bulk and porous κ 2P,N-PTA metal-organic polymers by simultaneous Raman spectroscopy and inelastic neutron scattering. F. Scalambra, S. Rudić, A. Romerosa. European Journal of Inorganic Chemistry, Número especial sobre neutrones y química de coordinación, 1155-1161, 2019. DOI: 10.1002/ejic.201801283
- The interaction of water with cis and trans $\{Ru(bpy)_2(PTA)_2\}^{2+}$ (PTA = 1,3,5-triaza-7-phosphaadamantane) studied by neutron scattering and ab initio calculations. VIP paper. F. Scalambra, N. Holzmann, L. Bernasconi, S. Imberti, A. Romerosa. European Journal of Inorganic Chemistry Número especial sobre neutrones y química de coordinación. Selected as VIP, 1162-1169, 2019. DOI: 10.1002/ejic.201801499
- New Findings in Metal Complexes with Antiproliferative Activity Containing 1,3,5-triaza-7-phosphaadamantane (PTA) and Derivative Ligands. F. Scalambra, P. Lorenzo-Luis, I. de los Ríos, A. Romerosa. European Journal of Inorganic Chemistry Número especial sobre "Fósforo en 2019", 1529-1538, 2019. DOI: 10.1002/ejic.201801426
- Isomerization of Allylic Alcohols in Water Catalized by Transition Metal Complexes. F. Scalambra, P. Lorenzo-Luis, I. de los Ríos, A. Romerosa. Coordination Chemistry Review Número especial dedicado al Prof. Armando Pombeiro, 393, 118-148, 2019. DOI.org/10.1016/j.ccr.2019.04.012.

- Novel Ruthenium-Silver PTA-Based Polymers and Their Behavior in Water. B. Sierra-Martin, M. Serrano-Ruiz, F. Scalambra, A. Fernandez-Barbero, A. Romerosa. Polymers Special Issue "Selected Papers from ECIS 2018", 11, 1249-1257, 2019. DOI:10.3390/polym11081249
- CpRu-complexes containing water soluble phosphine PTA and natural purines adenine, guanine and theophylline: synthesis, characterization and antiproliferative properties. L. Hajji, C. Saraiba-Bello, G. Segovia-Torrente, F. Scalambra, A. Romerosa. European Journal of Inorganic Chemistry, 4078-4086, 2019.

Participación en congresos

- XXXVII Biental de la Real Sociedad Española de Química. 26-30 de mayo de 2019. San Sebastián, España.
- 1st International Conferences on Noncovalent Interactions (ICNI-2019), September 2-6, 2019, Lisbon, Portugal.

Contribuciones a congresos

- Agua en sistemas químicos desafiantes. Franco Scalambra, Nicole Holzmann, Leonardo Bernasconi, Silvia Imberti, Svemir Rudić y Antonio Romerosa. XXXVII Biental de la Real Sociedad Española de Química. 26-30 de mayo de 2019, San Sebastián, España. ORAL, S8, OC 03, pp 234.
- Isomerización catalítica de 2-ciclohexenol catalizada por [RuClCp(PTA)₂] y [RuCp(PTA)₂(H₂O-κO)](CF₃SO₃)·3.5H₂O. Franco Scalambra, Belén López y Antonio Romerosa. XXXVII Biental de la Real Sociedad Española de Química. 26-30 de mayo de 2019, San Sebastián, España. FLASH, S8, FP 01, pp 238.
- Estudio de las propiedades ópticas del complejo hidrosoluble cis-[Ru(DcBpyH)₂(PTAH)₂]Cl₂. José M. Veiga del Pino, Franco Scalambra y Antonio Romerosa. XXXVII Biental de la Real Sociedad Española de Química. 26-30 de mayo de 2019, San Sebastián, España. FLASH, S8, FP 03, pp 240.
- Complejos metálicos carbeno solubles en agua con PTA y derivados (PTA = 1,3,5-triaza-7-fosfaadamantano).. Belén López, Jose M. Veiga del Pino, Antonio Romerosa, Franco Scalambra, Isaac de los Rios, Pablo Lorenzo-Luis. XXXVII Biental de la Real Sociedad Española de Química. 26-30 de mayo de 2019, San Sebastián, España. Poster, S8, P 39, pp 701.
- Neutron Scattering: a Valuable Procedure to study the Interaction of Water Molecules with Catalytic Intermediates. Antonio Romerosa, Franco Scalambra, Belén López-Sánchez, Nicole Holzmann, Silvia Imberti, Leonardo Bernasconi. 1st International Conferences on Noncovalent Interactions (ICNI-2019), September 2-6, 2019, Lisbon, Portugal. KL16.
- Study of catalytic intermediate states in water by X-ray Pair Distribution Function (XPDF). Antonio Romerosa, Franco Scalambra, Belén López-Sánchez. 1st International Conferences on Noncovalent Interactions (ICNI-2019), September 2-6, 2019, Lisbon, Portugal. P6.

Organización de congresos

- Sesión S8 en el XXXVII Biental de la Real Sociedad Española de Química. 26-30 de mayo de 2019, San Sebastián, España.
- 25th SolarPACES Conference, 1-4 Octubre 2019. Daegu, Corea del Sur.

Capítulos de libro

- Recent Advances in Transition metal-mediated transformations of white phosphorus. Franco Scalambra, Maurizio Peruzzini, Antonio Romerosa. Advances in Organometallic Chemistry. 2019, 72 (Pages 1-222), 173-222.

Tesis doctorales defendidas

- OBTENCIÓN DE CARBÓN ACTIVADO DE CÁSCARA DE ARROZ Y SUS POSIBLES APLICACIONES EN DESCONTAMINACIÓN DE AGUAS. DOCTORANDO: Freddy Alberto Pereira Guanuche. Universidad de Almería. Facultad de Ciencias Experimentales 24/10/2019. Sobresaliente CUM LAUDE Unanimidad.
- NUEVOS COMPLEJOS DE COORDINACIÓN CON EL LIGANDO DMOPTA: AVANCES EN LA CAPACIDAD ANTIPROLIFERATIVA. Elisabet Zenaida Mendoza Nozeman. Universidad de La Laguna. Departamento de Química. 05/11/2019 Sobresaliente CUM LAUDE Unanimidad. Tesis Europea.

2.1.8 Miembros del la unidad

Antonio Manuel Romerosa Nieves



Catedrático de Química Inorgánica
UAL
romerosa@ual.es
(+34) 950 015 305

Christoph Richter



Investigador, Director del DLR en Almeria
DLR
christoph.richter@dlr.de
(+34) 950 271486

Pablo Antonio Lorenzo Luis



Profesor Titular Química Inorgánica
Univ. La Laguna

Isaac de los Rios Hierro



Profesor Titular Química Inorgánica
Univ. Cádiz

Zenaida Mendoza



Investigador Predoctoral
Univ. La Laguna-UAL

Franco Scalambra



Investigador Doctor
UAL

Cristóbal Saraiba Bello



Investigador Doctor
UAL

Sonia Mañas Carpio



Investigador Doctor
UAL

Belén López Sánchez



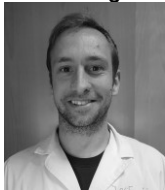
Investigador Predoctoral
UAL

Lourdes Sánchez



Investigador Doctor
UAL-CTAP

José Manuel Veiga del Pino



Investigador Predoctoral
UAL

Ana Belén Bonhome Espinosa



Investigador Doctor
UAL

2.1.9 Proyectos vigentes durante 2019

2.1.9.1 Polímeros poliheteroorganometálicos fluorescentes solubles en agua.

Participantes:

Grupo de Inv. "Química de Coordinación, Organometálica y Fotoquímica". Universidad de Almería (FQM-317)

Contactos:

A. Romerosa Nieves (romerosa@ual.es)

Fuente de financiación:

Ministerio de Economía y Competitividad. FEDER 2013 (CTQ2015-67384-R)

Duración prevista:

Enero 2016 - Junio 2019

Situación:

Finalizado 2019.

Resumen

El proyecto se dirige al diseño de nuevos polímeros heterometálicos con propiedades de gel y fluorescentes en agua, de forma que puedan ser confinados en una matriz en la que puedan responder a variaciones del entorno.

Objetivos.

El objetivo último es obtener un sensor que cambie su respuesta óptica en función de la presencia de explosivos comunes tanto en disolución como en vapor.

2.1.9.2 Carbón activo proveniente de la cáscara de arroz y su uso en la purificación de agua

Participantes:

Grupo de Inv. "Química de Coordinación, Organometálica y Fotoquímica". Universidad de Almería (FQM-317)

Contactos:

A. Romerosa Nieves (romerosa@ual.es)

Fuente de financiación:

Agencia Andaluza de Cooperación Internacional (AACI-2016DEC020)

Duración prevista:

Noviembre 2017 - Noviembre 2019

Situación:

Finalizado 2019.

Resumen

Mediante el proyecto se ha establecido una vía de colaboración entre el grupo en el CIESOL y el de la U. de Machala en Ecuador. La alta contaminación producto de la actividad minera está llevando a la contaminación de ríos y acuíferos. Además, la eliminación de la cáscara del arroz producida en esa región y el acceso a agua de calidad. El agua es fundamental para la vida y por lo tanto disponer de agua de calidad es fundamental para el desarrollo adecuado de la población. El carbón activo obtenido de la cáscara del arroz puede purificar el agua selectivamente. Todo el proceso sería ecológico, no produciría contaminación tangencial y sería respetuoso con los medios productivos y sociales de la comunidad en donde será desarrollado.

Objetivos.

A través del mismo se pretende dar respuesta a graves problemas medioambientales que presenta la comarca del Oro en Ecuador.

2.1.10 Participación en Redes durante 2019

El grupo es el coordinador de la red sobre metales y agua "REDESMA" (www.redesma.es) que reúne a 15 grupos de universidades españolas interesados en la química de los metales en agua. La red funciona sin financiación directa; se ha solicitado una ayuda a la convocatoria de este año de redes temáticas.

2.1.11 Transferencia y Actividades Complementarias

Organización del número especial dedicado a Neutron Scattering in Coordination Chemistry en la revista del área de Química Inorgánica "European Journal Inorganic Chemistry". AUTORES (p.o. de firma): John A. Stride, Wendy L. Queen, Antonio Romerosa TITULO: Neutron Scattering in Coordination Chemistry. REF. REVISTA: European Journal of Inorganic Chemistry, 2019, 1057–1059 (Guest Editors). Número especial sobre neutrones y química de coordinación, CLAVE: A, DOI: 10.1002/ejic.201801283

Franco Scalambra, Nicole Holzmann, Leonardo Bernasconi, Silvia Imberti, Antonio Romerosa. The interaction of water with cis and trans {Ru(bpy)2(PTA)2}2+ (PTA = 1,3,5-triaza-7-phosphaadamantane) studied by neutron scattering and ab initio calculations. *VIP paper*. European Journal of Inorganic Chemistry, 2019, 1162-1169. VIP. Número especial sobre neutrones y química de coordinación. *Selecte as VIP*.

2.1.12 Actividades de Difusión

Especial I+D+i publicado en ABC, 6/5/2019 (<https://www.guiadeprensa.com/suplementos/idi-mayo-2019-abc/>).

2.1.13 Proyectos solicitados durante 2019

- Solicitud del proyecto CONVOCATORIA 2019 DE PROYECTOS I+D+i "RETOS INVESTIGACIÓN" DEL PROGRAMA ESTATAL DE I+D+i ORIENTADA A LOS RETOS DE LA SOCIEDAD. Referencia: PID2019-110206RB-I00. Centro: CIESOL CENTRO MIXTO DE INVESTIGACIÓN EN ENERGÍA SOLAR UAL-CIEMAT. Título: COMPLEJOS HETEROMETÁLICOS CON EL LIGANDO 3,7-DIMETIL-1,3,7-TRIAZA-5-PHOSPHABICYCLO[3.3.1]NONANO (DMOPTA): PROPIEDADES ANTIPROLIFERATIVAS Y CATALÍTICAS. Entidad Solicitante: Universidad de Almería
- Equipamiento FEDER, solicitado por la Universidad bajo solicitud del grupo.
- Ayudas B. Galindo, solicitada por la Universidad bajo solicitud del grupo.

2.1.14 Otros

Trabajos fin de grado y Máster:

- Helena Hernández Martínez (Titulación: Grado en Química -Plan 2009). Trabajo Fin de Grado. Síntesis, caracterización y estudio de nuevos complejos de Ru(II): [RuCp(dmoPTA)(PPh₃)(PTA)]⁺ y sus derivados heterometálicos con Zn y Co./ Synthesis, characterization and study of new Ru(II) complexes: [RuCp(dmoPTA)(PPh₃)(PTA)]⁺ and its heterometallic derivatives with Zn and Co.
- Andrés Alguacil Alarcón (Titulación: Master en Química Avanzada) Trabajo Fin de Máster. Síntesis, caracterización y estudio de nuevos compuestos de coordinación con fosfinas solubles en agua y propiedades anticancerígenas./Synthesis, characterization and study of new coordination compounds with water soluble phosphines and anticancer properties.

Tesis doctorales en proceso de realización

- Belén López Sánchez, Doctorado en Química. Supervisores: Antonio Manuel Romerosa Nieves, Franco Scalambra.
- Jose Veiga del Pino, Doctorado en Química. Supervisores: Antonio Manuel Romerosa Nieves, Franco Scalambra.
- Andrés Alguacil Alarcón, Doctorado en Química. Supervisores: Antonio Manuel Romerosa Nieves, Franco Scalambra.

CONFERENCIAS INVITADAS

- Procesos Químicos Activados con Radiación Solar. Conferencias de la Univesidad Politécnica del Valle de México. Universidad Politécnia del Valle de México, Tultitlán, Estado de México. 20 de marzo de 2019
- Uso de la Radiación Solar. Conferencia en la FES-UNAM-Aragón. Univesidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Celebradas en la FES-UNAM-Aragón, Nezahualcoyotl, Estao de México. 21 de marzo de 2019
- Química organometálica en agua: Nuevos compuestos químicos para un mundo más saludable. Conferencias del Departamento de Química Inorgánica y Nuclear de la Facultad de Química de la UNAM. Univesidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Ciudad Universitaria, Cd. México. 22 de marzo de 2019.
- PTA a surprising ligand. Organometallic and Catalysis Confrence (dedicated to Prof. Ferenc Joó's 70th birthday). Center of Debrecen Regional Committee of the Hungarian Academy of Sciences, Debrecen, Hungary. 17 mayo de 2019.

2.2 ACTIVIDADES EN ANÁLISIS AMBIENTAL

2.2.1 Descripción de la unidad

La Unidad Funcional está constituida por investigadores del departamento de Química y Física de la Universidad de Almería y de la unidad de Tratamientos Solares de Agua de la Plataforma Solar de Almería (CIEMAT). La colaboración entre ambos centros comenzó antes de 1996, año en el que se publica el primer trabajo conjunto en un congreso del área. Desde entonces se ha colaborado activamente en proyectos nacionales e internacionales y se cuenta con más de 60 publicaciones conjuntas. Actualmente, miembros de ambos centros forman parte del grupo PAI (Plan Andaluz de Investigación) "Análisis Ambiental y Tratamiento de Aguas (FQM-374)".

2.2.2 Líneas estratégicas de la unidad

La actividad del grupo está enfocada al desarrollo, optimización y evaluación analítica de procesos avanzados de tratamiento de aguas aplicados a efluentes complejos con vistas a su regeneración y en su caso posible reutilización. Las líneas estratégicas de actuación son:

- Desarrollo de métodos analíticos avanzados para la caracterización de efluentes complejos y su aplicación al seguimiento de microcontaminantes orgánicos durante los tratamientos a fin de garantizar su eliminación.
- Identificación de productos de transformación generados durante los tratamientos y establecimiento de rutas de degradación.
- Estudio de la influencia de los tratamientos en la calidad de las aguas regeneradas y evaluación del impacto derivado de su reuso en actividades agrícolas.

2.2.3 Investigadores principales de la unidad

Ana Agüera López (ORCID ID: 0000-0003-2649-6772; Scopus Author ID: 6701415534)

Es catedrática del Departamento de Química y Física de la Universidad de Almería. Licenciada en Ciencias Químicas (1987) y Dra. en Ciencias Químicas por la Universidad de Granada (1995). Investigadora responsable del grupo Análisis Ambiental y Tratamiento de Aguas (FQM-374) del Plan Andaluz de Investigación. Cuenta con 27 años de experiencia en el desarrollo y validación de métodos analíticos, basados en el empleo de técnicas cromatográficas acopladas a espectrometría de masas, para el análisis de contaminantes orgánicos en alimentos y matrices ambientales. Ha participado en 23 proyectos de investigación competitivos nacionales e internacionales, en 9 de ellos como investigadora principal. Es co-autora de 2 patentes y 155 publicaciones científicas en revistas internacionales indexadas (h-index=55, febrero, 2020). Ha co-dirigido 10 tesis doctorales y participado en más de 150 comunicaciones a congresos. Es autora de 3 libros y 12 capítulos de libro y ha participado en la organización de 8 congresos de carácter internacional.

Isabel Oller Alberola (ORCID ID: 0000-0002-9893-6207; Scopus Author 8415190600)

Es responsable de la Unidad de Tratamientos Solares del Agua de la Plataforma Solar de Almería (CIEMAT), Ingeniera Química por la Universidad de Granada (2002) y Doctora por la Universidad de Almería (2008). Cuenta con más de 15 años de experiencia en el campo de la descontaminación y reutilización de aguas residuales industriales y urbanas mediante procesos avanzados de oxidación y su combinación con sistemas físico-químicos de pre-tratamiento, así como con tratamientos biológicos avanzados. La Dr. Isabel Oller ha desarrollado esta actividad a través de su participación en diversos Proyectos de I+D nacionales y europeos (5th, 6th & 7th EU FP, H2020). Dentro de su producción científica cabe destacar que es autora y co-autora de

4 libros en Editorial Nacional y co-autora de 18 capítulos de libros de Editorial Internacional. Además es co-autora de 117 publicaciones en revistas científicas internacionales con índice de impacto y más de 130 contribuciones a Congresos y Simposios internacionales hasta la fecha (enero 2018). Además, ha participado como profesora en cursos nacionales e internacionales relacionados con el Tratamiento Avanzado de Aguas Residuales. H-index (Diciembre 2019): 37.

2.2.4 Resumen de la actividad desarrollada en CIESOL durante 2019

En esta anualidad han finalizado dos de los proyectos en curso, el proyecto P12-RNM-1739 y el proyecto SOLFENDIS. El primero finalizó en julio y culminó con la defensa en septiembre de la tesis doctoral de Dña Ana Ruiz Delgado. Como se ha reflejado en la correspondiente memoria final del proyecto, éste ha alcanzado en gran medida los objetivos propuestos. A modo de resumen, se ha determinado que para las aguas procedentes del cocido del corcho, el tratamiento debe de llevarse a cabo mediante oxidación química hasta un estado lo más avanzado posible de mineralización, con objeto de combinar posteriormente con un tratamiento de afino en un sistema de membranas de nanofiltración que permita obtener un caudal de permeado con la calidad suficiente para reutilizar el agua tratada en el propio proceso de cocción del corcho. Por otro lado, las pruebas de toxicidad aguda y crónica basadas en diferentes microorganismos mostraron elevados valores de toxicidad al final de la línea de tratamiento propuesta, excepto en la corriente de permeado. Este hecho incrementa el interés en profundizar en el conocimiento de los contaminantes, productos de degradación o metabolitos que pudieran dar lugar a porcentajes de inhibición tan elevados aun cuando los valores de COD eran ya tan bajos (al final de la oxidación química). La línea de tratamiento propuesta para los lixiviados de vertedero se basa en la combinación de un pre-tratamiento físico-químico (coagulación/floculación), un PAO (foto-Fenton solar) y un sistema biológico aerobio (bio-reactor de lecho fluidizado), con una etapa final de afino basada en sistemas de membranas (destilación por membranas) para la recuperación de nutrientes y posible reutilización de lixiviados de vertedero. Desde el punto de vista analítico, considerando la dificultad de las matrices, las técnicas desarrolladas han permitido aportar información relevante para la evaluación del tratamiento de efluentes complejos y su aplicabilidad se ha estudiado en aguas residuales industriales de distinto origen.

También en 2019 ha finalizado el proyecto SOLFENDIS. Un resumen de las actividades realizadas se presentó en las jornadas de seguimiento científico-técnico celebradas en Madrid, recibéndose un informe positivo como resultado de su evaluación. En diciembre se defendió la tesis de Dña. Marina Celia Campos Mañas, que recoge parte de los resultados alcanzados, especialmente desde el punto de vista analítico en el marco del proyecto.

Respecto a las actividades derivadas de proyecto LIFE PureAgroH2O, se ha seguido colaborando con CITRICOS del Andarax, S.A., en la caracterización y adecuación del efluente a tratar con el reactor NFPR. Se ha caracterizado el agua generada con un nuevo sistema avanzado de lavado instalado en la empresa, y se han ensayado sistemas de pretratamiento mediante coagulación con $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ y FeCl_3 . Con ninguna de las opciones evaluadas se ha conseguido mejorar la calidad del efluente hasta los niveles requeridos para su tratamiento con el reactor ($\text{DQO} < 50 \text{ mg/L}$). Como alternativa, se ha caracterizado el efluente de la planta de tratamiento biológico (MBR), recientemente reformada por la empresa, que proporciona niveles adecuados de DQO, si bien está por evaluar si la conductividad de la misma puede resultar también una limitación para el adecuado funcionamiento del reactor.

Durante 2019 también se han iniciado dos nuevos proyectos, el LIFE Ulises y el proyecto UAL-Feder AMBAGENS.

2.2.5 Colaboración con otras Unidades Funcionales de CIESOL durante 2019

Durante 2019 se ha mantenido la colaboración con la unidad de Regeneración de Aguas, con la que se tienen proyectos conjuntos: SOLFENDIS (CTQ2016-78255-R), LIFE PureAgroH2O (LIFE17 ENV/GR/000387) y LIFE Ulises (LIFE18 ENV/ES/000165).

2.2.6 Recursos humanos de la Unidad Funcional

Durante 2019 dejaron la Unidad Funcional por finalización de sus contratos Dña. Ana Lorenzo Flores, Dña. Laura Ponce Robles y Dña Elisa García Gómez.

Se ha incorporado con un contrato de un año de garantía Juvenil, Dña. Carmen María Morales Álvarez.

Contratos postdoctorales:

- Ana Belén Martínez Piernas. Marzo, 2019. Contrato de investigación postdoctoral con cargo a proyecto LIFE17 ENV/GR/000387.
- Ana Ruiz Delgado. Enero, 2019. Contrato de investigación predoctoral con cargo a grupo de investigación.

Estancias y visitas en CIESOL:

- Melisa Portilla Sangabriel. Universidad Nacional Autónoma de México, México (01/05/2019-31/08/2019).
- José Alberto Macías Vargas. Universidad Nacional Autónoma de México, México (21/10/2019-21/12/2019).

Alumnos en prácticas curriculares:

- Mirco Raso . Grado en Química.
- Rocío López Domene. Grado en Química.

2.2.7 Producción científica

Artículos

- TiO₂ photocatalysis under natural solar radiation for the degradation of the carbapenem antibiotics imipenem and meropenem in aqueous solutions at pilot plant scale. A. Cabrera-Reina, A.B. Martínez-Piernas, Y. Bertakis, N.P. Xekoukoulotakis, A. Agüera, J.A. Sánchez Pérez, Water Research, 166, art. no. 115037, 2019. DOI: 10.1016/j.watres.2019.115037
- On the design and operation of solar photo-Fenton open reactors for the removal of contaminants of emerging concern from WWTP effluents at neutral pH. P. Soriano-Molina, J.L. García Sánchez, S. Malato, P. Plaza-Bolaños, A. Agüera, J.A. Sánchez Pérez. Applied Catalysis B: Environmental, 256, art. no. 117801, 2019. DOI: 10.1016/j.apcatb.2019.117801
- Effect of solar photo-Fenton process in raceway pond reactors at neutral pH on antibiotic resistance determinants in secondary treated urban wastewater. A. Fiorentino, B. Esteban, J.A. Garrido-Cardenas, K. Kowalska, L. Rizzo, A. Agüera, J.A. Sánchez Pérez. Journal of Hazardous Materials, 378, art. no. 120737, 2019. DOI: 10.1016/j.jhazmat.2019.06.014
- Determination of pesticide levels in wastewater from an agro-food industry: Target, suspect and transformation product analysis. M.C. Campos-Mañas, P. Plaza-Bolaños, A.B. Martínez-Piernas, J.A. Sánchez-Pérez, A. Agüera. Chemosphere, 232, pp. 152-163, 2019. DOI: 10.1016/j.chemosphere.2019.05.147
- Reclamation of Real Urban Wastewater Using Solar Advanced Oxidation Processes: An Assessment of Microbial Pathogens and 74 Organic Microcontaminants Uptake in Lettuce and Radish. Y. Aguas, M. Hincapie, A.B. Martínez-Piernas, A. Agüera, P. Fernández-Ibáñez, S. Nahim-Granados, M.I. Polo-López. Environmental Science and Technology, 53 (16), pp. 9705-9714, 2019. DOI: 10.1021/acs.est.9b00748
- Assessment of solar raceway pond reactors for removal of contaminants of emerging concern by photo-Fenton at circumneutral pH from very different municipal wastewater effluents. P. Soriano-

- Molina, P. Plaza-Bolaños, A. Lorenzo, A. Agüera, J.L. García Sánchez, S. Malato, J.A. Sánchez Pérez. *Chemical Engineering Journal*, 366, pp. 141-149, 2019. DOI: 10.1016/j.cej.2019.02.074
- Oxidation mechanisms of amoxicillin and paracetamol in the photo-Fenton solar process. M.M. Hinojosa Guerra, I. Oller Alberola, S. Malato Rodríguez, A. Agüera López, A. Acevedo Merino, A. Egea-Corbacho Lopera, J.M. Quiroga Alonso. *Water Research*, 156, pp. 232-240, 2019. DOI: 10.1016/j.watres.2019.02.055
 - Natural chelating agents from olive mill wastewater to enable photo-Fenton-like reactions at natural Ph. A. Ruiz-Delgado, M.A. Roccamante, I. Oller, A. Agüera, S. Malato. *Catalysis Today*, 328, pp. 281-285, 2019. DOI: 10.1016/j.cattod.2018.10.051
 - Identification of opioids in surface and wastewaters by LC/QTOF-MS using retrospective data analysis. M.C. Campos-Mañas, I. Ferrer, E.M. Thurman, J.A. Sánchez Pérez, A. Agüera. *Science of the Total Environment*, 664, pp. 874-884, 2019. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2019.01.389
 - Identification of transformation products of carbamazepine in lettuce crops irrigated with Ultraviolet-C treated water. A.B. Martínez-Piernas, S. Nahim-Granados, M.I. Polo-López, P. Fernández-Ibáñez, S. Murgolo, G. Mascolo, A. Agüera. *Environmental Pollution*, 247, pp. 1009-1019, 2019. DOI: 10.1016/j.envpol.2019.02.001
 - Organic Microcontaminants in Tomato Crops Irrigated with Reclaimed Water Grown under Field Conditions: Occurrence, Uptake, and Health Risk Assessment. A.B. Martínez-Piernas, P. Plaza-Bolaños, P. Fernández-Ibáñez, A. Agüera. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 2019. DOI: 10.1021/acs.jafc.9b01656.
 - Environmental assessment of solar photo-Fenton processes in combination with nanofiltration for the removal of micro-contaminants from real wastewaters. *Science of the Total Environment*. A. Gallego-Schmid, R.R. Zepon Tarpani, S. Miralles-Cuevas, A. Cabrera-Reina, S. Malato, Adisa Azapagic. 650, 2210-2220, 2019.
 - Optimization of electrocatalytic H₂O₂ production at pilot plant scale for solar-assisted water treatment. I. Salmerón, K.V. Plakas, I. Sirés, I. Oller, M.I. Maldonado, A.J. Karabelas, S. Malato. *Applied Catalysis B: Environmental*, 242, 327-336, 2019.
 - Commercial fertilizer as effective iron chelate (Fe³⁺-EDDHA) for wastewater disinfection under natural sunlight for reusing in irrigation. S. Nahim-Granados, I. Oller, S. Malato, J.A. Sánchez Pérez, M.I. Polo-Lopez. *Applied Catalysis B: Environmental*, 253, 286-292, 2019.
 - Photo-Fenton treatment of saccharin in a solar pilot compound parabolic collector: Use of olive mill wastewater as iron chelating agent, preliminary results. K. Davididou, E. Chatzisyneon, L. Perez-Estrada, I. Oller, S. Malato. *Journal of Hazardous Materials*, 372, 137-144, 2019.
 - EDDS as complexing agent for enhancing solar advanced oxidation processes in natural water: Effect of iron species and different oxidants. S. Miralles-Cuevas, I. Oller, A. Ruiz-Delgado, A. Cabrera-Reina, L. Cornejo-Ponce, S. Malato. *Journal of Hazardous Materials*, 372, 129-136, 2019.
 - Inactivation of *E. coli* and *E. faecalis* by solar photo-Fenton with EDDS complex at neutral pH in municipal wastewater effluents. I. García-Fernández, S. Miralles-Cuevas, I. Oller, S. Malato, P. Fernández-Ibáñez, M.I. Polo-López. *Journal of Hazardous Materials*, 372, 85-93, 2019.
 - Microbiological evaluation of combined advanced chemical-biological oxidation technologies for the treatment of cork boiling wastewater. L. Ponce-Robles, I. Oller, M.I. Polo-López, G. Rivas-Ibáñez, S. Malato. *Sci. Tot. Environ.* 687, 567-576, 2019.
 - Improved landfill leachate quality using ozone, UV solar radiation, hydrogen peroxide, persulfate and adsorption processes. R. Poblete, I. Oller, M.I. Maldonad, E. Cortes. *Journal of Environmental Management*, 232, 45-5, 2019.
 - Contaminants of emerging concern removal from real wastewater by UV/free chlorine process: A comparison with solar/free chlorine and UV/H₂O₂ at pilot scale. G. Cerreta, M.A. Roccamante, I. Oller, S. Malato, L. Rizzo. *Chemosphere*, 236, 124354, 2019.

Participación en congresos

- 3rd European Summer School on "Environmental Applications of AOPs. Alcoy, Valencia, España. 03/06/2019-07/06/2019.

- 6th European Conference on Environmental Applications of Advanced Oxidation Processes (EAAOP6). 26/06/2019-30/06/2019. Portorov. Eslovenia.
- 20th Symposium on Health-Related Water Microbiology (HRWM). Vienna, Austria. 15/09/2019-20/09/2019.
- Congreso Internacional en Energía, Eficiencia y Sustentabilidad Ambiental (CEES 2019). 16/10/2019-18/10/2019. La Serena. Chile.
- Young water professional congress. Madrid. 12/11/2019-15/12/2019.
- IV Iberoamerican Conference on Advanced Oxidation Technologies (IV CIPOA). 18/11/2019-22/11/2019. Natal. Brasil.

Contribuciones a congresos

- ZeroValent Iron technology at Neutral pH assisted with iron complexes to remove pesticides in natural water. Roccamante, M., Miralles-Cuevas S., A. Cabrera-Reina, I. Oller, S. Malato. 3rd European Summer School on "Environmental Applications of AOPs. Alcoy, Valencia, España. 03/06/2019-07/06/2019. Comunicación tipo short-oral.
- Industrial Wastewater Treatment by combining AOPs, biological and membrane technologies: ammonium recovery. Ana Ruiz-Delgado, I. Oller, Adrián M.T. Silva, Sixto Malato, Ana Agüera. 6th European Conference on Environmental Applications of Advanced Oxidation Processes (EAAOP6). 26/06/2019-30/06/2019. Portorov. Eslovenia. Comunicación tipo oral-keynote.
- Solar driven processes to reclaim wastewater from fresh-cut industry: assessment of pathogens and microcontaminants in water and raw-eat crops. S. Nahim-Granados, E. García-Gómez, P. Plaza-Bolaños, J.A. Sánchez Pérez, A. Agüera, M.I. Polo-López. 6th European Conference on Environmental Applications of Advanced Oxidation Processes (EAAOP6). 26/06/2019-30/06/2019. Portorov. Eslovenia. Comunicación oral y póster.
- Solar photo-fenton process evaluation through simulation: the influence of location on process performance and treatment cost. Alejandro Cabrera-Reina, Sara Miralles-Cuevas, Lorena Cornejo-Ponce, Isabel Oller, Sixto Malato. 6th European Conference on Environmental Applications of Advanced Oxidation Processes (EAAOP6). 26/06/2019-30/06/2019. Portorov. Eslovenia. Comunicación tipo Oral.
- Advanced Treatment of Municipal Wastewater effluents by UVC/free Chlorine process: Contaminants of emerging concern removal, trihalomethanes formation and comparison with UV/H₂O₂ process. Giusy Cerreta, Melina Roccamante, I. Oller, Patricia Plaza-Bolaños, Ana Agüera, Luigi Rizzo, Sixto Malato. 6th European Conference on Environmental Applications of Advanced Oxidation Processes (EAAOP6). 26/06/2019-30/06/2019. Portorov. Eslovenia. Comunicación tipo oral.
- Strategies to increase the treatment capacity by solar photo-Fenton at neutral pH operated in continuous mode. Sandra Arzate, Marina Celia Campos Mañas, Sara Miralles Cuevas, José Luis García Sánchez, Ana Agüera, José Antonio Sánchez Pérez. 6th European Conference on Environmental Applications of Advanced Oxidation Processes (EAAOP6). 26/06/2019-30/06/2019. Portorov. Eslovenia. Comunicación tipo póster.
- Evaluation of different sources of zero valent iron to remove pesticides in natural water at neutral pH. Roccamante, M., Miralles-Cuevas S., A. Cabrera-Reina, I. Oller, S. Malato. 6th European Conference on Environmental Applications of Advanced Oxidation Processes (EAAOP6). 26/06/2019-30/06/2019. Portorov. Eslovenia. Comunicación tipo póster.
- Fresh-cut wastewater disinfection by solar processes with iron-chelate (Fe³⁺-EDDHA). M.I. Polo-López, S. Nahim-Granados, J.A. Sánchez-Pérez, I. Oller, S. Malato. 20th Symposium on Health-Related Water Microbiology (HRWM). Vienna, Austria. 15/09/2019-20/09/2019. Comunicación tipo short-oral.
- Engineering aspects of solar photo-Fenton: process simulation as scaling-up tool. Cabrera-Reina, A., Miralles-Cuevas S., Cornejo, L., Malato, S., Oller, I. Congreso Internacional en Energía, Eficiencia y Sustentabilidad Ambiental (CEES 2019). 16/10/2019-18/10/2019. La Serena. Chile. Comunicación tipo oral.
- Evaluation of ozone as an alternative treatment to chlorine in the fresh-cut industry: disinfection, microcontaminants elimination and agricultural reuse of treated wash-water. S. Nahim-Granados, G. Rivas-Ibañez, I. Oller, P. Plaza-Bolaños, S. Malato, J.A. Sánchez-Pérez, A. Agüera, M.I. Polo-López. Young water professional congress. Madrid. 12/11/2019-15/11/2019. Comunicación oral

- Evaluation of different sources of zero valent iron to remove pesticides in natural water at neutral pH. Roccamante, M., Miralles-Cuevas S., A. Cabrera-Reina, I. Oller, S. Malato. Young water professional congress. Madrid. 12/11/2019-15/11/2019. Comunicación tipo short-oral.
- Assessment of organic micro-contaminants and microbial of emerging concern: From solar treated fresh-cut wastewater to irrigated crops. M.I. Polo-Lopez, S. Nahim-Granados, I. Oller, S. Malato, E. García-Gómez, P. Plaza-Bolaños, J.A. Sánchez Pérez, A. Agüera. IV Iberoamerican Conference on Advanced Oxidation Technologies (IV CIPOA). 18/11/2019-22/11/2019. Natal. Brasil. Comunicación tipo oral

Capítulos de libro.

- Economic Assessment and Possible Industrial Application of a (Photo) catalytic Process: A Case Study. In: Heterogeneous Photocatalysis: Relationships with Heterogeneous Catalysis and Perspectives. J. Giménez, S. Esplugas, S. Malato and J. Peral. Giuseppe Marci, Leonardo Palmisano (eds.). Elsevier, Amsterdam, Netherlands. ISBN: 978-0-444-64015-4. Chapter 8, pp. 235-267, 2019.

Tesis doctorales defendidas

- INTEGRACIÓN DE PROCESOS FOTOQUÍMICOS SOLARES CON OTRAS TÉCNICAS AVANZADAS DE ANÁLISIS PARA EL TRATAMIENTO Y VALORIZACIÓN DE AGUAS RESIDUALES COMPLEJAS. Ana Ruiz Delgado. Universidad de Almería. 26/09/2019. Sobresaliente "Cum Laude" con Mención Internacional
- DETERMINATION OF ORGANIC MICROCONTAMINANTS AND TRANSFORMATION PRODUCTS IN SURFACE WATER AND WASTEWATER BY LOW- AND HIGH-RESOLUTION MASS SPECTROMETRY. Marina Celia Campos Mañas. Universidad de Almería. 13/12/2019. Sobresaliente "Cum Laude" con Mención Internacional

2.2.8 Miembros del la unidad

Ana Agüera López



Catedrática de Química Analítica
UAL
aaguera@ual.es
(+34) 950 215 531
www.ciesol.com

Isabel Oller Alberola



Contratado doctor OPI
CIEMAT-PSA
isabel.oller@psa.es
(+34) 950 387 993
www.psa.es

Sixto Malato Rodríguez



Profesor de Investigación de OPI
CIEMAT-PSA

Leónidas Pérez Estrada



Investigador Ramón y Cajal
CIEMAT-PSA

Ana Ruiz Delgado



Contratada pre-doctoral
Junta Andalucía

Ricardo Sánchez



Contratado doctor OPI
CIEMAT-PSA

Patricia Plaza Bolaños

Contratada doctor
UAL

Ana Belén Martínez Piernas

Contratada doctor
UAL

Ilaria Berruti

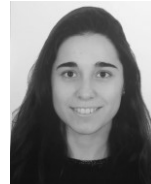
Contratada pre-doctoral
CIEMAT-PSA

Melina Roccamante

Contratada pre-doctoral
CIEMAT-PSA

Azahara Martínez García

Contratada pre-doctoral
CIEMAT-PSA

Carmen Mª Morales Álvarez

Contratada Plan Garantía Juvenil
UAL

Marina Celia Campos Mañas

Contratada pre-doctoral
UAL

Dennis Deemter

Contratada pre-doctoral
CIEMAT-PSA

2.2.9 Proyectos vigentes durante 2019

2.2.9.1 Caracterización y tratamiento de aguas residuales de distinto origen (lixiviados de vertedero y efluentes de la industria del corcho)

Participantes:

Unidad funcional de Análisis Ambiental

Contactos:

A. Agüera (aaguera@ual.es)

I. Oller (Isabel.oller@psa.es)

Fuente de financiación:

Junta de Andalucía. Proyecto de Excelencia. Convocatoria 2012. (P12-RNM-1739)

Duración prevista:

Enero 2014 – Junio 2019. Ampliado

Situación:

Finalizado

Resumen:

El proyecto pretende abordar el tratamiento de aguas residuales complejas integrando procesos avanzados de oxidación (PAO) (foto-Fenton solar y O_3/H_2O_2) con biotratamiento (Bio), tanto en el sentido

PAO/Bio como Bio/PAO, en función de las características de biodegradabilidad del agua a tratar. Se utilizarán dos tipos de aguas residuales de características claramente diferenciadas, lixiviado de vertedero y efluentes de la industria del corcho. Debido a la complejidad de estas aguas se realizará la caracterización inicial de la misma y el seguimiento de la evolución de los tratamientos mediante técnicas analíticas avanzadas (LC-MS, GC-MS), parámetros globales (TOC, DQO, biodegradabilidad, etc.) y baterías de bioensayos (toxicidad mediante diferentes organismos).

Objetivos:

- Caracterización de aguas residuales de diverso origen mediante protocolos de análisis de amplio espectro que incluyan la selección de procedimientos de extracción y técnicas analíticas combinadas.
- Establecimiento de una metodología global para determinar la detoxificación y biocompatibilidad de las aguas residuales tratadas mediante procesos avanzados, mediante la comparación de distintos métodos de medida de toxicidad y biodegradabilidad.
- Selección de la mejor opción entre diferentes tratamientos de oxidación avanzada (foto-Fenton, O_3/OH^- , O_3/H_2O_2) y su combinación con depuración biológica.

2.2.9.2 Desinfección de efluentes secundarios de EDAR mediante el proceso foto-Fenton solar en reactores tipo "raceway". Efecto sobre la transferencia de resistencias a los antibióticos (SOLFENDIS).**Participantes:**

Unidades funcionales de "Regeneración de aguas" y "Análisis Ambiental"

Contactos:

J. A. Sánchez (jsanchez@ual.es)

A. Agüera (aaguera@ual.es)

Fuente de financiación:

Ministerio de Economía y Competitividad. (CTQ2016-78255-R)

Duración prevista:

Diciembre 2016 – Diciembre 2019.

Situación:

Finalizado

Resumen:

Existen investigaciones previas sobre desinfección de aguas de secundario mediante foto-Fenton solar a pequeña escala y, en menor número, a escala de planta piloto en reactores tubulares provistos de captadores solares tipo CPC (Compound parabolic collector). No obstante, y pese al interés que la regeneración de aguas para riego tiene en España, no se conocen experiencias a gran escala ni evaluación de costes del proceso, fundamentalmente debido al carácter reciente de estas investigaciones. Para cualquiera de los diversos usos para los que está permitida la reutilización de aguas residuales tratadas (RD 1620/2007), es necesario disminuir el contenido de microorganismos patógenos en el agua regenerada. En este sentido, el equipo solicitante ha investigado sobre la utilización de reactores abiertos tipo "raceway" para la eliminación de contaminantes orgánicos, a concentraciones de microgramos por litro (microcontaminantes) con resultados prometedores, que han despertado el interés de la comunidad científica. Sin embargo, hasta donde sabemos, nunca se han utilizado estos reactores para desinfección de aguas. Otro aspecto que no ha sido evaluado, es su capacidad para reducir el riesgo de difusión de resistencias a los antibióticos (AR). La resistencia a los antibióticos es hoy en día uno de los problemas de salud pública más apremiantes a nivel mundial. España es reconocida como un país con una alta prevalencia de resistencia, sobre todo en especies que causan infecciones fundamentalmente:

Neumococo, Meningococo, Haemophilus influenzae, Campylobacter sp, Salmonella sp o E. coli, siendo también uno de los países con mayor consumo de antibióticos por habitante. Existen evidencias de que los procesos de desinfección de aguas residuales convencionales no son eficaces en el control de la difusión de AR. En este contexto, también se ha investigado sobre la generación de productos derivados en los procesos de desinfección y la necesidad de un control analítico mediante técnicas sofisticadas avanzadas, así como del seguimiento de la ecotoxicidad de las aguas tratadas. Finalmente, la evaluación económica y la minimización del coste son determinantes para llevar esta tecnología al ámbito comercial, fin último de la investigación propuesta.

La hipótesis de partida de este proyecto es que se pueden utilizar reactores abiertos tipo "raceway" para desinfectar aguas de secundario mediante el proceso foto-Fenton solar, sin generar productos derivados tóxicos, mejorando el control de la difusión de resistencias a los antibióticos y reduciendo sustancialmente los costes.

Objetivos:

- Estudio de las variables de operación de los reactores "raceway" para la desinfección de aguas, dosificación de reactivos y profundidad del líquido, a escala piloto. Obtener las condiciones de operación más favorables para el sistema propuesto.
- Seguimiento analítico de microcontaminantes, de sus productos de transformación y de los productos derivados de la desinfección, mejorando y validando nuevos métodos.
- Evaluación del efecto de los tratamientos en el potencial de transferencia de resistencias a los antibióticos, a través de la inactivación de las bacterias resistentes a los antibióticos y la evaluación de la variación de los genes resistentes.
- Optimización económica del proceso propuesto a escala piloto a fin de facilitar la toma de decisiones para su implantación a mayor escala y pre-comercialización de la tecnología desarrollada.

2.2.9.3 Pollutant Photo-NF remediation of Agro-Water (LIFE PureAgroH2O)

Participantes:

Unidades funcionales de "Regeneración de aguas" y "Análisis Ambiental"

Contactos:

A. Agüera (aaguera@ual.es)

Fuente de financiación:

LIFE Environment and Resource Efficiency, EU. (LIFE17 ENV/GR/000387)

Duración prevista:

Julio 2018 – Diciembre 2021.

Situación:

En curso (2º Anualidad)

Resumen:

El LIFE PureAgroH2O es un proyecto de carácter demostrativo, orientado al desarrollo de un reactor de nanofiltración fotocatalítica (PNFR) que utiliza un dispositivo de purificación de agua patentado y desarrollado previamente, basado en el empleo de monolitos fotocatalíticos avanzados y fotocatalizadores activados con luz visible (VLA) estabilizados con fibra polimérica porosa, que ha sido diseñado para eliminar de forma efectiva sustancias orgánicas presentes en aguas residuales. La innovación del reactor radica en la sinergia entre dos de los procesos más eficientes para la eliminación de plaguicidas de las aguas residuales agrícolas: la nanofiltración (NF) y la fotocatalisis. Esta sinergia proporciona una intensificación significativa del proceso que, a su vez, permite una reducción de las dimensiones del reactor (costes de

inversión) y una disminución en el coste operacional (costes de operación). El consorcio pretende garantizar el funcionamiento autónomo del proceso proporcionando una eficiencia estable que no dependerá de las condiciones estacionales (irradiación solar) ni de la composición de las aguas residuales agrícolas. Adicionalmente, la posibilidad de lograr una reducción del 60% en la presión transmembrana requerida permite una extensión significativa de la vida útil del proceso (2 veces) y una mayor eficacia en la eliminación de contaminantes orgánicos e inorgánicos (>99.5%).

Objetivos:

El principal objetivo del Proyecto LIFE PureAgroH2O es la aplicación a escala piloto de la Nanofiltración Fotocatalítica para el tratamiento del agua residual producida en las instalaciones de la Cooperativa Agrícola de Zagora, Grecia, y de Cítricos del Andarax S.A., en Almería, España. El proyecto LIFE PureAgroH2O pretende demostrar al sector agro-industrial- responsable del consumo de un porcentaje significativo de agua en todo el mundo- el potencial del empleo de la tecnología de Nanofiltración Fotocatalítica a nivel comercial, y así contribuir a la solución de importantes problemas medioambientales, energéticos y sociales.

2.2.9.4 Upgrading wastewater treatment plants by Low cost Innovative technologies for energy Self-Sufficiency and full recycling. (LIFE ULISES, LIFE18 ENV/ES/000165)**Participantes:**

Unidades funcionales de "Regeneración de aguas" y "Análisis Ambiental"

Contactos:

J. L. Casas López (jlcasas@ual.es)

Fuente de financiación:

LIFE Environment and Resource Efficiency, EU. (LIFE18 ENV/ES/000165)

Duración prevista:

1 de julio de 2019 - 30 de junio de 2022

Situación:

En curso

Resumen:

El proyecto LIFE ULISES tiene como objetivo revolucionar los procesos convencionales de depuración mediante un conjunto de tecnologías novedosas que permiten producir recursos de valor añadido, como biocombustible vehicular, biofertilizantes agrícolas y agua apta para su reutilización, a partir de las aguas residuales. El proyecto busca reducir el consumo energético y la huella de carbono asociada al tratamiento de aguas, incrementando la eficiencia de una estación depuradora de agua residuales (EDAR) convencional mediante la integración de diferentes tecnologías en cada una de sus líneas principales (agua, gas y fango).

Durante el proyecto se implementarán en la EDAR El Bobar (Almería) las siguientes tecnologías de bajo coste:

- Enriquecimiento del biogás con sistema ABAD Bioenergy® para producir un biocombustible renovable para vehículos. (Aqualia, Energylab)
- Pretratamiento anaerobio PUSH combinado con control de la aireación avanzada para reducir a la mitad el consumo energético en el proceso de depuración. (Aqualia)
- Tratamiento solar de desinfección foto-Fenton para producir agua regenerada para su reutilización para riego. (Ciesol – UAL)
- Tratamiento de hidrólisis enzimática del lodo para obtener un biofertilizante agrícola de calidad (CETIM, Aqualia)

- Sistema de recuperación de estruvita de los concentrados mediante proceso basado en ósmosis directa (CETIM)

Todas estas tecnologías innovadoras permitirán reducir el consumo eléctrico de la depuradora de El Bobar y, por ende, minimizar su impacto ambiental y huella de carbono.

Objetivos:

El objetivo principal del proyecto LIFE ULISES es demostrar la viabilidad de un conjunto de tecnologías para mejorar la eficiencia de los recursos de las plantas de tratamiento de aguas residuales. Esto incluirá: un proceso de pretratamiento y aireación anaeróbica para reducir la demanda de energía, un proceso de upgrading para aumentar la producción de biogás, una hidrólisis enzimática y precipitación de estruvita basada en membranas para el uso de lodos como fertilizante y un tratamiento terciario basado en energía solar para la reutilización del agua.

Todos estos procesos serán probados y validados en una planta piloto ubicada en El Bobar, Almería, España.

2.2.9.5 Reutilización de agua regenerada en cultivos reales de agricultura intensiva: evaluación de la transmisión de antibióticos, bacterias y genes resistentes en el nexo agua-suelo-planta (AMBAGENS)

Participantes:

Unidad funcional de "Análisis Ambiental"

Contactos:

A. Agüera (aaguera@ual.es)

Fuente de financiación:

Programa Operativo FEDER-Andalucía 2014-2020

Duración prevista:

01/10/2019-30/09/2021

Situación:

En curso (1º Anualidad)

Resumen:

El déficit de recursos hídricos es especialmente notable en zonas áridas y semi-áridas como el sur de España y Andalucía, acentuándose en periodos de sequía, cada vez más frecuentes, y en un contexto de cambio climático. En la búsqueda de recursos alternativos, los recursos no-convencionales como las aguas residuales urbanas (ARU) regeneradas, suponen una alternativa eficaz que puede ser empleada en diversas actividades. Sin embargo, se ha demostrado que las ARU regeneradas pueden contener concentraciones relevantes de antibióticos y sus productos de transformación (PT), a la vez que actúan como propagadoras de bacterias y genes resistentes a los mismos (ARB y ARG). Es necesaria, por tanto, una adecuada evaluación de las prácticas de reuso, especialmente en aplicaciones tan sensibles como el riego de cultivos destinado al consumo, que permitan asegurar la protección tanto del medio ambiente como del consumidor. Desde el punto de vista socioeconómico, esta información contribuirá a elevar la confianza de la población hacia productos hortofrutícolas producidos en estas condiciones y a disminuir el recelo generalizado que provoca. Desde el punto de vista científico, resulta imprescindible profundizar en el conocimiento de la presencia y comportamiento de estos contaminantes químicos y microbiológicos en el nexo Agua-Suelo-Planta, aportando información acerca de su acumulación, distribución, persistencia y asimilación/traslocación por la planta. Esta información será esencial para realizar una evaluación del riesgo emergente asociado a estas prácticas, y servirán de base para el establecimiento en su caso de criterios de calidad necesarios para la protección del medio ambiente y de la salud humana. El proyecto ANBAGENS abordará de forma integral el estudio de la contaminación química y microbiológica en un esquema completo de reutilización en condiciones reales de campo, mediante el seguimiento de un cultivo

intensivo de tomate, típico de la provincia de Almería regado con ARU regeneradas reales. El proyecto engloba el desarrollo de métodos de análisis para la determinación de antibióticos y sus PT, ARB y ARG en los que se considerarán (i) antibióticos de amplio uso en España y antibióticos ampliamente reportados en ARU tratadas; y (ii) la Lista de Patógenos Prioritarios de la OMS para bacterias y antibióticos que presentan Prioridad Crítica o Alta, tales como *Acinetobacter baumannii* (resistente a carbapenémicos), *Pseudomonas aeruginosa* (resistente a carbapenémicos), *Enterobacteriaceae* (resistente a carbapenémicos y a cefalosporinas de 3ª generación). Los resultados obtenidos contribuirán a cubrir el vacío de información actual en aspectos como la eficacia de los tratamientos de regeneración en la eliminación de ARB y ARG y el posible recrecimiento a lo largo del sistema de riego (almacenamiento y transporte), el efecto de la exposición a largo plazo a mezclas de antibióticos o a sus potencialmente tóxicos PT o el comportamiento de los contaminantes condiciones reales de cultivo.

Objetivos:

- Proporcionar protocolos de análisis validados y estandarizados para la detección y cuantificación precisa de antibióticos, ARB y ARG en agua, suelo y planta, que garanticen la calidad de los resultados obtenidos.
- Contribuir a la mejora de los tratamientos y esquemas de reutilización, detectando puntos de mejora y contribuyendo a conseguir una mejor calidad química y microbiológica de las aguas de riego.
- Proporcionar información sólida y realista sobre los posibles riesgos para la salud pública derivados de la reutilización de agua regenerada para riego, mediante la realización de estudios en campo en condiciones reales de cultivo.

2.2.10 Participación en Redes durante 2019

Participación en la "Iberoamerican Solar Water Treatment Network (REDES180149)". Programa de Apoyo a la Formación de Redes Internacionales entre Centros de Investigación, Convocatoria 2018. Programa de Cooperación Internacional de CONICYT. Universidad de Tarapacá (Chile).

2.2.11 Transferencia y Actividades Complementarias

Edición del número especial del congreso SPEA10: Sixto Malato, Isabel Oller, J.A. Sánchez Pérez. "SPEA10". Catalysis Today Vol. 328, 2019. 44 artículos

2.2.12 Actividades de Difusión

Se ha participado con un stand en el Corner Europeo en la Noche Europea de los Investigadores 2019, actividad desarrollada en el marco del proyecto europeo de divulgación científica OpenResearchers aprobado por la Comisión Europea en la convocatoria de acciones Marie Skłodowska-Curie.

Adicionalmente la unidad funcional ha participado en actividades previas a la Noche Europea de los Investigadores mediante la difusión de la investigación en institutos de enseñanza secundaria.

Miembros del grupo han participado como profesores en la 3ª European Summer School of Environmental Applications on Advanced Oxidation Processes. 3-7 junio 2019, Alcoy.

2.2.13 Proyectos solicitados durante 2019

- Solicitud del proyecto "Regeneración de agua residual urbana mediante Nuevos mAteriales y tecnologías solares aVanzadas: evaluación de nuevos Indicadores de cAlidad del tratamiento (NAVIA)" a la Convocatoria 2019 «Proyectos de I+D+i». PENDIENTE DE RESOLUCIÓN.

- Solicitud del proyecto "Evaluación de un sistema real de regeneración de agua y reutilización en riego agrícola: selección y seguimiento de indicadores de calidad químicos y microbiológicos (CIRCULARWATER)". Convocatoria 2019 - «Proyectos de I+D+i», modalidad de Jóvenes Investigadores. PENDIENTE DE RESOLUCIÓN.
- "Adquisición de un equipo de cromatografía de gases acoplado a espectrómetro de masas de tipo triple cuadrupolo con automuestreador de altas prestaciones (EQC2019-006683-P). Convocatoria para la adquisición de equipamiento científico-técnico (2019) Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades. **CONCEDIDO**. 213.000 euros.
- Solicitud del proyecto "Innovative cost-effective multibarrier treatments for reusing water for agricultural irrigation (LIFE PHOENIX)". LIFE19 ENV/ES/000278. 2019 LIFE call for proposals for traditional projects - Environment and resource efficiency. Primer corte superado. Actualmente en evaluación la segunda propuesta. PENDIENTE DE RESOLUCIÓN.
- Solicitud del proyecto "Plantas de aprovechamiento de aguas residuales: Afrontando el estrés hídrico con un cambio de paradigma en los métodos de gestión de efluentes (WATERVAL)". Proyectos Interreg Sudoe. PENDIENTE DE RESOLUCIÓN.

2.2.14 Otros

Trabajos fin de máster:

- Alvaro Jesus Gilabert Belmonte: "Extracción tipo QuEChERS para la determinación de microcontaminantes orgánicos en agua residual mediante cromatografía de líquidos acoplada a espectrometría de masas".

Tesis doctorales en proceso de realización

- Melina Roccamante (Supervisores: Sixto Malato y Sara Miralles)

Asistencia a Cursos y Jornadas de Transferencia y difusión

- Economía Circular en la Gestión del Aguas de las Industrias Agroalimentarias. 09/04/2019. Centro Tecnológico AINIA, Paterna, Valencia.
- JORNADA DE TRANSFERENCIA DE EXPERIENCIAS MODELO AGRICOLA ALMERIENSE: AGUA – ENERGÍA – ALIMENTOS. 15 de mayo de 2019. Diputación de Almería. Almería.

Otras actividades científicas

- Ponencia (3 horas) en "Master Universitario en gestion Sostenible y Tecnología del Agua". Univ. de Alicante. 21 Enero 2019.
- Conferencia en "Curso-taller internacional de actualización en PAOs: Nuevos desarrollos ambientales de los Procesos Avanzados de Oxidación". Universidad de Caldas, en Manizales – Caldas (Colombia). 29 de Abril a 3 de Mayo de 2019
- Conferencia en "Curso-taller internacional de actualización en PAOs: Nuevos desarrollos ambientales de los Procesos Avanzados de Oxidación": "Monitorización del tratamiento y reutilización de aguas residuales industriales mediante técnicas analíticas y microbiológicas avanzadas". Universidad de Caldas, en Manizales – Caldas (Colombia). 29 de Abril a 3 de Mayo de 2019
- Ponencia (Novel trends in photo-Fenton). 3rd European Summer School on Environmental Applications of Advanced Oxidation Processes. Alcoy, Spain, June 3-7, 2019.
- Ponencia (Real examples: tertiary treatment). 3rd European Summer School on Environmental Applications of Advanced Oxidation Processes. Alcoy, Spain, June 3-7, 2019.
- Ponencia (Novel trends in chromatography). 3rd European Summer School on Environmental Applications of Advanced Oxidation Processes. Alcoy, Spain, June 3-7, 2019.
- Comunicación Oral en el Congreso INTERSOLAR Connecting Solar Business in Europe en München. INTERSOLAR 2019. 14-16 Mayo 2019.

2.3 ACTIVIDADES EN TECNOLOGÍAS AVANZADAS PARA LA REGENERACIÓN DE AGUAS

2.3.1 Descripción de la unidad

La Unidad Funcional ha estado formada durante 2019 por 12 investigadores, contando con un catedrático de universidad, una investigadora contratada de OPI, dos profesores titulares de universidad, cuatro doctoras contratadas a cargo de proyectos, dos doctoras contratadas Juan de la Cierva y dos investigadoras predoctorales, como se detalla en el apartado 2.3.7. El grupo trabaja en la descontaminación de aguas contaminadas con tóxicos persistentes, eliminación de microcontaminantes y desinfección de aguas depuradas para su reutilización. Dispone de equipamiento analíticoavanzado situado en los laboratorios 1 y 2 del centro, así como de plantas piloto para tratamientos biológicos y fotoquímicos de aguas, en el patio de ensayos.

2.3.2 Líneas estratégicas de la unidad

Estudio de fotocatalisis solar para eliminación de sustancias tóxicas y desinfección de aguas, así como su combinación con métodos biológicos avanzados. Las líneas estratégicas de actuación son:

- Aplicación de foto-Fenton solar a la descontaminación de aguas tóxicas
- Aplicación de foto-Fenton solar a la eliminación de microcontaminantes en aguas depuradas
- Aplicación de foto-Fenton solar a la desinfección de aguas depuradas (regeneración)
- Combinación de foto-Fenton solar con reactores biológicos de membrana (pre- y post-tratamiento)
- Optimización de la operación y desarrollo de nueva tecnología para foto-Fenton
- Economía de los procesos de tratamiento de aguas

2.3.3 Investigadores principales de la unidad

José Antonio Sánchez Pérez (ORCID ID: 0000-0001-5635-3137; Scopus Author ID 57195586656)

Catedrático de Universidad. Departamento de Ingeniería Química. Químico Industrial (1988) y Doctor en Ciencias Químicas (1992) por la Universidad de Granada. Ha participado en 22 proyectos de I+D de ámbito nacional e internacional, liderando 11 de ellos, así como en una docena de contratos con empresas. Ha dirigido diecisiete tesis doctorales en distintos campos como la biotecnología de microalgas, la fermentación de hongos filamentosos y el tratamiento de aguas y es coautor de cuatro patentes y más de 150 publicaciones científicas en revistas internacionales.

Inmaculada Polo López (ORCID ID: 0000-0002-2505-721X; Scopus Author ID 26032688800)

Investigadora contratada de OPI. Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas (CIEMAT), Plataforma Solar de Almería. Licenciada en biología por la Universidad de Granada en 2006 y Doctora en Ingeniería Química por la Universidad de Almería (2012). Ha participado en 15 proyectos nacionales e internacionales de I+D, liderando actualmente 2 de ellos. Ha dirigido/co-dirigido dos tesis doctorales y dirige actualmente otras dos tesis doctorales en curso en el ámbito del tratamiento solar de aguas y reutilización. Autora y co-autora de 65 publicaciones en revistas internacionales con alto índice de impacto, autora de 1 libro y co-autora de otros 9 capítulos de libros.

2.3.4 Resumen de la actividad desarrollada en CIESOL durante 2019

El año 2019 ha estado marcado por la finalización del proyecto SOLFENDIS y el arranque del proyecto Life Ulises. A final de 2019 se comunicó la concesión del proyecto UAL-Feder AQUELOO. Entre las diferentes y diversas actividades desarrolladas este año, cabe destacar la intensa labor de investigación desarrollada

en la operación en modo continuo de los RPR (de sus siglas en inglés Raceway Pond Reactor) con objeto de tratar efluentes secundarios de EDAR mediante foto-Fenton solar. El grupo es pionero en la operación en continuo y ha estudiado distintas alternativas de tratamiento para la desinfección y eliminación de contaminantes emergentes en efluentes secundarios para su reutilización en agricultura. Se ha estudiado el tratamiento de foto-Fenton a pH neutro usando el complejo Fe(III)-EDDS y, como alternativa, el complejo Fe(III)-NTA, o bien precipitados de hidróxidos férricos formados a partir de la oxidación de sulfato ferroso. Al mismo tiempo, con el fin de utilizar condiciones más oxidantes que permitan la eliminación de genes de resistencia a los antibióticos, se ha ensayado la operación en continuo a pH ácido (2,8) con neutralización posterior en columnas de carbonato de calcio procedente de subproductos de la industria del mármol. Esta última opción se ha planteado para reducir los costes de neutralización y la retención del hierro precipitado.

Durante 2019 se han defendido tres tesis doctorales internacionales, correspondientes a Paula Soriano Molina, Irene de la Obra Jiménez y Marina Celia Campos Mañas, esta última compartida con la Unidad Funcional de Análisis Ambiental.

En cuanto a movilidad, durante 2019 hemos acogido al Dr. Kacper Szymansky y a la Dra. Sylwia Mozia de la West Pomeranian University of Technology (Szczecin, Polonia) dentro el proyecto H2020 SFERA-III, entre los meses de septiembre y octubre. También ha realizado una segunda estancia la estudiante de doctorado Amal Mehri, del Centro de Investigación y Tecnología del Agua de la Universidad de Cartago, (Soliman, Túnez), durante tres meses, de mayo a julio.

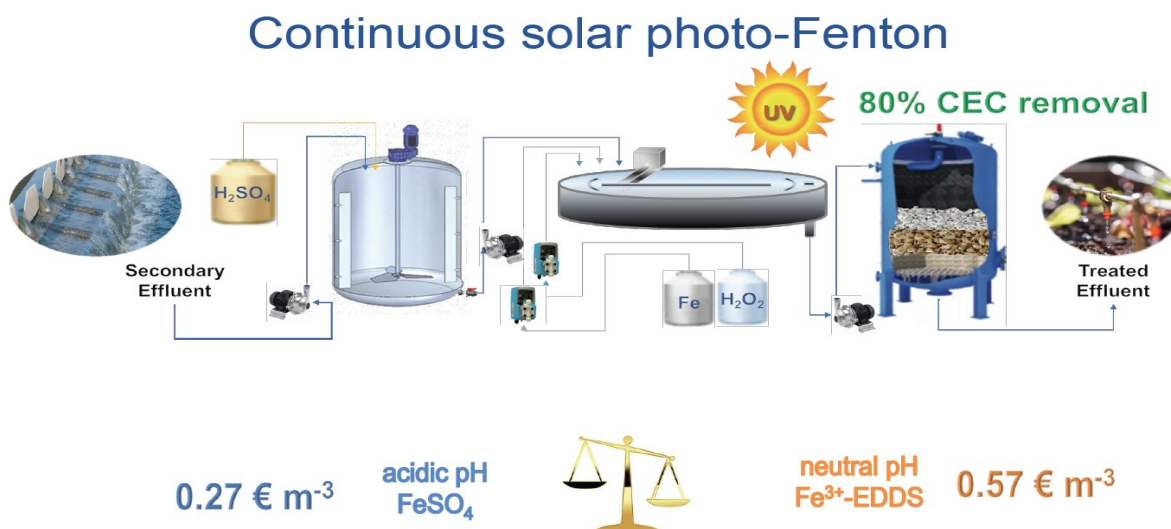


Figura 2.3.1. Esquema conceptual de la operación del proceso foto-Fenton solar en modo continuo para el tratamiento de aguas a pH ácido y neutro.

2.3.5 Colaboración con otras Unidades Funcionales de CIESOL durante 2019

Existe una estrecha colaboración con el grupo "Evaluación analítica de tratamientos de aguas y análisis ambiental", complementando y fortaleciendo las principales líneas de trabajo actuales, con la que se comparten los proyectos SOLFENDIS (CTQ2016-78255-R), Life PureAgroH2O (LIFE17 ENV/GR/000387) y Life Ulises (LIFE18 ENV/ES/000165). Con la Unidad de "Modelado y control" se ha iniciado la colaboración para la implementación de sistemas de control al proceso de desinfección y descontaminación mediante foto-Fenton solar operado en modo continuo.

2.3.6 Recursos humanos de la Unidad Funcional

Durante 2019 dejó la Unidad Funcional por finalización de su contrato FPI la estudiante de doctorado Sandra Yazmin Arzate Salgado, si bien tiene prevista su defensa de tesis doctoral en marzo de 2020.

Estancias y visitas en CIESOL:

- Dr. Kacper Szymansky. West Pomeranian University of Technology (Szczecin, Polonia) (15/09/2019-15/10/2019)
- Dra. Sylwia Mozia. West Pomeranian University of Technology (Szczecin, Polonia) (22/09/2019-28/09/2019)
- Amal Mehri. Centro de Investigación y Tecnología del Agua de la Universidad de Cartago, (Soliman, Túnez) (2/05/2019-31/07/2019)
- Luca Falco. Univerisdad de Nápoles Federico II, Italia (01/04/2019-15/07/2019)
- Marisa Frattura. Univerisdad de Nápoles Federico II, Italia (01/04/2019-15/07/2019)

Estancias de investigadores de CIESOL en otros centros:

- Dra. Sara Miralles Cuevas. Laboratorio de Investigaciones Medioambientales en Zonas Áridas (LIMZA), Univeridad de Tarapacá, Chile (01/07/2019-31/10/2019).

Alumnos en prácticas curriculares:

- Marta Domenech Cuevas (12/11/2018-26/01/2019). Grado en Ingeniería Química Industrial (Plan 2010).
- Francisco José Valenzuela Rodríguez (7/10/2019-20/12/2019). Grado en Ingeniería Química Industrial (Plan 2010).
- Francisco Gabriel López Martínez (7/10/2019-20/12/2019). Grado en Ingeniería Química Inddustrial (Plan 2010).
- Alba Ruíz Espín (14/11/2019-28/01/2020). Grado en Ingeniería Química Industrial (Plan 2010).
- Juan Miguel Serrano Rodríguez (18/02/2019-02/05/2019). Grado en Ingeniería Electrónica Industrial.
- Jesús Galdeano López. (18/02/2019-02/05/2019). Grado en Ingeniería Electrónica Industrial
- Pedro Jose Martinez Valdivia. (18/02/2019-02/05/2019). Grado en Ingeniería Electrónica Industrial.
- Rafael Antonio Cid Prior (13/11/2018-28/01/2019) Grado en Ingeniería Química Inddustrial (Plan 2010).

2.3.7 Producción científica

Artículos

- Environmental assessment of solar photo-Fenton processes in combination with nanofiltration for the removal of micro-contaminants from real wastewaters. A. Gallego-Schmid, R. Zepon Tarpani, S. Miralles-Cuevas, A. Cabrera-Reina, S. Malato, A. Azapagic. Science of the Total environment, 650, 2210-2220, 2019 <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.09.361>
- Comparison of different detoxification pilot plants for the treatment of industrial wastewater by solar photo-Fenton: are raceway pond reactors a feasible option?. A. Cabrera Reina, S. Miralles, G. Rivas, J. A. Sánchez Pérez. Science of the Total Environment 648: 601-608, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.08.143>
- Identification of opioids in surface and wastewaters by LC/QTOF-MS using retrospective data analysis. M.C. Campos-Mañas, I. Ferrer, E. M. Thurman, J. A. Sánchez Pérez, A. Agüera. Science of the Total Environment 664: 874-884, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.01.389>
- Continuous flow disinfection of WWTP secondary effluents by solar photo-Fenton at neutral pH in raceway pond reactors at pilot plant scale. I. De la Oba, B. Esteban García, G. Rivas, J. L. Casas López, J. A. Sánchez Pérez. Applied Catalysis B: Environmental 247: 115-123, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.apcatb.2019.01.093>
- Assessment of solar raceway pond reactors for removal of contaminants of emerging concern by

- photo-Fenton at circumneutral pH from very different municipal wastewater effluents. P. Soriano Molina, P. Plaza-Bolaños, A. Lorenzo, A. Agüera, J. L. García Sánchez, S. Malato, J. A. Sánchez Pérez. *Chemical Engineering Journal* 366: 141-149, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.cej.2019.02.074>
- Commercial fertilizer as effective iron chelate (Fe^{3+} -EDDHA) for wastewater disinfection under natural sunlight for reusing in irrigation. S. Nahim-Granados, I. Oller, S. Malato, J. A. Sánchez Pérez, M. I. Polo-López. *Applied Catalysis B: Environmental* 253: 286-292, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.apcatb.2019.04.041>
 - Kinetic assessment of antibiotic resistant bacteria inactivation by solar photo-Fenton in batch and continuous flow mode for wastewater reuse. I. De la Olla, J. L. Casas López, G. Rivas, B. Esteban García, J. A. Sánchez Pérez. *Water Research* 159: 184-194, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2019.04.059>
 - Determination of pesticide levels in wastewater from an agro-food industry: target, suspect and transformation product analysis. M.C. Campos-Mañas, P. Plaza-Bolaños, A. B. Martínez-Piernas, J. A. Sánchez Pérez, A. Agüera. *Chemosphere* 232: 152-163, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2019.05.147>
 - On the design and operation of solar photo-Fenton open reactors for the removal of contaminants of emerging concern from WWTP effluents at neutral pH. P. Soriano Molina, J. L. García Sánchez, S. Malato, P. Plaza-Bolaños, A. Agüera, J. A. Sánchez Pérez. *Applied Catalysis B: Environmental* 256: 117801, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.apcatb.2019.117801>
 - Effect of solar photo-Fenton process in raceway pond reactors at neutral pH on antibiotic resistance determinants in secondary treated urban wastewater. A. Fiorentino, B. Esteban, J.A. Garrido-Cárdenas, K. Kowalska, L. Rizzo, A. Agüera, J. A. Sánchez Pérez. *Journal of Hazardous Materials* 378: 120737, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2019.06.014>
 - Fotorreactores solares para regeneración de efluentes de estaciones depuradoras de aguas residuales. S. Malato, J. A. Sánchez Pérez, I. Oller, A. Agüera. *SolarNews* 82: 28-30, 2019. ISSN: 1699-8405 DL:B-29538-2005
 - Effect of liquid depth on microcontaminant removal by solar photo-Fenton with Fe(III) :EDDS at neutral pH in high salinity wastewater. A. Mejri, P. Soriano Molina, S. Miralles, I. Trabelsi, J. A. Sánchez Pérez. *Environmental Science and Pollution Research* 27: 28071-28079, 2019. <https://doi.org/10.1007/s11356-019-06042-9>
 - Environmental impacts of an advanced oxidation process as tertiary treatment in a wastewater treatment plant. S. Arzate, S. Pfister, C. Oberschelp, J. A. Sánchez Pérez. *Science of the Total Environment* 694: 133572, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.07.378>
 - TiO_2 photocatalysis under natural solar radiation for the degradation of the carbapenem antibiotics imipenem and meropenem in aqueous solutions at pilot plant scale. A. Cabrera Reina, A. B. Martínez-Piernas, Y. Bertakis, N. P. Xekoukoulotakis, A. Agüera, J. A. Sánchez Pérez. *Water Research* 166: 115037, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2019.115037>
 - Fresh-cut wastewater disinfection and decontamination by ozonation at pilot scale. S. Nahim-Granados, G. Rivas-Ibáñez, J. A. Sánchez Pérez, I. Oller, S. Malato, M. I. Polo-López. *Water Research* 170: 115304, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2019.115304>
 - Two strategies of solar photo-Fenton at neutral pH for the simultaneous disinfection and removal of contaminants of emerging concern. Comparative assessment in raceway pond reactors. P. Soriano Molina, S. Miralles, B. Esteban, , P. Plaza-Bolaños, J. A. Sánchez Pérez. *Catalysis Today* aceptado 27-11-2019. <https://doi.org/10.1016/j.cattod.2019.11.028>
 - Reclamation of Real Urban Wastewater Using Solar Advanced Oxidation Processes: An Assessment of Microbial Pathogens and 74 Organic Microcontaminants Uptake in Lettuce and Radish. Y. Aguas, M. Hincapié, A. B. Martínez-Piernas, A. Agüera, P. Fernández-Ibáñez, S. Nahim-Granados, M. I. Polo-López. *Environmental Science and Technology* 53: 9705-9714, 2019. <https://doi.org/10.1021/acs.est.9b00748>
 - Microbiological evaluation of combined advanced chemical-biological oxidation technologies for the treatment of cork boiling wastewater. L. Ponce-Robles, I. Oller, M.I. Polo-López, G. Rivas-Ibáñez, S. Malato. *Science of the Total Environment* 687: 567-576, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.05.335>
 - Inactivation of *E. coli* and *E. faecalis* by solar photo-Fenton with EDDS complex at neutral pH in

municipal wastewater effluents. I. García-Fernández, S. Miralles-Cuevas, I. Ollera, S. Malato, P. Fernández-Ibáñez, M. I. Polo-López. *Journal of Hazardous Materials* 372: 85–93, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2018.07.037>

Participación en congresos

- 3rd European Summer School on “Environmental Applications of AOPs. 03/06/2019 - 07/06/2019. Alcoy, Valencia, España.
- 6th European Conference on Environmental Applications of Advanced Oxidation Processes (EAAOP6). 26/06/2019 - 30/06/2019. Portorov. Eslovenia.
- 20th Symposium on Health-Related Water Microbiology (HRWM). 15/09/2019-20/09/2019. Vienna, Austria.
- Congreso Internacional en Energía, Eficiencia y Sustentabilidad Ambiental (CEES 2019). 16/10/2019 - 18/10/2019. La Serena. Chile.
- Young water professional congress. 12/11/2019 - 15/11/2019. Madrid. España.
- IV Iberoamerican Conference on Advanced Oxidation Technologies (IV CIPOA). 18/11/2019 - 22/11/2019. Natal. Brasil.

Contribuciones a congresos

- ZeroValet Iron technology at Neutral pH assisted with iron complexes to remove pesticides in natural water. Roccamante, M., Miralles-Cuevas S., A. Cabrera-Reina, I. Oller, S. Malato. 3rd European Summer School on “Environmental Applications of AOPs. Alcoy, Valencia, España. 03/06/2019 - 07/06/2019. Comunicación tipo short-oral.
- Assessment of two strategies of solar photo-Fenton at neutral pH for simultaneous disinfection and microcontaminant removal in secondary WWTP effluents. Paula Soriano Molina, Belén Esteban García, José Antonio Sánchez Pérez. 6th European Conference on Environmental Applications of Advanced Oxidation Processes (EAAOP6). 26/06/2019 - 30/06/2019. Portorov. Eslovenia. Comunicación oral.
- Inactivation of ARB in WWTP secondary effluents by continuous flow solar photo-Fenton process at pilot plant scale. Irene de la Olla Jiménez, Belén Esteban García, Gracia Rivas Ibáñez, José Luis Casas López, José Antonio Sánchez Pérez. 6th European Conference on Environmental Applications of Advanced Oxidation Processes (EAAOP6). 26/06/2019 - 30/06/2019. Portorov. Eslovenia. Comunicación oral.
- Solar driven processes to reclaim wastewater from fresh-cut industry: assessment of pathogens and microcontaminants in water and raw-eat crops. S. Nahim-Granados, E. García-Gómez, P. Plaza-Bolaños, J.A. Sánchez Pérez, A. Agüera, M.I. Polo-López. 6th European Conference on Environmental Applications of Advanced Oxidation Processes (EAAOP6). 26/06/2019 - 30/06/2019. Portorov. Eslovenia. Comunicación oral y póster.
- Solar photo-fenton process evaluation through simulation: the influence of location on process performance and treatment cost. Alejandro Cabrera-Reina, Sara Miralles-Cuevas, Lorena Cornejo-Ponce, Isabel Oller, Sixto Malato. 6th European Conference on Environmental Applications of Advanced Oxidation Processes (EAAOP6). 26/06/2019 - 30/06/2019. Portorov. Eslovenia. Comunicación tipo Oral.
- E. coli K-12 inactivation by UV-A LED driven photo-Fenton process in continuous flow mode. Belén Esteban, Sara Miralles Cuevas, Irene de la Olla Jiménez, José Luis Casas López, José Antonio Sánchez Pérez. 6th European Conference on Environmental Applications of Advanced Oxidation Processes (EAAOP6). 26/06/2019 - 30/06/2019. Portorov. Eslovenia. Comunicación tipo póster.
- Strategies to increase the treatment capacity by solar photo-Fenton at neutral pH operated in continuous mode. Sandra Arzate, Marina Celia Campos Mañas, Sara Miralles Cuevas, José Luis García Sánchez, Ana Agüera, José Antonio Sánchez Pérez. 6th European Conference on Environmental Applications of Advanced Oxidation Processes (EAAOP6). 26/06/2019 - 30/06/2019. Portorov. Eslovenia. Comunicación tipo póster.
- Elimination of thiabendazole in aqueous systems by photo-Fenton process at circumneutral pH using ZVI nanoparticles. Jorge Plaza, Amaya Arencibia, José Antonio Sánchez Pérez, María José López Muñoz. 6th European Conference on Environmental Applications of Advanced Oxidation Processes (EAAOP6). 26/06/2019 - 30/06/2019. Portorov. Eslovenia. Comunicación tipo póster.

- Evaluation of different sources of zero valent iron to remove pesticides in natural water at neutral pH. Roccamante, M., Miralles-Cuevas S., A. Cabrera-Reina, I. Oller, S. Malato. 6th European Conference on Environmental Applications of Advanced Oxidation Processes (EAAOP6). 26/06/2019 - 30/06/2019. Portorov. Eslovenia. Comunicación tipo póster.
- Fresh-cut wastewater disinfection by solar processes with iron-chelate (Fe³⁺-EDDHA). M.I. Polo-López, S. Nahim-Granados, J.A. Sánchez-Pérez, I. Oller, S. Malato. 20th Symposium on Health-Related Water Microbiology (HRWM). Vienna, Austria. 15/09/2019-20/09/2019. Comunicación tipo short-oral.
- Engineering aspects of solar photo-Fenton: process simulation as scaling-up tool. Cabrera-Reina, A., Miralles-Cuevas S., Cornejo, L., Malato, S., Oller, I. congreso Internacional en Energía, Eficiencia y Sustentabilidad Ambiental (CEES 2019). 16/10/2019 - 18/10/2019. La Serena. Chile. Comunicación tipo oral.
- Evaluation of ozone as an alternative treatment to chlorine in the fresh-cut industry: disinfection, microcontaminants elimination and agricultural reuse of treated wash-water. S. Nahim-Granados, G. Rivas-Ibañez, I.Oller, P. Plaza-Bolaños, S.Malato, J.A. Sánchez-Pérez, A. Agüera, M.I. Polo-López. Young water professional congress. Madrid. 12/11/2019 - 15/11/2019. Comunicación oral
- Towards a smart & integral treatment of natural radioactivity in water provision services. I. M. Rodríguez Ruano, F.J. Martínez Rodríguez, J.L. Casas López, M.G. Pinna-Hernández, M. Gómez Rincón, N. Martín Sánchez. Young water professional congress. Madrid. 12/11/2019 - 15/11/2019. Comunicación oral
- Evaluation of different sources of zero valent iron to remove pesticides in natural water at neutral pH. Roccamante, M., Miralles-Cuevas S., A. Cabrera-Reina, I. Oller, S. Malato. Young water professional congress. Madrid. 12/11/2019 - 15/12/2019. Comunicación tipo short-oral.
- Disinfection of WWTP secondary effluents by continuous flow solar photo-Fenton process. Scaling up from lab to pilot scale. José Antonio Sánchez Pérez, Irene de la Obra Jiménez, Belén Esteban García, Paula Soriano Molina, José Luis Casas López. IV Iberoamerican Conference on Advanced Oxidation Technologies (IV CIPOA). 18/11/2019 - 22/11/2019. Natal. Brasil. Comunicación oral.
- Bacterial inactivation by UV-A LED driven photo-Fenton process operating in continuous flow mode. J.L. Casas López, S. Miralles Cuevas, B. Esteban García, I. De la Obra Jiménez, J.A. Sánchez Pérez. IV Iberoamerican Conference on Advanced Oxidation Technologies (IV CIPOA). 18/11/2019 - 22/11/2019. Natal. Brasil. Comunicación tipo oral.
- Assessment of organic micro-contaminants and microbial of emerging concern: From solar treated fresh-cut wastewater to irrigated crops. M.I. Polo-Lopez, S. Nahim-Granados, I. Oller, S. Malato, E. García-Gómez, P. Plaza-Bolaños, J.A. Sánchez Pérez, A. Agüera. IV Iberoamerican Conference on Advanced Oxidation Technologies (IV CIPOA). 18/11/2019 - 22/11/2019. Natal. Brasil. Comunicación tipo oral
- Design of open reactors for the removal of contaminants of emerging concern by two strategies of continuous solar photo-Fenton. José Antonio Sánchez Pérez, Paula Soriano Molina, Sandra Arzate Salgado, Irene de la Obra Jiménez, Sara Miralles Cuevas, José Luis García Sánchez. IV Iberoamerican Conference on Advanced Oxidation Technologies (IV CIPOA). 18/11/2019 - 22/11/2019. Natal. Brasil. Comunicación tipo póster.
- E.coli inactivation and concurrent elimination of micropollutants by solar photo-Fenton in urban wastewater, mediated by iron oxides in Raceway Pond Reactors. Irene de la Obra Jiménez, José Luis Casas López, Paula Soriano Molina, Sandra Arzate, José Antonio Sánchez Pérez. IV Iberoamerican Conference on Advanced Oxidation Technologies (IV CIPOA). 18/11/2019 - 22/11/2019. Natal. Brasil. Comunicación tipo póster.

Capítulos de libro

- Chapter 15: Solar Water Detoxification: Fundamentals and Applications. Cabrera-Reina, A., Miralles-Cuevas, S., Santos-Juanes, L., SPRINGER (2019). 341-351. ISBN: 18653529
https://doi.org/10.1007/978-3-319-97484-2_15

Tesis doctorales defendidas

- MODELADO CINÉTICO DEL PROCESO FOTO-FENTON SOLAR PARA LA ELIMINACIÓN DE MICROCONTAMINANTES PRESENTES EN EFLUENTES DE DEPURADORA CON REACTORES DE BAJO COSTE. Paula Soriano Molina. Universidad de Almería 21 de mayo 2019. Sobresaliente cum Laude por unanimidad

- DESINFECCIÓN DE EFLUENTES SECUNDARIOS DE EDAR MEDIANTE EL PROCESO FOTO-FENTON SOLAR OPERANDO EN FLUJO CONTINUO A PH NEUTRO. ELIMINACIÓN DE CONTAMINANTES DE PREOCUPACIÓN EMERGENTE Y BACTERIAS RESISTENTES A LOS ANTIBIÓTICOS. Irene de la Obra Jiménez. Universidad de Almería 31 de mayo 2019. Sobresaliente cum Laude por unanimidad
- DETERMINACIÓN DE MICROCONTAMINANTES ORGÁNICOS Y PRODUCTOS DE TRANSFORMACIÓN EN AGUAS SUPERFICIALES Y RESIDUALES MEDIANTE ESPECTROMETRÍA DE MASAS DE BAJA Y ALTA RESOLUCIÓN. Marina Celia Campos Mañas. Universidad de Almería 13 de diciembre 2019. Sobresaliente cum Laude por unanimidad

2.3.8 Miembros del la unidad

José Antonio Sánchez Pérez



Catedrático de Ingeniería Química
UAL
jsanchez@ual.es
(+34) 950 215 314 www.ciesol.com

María Inmaculada Polo López



Investigadora contratada OPI
CIEMAT-PSA
mpolo@psa.es
(+34) 950 387 800 www.psa.es

José Luis García Sánchez



Profesor Titular de Ingeniería Química
UAL

José Luis Casas López



Profesor Titular de Ingeniería Química
UAL

Sara Miralles Cuevas



Doctora Contratada
Juan de la Cierva, UAL

Ana Belén Esteban García



Doctora contratada
UAL

María Guadalupe Pinna Hernández



Doctora Contratada
Proyecto ALCHEMIA

Irene de la Obra Jiménez



Doctora contratada
UAL

Gracia Rivas Ibáñez



Doctora Contratada
Juan de la Cierva, CIEMAT-PSA

Paula Soriano Molina



Doctora contratada
UAL

Leila Samira Nahim Granados



Contrato predoctoral
CIEMAT-PSA/UAL

Irene Salmerón García



Contrato predoctoral FPI
CIEMAT-PSA

2.3.9 Proyectos vigentes durante 2019

2.3.9.1 Desinfección de efluentes secundarios de EDAR mediante el proceso foto-fenton solar en reactores tipo "raceway". Efecto sobre la transferencia de resistencias a los antibióticos (SOLFENDIS)

Participantes:

Unidad funcional "Tecnologías avanzadas para la regeneración de aguas"
Unidad funcional "Evaluación analítica de tratamientos de aguas y análisis ambiental"

Contactos:

J. A. Sánchez (jsanchez@ual.es)
A. Agüera (aaguera@ual.es)

Fuente de financiación:

Ministerio de Economía y Competitividad. (CTQ2016-78255-R)

Duración prevista:

Enero 2017 – Diciembre 2019

Situación:

En curso

Resumen:

Pese al interés que la regeneración de aguas para riego tiene en España, no se conocen experiencias a gran escala ni evaluación de costes del proceso foto-Fenton solar, fundamentalmente debido al carácter reciente de estas investigaciones. Para cualquiera de los diversos usos para los que está permitida la reutilización de aguas residuales tratadas (RD 1620/2007), es necesario disminuir el contenido de microorganismos patógenos en el agua regenerada. En este sentido, nunca se han utilizado reactores tipo "raceway" para desinfección de aguas. Otro aspecto que no ha sido evaluado, es su capacidad para reducir el riesgo de difusión de resistencias a los antibióticos (AR). La resistencia a los antibióticos es hoy en día uno de los problemas de salud pública más apremiantes a nivel mundial. España es reconocida como un país con una alta prevalencia de resistencia, sobre todo en especies que causan infecciones fundamentalmente: Neumococo, Meningococo, Haemophilus influenzae, Campylobacter sp, Salmonella sp o E. coli, siendo también uno de los países con mayor consumo de antibióticos por habitante. Existen evidencias de que los procesos de desinfección de aguas residuales convencionales no son eficaces en el control de la difusión de AR. En este contexto, también se ha investigado sobre la generación de productos derivados en los procesos de desinfección y la necesidad de un control analítico mediante técnicas sofisticadas avanzadas, así como del seguimiento de la ecotoxicidad de las aguas tratadas. Finalmente, la evaluación económica y la minimización del coste son determinantes para llevar esta tecnología al ámbito comercial.

Objetivos:

- Estudiar las variables de operación de los reactores "raceway" para la desinfección de aguas, dosificación de reactivos y profundidad del líquido, a escala piloto.
- Hacer un seguimiento analítico de microcontaminantes, de sus productos de transformación y de los productos derivados de la desinfección, mejorando y validando nuevos métodos.

- Evaluar el efecto de los tratamientos en el potencial de transferencia de AR, a través de la inactivación de las ARB y la evaluación de la variación de los genes resistentes (ARG).
- Optimizar el proceso a escala piloto desde el punto de vista económico a fin de facilitar la toma de decisiones para su implantación a mayor escala y pre-comercialización de la tecnología desarrollada.

2.3.9.2 Toward a smart & integral treatment of natural radioactivity in water provision services (LIFE ALCHEMIA, LIFE16 ENV/ES/000437)

Participantes:

CIESOL. Unidad funcional "Tecnologías avanzadas para la regeneración de aguas"
Fundación CARTIF (Coordinadores)
Diputación de Almería
Tallinn University of Technology
University of Tartu
Viimsi Vesi Ltd (Estonia)

Contactos:

J. L. Casas López (jlcasas@ual.es)

Fuente de financiación:

Unión Europea. Programa LIFE (LIFE16 ENV/ES/000437)

Duración prevista:

Octubre 2017 – Diciembre 2020

Situación:

En curso

Resumen:

El proyecto Life Alchemia aborda uno de los desafíos actuales en el tratamiento de aguas para consumo humano, como es la presencia de radiactividad natural. Existe una destacable falta de conocimiento por parte de los actores involucrados en la gestión de aguas y puede afirmarse que, a pesar de la legislación vigente (Directiva 2013/51/Euratom), la radiactividad no es un parámetro que se esté supervisando sistemáticamente a nivel europeo. En este sentido cabe destacar que este proyecto cuenta con el apoyo de 43 de estos actores, entre ellos las máximas autoridades nacionales de los 2 países integrantes del consorcio: el Ministerio de Medio Ambiente de Estonia y el Consejo Español de Seguridad Nuclear. Se trata de un problema medioambiental que no se puede resolver en el origen, ya que se genera por la dilución en las aguas subterráneas de minerales ricos en isótopos radiactivos, principalmente uranio (U), radio (RA) y torio (TH). Por lo tanto, se necesitan nuevos sistemas capaces de proporcionar una eliminación sostenible de la radiactividad desde el punto de vista de la rentabilidad y la sostenibilidad. La ósmosis inversa (RO) es el tratamiento más comúnmente usado para esta aplicación; sin embargo, la huella de carbono de este proceso es muy alta y genera grandes volúmenes de rechazo de agua con radiactividad que necesita tratamiento adicional. El proyecto LIFE Alchemia ofrece un avance ante este problema desde dos ángulos. En primer lugar, con el uso de sistemas de tratamiento basados en lechos filtrantes que reducirán hasta cinco veces el costo del tratamiento del agua. En segundo lugar, considerando todo el ciclo de vida de la radiactividad, incluyéndolo la gestión de los residuos generados.

Objetivos:

Los principales objetivos del proyecto Life Alchemia son:

- Demostrar la viabilidad técnica y económica de los lechos filtrantes que se optimizarán para eliminar la radiactividad del agua y minimizar la generación de materiales radiactivos naturales (NORM). Se operarán 4 plantas piloto, 3 en España y una en Estonia, con diferentes estrategias para prevenir la generación de residuos NORM.

- Replicar las soluciones Life Alchemia en instalaciones de otros 5 países europeos (Italia, Polonia y Finlandia, entre otros).
- Promover la transferencia a otras instalaciones y miembros de la UE.
- Alentar la participación activa de las partes interesadas en la aplicación de la Directiva 2013/51/Euratom para minimizar el impacto medioambiental del tratamiento de los radionucléidos en los servicios de suministro de agua.

Durante la ejecución del proyecto, los stakeholders específicos de los sectores destinatarios (proveedores de agua, fabricantes, responsables de la formulación de políticas) se encargarán de garantizar el cumplimiento de los objetivos antes mencionados

2.3.9.3 Pollutant Photo-NF remediation of Agro-Water (LIFE PureAgroH2O LIFE17 ENV/GR/000387)

Participantes:

Unidades funcionales de "Regeneración de aguas" y "Análisis Ambiental"

Contactos:

A. Agüera (aaguera@ual.es)

Fuente de financiación:

LIFE Environment and Resource Efficiency, EU. (LIFE17 ENV/GR/000387)

Duración prevista:

Julio 2018 – Diciembre 2021.

Situación:

En curso

Resumen:

El LIFE PureAgroH2O es un proyecto de carácter demostrativo, orientado al desarrollo de un reactor de nanofiltración fotocatalítica (PNFR) que utiliza un dispositivo de purificación de agua patentado y desarrollado previamente, basado en el empleo de monolitos fotocatalíticos avanzados y fotocatalizadores activados con luz visible (VLA) estabilizados con fibra polimérica porosa, que ha sido diseñado para eliminar de forma efectiva sustancias orgánicas presentes en aguas residuales. La innovación del reactor radica en la sinergia entre dos de los procesos más eficientes para la eliminación de plaguicidas de las aguas residuales agrícolas: la nanofiltración (NF) y la fotocatalisis. Esta sinergia proporciona una intensificación significativa del proceso que, a su vez, permite una reducción de las dimensiones del reactor (costes de inversión) y una disminución en el coste operacional (costes de operación). El consorcio pretende garantizar el funcionamiento autónomo del proceso proporcionando una eficiencia estable que no dependerá de las condiciones estacionales (irradiación solar) ni de la composición de las aguas residuales agrícolas. Adicionalmente, la posibilidad de lograr una reducción del 60% en la presión transmembrana requerida permite una extensión significativa de la vida útil del proceso (2 veces) y una mayor eficacia en la eliminación de contaminantes orgánicos e inorgánicos (>99.5%).

Objetivos:

El principal objetivo del Proyecto LIFE PureAgroH2O es la aplicación a escala piloto de la Nanofiltración Fotocatalítica para el tratamiento del agua residual producida en las instalaciones de la Cooperativa Agrícola de Zagora, Grecia, y de Cítricos del Andarax S.A., en Almería, España. El proyecto LIFE PureAgroH2O pretende demostrar al sector agro-industrial- responsable del consumo de un porcentaje significativo de agua en todo el mundo- el potencial del empleo de la tecnología de Nanofiltración Fotocatalítica a nivel comercial, y así contribuir a la solución de importantes problemas medioambientales, energéticos y sociales.

2.3.9.4 Upgrading wastewater treatment plants by Low cost Innovative technologies for energy Self-Sufficiency and full recycling. (LIFE ULISES, LIFE18 ENV/ES/000165)

Participantes:

Unidades funcionales de "Regeneración de aguas" y "Análisis Ambiental"

Contactos:

J. L. Casas López (jlcasas@ual.es)

Fuente de financiación:

LIFE Environment and Resource Efficiency, EU. (LIFE18 ENV/ES/000165)

1 de julio de 2019 - 30 de junio de 2022

Situación:

En curso

Resumen:

El proyecto LIFE ULISES tiene como objetivo revolucionar los procesos convencionales de depuración mediante un conjunto de tecnologías novedosas que permiten producir recursos de valor añadido, como biocombustible vehicular, biofertilizantes agrícolas y agua apta para su reutilización, a partir de las aguas residuales. El proyecto busca reducir el consumo energético y la huella de carbono asociada al tratamiento de aguas, incrementando la eficiencia de una estación depuradora de agua residuales (EDAR) convencional mediante la integración de diferentes tecnologías en cada una de sus líneas principales (agua, gas y fango).

Durante el proyecto se implementarán en la EDAR El Bobar (Almería) las siguientes tecnologías de bajo coste:

- Enriquecimiento del biogás con sistema ABAD Bioenergy® para producir un biocombustible renovable para vehículos. (Aqualia, Energylab)
- Pretratamiento anaerobio PUSH combinado con control de la aireación avanzada para reducir a la mitad el consumo energético en el proceso de depuración. (Aqualia)
- Tratamiento solar de desinfección foto-Fenton para producir agua regenerada para su reutilización para riego. (Ciesol – UAL)
- Tratamiento de hidrólisis enzimática del lodo para obtener un biofertilizante agrícola de calidad (CETIM, Aqualia)
- Sistema de recuperación de estruvita de los concentrados mediante proceso basado en ósmosis directa (CETIM)

Todas estas tecnologías innovadoras permitirán reducir el consumo eléctrico de la depuradora de El Bobar y, por ende, minimizar su impacto ambiental y huella de carbono.

Objetivos:

El objetivo principal del proyecto LIFE ULISES es demostrar la viabilidad de un conjunto de tecnologías para mejorar la eficiencia de los recursos de las plantas de tratamiento de aguas residuales. Esto incluirá: un proceso de pretratamiento y aireación anaeróbico para reducir la demanda de energía, un proceso de upgrading para aumentar la producción de biogás, una hidrólisis enzimática y precipitación de estruvita basada en membranas para el uso de lodos como fertilizante y un tratamiento terciario basado en energía solar para la reutilización del agua.

Todos estos procesos serán probados y validados en una planta piloto ubicada en El Bobar, Almería, España.

2.3.9.5 Regeneración de aguas para riego mediante energía solar en reactores de bajo coste operados en modo continuo (AQUELOO)

Participantes:

Unidad funcional de "Regeneración de aguas"

Contactos:

J. A. Sánchez (jsanchez@ual.es)

Fuente de financiación:

Proyectos de I+D de la Universidad de Almería en el marco del programa operativo FEDER Andalucía 2014-2020, convocatoria 2018.

Duración prevista:

Octubre 2019 – Septiembre 2021.

Situación:

En curso

Resumen:

En el proyecto AQUELOO se aborda el desarrollo de soluciones técnicas basadas en el uso de la energía solar para la regeneración de aguas para riego en la agricultura, promoviendo así el uso de recursos hídricos no convencionales. En este proyecto, se considera el proceso foto-Fenton solar debido a que se ha demostrado su eficiencia para eliminar hasta un 80% de microcontaminantes y 6 log de UFC/mL de microorganismos patógenos presentes en efluentes procedentes de tratamientos secundarios de EDAR. Por otro lado, el uso de reactores de bajo coste tipo "raceway" (en inglés raceway pond reactor, RPR), ayuda a reducir drásticamente tanto los costes de inversión como los de operación. Se abordará la desinfección de aguas residuales mediante foto-Fenton solar en modo continuo a TRH de 30 a 60 min, con una profundidad de líquido de entre 5 y 15 cm (dependiendo de la radiación local) a escala piloto así como la reducción de costes de operación, minimizando el uso de reactivos químicos. El reto será reducir hasta un 80% los microcontaminantes presentes y alcanzar una inactivación de la bacteria *E. coli* por debajo del límite de detección (1 UFC/mL) según los requerimientos de reutilización establecidos para riego en España (RD 1620/2007). Asimismo, el proyecto AQUELOO contribuirá a cubrir la brecha existente entre los tratamientos validados a escala de laboratorio y su aplicación en condiciones reales a escala piloto y en flujo continuo.

Objetivos:

En este proyecto se plantea la operación en continuo de reactores de fotocatálisis solar con tiempos de residencia (30 - 60 min) inferiores a los actualmente utilizados con la cloración (90 min). Los objetivos generales del proyecto pueden sintetizarse en:

- a) Optimizar las variables de operación en continuo de los reactores "raceway" para la regeneración de aguas residuales a escala piloto mediante foto-Fenton solar a pH neutro.
- b) Realizar el diseño conceptual de un reactor a escala comercial y estimación de costes.

2.3.10 Participación en Redes durante 2019

Participación en la "Iberoamerican Solar Water Treatment Network". Programa de Apoyo a la Formación de Redes Internacionales entre Centros de Investigación, Convocatoria 2018. Programa de Cooperación Internacional de CONICYT.

Participación en la European COST Action titulada: 'NEW AND EMERGING CHALLENGES AND OPPORTUNITIES IN WASTEWATER REUSE (NEREUS)' (<http://www.nereus-cost.eu/>). En octubre de 2018, tuvo lugar la reunión final del proyecto en Limasol (Chipre), que se hizo coincidir XENOWAC II Conference.

2.3.11 Actividades de Difusión

Noche Europea de los investigadores 2019, actividad desarrollada en el marco del proyecto europeo de divulgación científica OpenResearchers aprobado por la Comisión Europea en la convocatoria de acciones Marie Skłodowska-Curie. La unidad funcional ha participado a través de dos stands. Uno de ellos dedicado a las actividades desarrolladas en el proyecto LIFE Alchemia y titulada "La radiactividad natural en aguas de consumo humano. En busca de un tratamiento sostenible". El otro stand titulado "Del agua y su reutilización mediante tratamientos con tecnología solar" se ha centrado en mostrar los últimos avances en los tratamientos solares para descontaminar y desinfectar aguas residuales para ser reutilizadas con fines agrícolas.

XXV Conferencia de las Partes del Convenio de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (COP25), celebrado en Madrid del 2 al 13 de diciembre. Miembros de la unidad funcional han participado en el espacio ciudadano, de encuentro y concienciación medioambiental de la COP25 con el que España quiere contribuir a facilitar la participación de toda la sociedad civil, mediante la exposición de las tecnologías solares más innovadoras que se investigan en la unidad aplicadas al tratamiento de aguas residuales durante los días 11, 12 y 13 de diciembre.

Adicionalmente la unidad funcional ha participado en actividades previas a la Noche Europea de los Investigadores mediante la difusión de la investigación en institutos de enseñanza secundaria.

2.3.12 Proyectos solicitados durante 2019

- Diseño, construcción y operación de una planta piloto de fotocátalisis solar para la desinfección y eliminación de contaminantes emergentes de efluentes secundarios de EDAR, proyecto ERASOL, presentada a la convocatoria 2018 de Proyectos de I+D de la Consejería de Conocimiento, Investigación y Universidad de la Junta de Andalucía. Proyecto presentado en diciembre de 2018. Actualmente en evaluación.
- Regeneración de agua residual urbana mediante Nuevos mAteriales y tecnologías solares aVanzadas: evaluación de nuevos Indicadores de cAlidad del tratamiento (NAVIA). Convocatoria 2019 de proyectos de I+D+i, Ministerio de Ciencia e innovación. Proyecto coordinado: UAL (Coordinador), PSA, UPV.
- Innovative cost-effective multibarrier treatments for reusing water for agricultural irrigation. (LIFE Phoenix, LIFE19 ENV/ES/000278). Convocatoria LIFE Environment and Resource Efficiency, EU, 2019. En junio de 2019 se presentó la Concept Note del proyecto que fue satisfactoriamente evaluada e informada en octubre de 2019. La presentación del proyecto en segunda fase se ha llevado a cabo en febrero de 2020. La propuesta está siendo liderada por AQUALIA e incluye empresas y centros tecnológicos como NEWLAND, Aguas de Portugal y CETIM, y organismos públicos como la Confederación Hidrográfica del Guadalquivir, la Diputación de Almería y el Centro de Investigación de la Energía Solar, CIESOL.
- Desarrollo de nuevas estrategias de modelado de procesos avanzados de oxidación para el control y optimización de tratamientos de aguas, proyecto COPTAGUA. CYTED, Chile, convocatoria 2019. Actualmente en evaluación.

2.3.13 Otros

Trabajos fin de grado:

- Pedro Jose Moises Martinez Valdivia. (Grado en Ingeniería Electrónica Industrial). Puesta en marcha y desarrollo de un sistema de supervisión para el proceso foto-Fenton.

- Alumno: Ruben Diaz Gonzalez (Ingeniero Químico). Diseño de una planta regeneradora de agua para la edar de el toyo en el proceso foto-fenton solar en reactor raceway operado de modo continuo
- Luca Falco y Marisa Frattura. (Máster en Ingeniería Ambiental y del territorio, Universidad Federico II, Nápoles) Pesticides removal in low concentration using peroxodisulfate activated by microspheres of zero valent iron and solar light

Tesis doctorales en proceso de realización

- Sandra Yazmin Arzate Salgado (Supervisores: José Antonio Sánchez Pérez)
- Melina Roccamante (Supervisores: Sixto Malato y Sara Miralles)
- Samira Nahim-Granados (Supervisores: M. Inmaculada Polo López y Jose Antonio Sánchez Pérez)

Asistencia a Cursos y Jornadas de Transferencia y difusión

- PROCESOS AVANZADOS DE OXIDACIÓN: FUNDAMENTOS Y APLICACIONES CON ÉNFASIS EN LOS PROCESOS SOLARES. 29/04/2019-03/05/2019, Universidad de Caldas, Manizales, Colombia.
- Economía Circular en la Gestión del Aguas de las Industrias Agroalimentarias. 09/04/2019. Centro Tecnológico AINIA, Paterna, Valencia.
- JORNADA DE TRANSFERENCIA DE EXPERIENCIAS MODELO AGRICOLA ALMERIENSE: AGUA – ENERGÍA – ALIMENTOS. 15 de mayo de 2019. Diputación de Almería. Almería.

2.4 ACTIVIDADES EN TECNOLOGÍAS AVANZADAS DE MODELADO Y CONTROL

2.4.1 Descripción de la unidad

A esta unidad funcional pertenecen investigadores del grupo "Automática, Robótica y Mecatrónica" (TEP 197, arm.ual.es) de la Universidad de Almería y de la Plataforma Solar de Almería. El grupo TEP-197 tiene entre sus ámbitos de trabajo la agricultura intensiva, la energía solar, la biotecnología y la bioingeniería, además de la educación en automática, mecanización y robótica en general. Las actividades colaborativas entre el grupo y la PSA vienen desarrollándose de forma ininterrumpida a lo largo de los últimos 25 años, siendo destacable la participación de investigadores de la UAL en el desarrollo algunos de los sistemas SCADA (*Supervisory Control And Data Acquisition*) de plantas de ensayo ubicados en las instalaciones de la PSA. A raíz de las experiencias adquiridas en el proyecto ARFRISOL, el grupo tiene también una línea de actuación vinculada a las aplicaciones de los sistemas de control al confort térmico, visual y de calidad de aire y la eficiencia energética en la edificación.

2.4.2 Líneas estratégicas de la unidad

Las principales líneas estratégicas del grupo dentro del Centro Mixto CIESOL son las siguientes:

- Modelado y control de plantas termosolares.
- Modelado, control y robótica en agro-industria.
- Eficiencia energética y control de confort en edificios.
- Educación en ingeniería.
- Modelado y control de fotobiorreactores.
- Vehículos eléctricos.
- Redes energéticas inteligentes.
- Control predictivo, jerárquico y robusto.
- Sistemas de supervisión y comunicaciones industriales.
- Inteligencia artificial en aplicaciones de energía solar.

2.4.3 Investigadores principales de la unidad

Manuel Berenguel Soria (ORCID 0000-0002-3349-7506, Scopus Author ID 6701834872)

Es catedrático del área de Ingeniería de Sistemas y Automática de la Universidad de Almería. Es Ingeniero Industrial (número 2 de la XXI promoción) y Dr. Ingeniero Industrial por la Universidad de Sevilla, donde recibió el Premio Extraordinario de Doctorado. Sus principales líneas de investigación son el control predictivo y jerárquico con aplicaciones a sistemas energéticos (incluyendo energía solar), agricultura y biotecnología. Ha sido Vicerrector de TIC en la Universidad de Almería (2007-2012) y es responsable del grupo "Automática, Robótica y Mecatrónica" de dicha Universidad (código TEP-197, <http://arm.ual.es>) desde el año 2000. Ha participado en más de 60 proyectos I+D y en más de 30 contratos con empresas. Es co-autor de los libros *Advanced Control of Solar Plants* (Springer, 1997), *Control of Solar Energy Systems* (Springer, 2012), *Control Automático con Herramientas Interactivas* (Pearson Education, 2012), *Comfort Control in Buildings* (Springer, 2014) y *Modeling and Control of Greenhouse Crop Growth* (Springer, 2014). Ha dirigido y co-dirigido 15 tesis doctorales sobre estos temas. Ha publicado 142 trabajos en revistas internacionales, 179 trabajos en congresos internacionales y 5 patentes. H-index: 42 (Google Scholar), 34 (Scopus), 30 (Web of Science). Ha participado en el Comité Internacional de Programa de 10 congresos internacionales (uno como IPC Chair) y 5 congresos nacionales, actuando como *chairperson* en muchas ocasiones. Es revisor de más de 15 importantes revistas internacionales (con más de 100 trabajos revisados) y desde 2013 es editor adjunto de

la Revista Iberoamericana de Automática e Informática Industrial (indexada). Ha sido vocal del Comité Español de Automática (2003-2008, 2012- 2016), *senior member* de la *IEEE Control System Society* (desde 2000) y miembro de varios Comités Técnicos de la IFAC (TC 8.01 *Control in Agriculture*, TC 6.3. *Power and Energy Systems* and TC 8.4 *Biosystems and bioprocesses*). Es miembro del Comité de Coordinación y Seguimiento del Centro Mixto CIESOL entre la Universidad de Almería y CIEMAT desde 2005, miembro del Consejo Científico de IMDEA Energía desde 2015 y de su Patronato desde 2019 y organizador de las Jornadas Nacionales de Automática en 2006.

Lidia Roca Sobrino (ORCID 0000-0002-8724-5136, Scopus Author ID 23467603800)

Es investigadora contratada del CIEMAT desde 2012. Licenciada en Ingeniería Electrónica por la Facultad de Ciencias de la Universidad de Granada (2004), Master en Energía Solar por la Universidad de Almería (2007). Doctora por la Universidad de Almería (2009), recibiendo el premio extraordinario de investigación en el área de ingeniería. En la actualidad está adscrita a la Unidad de Desalación Solar en la Plataforma Solar de Almería, cuenta con 36 publicaciones en revistas científicas con índice de impacto, 35 aportaciones a congresos internacionales y la publicación de 2 libros. Sus principales líneas de investigación son el modelado, control y optimización de sistemas alimentados con energía solar térmica, contando con más de 10 años de experiencia en este campo y desarrollando su actividad a través de la participación en 9 Proyectos de I+D europeos y 7 nacionales.

2.4.4 Resumen de la actividad desarrollada en CIESOL durante 2019

- Diseño de estrategias de control y gestión energética en entornos productivos con apoyo de energías renovables, con especial énfasis en distritos agro-alimentarios.
- Modelado y control del proceso combinado de producción de microalgas y tratamiento de aguas residuales con reactores industriales
- Modelado y control de desaladoras solares. Modelado y optimización para una gestión eficiente de recursos en desalación solar.
- Desarrollo de modelos y controladores de fertirriego y control de humedad en invernaderos y acoplamiento a una desaladora solar.
- Control del crecimiento de cultivos bajo invernadero optimizando criterios de sostenibilidad, económicos.
- Optimización multiobjetivo de sistemas de climatización e iluminación para el confort en edificación sostenible.
- Simulación y control de instalaciones termosolares de captadores cilindro parabólicos en aplicaciones industriales y refrigeración.
- Modelado y optimización para una gestión eficiente de recursos en tecnología termosolar.
- Modelado y control cinemático, dinámico y energético de vehículos eléctricos con apoyo de energía solar.
- Control de vehículos aéreos no tripulados.
- Desarrollo de herramientas interactivas, laboratorios virtuales y remotos para Automática.
- Diseño y control de robots.

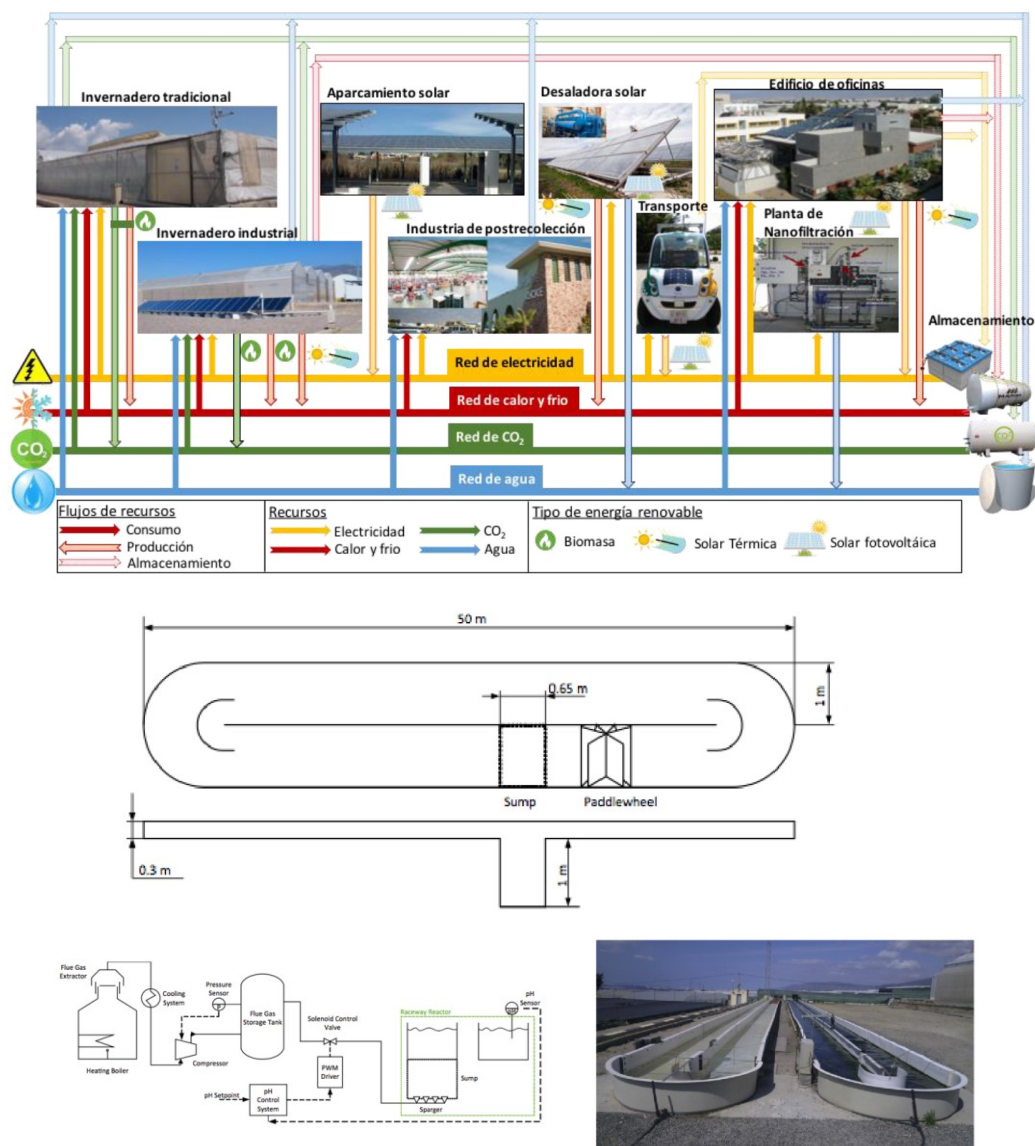


Fig. 2.4.1 Diversos ejemplos de la actividad de la unidad de modelado y control

2.4.5 Colaboración con otras Unidades Funcionales de CIESOL durante 2019

En 2019 la Unidad de Modelado y Control ha mantenido colaboraciones con las siguientes Unidades Funcionales de CIESOL:

- Desalación y Fotosíntesis: Proyectos europeos (SABANA), proyectos del plan nacional, publicaciones conjuntas (desalación, fotobioreactores, invernaderos, ...) Dirección conjunta de TFG, TFM y Tesis Doctorales. Colaboración en el ámbito del proyecto Sfera 3.
- Análisis Ambiental: colaboración a nivel de dirección conjunta de TFG y TFM. Aparición en prensa local. Colaboración en el ámbito del proyecto Sfera 3.
- Regeneración de Aguas: colaboración a nivel de dirección conjunta de TFG y TFM. Planificación de publicaciones conjuntas. Colaboración en el ámbito del proyecto Sfera 3.

Además, se mantienen colaboraciones con PSA en los siguientes ámbitos:

- Máster en Energía Solar
- El grupo de investigación "Automática, Robótica y Mecatrónica" de la Universidad de Almería junto con CIEMAT han colaborado en la línea de investigación de I+D de Automática en plantas

termosolares en el marco de diversos proyectos nacionales: DPI2004-07444-C04-04, DPI2007-66718-C04-04, DPI2010-21589-C05-02, DPI2014-56364-C2-R, DPI2017-85007-R.

- Colaboración con la Unidad de Eficiencia Energética en la Edificación UiE3 del CIEMAT. La colaboración establecida a partir del proyecto ARFRISOL, ya concluido, ha abierto nuevas opciones de desarrollo de actividades conjuntas de interés común en el ámbito de la caracterización dinámica de las propiedades térmicas de materiales y elementos.

2.4.6 Recursos humanos de la Unidad Funcional

Estancias y visitas en CIESOL:

- Marchi, Leticia de Araujo. Universidad Federal de Santa Catarina (UFSC), Brasil (01/02/2019-31/07/2019).
- Meza, Roberto. Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), México (09/09/2019-31/10/2019).
- Polanco, Luis. Universidad de Guanajuato, México (11/12/2019-24/06/2020).
- Román, Caio. Universidad Federal de Santa Catarina (UFSC), Brasil (01/09/2019-28/02/2020).
- Vázquez, Laura. Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), México (02/09/2019-31/10/2019).

Estancias de investigadores de CIESOL en otros centros:

- Manuel Berenguel Soria. Universidad de Brescia, Italia (18/05/2019-01/06/2019).
- Juan Diego Gil Vergel. Plataforma Solar de Almería, España (01/02/2019-30/04/2019).
- Luis José Yebra Muñoz. Estancia como profesor/investigador invitado por el Dpto. de Automática de la Universidad de Alcalá, España (10/02/2019-18/06/2019).

Alumnos en prácticas curriculares:

- Acien Zapata, Salvador. Grado en Ingeniería Informática (14/11/2019-28/01/2020).
- Aguilera López, Raúl. Grado en Ingeniería Mecánica (14/02/2019-28/04/2019).
- Asensio Amador, Carlos. Grado en Ingeniería Electrónica Industrial (03/10/2019-17/12/2019).
- Berenguel Sánchez, Juan Jesús. Grado en Ingeniería Electrónica Industrial (19/11/2018-02/02/2019).
- Chinchilla Pérez, Juan Manuel. Grado en Ingeniería Electrónica Industrial (18/02/2019-02/05/2019).
- Galdeano López, Jesús. Grado en Ingeniería Electrónica Industrial (18/02/2019-02/05/2019).
- Giménez Miralles, Adrián. Grado en Ingeniería Electrónica Industrial (12/05/2019-26/08/2019).
- Kalmutskey Kalmutskey, Georgiy. Grado en Ingeniería Electrónica Industrial (19/11/2018-03/02/2019).
- López Martínez, Francisco Gabriel. Grado en Ingeniería Electrónica Industrial (07/10/2019-20/12/2019).
- Martínez Valdivia, Pedro José. Grado en Ingeniería Electrónica Industrial (18/02/2019-02/05/2019).
- Otálora Berenguel, Pablo. Grado en Ingeniería Electrónica Industrial (18/02/2019-02/05/2019).
- Ramajo Ballester, Álvaro. Grado en Ingeniería Electrónica Industrial (08/11/2019-22/01/2020).
- Serrano Rodríguez, Juan Miguel. Grado en Ingeniería Electrónica Industrial (18/02/2019-02/05/2019).

2.4.7 Producción científica

Artículos

- Multiobjective control architecture to estimate optimal set points for user comfort and energy saving in buildings. Martell, M., F. Rodríguez, M. Castilla, M. Berenguel. *ISA Transactions*, in press, 2020. Available online 22 October 2019. DOI: 10.1016/j.isatra.2019.10.006.

- Apparent delay analysis for a flat-plate solar field model designed for control purposes. Ampuño, G., L. Roca, J.D. Gil, M. Berenguel, J.E. Normey-Rico. *Solar Energy*, 177, 241-254, 2019. DOI: 10.1016/j.solener.2018.11.014.
- Incremental state-space model predictive control of a Fresnel solar collector. Camacho, E.F., A.J. Gallego, A.J. Sánchez, M. Berenguel. *Energies*, 13, 3, 2019. DOI: 10.3390/en12010003.
- Parabolic trough collector field dynamic model: Validation, energetic and exergetic analyses. Carballo, J.A., J. Bonilla, M. Berenguel, P. Palenzuela. *Applied Thermal Engineering*, 148, 777-786, 2019. DOI: 10.1016/j.applthermaleng.2018.11.093.
- New approach for solar tracking systems based on computer vision, low cost hardware and deep learning. Carballo, J.A., J. Bonilla, M. Berenguel, J. Fernández-Reche, G. García. *Renewable Energy*, 133, 1158-1166, 2019. DOI: 10.1016/j.renene.2018.08.101.
- Design of a parallel genetic algorithm for continuous and pattern-free heliostat field optimization. Cruz, N.C., S. Salhi, J.L. Redondo, J.D. Álvarez, M. Berenguel, P.M. Ortigosa. *Journal of Supercomputing*, 75(3), 1268-1283, 2019. DOI: 10.1007/s11227-018-2404-8.
- Gain-scheduling model predictive control of a Fresnel collector field. Gallego, A.J., G.M. Merello, M. Berenguel, E.F. Camacho. *Control Engineering Practice* 82, 1-13, 2019. DOI: 10.1016/j.conengprac.2018.09.022.
- Biomass estimation of an industrial raceway photobioreactor using an extended Kalman filter and a dynamic model for microalgae production. García-Mañas, F., J.L. Guzmán, M. Berenguel, F.G. Acién. *Algal Research-Biomass Biofuels and Bioproducts*, 37, 103-114, 2019. DOI: 10.1016/j.algal.2018.11.009.
- Optimal thermal energy management of a distributed energy system comprising a solar membrane distillation plant and a greenhouse. Gil, J.D., J.D. Álvarez, L. Roca, J.A. Sánchez-Molina, M. Berenguel, F. Rodríguez. *Energy Conversion and Management*, 198, 111791, 2019. DOI: 10.1016/j.enconman.2019.111791.
- Daytime/Nighttime event-based PI control for the pH of a microalgae raceway reactor. E. Rodríguez-Miranda, M. Beschi, J.L. Guzmán, M. Berenguel, A. Visioli. *Processes*, 7(5), 1-16, 2019. DOI: 10.3390/pr7050247.
- Development of an empirical tomato crop disease model: a case study on gray leaf spot. H. Wang, J.A. Sánchez-Molina, M. Li, M. Berenguel. *European Journal of Plant Pathology*, 2019. DOI: 10.1007/s10658-019-01897-7.
- Evaluation of a dehumidifier in a mild weather greenhouse. J.M. Zapata, J.A. Sánchez-Molina, F. Rodríguez-Díaz, J.C. López-Hernández. *Applied Thermal Engineering*, 146, 92-102, 2019. DOI: 10.1016/j.applthermaleng.2018.09.107.
- Cost function optimization for predictive control of a five-phase IM drive. M. Ruiz-Arahal, C. Martín-Torres, A. Kowal-Gornig, M.M. Castilla-Nieto, F.J. Barrero-García. *Optimal Control Applications & Methods*, 1-10, 2019. DOI: 10.1002/oca.2499.
- Uncertainty-Aware Calibration of a Hot-Wire Anemometer With Gaussian Process Regression, R.A. García, J.L. Blanco-Claraco, J. López-Martínez, A.J. Callejón-Ferre. *IEEE Sensors Journal*, 19(17), 7515-7524, 2019. DOI: 10.1109/JSEN.2019.2915093.
- Benchmarking Particle Filter Algorithms for Efficient Velodyne-Based Vehicle Localization. J.L. Blanco-Claraco, F. Mañas-alvarez, J.L. Torres-Moreno, A. Gimenez-Fernandez, F. Rodríguez-Díaz. *Sensors*, 19, 2019. DOI: 10.3390/s19143155.
- Modelling of Batteries for Application in Light Electric Urban Vehicles. F. Gomez, L.J. Yebra-Muñoz, A. Gimenez-Fernandez, J.L. Torres-Moreno. *Revista Iberoamericana de Automática e Informática Industrial*, 16(4), 2019. DOI: 10.4995/riai.2019.10609.
- Cost Function Optimization for Multi-phase Induction Machines Predictive Control. M. Ruiz-Arahal, A. Kowal-Gornig, F.J. Barrero-García, M.M. Castilla-Nieto. *Revista Iberoamericana de Automática e Informática Industrial*, 16(1), 48-55, 2019. DOI: 10.4995/riai.2018.9771.
- Automated system for soil wind erosion studies. A. Gimenez-Fernandez, F.J. Lozano-Cantero, J.A. Torres-Arriaza, C.M. Asensio-Grima. *Computers and Electronics in Agriculture*, 164, 104889, 2019. DOI: 10.1016/j.compag.2019.104889.

- Optimal processing of greenhouse crop residues to use as energy and CO₂ sources. J.V. Reinoso, M.G. Pinna, M.D. Fernández, J.A. Sánchez-Molina, F. Rodríguez, J.C. Hernández, F.G. Acien. *Industrial Crops and Products*, 135, 662-671, 2019. DOI: 10.1016/j.indcrop.2019.04.074.
- Improving the performance of vegetable leaf wetness duration models in greenhouses using decision tree learning. Wang, H., J.A. Sánchez-Molina, M. Li, F. Rodríguez. *Water*, 1(11), 158-170, 2019. DOI: 10.3390/w11010158.
- Design and analysis of a constant-force bench press. Sánchez-Salinas, S., C. Núñez, J. López, J. García-Vallejo, J.M. Muyor. *Mechanism and Machine Theory*, 142, 103612, 2019. DOI: 10.1016/j.mechmachtheory.2019.103612.
- Robust QFT-Based Feedback Linearization Controller of the Greenhouse Diurnal Temperature Using Natural Ventilation. A. Hoyo, J. C. Moreno, J. L. Guzmán, F. Rodríguez. *IEEE Access*, 7, 64148- 64161, 2019.
- Evaluation of photosynthetic light integration by microalgae in a pilot-scale raceway reactor. M. Barceló-Villalobos, P. Fernández-del Olmo, J. L. Guzmán, J. M. Fernández-Sevilla, F.G. Acien *Bioresource Technology*, 280, 404-411, 2019.
- Event-based feedforward control of linear systems with input time-delay. E. Aranda-Escolástico, C. Rodríguez, M. Guinaldo, J. L. Guzmán, S. Dormido. *International Journal of Applied Mathematics & Computer Science*, 29(3), 541-553, 2019.
- Linear Active Disturbance Rejection Control for a Raceway Photobioreactor. J.J. Carreño-Zagarra, J. L. Guzmán, J. C. Moreno, R. Villamizar. *Control Engineering Practice*, 85, 271-279, 2019.
- Machine learning for solar trackers. J.A. Carballo, J. Bonilla, M. Berenguel, J. Fernández-Reche, G. García, AIP Conference Proceedings SolarPACES Conference, October Casablanca, Morocco, 2018. Vol. 2126, No. 1, p. 030012, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1063/1.5117524>.
- Hybrid NMPC applied to a solar-powered membrane distillation system. J.D. Gil, P.R.C Mendes, G.A. Andrade, L. Roca, J.E. Normey-Rico. M. Berenguel. 12th Symposium on Dynamics and Control of Process Systems, including Biosystems (DYCOPS 2019). *IFAC-PapersOnLine*, 52(1), 124-129, 2019.
- Control system for pH in raceway photobioreactor based on Wiener model. A. Pawlowski, J.L. Guzmán, M. Berenguel, F. G. Acien. 11th IFAC Symposium on Dynamics and Control of Process Systems, including Biosystems - DYCOPS-CAB 2019. *IFAC-PapersOnLine*, 52(1), 928-933, 2019.
- Greenhouse Models as a Service (GMaaS) for Simulation and Control. Muñoz-Rodríguez, M., J.L. Guzmán, J.A. Sánchez-Molina, F. Rodríguez, M. Torres. 6th IFAC Conference on Sensing, Control and Automation Technologies for Agriculture AGRICONTROL 2019. *IFAC-PapersOnLine*, 52(30), 190-195, 2019. DOI: 10.1016/j.ifacol.2019.12.520.

Participación en congresos

- 8th International Work-Conference on the Interplay between Natural and Artificial Computation (IWINAC 2019), 2019.
- Global IoT Summit (GloTS 2019), 2019.
- European Control Conference, Naples, Italy, 2019.
- 6th IFAC Conference on Sensing, Control and Automation Technologies for Agriculture AGRICONTROL 2019, Sydney, Australia, 4-6 December 2019.
- 15th Workshop on Time Delay Systems, Sinaia, Romania, 9-1 September 2019.
- 2nd IWA Conference on Algal Technologies for Wastewater Treatment and Resource Recovery, Valladolid, Spain, 1-2 July 2019.
- 12th Symposium on Dynamics and Control of Process Systems, including Biosystems (DYCOPS 2019), 2019.
- 11th IFAC Symposium on Dynamics and Control of Process Systems, including Biosystems - DYCOPS-CAB 2019. Florianopolis, Brazil, 2019.
- Solar World Congress, Santiago de Chile, November 4, 2019.
- International Conference on Mechanical Models in Structural Engineering, 23-25 October 2019, Alicante, Spain.

- Aportando valor al CO2, 1-2 October, 2019, Technology Lab de Repsol, Móstoles, Madrid, Spain.
- International Conference on Concentrating Solar Power and Chemical Energy Systems, 2019, Daegu, Korea, 01-04 October, 2019.
- IEEE 23rd International Conference on Intelligent Engineering Systems, Godollo, Hungary, 25-27 April, 2019.
- X Congreso Ibérico de Agroingeniería, 3-6 Septiembre 2019. Escuela Politécnica Superior, Campus Huesca de la Universidad de Zaragoza, Huesca, España.
- XL Jornadas de Automática, 3-5 Septiembre 2019, Ferrol, España.
- EUROSIM 2019. 10th Congress of the Federation of European Simulation Societies. Special Session on Trends and Perspectives of Machine Learning in Automation, 1-5 July, 2019. Logroño, Spain.
- Jornadas de Innovación Docente y Experiencias Profesionales en la Universidad de Almería. Curso 2019. 19 September, 2019, Almería, Spain.
- XXX Jornadas de Paralelismo, Cáceres, Spain, 18-20 September, 2019.
- EDULEARN19, the 11th annual International Conference on Education and New Learning Technologies, 1-3 July 2019, Palma de Mallorca, Spain.
- Congresso de Métodos Numéricos em Engenharia, 1-3 July, 2019, Guimaraes, Portugal.

Contribuciones a congresos

- An Indoor Illuminance Prediction Model based on Neural Networks for Visual Comfort and Energy Efficiency Optimization Purposes. M. Martell, M. Castilla, F. Rodríguez y M. Berenguel. En 8th International Work-Conference on the Interplay between Natural and Artificial Computation (IWINAC 2019), 2019.
- An IoT Control System for a Solar Membrane Distillation Plant used for Greenhouse Irrigation. J.D. Gil, M. Muñoz, L. Roca, F. Rodríguez y M. Berenguel. En Global IoT Summit (GloTS 2019), 2019.
- Application of a Symmetrical-Send-On-Delta event-based controller for a microalgal raceway reactor. E. Rodríguez-Miranda, J.L. Guzmán, M. Berenguel, F.G. Acién, A. Visioli. European Control Conference, Naples, Italy, 2019.
- Greenhouse Models as a Service (GMaaS) for Simulation and Control. Muñoz-Rodríguez, M., J.L. Guzmán, J.A. Sánchez-Molina, F. Rodríguez, M. Torres. 6th IFAC Conference on Sensing, Control and Automation Technologies for Agriculture AGRICONTROL 2019, Sydney, Australia, 4-6 December 2019.
- Predictive Active Disturbance Rejection Control for Insulin Infusion in Patients with T1DM. J.J. Carreño-Zagarra, R. Villamizar, J.C. Moreno, J.L. Guzmán. 15th Workshop on Time Delay Systems, Sinaia, Romania, 9-1 September 2019.
- A feedback control strategy of dissolved oxygen in raceway reactors. M. Barceló-Villalobos, J.L. Guzmán, F.G. Acién. 2nd IWA Conference on Algal Technologies for Wastewater Treatment and Resource Recovery, Valladolid, Spain, 1-2 July 2019.
- A graphical tool to simulate raceway photoreactors. A. Hoyo, J.L. Guzmán, F.G. Acién, M. Berenguel, J.C. Moreno. 2nd IWA Conference on Algal Technologies for Wastewater Treatment and Resource Recovery, Valladolid, Spain, 1-2 July 2019.
- Diurnal and Nocturnal pH control in Microalgae Raceway Reactors. E. Rodríguez-Miranda, J.L. Guzmán, M. Berenguel, F.G. Acién, A. Visioli. 2nd IWA Conference on Algal Technologies for Wastewater Treatment and Resource Recovery, Valladolid, Spain, 1-2 July 2019.
- Hybrid NMPC applied to a solar-powered membrane distillation system. J.D. Gil, P.R.C Mendes, G.A. Andrade, L. Roca, J.E. Normey-Rico. M. Berenguel. 12th Symposium on Dynamics and Control of Process Systems, including Biosystems (DYCOPS 2019), 2019.
- Control system for pH in raceway photobioreactor based on Wiener model. A. Pawlowski, J.L. Guzmán, M. Berenguel, F. G. Acién. In 11th IFAC Symposium on Dynamics and Control of Process Systems, including Biosystems - DYCOPS-CAB 2019. Florianopolis, Brazil, 2019.
- A Software for Dimensioning of Small Microgrids with PV-Battery Systems. Torres, J.L., J.A. Carballo, J. Bonilla, A. Giménez-Fernández. Solar World Congress, Santiago de Chile, November 4, 2019.

- A topological entropy-based approach for damage detection of civil engineering structures. Jiménez-Alonso, J.F., J. López-Martínez, J.L. Blanco-Claraco, R. González, A. Sáez-Pérez. International Conference on Mechanical Models in Structural Engineering, 23-25 October 2019, Alicante, Spain.
- Gestión económica del enriquecimiento carbónico de un invernadero de tomate con diferentes fuentes de CO₂. Rodríguez, F., J. Ramos-Teodoro, M. Berenguel, P. Lorenzo. Aportando valor al CO₂, 1-2 October, 2019, Technology Lab de Repsol, Móstoles, Madrid, Spain.
- Pilot scale hybrid cooling system for optimizing the water consumption at CSP plants. Palenzuela, P., L. Roca, G. García-Navajas, J. Liria, A. Caron, A. Faisal, P. Kumar. International Conference on Concentrating Solar Power and Chemical Energy Systems, 2019, Daegu, Korea, 01-04 October, 2019.
- Control and optimal management of a heliostat field for solar power tower systems. Cruz, N.C., J.D. Álvarez, J. López-Redondo, M. Berenguel, P. Ortigosa, R. Klempous. IEEE 23rd International Conference on Intelligent Engineering Systems, Godollo, Hungary, 25-27 April, 2019.
- Modelado de producción, consumo y almacenamiento de recursos heterogéneos de un distrito agroindustrial con energías renovables. Ramos-Teodoro, J., F. Rodríguez, M.M. Castilla, M. Berenguel. X Congreso Ibérico de Agroingeniería, 3-6 Septiembre 2019. Escuela Politécnica Superior, Campus Huesca de la Universidad de Zaragoza, Huesca, España.
- GreenBook: App híbrida para el seguimiento y control de explotaciones agrarias intensivas. Maldonado, V.R., J.J. Cañadas, J.A. Sánchez-Molina, M. Berenguel, M. Muñoz. X Congreso Ibérico de Agroingeniería, 3-6 Septiembre 2019. Escuela Politécnica Superior, Campus Huesca de la Universidad de Zaragoza, Huesca, España.
- Control de un recuperador de sales en una planta termosolar híbrida. Otálora, Pablo; Roca-Sobrino, Lidia; Bonilla-Cruz, Javier; Guzman, Jose Luis. XL Jornadas de Automática, 3-5 Septiembre 2019, Ferrol, España.
- Banco de ensayo para motores de vehículos eléctricos. Torres-Moreno, José Luis; Heredia, Galo; Gimenez-Fernandez, Antonio; Visioli, Antonio. XL Jornadas de Automática, 3-5 Septiembre 2019, Ferrol, España.
- Control predictivo lineal del pH de un fotobio reactor raceway. A. Hoyo, J.L. Guzmán, J.C. Moreno, M. Berenguel. XL Jornadas de Automática, 3-5 Septiembre 2019, Ferrol, España.
- Modelo de temperatura para reactores abiertos de microalgas. E. Rodríguez-Miranda, F.G. Acién, J.L. Guzmán, M. Berenguel, A. Visioli. XL Jornadas de Automática, 3-5 Septiembre 2019, Ferrol, España.
- Control de un recuperador de sales en una planta termosolar híbrida. P. Otálora, L. Roca, J.L. Guzmán, J. Bonilla. XL Jornadas de Automática, 3-5 Septiembre 2019, Ferrol, España.
- Machine Learning Perspectives in Concentrating Solar Thermal Technology. Bonilla, J., J.A. Carballo, M. Berenguel, J. Fernández-Reche, L. Valenzuela. EUROSIM 2019. 10th Congress of the Federation of European Simulation Societies. Special Session on Trends and Perspectives of Machine Learning in Automation, 1-5 July, 2019. Logroño, Spain.
- Desarrollo de una plataforma de simulación de plantas industriales para su utilización en prácticas de automatización de procesos. Garcia-Donaire, Julian; Rodriguez-Diaz, Francisco; Berenguel, Manuel; Sánchez-Molina, Jorge Antonio; Alvarez-Hervas, Jose Domingo; Guzman, Jose Luis; Moreno-Úbeda, José Carlos. Jornadas de Innovación Docente y Experiencias Profesionales en la Universidad de Almería. Curso 2019_20, 19 September, 2019, Almería, Spain.
- Diseño de un prototipo basado en el paradigma Hardware in the Loop para la realización de prácticas de Automatización en estudios de Ingeniería. Castilla-Nieto, Maria Del Mar; Garcia-Donaire, Julian; Ramos-Teodoro, Jerónimo; Rodriguez-Diaz, Francisco; Alvarez-Hervas, Jose Domingo.. Jornadas de Innovación Docente y Experiencias Profesionales en la Universidad de Almería. Curso 2019_20, 19 September, 2019, Almería, Spain.
- Aplicaciones de CHIP-8, una máquina virtual de finales de los 70, en los estudios actuales de Ingeniería Informática. Calvo-Cruz, Nicolás; López-Redondo, Juana; Alvarez-Hervas, Jose Domingo; Martinez-Ortigosa, Pilar. XXX Jornadas de Paralelismo, Cáceres, Spain, 18-20 September, 2019.
- Applications of CHIP-8, a virtual machine from the late seventies, in current degrees in Computer Engineering. Calvo-Cruz, Nicolás; Ruiz Ferrández, Miriam; López-Redondo, Juana; Alvarez-Hervas, Jose Domingo; Martinez-Ortigosa, Pilar. EDULEARN19, the 11th annual International Conference on Education and New Learning Technologies, 1-3 July 2019, Palma de Mallorca, Spain.

- Designing multiple tuned mass dampers for multimode control of Steel footbridges. J.F. Jiménez-Alonso, J. López-Martínez, J.L. Blanco-Claraco, A. Sáez-Pérez. Congresso de Métodos Numéricos em Engenharia, 1-3 July, 2019, Guimaraes, Portugal.

Organización de congresos

- Semana de la Informática de la Universidad de Almería. 13-15/02/2019. Almería, España.
- Jornada "Transición del sector eléctrico español hacia un mercado mayoritariamente renovable en 2030". 16/05/2019. Universidad de Almería, España.
- LibOCon 2019 10-13 septiembre 2019, conferencia anual que reúne a la comunidad de desarrolladores del Libre Office.
- FIRST LEGO League 2018-2019. 16/02/2019. Almería. España.

Capítulos de libro

- New strategies for the design and control of raceway reactors to optimize microalgae production. M. Barceló Villalobos, F.G. Acien Fernández, J.L. Guzmán, J.M. Fernández Sevilla, M. Berenguel. In: Handbook of Algal Technologies and Phytochemicals: Volume I Food, Health and Nutraceutical Applications, chapter 35. Edited by Gokare A. Ravishankar and Rangarao Ambati. CRC Press – Taylor & Francis Group. USA, 2019.

Tesis doctorales defendidas

- HIGH-PERFORMANCE COMPUTING FOR OPTIMIZING THE DESIGN AND CONTROL OF SOLAR POWER TOWER PLANTS. Nicolás Calvo Cruz. Universidad de Almería 24/10/2019, sobresaliente cum laude.
- CONTRIBUTION OF MODELS IN THE DISEASE AND ENERGY MANAGEMENT IN INTENSIVE GROWING SYSTEM. Wang Hui. Universidad de Almería 17/09/2019, sobresaliente cum laude.
- CONTRIBUTION TO THE DESIGN AND TESTING OF MOLTEN SALT THERMAL ENERGY STORAGE SYSTEMS FOR SOLAR THERMAL POWER PLANTS. Margarita-Manuela Rodríguez García. Universidad de Almería 18/06/2019, sobresaliente cum laude.
- ENFOQUE PORT-HAMILTONIAN EN EL MODELADO DE SISTEMAS FÍSICOS DE DIMENSIÓN FINITA: APLICACIONES EN LA GENERACIÓN DE ENERGÍA TERMO SOLAR. Francisco Manuel Márquez. Universidad Politécnica de Madrid 02/12/2019.
- MODELADO Y OPTIMIZACIÓN PARA UNA GESTIÓN EFICIENTE DE RECURSOS EN TECNOLOGÍA TERMOSOLAR. José Antonio Carballo López. Universidad de Almería. 18/12/2019, sobresaliente cum laude.

2.4.8 Miembros de la unidad

Dr. Manuel Berenguel Soria



Catedrático de Ingeniería de Sistemas y Automática
UAL
beren@ual.es (+34) 950 015 683
arm.ual.es, www.ciesol.es

Dra. Lidia Roca Sobrino



Investigadora
CIEMAT-PSA
lidia.roca@psa.es (+34) 950387900 (ext. 964)
www.psa.es, www.ciesol.es

Dr. Francisco Rodríguez Díaz



Catedrático de Ingeniería de Sistemas y Automática
UAL

Dr. Luis José Yebra Muñoz



Investigador Titular de OPI
CIEMAT-PSA

Dr. José Luis Guzmán Sánchez



Catedrático de Ingeniería de Sistemas y Automática
UAL

Dr. Javier Bonilla Cruz



Investigador
CIEMAT-PSA

Dr. Antonio Giménez Fernández



Profesor Titular de Ingeniería Mecánica
UAL

Dr. Manuel Pérez García



Profesor Titular de Física Aplicada
UAL

Dr. José Carlos Moreno Úbeda



Profesor Titular de Ingeniería de Sistemas y Automática
UAL

Dr. Julián García Donaire



Profesor Titular de Arquitectura y Tecnología de Computadores
UAL

Dr. José Domingo Álvarez Hervás



Profesor Titular de Ingeniería de Sistemas y Automática
UAL
jhervas@ual.es
(+34) 950 214 274
arm.ual.es, www.ciesol.es

Dr. José Luis Blanco Claraco



Profesor Titular de Ingeniería Mecánica
UAL
jlblanco@ual.es
(+34) 950 214 233
<http://www.ual.es/~jlblanco/>

Dr. Jorge Antonio Sánchez Molina



Profesor Titular de Ingeniería de Sistemas y Automática
UAL

Dr. Javier López Martínez



Profesor Titular de Ingeniería Mecánica
UAL

Dr. José Luis Torres Moreno



Profesor Ayudante Doctor de
Ingeniería Mecánica
UAL

Dr. Andrzej Pawlowski



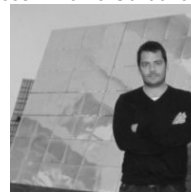
Profesor Ayudante Doctor de
Ingeniería de Sistemas y Automática
UAL

Dra. María del Mar Castilla Nieto



Profesor Ayudante Doctor de
Ingeniería de Sistemas y Automática
UAL

Dr. José Antonio Carballo López



Contratado convenio UAL-PSA
UAL-PSA

Jerónimo Ramos Teodoro



Becario
FPI MINECO

Juan Diego Gil Vergel



Becario predoctoral
UAL

Marta Barceló Villalobos



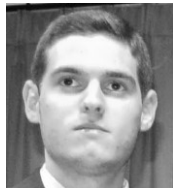
Contratada
FPI MINECO

Ángeles Hoyo Sánchez



Contratada
FPI MINECO

Francisco García Mañas



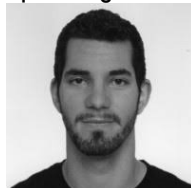
Contratado
FPU MINECO

Manuel Muñoz Rodríguez



Contratado
IoF2020

Enrique Rodríguez Miranda



Contratado
UNIBS

Marina Martínez Molina



Contratata
CHROMAE

Francisco José Mañas Álvarez



Contratado
CIESOL

Pablo Otálora Berenguel



Contratado
CALRESI

Dr. Alberto de la Calle Alonso



Investigador
Arizona State University, USA

Dr. Francisco Javier Cabrera Corral



Investigador
Junta de Andalucía.

Dr. Ricardo Silva



Investigador
ETH Zurich

2.4.9 Proyectos vigentes durante 2019

2.4.9.1 Internet of Food and Farm IoF2020

Participantes:

Grupo de Inv. "Automática, Robótica y Mecatrónica". Universidad de Almería (TEP 197)
Universidad de Almería – Cátedra Coexphal-UAL
72 partners internacionales

Contactos:

Manuel Berenguel (beren@ual.es)
Jorge Sánchez (jorgesanchez@ual.es)
Cynthia Giagnocavo (cgiagnocavo@ual.es)

Fuente de financiación:

H2020 Call for proposals: H2020-IOT-2016-2017 (H2020-IOT-2016). Proposal: 731884 — IoF2020. IoT-01-2016 — Large Scale Pilots. Innovation action.

Duración prevista:

Enero 2017 – Diciembre 2020

Situación:

En desarrollo

Resumen:

El Proyecto Europeo Internet of Food & Farm 2020 (IoF2020, Internet de los Alimentos y las Explotaciones Agrícolas) tiene como objetivo investigar y fomentar la implementación a gran escala del Internet of Things (IoT, Internet de las Cosas) en el sector agrícola y alimentario europeo. Con un presupuesto de 30 millones de euros, cofinanciado por la Unión Europea, el proyecto tiene el potencial de introducir un cambio de paradigma en este ámbito, mejorando drásticamente la productividad y la sostenibilidad. Se demostrará el valor añadido de las redes y sitios web inteligentes de objetos interconectados, sensibles al contexto y que pueden ser identificados, equipados con sensores y controlados remotamente en el sector agroalimentario. El proyecto ha comenzado el 1 de enero de 2017 y tendrá una duración de cuatro años.

IoF2020: 5 ensayos, 19 casos de estudio: IoT tiene el potencial de ser un verdadero elemento transformador de la agricultura. Iniciativas recientes han demostrado el interés del sector en aprovechar las oportunidades que ofrecen las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), las redes y las tecnologías orientadas a datos. Sin embargo, las actuales aplicaciones disponibles siguen siendo fragmentarias y utilizadas principalmente por un pequeño grupo de usuarios innovadores.

El proyecto IoF2020 ofrecerá soluciones y facilitará la adopción a gran escala de IoT, abordando los retos organizativos y tecnológicos a los que se enfrenta el sector agrícola y alimentario europeo. IoT puede utilizarse por ejemplo para optimizar la calidad de la carne en la Unión Europea (UE) minimizando al mismo

tiempo las posibilidades de fraude a través de un incremento de la transparencia y la trazabilidad. Otro ejemplo: en cifras globales, la industria vitivinícola de la UE tiene la mayor proporción de los ingresos agrícolas de la UE. Para mantenerse competitiva a nivel internacional, tanto la viticultura convencional como la orgánica, las tecnologías asociadas al IoT pueden utilizarse para obtener una mayor calidad sostenibilidad medioambiental, junto con la reducción de los costes de producción. El proyecto, que se centra en 19 casos de estudio repartidos por toda Europa, ofrece soluciones a 5 áreas agroalimentarias: cultivos agrícolas herbáceos, productos lácteos, carne, verduras y frutas y tiene en cuenta sus propias necesidades y obstáculos.

IoF2020 involucra a todos los actores de la cadena alimentaria: desde agricultores, cooperativas, proveedores de equipamiento y logística, empresas de procesamiento de alimentos, hasta organizaciones de consumidores e incluyendo desarrolladores de TIC.

El proyecto desarrollará soluciones IoT innovadoras fomentando la co-creación en ciclos iterativos de mejora centrados en la aceptabilidad del usuario y en los modelos de negocio para mejorar la tecnología y su aceptación a nivel de mercado. Los usuarios finales son el núcleo del modelo IoF2020 y participarán en la evaluación y mejora de las tecnologías en juego, asegurando de que cumplen con los requisitos y las expectativas del sector.

2.4.9.2 SOLWARIS - Solving Water Issues for CSP Plants.

Participantes:

Centro de Investigaciones en Energía Solar CIESOL (España), centro mixto UAL-CIEMAT
Plataforma Solar de Almería
Grupo de Inv. "Automática, Robótica y Mecatrónica". Universidad de Almería (TEP 197)

Contactos:

Manuel Berenguel (beren@ual.es)
Lidia Roca (lidia.roca@psa.es)

Fuente de financiación:

Horizon 2020 Framework Programme. Grant Agreement number: 792103.

Duración prevista:

30/09/2019-30/04/2022.

Situación:

En desarrollo

Resumen:

SOLWARIS es un proyecto financiado por el programa de investigación e innovación Horizonte 2020 de la Unión Europea, coordinado por TSK ELECTRÓNICA Y ELECTRICIDAD SA, España.

El objetivo de SOLWARIS es reducir significativamente el agua utilizada por las plantas de energía solar térmica de concentración. El proyecto se propone demostrar la eficiencia de las innovaciones en la limpieza del campo solar, la refrigeración de los bloques de potencia, el sistema de reciclado de agua y la estrategia de funcionamiento de las plantas.

2.4.9.3 PARTICIPACIÓN - Sustainable Algae Biorefinery for Agriculture and Aquaculture SABANA

Participantes:

CIESOL-Universidad de Almería,

Contactos:

F. Acien (facien@ual.es)

Fuente de financiación:

Horizon 2020. European Union's Horizon 2020 Research and Innovation Program under Grant Agreement No. 727874 SABANA.

Duración prevista:

01/12/2016 – 30/11/2020

Situación:

En desarrollo

Resumen:

SABANA tiene como objetivo desarrollar una biorrefinería integrada a gran escala a base de microalgas para la producción de bioestimulantes, bioplaguicidas y aditivos para piensos, además de los biofertilizantes y alimentos acuícolas, utilizando solo agua marina y nutrientes de aguas residuales (aguas residuales, agua central y estiércol de cerdo). El objetivo es lograr un proceso de desperdicio cero en una demostración de hasta 5 ha sostenible tanto ambiental como económicamente. Se operará un Centro de Demostración de esta biorrefinería para demostrar la tecnología, evaluar las características operativas del sistema, evaluar los impactos ambientales y colaborar con los clientes potenciales para su uso. La unidad de Modelado y Control colabora en el diseño de sistemas de adquisición de datos y control.

2.4.9.4 PARTICIPACIÓN – SFERA 3 Solar Facilities for the European Research Area**Participantes:**

CIESOL-Universidad de Almería,

Contactos:

J.A. Sánchez (jsanchez@ual.es)

Fuente de financiación:

European Commission-DG RTD Horizon 2020 Framework Programme H2020-INFRAIA-2018-2020 (H2020-INFRAIA-2018-1)

Duración prevista:

01/01/2019 – 31/12/2022

Situación:

En desarrollo

Resumen:

SFERA III es un proyecto Horizonte 2020 financiado en el marco del Programa de Infraestructura de la Investigación. El consorcio está coordinado por el CIEMAT-PSA y está formado por un total de 15 socios de 9 países miembros de la UE. El proyecto se extiende desde enero de 2019 hasta diciembre de 2022 y recibirá una subvención de 9.103 millones de euros de la CE durante estos 4 años. El objetivo general de este proyecto es continuar con el trabajo realizado durante los últimos 8 años en los proyectos SFERA 1 y SFERA 2 y reforzar la sostenibilidad de las actividades de las infraestructuras avanzadas de investigación de energía solar de concentración europeas.

Esas actividades comprenderán: i) actividades de creación de redes para seguir desarrollando la cooperación entre las infraestructuras de investigación, la comunidad científica, las industrias y otros interesados; ii) actividades de acceso transnacional destinadas a proporcionar a todos los investigadores europeos, tanto del mundo académico como de la industria, acceso a infraestructuras singulares de investigación solar científica y tecnológica; y iii) actividades de investigación conjunta cuya única finalidad sea mejorar los servicios integrados que presta la infraestructura.

2.4.9.5 Microrredes para el autoabastecimiento solar de entornos productivos aislados MICROPROD-SOLAR**Participantes:**

Centro de Investigaciones en Energía Solar CIESOL (España), centro mixto UAL-CIEMAT
Centro de Tecnologías para Energía Solar CSET (Chile) centro mixto Fundación Fraunhofer
Inventive Power (México), empresa fabricante de captadores solares cilindroparabólicos para aplicaciones industriales
SOLATOM (España), empresa fabricante de captadores solares Fresnel para aplicaciones industriales.

Contactos:

Manuel Pérez (mperez@ual.es)

Fuente de financiación:

Convocatoria a Proyectos en Temas Estratégicos 2018 ERANET LAC. P918PTE0258

Duración prevista:

01/01/2019 – 31/12/2021

Situación:

En desarrollo

Resumen:

Este proyecto tiene como objetivo desarrollar un conjunto de instrumentos de análisis y toma de decisiones que justifiquen y favorezcan la implantación de microrredes energéticas distribuidas para el autoabastecimiento de enclaves productivos aislados en Iberoamérica. El tipo de suministro a considerar incluirá tanto el de electricidad como el de calor de proceso y frío industrial, en ambos casos de origen solar, sin perjuicio de otras aportaciones renovables en aquellos casos que el recurso disponible lo permita. Este objetivo se desarrollará a través de una intensificación inicial en las siguientes actividades productivas, seleccionadas en base a la experiencia y capacidades de los miembros de consorcio: 1) el autoabastecimiento energético de pequeñas industrias o comunidades dedicadas a la elaboración del vino y destilados, 2) granjas pecuarias dedicadas al tratamiento y conservación de la leche y sus derivados y 3) industrias conserveras cultivos tradicionales (espárrago, frijol,...).

2.4.9.6 Control y optimización de la producción de biomasa con microalgas como fuente de energía renovable-PROBIOREN

Participantes:

Grupo de Inv. "Automática, Robótica y Mecatrónica". Universidad de Almería (TEP 197)
Grupo de Informática y Automática de la UNED

Contactos:

J.L. Guzmán (joseluis.guzman@ual.es)
José Sánchez (jsanchez@dia.uned.es)

Fuente de financiación:

Ministerio de Economía y Competitividad. Plan Nacional 2010. (DPI2014-55932-C2-1-R)

Duración prevista:

01/01/2015 – 30/06/2019

Situación:

En curso

Resumen

El proyecto se centra en la aplicación de técnicas de modelado y control para la producción óptima de biomasa/biodiesel en fotobiorreactores raceway con el fin de ser competitivos en el sector del mercado energético. El principal objetivo consiste en alcanzar las condiciones de entorno óptimas para que las microalgas puedan crecer y producir biomasa para propósitos energéticos, así como al mismo tiempo alcanzar un balance entre la energía requerida en el proceso de crecimiento de las microalgas, la inyección de CO₂ y la recuperación de costes a través de la biomasa-biodiesel resultantes. Considerando la fuerte y compleja dinámica no lineal de estos procesos, se plantea el desarrollo e implementación de diversas técnicas de control para alcanzar estos objetivos. Concretamente se pretenden evaluar técnicas de control basadas en eventos, control reset, por adelanto y fraccional combinadas con el uso de técnicas de control predictivo jerárquico. Por otro lado, se obtendrán modelos no lineales, estimados y predictores para las principales variables de los fotobiorreactores. Por tanto, los principales objetivos del proyecto son:

- Desarrollo de un marco de estrategias de modelado para la obtención de modelos no lineales que permitan capturar la dinámica de la producción de biomasa microalgal en fotobiorreactores raceway para ser usada con fines de energías renovables.
- Desarrollo de estrategias de control debajo y alto nivel (principalmente control basado en eventos, control reset, control fraccional y control predictivo) para la producción óptima de biomasa en fotobiorreactores raceway, con el objetivo de reducir costes y ser competitivos en el sector del

mercado energético, contribuyendo a la reducción de la contaminación medioambiental al mismo tiempo.

- Implementación y validación de las estrategias de modelado y control desarrolladas en dos fotobiorreactores industriales raceway.

Esta propuesta constituye la continuación de una nueva línea de investigación sobre la producción de biomasa a partir de microalgas cultivadas en fotobiorreactores, que fue abierta por los grupos de investigación solicitantes en un proyecto de investigación previo relacionado con fotobiorreactores tubulares. Los grupos implicados poseen una fuerte colaboración mediante proyectos y publicaciones conjuntas, con un destacable número de artículos científicos en revistas de prestigio internacional. Por otro lado, varios integrantes de los grupos de investigación poseen gran experiencia en el campo de los fotobiorreactores, lo que hace destacar el carácter multidisciplinar del equipo de trabajo planteado. Además, cabe remarcar el alcance internacional del proyecto con la presencia de tres investigadores europeos (Suecia e Italia) y un investigador de Estados Unidos. Así mismo, la temática del proyecto se encuentra enmarcada en las líneas estratégicas de la Unión Europea y del Plan Estatal de investigación, dentro de los retos de Energía Segura, Eficiente y Limpia, formando parte de una línea de investigación de candente actualidad. En este sentido, la consecución de los objetivos planteados tendría una contribución significativa en este campo emergente de las nuevas energía renovables, y permitiría tener un impacto real en la competitividad de este tipo de procesos en el sector del mercado energético. Debido a ello, varias compañías y centros de investigación han mostrado su interés por esta propuesta, tales como Aqualia, AlgaEnergy, Holcim o CIESOL.

Objetivos:

- Desarrollo y propuesta de estrategias de modelado e identificación para procesos basados en la producción de biomasa de microalgas.
- Desarrollo de estrategias de control predictivo y metodologías basadas en eventos para la producción óptima de biomasa en fotobiorreactores.
- Implementación y validación de las estrategias desarrolladas en diferentes plantas experimentales.

2.4.9.7 Modelado y Control del proceso combinado de producción de microALgas y tratamiento de aguas RESIduales con reactores industriales (CALRESI – Modeling and control of the combined process of microalgae production and wastewater treatment with industrial reactors)

Participantes:

Grupo de Inv. "Automática, Robótica y Mecatrónica". Universidad de Almería (TEP 197)
Departamento de Informática y Automática de la UNED

Contactos:

José Luis Guzmán (joseluis.guzman@ual.es)
José Luis Blanco (jlblanco@ual.es)
José Sánchez (jsanchez@dia.uned.es)

Fuente de financiación:

Ministerio de Economía, Industria y Competitividad. Plan Nacional 2014 (DPI2017-84259-C2-1-R)

Duración prevista:

01/01/2018 – 31/12/2020

Situación:

En curso

Resumen:

El proyecto trata sobre el análisis, estudio y aplicación de estrategias de modelado y control para la optimización del proceso de tratamiento de aguas residuales y producción de biomasa de microalgas en fotobiorreactores industriales de gran escala. El principal objetivo consiste en alcanzar las condiciones de trabajo óptimas que permitan un sinergia eficiente del proceso combinado del crecimiento óptimo de

microalgas y el tratamiento de aguas residuales, tratando de alcanzar un balance adecuado entre la energía requerida para dicho proceso, la inyección de CO₂ para la maximización de producción de microalgas y la recuperación de costes a través de los productos derivados resultantes. Las microalgas utilizan nutrientes derivados de las aguas residuales (carbono, nitrógeno y fósforo), evitando así el uso de fertilizantes químicos. La adecuada combinación de microalgas con aguas residuales permitirá alcanzar un balance energético adecuado para este tipo de procesos y de la misma forma contribuyendo a la mitigación de emisión de gases al medioambiente. Destacar que la presencia de microalgas, bacterias y materia orgánica hace que este tipo de sistemas presenten unas dinámicas altamente complejas y con un carácter fuertemente no lineal.

Objetivos:

- Propuesta y desarrollo de estrategias de modelado, estimación e identificación para el proceso combinado de la producción de microalgas y tratamiento de aguas residuales en reactores raceway.
- Desarrollo y propuesta de diferentes estrategias de control para la producción eficiente de biomasa y el tratamiento de aguas residuales con el fin de contribuir a la reducción de costes y reducción del impacto medioambiental.
- Implementación y validación de las estrategias de modelado y control desarrolladas en dos fotobiorreactores industriales raceway de gran escala.

2.4.9.8 Control y gestión óptima de recursos heterogéneos en distritos productivos agroindustriales integrando energías renovables (CHROMAE – Control and Optimal Management of Heterogeneous Resources in Agroindustrial production districts integrating renewable Energies)

Participantes:

Grupo de Inv. "Automática, Robótica y Mecatrónica". Universidad de Almería (TEP 197)

Contactos:

F. Rodríguez (frodridg@ual.es)

A. Giménez (agimfer@ual.es)

Fuente de financiación:

Ministerio de Economía, Industria y Competitividad. Plan Nacional 2014 (DPI2017-85007-R)

Duración prevista:

Enero 2018 – Diciembre 2020

Situación:

En curso

Resumen:

Actualmente existe una creciente preocupación por la sobreexplotación de recursos energéticos y materiales no renovables, asociada al cambio climático y a la necesidad de mantener la economía moderna y la calidad de vida. Esta propuesta pretende contribuir, desde la disciplina del control automático, a la gestión óptima de esos recursos de forma que asegure el acceso equitativo, la eficiencia y la sostenibilidad en los ámbitos del agua, la energía y otros haciendo uso de energías renovables. En concreto, el proyecto aborda el problema de la gestión óptima de recursos en distritos agroindustriales, constituidos por explotaciones agrícolas, empresas de transformación y de suministro de insumos localizadas en un determinado territorio. Todos estos elementos tienen diferentes objetivos industriales por lo que presentan distintas necesidades de recursos heterogéneos tanto energéticos (electricidad y calor/frío) como materiales (agua y CO₂). En este marco de colaboración, caracterizado por la heterogeneidad en la demanda, es necesario gestionar convenientemente el uso eficiente de los recursos en cada uno de los sistemas y, que se coordine el flujo entre los elementos del distrito, más aún si se usan energías renovables, estableciendo como premisa que el resultado de la gestión óptima produzca un impacto ambiental lo más

reducido posible. Teniendo en cuenta estas consideraciones, los objetivos principales de esta propuesta son:

- Caracterización y modelado de los flujos de recursos e interrelaciones entre los elementos del distrito que determinan la actividad productiva, ya sea con el papel de consumidor, productor o almacén de los mismos basándose en el paradigma de los sistemas multi-generación distribuida y multi-energía. Se propone como resultado prioritario del proyecto un entorno de simulación de consumo y producción de recursos heterogéneos para distritos agroalimentarios (aunque fácilmente extrapolable a cualquier otro) que permitan analizar casos concretos, probar nuevos enfoques de gestión y tomar decisiones que optimicen su uso.
- Desarrollo de estrategias de control de las variables descriptivas de funcionamiento de los elementos del distrito de manera que puedan satisfacer sus objetivos cumpliendo determinadas especificaciones técnicas, pero también minimizando el uso de los recursos necesarios para ello, utilizando principalmente técnicas de control predictivo.
- Desarrollo de estrategias de control y gestión integral y óptima de recursos heterogéneos necesarios para el funcionamiento de los elementos que conforman un distrito agroindustrial utilizando técnicas de control (predictivo centralizado y/o distribuido, controladores óptimos o controladores basados en reglas entre otros) que consideren aspectos tanto económicos y medioambientales como el uso eficiente de los mismos.

El cumplimiento de estos objetivos representa una contribución significativa con impacto real en esta clase de procesos, como demuestra la colaboración en el proyecto de Instituciones como la Fundación Cajamar y el IFAPA y el interés que ha despertado en diferentes empresas interesadas en los resultados, de forma que se espera sean de aplicabilidad a medio plazo. La propuesta es una continuación natural de actividades de proyectos anteriores, en las que se adquirió una considerable experiencia en control de sistemas energéticos, con numerosos artículos publicados en revistas de prestigio y relaciones con grupos de investigación internacionales.

Objetivos:

El objetivo principal de esta propuesta es el desarrollo de estrategias de gestión integral, coordinada y óptima de recursos heterogéneos como energía y materiales, necesarios para el funcionamiento de los elementos que conforman un distrito agroindustrial utilizando técnicas de control automático que consideren aspectos tanto económicos y medioambientales como el uso eficiente de los mismos.

2.4.9.9 Optimización de sistema integral de calefacción y enriquecimiento carbónico en invernaderos CARBON4GREEN

Participantes:

CIESOL-Universidad de Almería,

Contactos:

Francisco Gabriel Acién (facien@ual.es), Jorge Antonio Sánchez-Molina (jorgesanchez@ual.es)

Fuente de financiación:

Proyectos de investigación orientados a los retos de la Sociedad Andaluza. Programa Operativo FEDER Andalucía 2014-2020. Convocatoria 2018 de Proyectos I+D+i en el Marco del Programa Operativo FEDER-Andalucía 2014-2020 (resolución de 23 de marzo de 2018, del Rector de la Universidad de Almería, BOJA nº 59 de 26 de marzo de 2018). Referencia UAL18-TEP-A055-B.

Duración prevista:

01/10/2019-30/09/2021

Situación:

En marcha

Resumen:

El objetivo de proyecto es el desarrollo, optimización, evaluación y demostración en condiciones reales, de un proceso previamente patentado de calefacción y enriquecimiento carbónico en invernaderos. Utilizando los residuos vegetales producidos en la producción de hortalizas en dichos invernaderos. Se abordan aspectos fundamentales como:

1. La optimización de las condiciones de operación y materiales absorbentes para una mayor eficiencia del proceso.
2. El desarrollo de marcos de referencia para el modelado, control y supervisión de los procesos de almacenamiento y enriquecimiento con CO₂, abordando el problema de la interoperabilidad y integración con sistemas comerciales ya instalados.

2.4.9.10 Sistema abierto y escalable de supervisión, gestión eficiente de la energía y control de confort del edificio singular estratégico CIESOL

Participantes:

CIESOL-Universidad de Almería,

Contactos:

Manuel Berenguel (beren@ual.es)

Fuente de financiación:

Convocatoria de incentivos a los agentes del sistema andaluz de conocimiento, ayudas a infraestructuras y equipamientos de I+D+i (orden de 7 de abril de 2017, convocatoria 2017). Referencia proyecto: 5447-20 (153.320 €).

Duración prevista:

Pendiente comienzo (01/2020-12/2021)

Situación:

Concedido

Resumen:

Esta ayuda de infraestructura tiene como objetivo dotar al Centro Mixto CIESOL de un nuevo sistema de monitorización y control que incorpore las últimas tecnologías de adquisición de datos, IoT, monitorización, etc.

2.4.9.11 Sistema de Cultivo Intensivo Sostenible, Autónomo, Conectado y Abierto (AgroConnect).

Participantes:

CIESOL-Universidad de Almería,

Contactos:

Manuel Berenguel (beren@ual.es)

Fuente de financiación:

Ayudas para la adquisición de equipamiento científico-técnico del subprograma estatal de infraestructuras de investigación y equipamiento científico-técnico (Plan Estatal I+D+I 2017-2020), convocatoria 2019. Centro Mixto de Investigación en Energía Solar UAL-CIEMAT (CIESOL). Referencia proyecto: EQC2019-006658-P (308.850 €).

Duración prevista:

Pendiente comienzo (01/2020-12/2021)

Situación:

Concedido

Resumen:

Esta ayuda de infraestructura tiene como objetivo adquirir infraestructuras que permitan montar un sistema de producción agrícola con gestión de agua y energía bajo el paradigma de economía circular. Incorpora dos plantas de desalación apoyadas en energía solar, un invernadero y fotobioreactores. Es un paso más para la creación de un centro de competencia en agua y energía.

2.4.10 Participación en Redes durante 2019

Red Automática ES

Participantes:

Grupo de Inv. "Automática, Robótica y Mecatrónica". Universidad de Almería (TEP 197)
14 Universidades Españolas

Contactos:

Manuel Berenguel (beren@ual.es)

Fuente de financiación:

Acciones de Dinamización "Redes de Investigación". Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades. RED2018-102688-T. IP. Carlos Balaguer Bernaldo de Quirós (UC3M)

Duración prevista:

01/01/2019-31/12/2021

Situación:

En desarrollo

Red temática en Ingeniería de Control

Participantes:

Grupo de Inv. "Automática, Robótica y Mecatrónica". Universidad de Almería (TEP 197)
10 Universidades Españolas

Contactos:

José Luis Guzmán (joseluis.guzman@ual.es)

Fuente de financiación:

Acciones de Dinamización "Redes de Excelencia". Ministerio de Economía, Industria y Competitividad. DPI2017-90823-REDT. IP Ramón Vilanova i Arbós (UAB)

Duración prevista:

01/01/2017-31/12/2019

Situación:

En desarrollo

Red Nacional de Robótica

Participantes:

Grupo de Inv. "Automática, Robótica y Mecatrónica". Universidad de Almería (TEP 197)
12 Universidades Españolas

Contactos:

Antonio Giménez (agimfer@ual.es)

Fuente de financiación:

Acciones de Dinamización "Redes de Investigación". Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades. DPI2017-90853-REDT. IP. Miguel Ángel Salichs Sánchez-Caballero.

Duración prevista:

01/07/2018-30/06/2020

Situación:

En desarrollo

Grupos operativos

- Go Inverconec: Desde el cultivo hasta el consumidor final.
http://www.coexpfal.es/wp-content/uploads/2018/10/GOINVERCONEC_Cartel.pdf
- ES-Agri – Energía sostenible para agricultura protegida.

<http://www.coexphal.es/grupos-operativos-autonomicos/>

- A4P. Agrodata 4 Prediction.
<http://www.coexphal.es/grupos-operativos-autonomicos/>
- Inteligencia Artificial y Big Data para la mejora de la rentabilidad del agricultor andaluz.
<http://unicagroup.es/bigdata/>

2.4.11 Transferencia y Actividades Complementarias

Contratos con empresas

- Asesoramiento al desarrollo de modelos para el diseño de invernaderos fotovoltaicos a partir de las condiciones externas en el marco del Proyecto Europeo SUN4GREEN GA nr. 756006. RUFEPA TECNOAGRO S.L. Ref. 001388. IP. Jorge Antonio Sánchez Molina. **01/11/2018-31/12/2019**. Número de investigadores: 6.

Convenio con la Universidad de Brescia

El convenio incluye co-tutela de Tesis, intercambio de alumnos Erasmus, doble título en Mecatrónica para la automatización industrial, etc. Fruto del convenio el Prof. Manuel Berenguel ha co-dirigido, junto al Prof. Antonio Visioli, la tesis de Manuel Beschi y el Prof. José Luis Guzmán está co-dirigiendo junto al Prof. Visioli la tesis doctoral de Enrique Rodríguez Miranda. El grupo de la Universidad de Brescia realizó una estancia (Domenico Gorni y Antonio Visioli) en el ámbito del proyecto Sfera 2, dedicada al modelado simplificado de habitaciones en edificios y otra estancia (Luca Merigo) dedicada al desarrollo de algoritmos de control basado en eventos.

Colaboración en el programa ERASMUS+ KA 107

Participantes:

- Unidad de Modelado y Control Automático
- Servicio de Relaciones Internacionales de la Universidad de Almería

Contactos:

- Manuel Pérez García (mperez@ual.es)
- María del Mar Sánchez (sri@ual.es)

Descripción de la actividad:

El programa Erasmus+ KA 107 es un programa de intercambio de estudiantes y profesores orientado a la colaboración con países asociados. En el mismo se admiten estancias de profesores y estudiantes de máster y doctorado que incluyen actividades de investigación.

Colaboración en el programa STUDY ABROAD de la Universidad de Almería

Participantes:

- Unidad de Modelado y Control Automático
- Servicio de Relaciones Internacionales de la Universidad de Almería

Contactos:

- Manuel Pérez García (mperez@ual.es)
- María del Mar Sánchez (sri@ual.es)

Descripción de la actividad:

El programa de verano STUDY ABROAD de la UAL ofrece un paquete completo que incluye matrícula y alojamiento y un conjunto de servicios culturales a estudiantes internacionales que realizan cursos especializados de 80 horas a impartir en el mes de julio organizados por departamentos y centros de

investigación de la Universidad de Almería. La Unidad de Modelado y Control Automático ha coordinado el curso denominado "Procesos de Transferencia de Energía en Instalaciones Solares Térmicas. Modelado y aplicaciones al diseño".

Colaboración en el programa PIMA

Participantes:

- Unidad de Modelado y Control Automático
- Servicio de Relaciones Internacionales de la Universidad de Almería

Contactos:

- Manuel Pérez García (mperez@ual.es)

Descripción de la actividad:

Intercambio de estudiantes de la UAL y de la Universidad Federal de Santa Catarina (Brasil).

Colaboración con IMDEA Energía

Participantes:

- Unidad de Modelado y Control Automático

Contactos:

- Luis José Yebra Muñoz (luis.yebra@psa.es)

Descripción de la actividad:

Colaboración en el proyecto europeo Sun2Liquid de IMDEA Energía, en el modelado y control de un campo de helióstatos destinado a la producción de combustible solar en un reactor químico. Los trabajos de modelado se centran principalmente en el modelado mecánico de un heliostato diferente de los que generalmente se operan en PSA. Este tipo de heliostato necesita un modelo detallado para su operación y su calibración experimental para cumplir con las estrictas especificaciones de operación requeridas del punto de puntería. Las actividades no realizadas hasta el momento en el dominio de modelación termo-fluida se están otorgando en este caso, como el control en tiempo real de los helióstatos en el funcionamiento de la instalación.

2.4.12 Actividades de Difusión

- Torneo Clasificatorio de la FIRST Lego League
- III Jornadas de Automática, Robótica y Mecatrónica
- Desafío Club de Robótica de la Universidad de Almería
- Noche de los Investigadores, Almería
- Semana de la Ciencia, Almería
- Club de Robótica
- Ventana de la Ciencia
- European Robotics Week
- Campus Tecnológico de Chicas
- Semana de la Informática
- Visita tu Universidad
- Feria Aula Empresa La Salle 2018
- Actualidad Científica en Almería

2.4.13 Proyectos solicitados durante 2019

- SAFEMPC: Safe and Reliable Energy Management of Microgrids integrating Demand Response Techniques and Stochastic Model Predictive Control – Proyectos de I+D+i Retos Investigación. Topic: Producción Industrial, ingeniería civil e ingenierías para la sociedad. Proposal acronym: SAFEMPC. IP: Carlos Bordons (US, ES), Ascensión Zafra (US, ES).
- Sustainable Mediterranean Greenhouse for smart and safe horticulture (Greenhouse 2.0) Convocatoria PRIMA 2019. IP Francisco Rodríguez.
- Next Generation Training on Intelligent Greenhouses (NGHTRA). Convocatoria Erasmus +. IP Francisco Rodríguez.
- Desarrollo de clúster de invernaderos en la zona agrícola de la región de Imereti (Georgia) liderado por el Grupo Desarrolla a la convocatoria Agricultural Project's Management Agency of Georgia Government. IP Francisco Rodríguez
- Simulador para la gestión y optimización de recursos endógenos (agua y energía) en explotaciones agrícolas (AGRO- SIMULADOR). Convocatoria PNDR del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. IP Francisco Rodríguez.
- Deshumidificador-climatizador de invernaderos. Convocatoria regional de la Generalitat Valenciana junto con la Universidad Miguel Hernández. IP Francisco Rodríguez.
- Sistema IoT de Telegestión del clima y Riego en Explotaciones Agrícolas Intensivas. Convocatoria de la Junta de Andalucía destinada a la dinamización de las relaciones de los centros docentes dependientes de la Consejería de Educación y Deporte con los sectores productivos, en la Comunidad Autónoma de Andalucía, modalidad "Entornos estratégicos Centros-Empresas". IP Francisco Rodríguez.
- Red de investigación Automatización y TICs en Agricultura (ATICA) junto con 11 Universidades más, 2019. IP Francisco Rodríguez
- Robot colaborativo para transporte inteligente en interior de invernaderos con soporte en IoT AGRICOBOT (AGRICultural COLlaborative roBOT inside the IOT). Convocatoria: PROGRAMA DE AYUDAS A LA I+D+i, EN RÉGIMEN DE CONCURRENCIA COMPETITIVA, EN EL ÁMBITO DEL PLAN ANDALUZ DE INVESTIGACIÓN, DESARROLLO E INNOVACIÓN (PAIDI 2020) (Orden de 7 de abril de 2017, BOJA núm 71, de 17 de abril de 2017). IP José Carlos Moreno. No concedido.
- MULTISOL Concentrador solar térmico multifuncional. Proyecto de Excelencia de la Junta de Andalucía. IP José Domingo Álvarez, Manuel Pérez. No concedido.
- Empowering African Food and Nutrition Systems (EAF) Topic: LC-SFS-34-2019, Food System Africa. IP Jorge Antonio Sánchez Molina.
- GO INVERCONEC - INVERNADERO CONECTADO. Desde el cultivo hasta el consumidor final. Solicitud de ayuda para la ejecución de proyectos de innovación por grupos operativos. Submedida 16.2 del PNDR 2014-2020 cofinanciado por el FEADER. IP Jorge Antonio Sánchez Molina.
- Presentación de propuesta de proyecto a la convocatoria "Proyectos de I+D+i Retos Investigación" del Plan Nacional del Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades del año 2019. La propuesta ha sido del tipo coordinado, participando el Instituto Madrileño de la Energía (IMDEA ENERGÍA), la fundación CENER y el CIEMAT (centro Plataforma Solar de Almería). El título del proyecto coordinado es "Mejora en la eficiencia óptica de sistemas de alta concentración solar (OPHICAST)". Nuestro objetivo en el proyecto es investigar en técnicas de control avanzado basado en modelo para la planta de receptor central VHCST de IMDEA ENERGÍA y TCP-100 del PSA-CIEMAT. Importante citar que, además de los investigadores y técnicos propios de los organismos citados, la Universidad de Alcalá participa también en este proyecto aportando dedicación de tres profesores del Depto. de Automática al subproyecto CIEMAT con título: "MODELADO Y CONTROL AUTOMÁTICO AVANZADO DE LA PLANTA TERMOSOLAR TCP-100". IP Luis José Yebra Muñoz.

2.4.14 Otros

Trabajos fin de grado y fin de máster:

- José Antonio Aliaga Rodríguez (Máster en Ingeniería Industrial). Modelado cinemático y dinámico del robot ABB IRB140 para la implementación de algoritmos de control.

- Raúl Aguilera López (Grado en Ingeniería Mecánica). Desarrollo de estimadores de estado empleando la librería de simulación física SIMBODY.
- José Miguel Batlles Sánchez (Grado en Ingeniería Mecánica). Diseño de un seguidor solar para una instalación fotovoltaica de 5kW.
- Laura Bretones Castillo (Máster en Ingeniería Industrial). Diseño y programación de una celda robotizada para el pulido de superficies compactas.
- Bretones Ortiz, María Dolores (Grado en Ingeniería Electrónica Industrial). Control basado en reglas del confort térmico y la calidad de aire en un edificio bioclimático.
- Juan José Cabrera Merlos (Grado en Ingeniería Mecánica). Diseño y fabricación de protecciones y accesorios de bajo coste para sensores agrometeorológicos.
- Gabriel José Cantos Alcántara (Máster en Energía Solar). Desarrollo de modelos de predicción de consumo de recursos en invernaderos.
- José Ismael Caro López (Grado en Ingeniería Mecánica). Diseño de un sistema para la monitorización del crecimiento y la transpiración de cultivos hidropónicos en invernaderos con medidas de peso.
- Francisco José Casas García (Grado en Ingeniería Mecánica). Diseño de un hydrofoil para windsurf.
- Lozano Beatriz Díaz (Grado en Ingeniería Mecánica). Desarrollo de material de prácticas interactivo para teoría de mecanismos usando Jupyter Notebook.
- Marco Di Salvatore (Grado en Ingeniería Electrónica Industrial). Sistemas de visión 2D para micro-manipulación automatizada: método de clasificación de componentes.
- José Joaquín Escamilla Sánchez (Grado en Ingeniería Mecánica). Estudio de la potencialidad de uso de energía solar de concentración para la generación de calor de proceso en una industria de la provincia de Almería.
- Pedro José Fenoy Illacer (Máster en Ingeniería Industrial).. Desarrollo de un dispositivo desechable para la supervisión de la trazabilidad de la cadena de frío en tiempo real de mercancías agrícolas.
- Antonio García Chica (Grado en Ingeniería Mecánica). Redimensionamiento y cálculo de una instalación de extracción de amoníaco.
- Francisco García Mañas (Máster en Ingeniería Industrial).. Desarrollo de estimadores de estado para el crecimiento de tomate en invernaderos.
- Juan Diego Gil Vergel (Máster en Ingeniería Industrial).. Una estrategia de operación óptima general para plantas comerciales de destilación por membranas.
- Adrián Giménez Miralles (Grado en Ingeniería Electrónica Industrial). Diseño de una interfaz gráfica para el modelado y análisis de energy hubs.
- Antonio Gómez Fernández (Grado en Ingeniería Electrónica Industrial). Sincronización sub-milisegundo de redes de sensores usando GPS.
- Francisco Javier González Craviotto (Máster en Ingeniería Industrial). Automatización, mejora y modelado de la molienda de combustible principal de una fábrica de cemento.
- Fátima González Ruiz (Grado en Ingeniería Electrónica Industrial). Laboratorio virtual de dos tanques con Ejs.
- Galo José Heredia Vicente (Grado en Ingeniería Eléctrica). Caracterización automática y control de motores de corriente continua. Implementación en banco de ensayos.
- Ramón Huesa Amat (Grado en Ingeniería Electrónica Industrial). Diseño de Prototipo de Podómetro Inalámbrico Basado en Microcontrolador.
- Abdallah Lachguer (Grado en Ingeniería Electrónica Industrial). Desarrollo de una herramienta interactiva para el diseño de estrategias de control en cascada.
- Daniel Lara Morales (Grado en Ingeniería Mecánica). Máquina de gimnasio multifunción para personas con movilidad reducida.
- Marta Leal Rueda (Grado en Ingeniería Electrónica Industrial). Análisis y Sintonía de Esquemas de Control en Cascada.

- Sara Llena Velarde (Grado en Ingeniería Mecánica). Diseño de una fijación e esquí con cambio automático.
- Javier Machado Mañas (Grado en Ingeniería Electrónica Industrial). Desarrollo e implementación de un sistema SCADA para la instalación demostrativa de cultivos de microalgas del proyecto SABANA.
- Francisco José Mañas Álvarez (Máster en Ingeniería Industrial). Modelado y control multivariable del vehículo urbano eléctrico UAL-eCARM.
- Letícia de Araújo Marchi (Grado en Ingeniería Electrónica Industrial). Modelado de un distrito agroalimentario bajo el paradigma de los sistemas ciber-físicos.
- Moisés Martín Gálvez (Grado en Ingeniería Mecánica). Predicción de resonancia y fundamentos de ensayo en neumáticos agrícolas.
- Antonio José Martín Puertas (Grado en Ingeniería Electrónica Industrial). Modelado, control y creación de una unidad didáctica del sistema Temperature Control Lab.
- Francisco Martínez Castro (Grado en Ingeniería Electrónica Industrial). Control con resonadores de un concentrador cilindro-parabólico.
- Juan José Martínez González (Grado en Ingeniería Electrónica Industrial). Puesta en marcha de biorefinería y calibración de modelos de un fotobiorreactor raceway.
- Pedro Jose Moises Martínez Valdivia (Grado en Ingeniería Electrónica Industrial). Puesta en marcha y desarrollo de un sistema de supervisión para el proceso foto-Fenton.
- Ramón Martos Pérez (Grado en Ingeniería Mecánica). Diseño de un chasis de motocicleta para la competición Motostudent.
- Mínguez Pérez, Agustín Noé (Grado en Ingeniería Electrónica Industrial). Desarrollo de un sistema de paletizado de cajas automático en una línea de producción de zumo.
- Jorge Mínguez Rodríguez (Grado en Ingeniería Electrónica Industrial). Montaje y control de un prototipo de seguidor solar para la optimización de la carga de batería.
- Alberto Molina Martínez (Máster en Informática). Condition monitoring aplicado al proceso productivo de Silestone.
- Carlos Nache Romo (Máster en Ingeniería Industrial). Análisis tecnoeconómico de configuraciones de almacenamiento térmico para plantas termosolares de receptor central.
- Pablo Otálora Berenguel (Grado en Ingeniería Electrónica Industrial). Control de un recuperador de sales en una planta termosolar híbrida.
- Inmaculada Palacios Góngora (Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales). Modelo dinámico con ajuste experimental de una instalación de colectores solares.
- Gabriel Peralta Moreno (Grado en Ingeniería Mecánica). Aplicación de gestión de un centro de contacto integrado.
- Aaron Raúl Poyatos Bakker (Grado en Ingeniería Mecánica). Integración y caracterización del sistema fotovoltaico en el vehículo UAL-eCARM.
- Miguel Ángel Ramírez Escobar (Grado en Ingeniería Electrónica Industrial). Desarrollo de un vehículo submarino operado remotamente (ROV) usando OpenRov e impresión 3D.
- Miguel Ramón Urrutia (Máster en Ingeniería Industrial). Estimación del estado de cultivo de tomate en invernadero mediante visión artificial.
- Eduardo Rodríguez Escudero (Grado en Ingeniería Mecánica). Diseño de mejora de una ventana de cubierta malla-plástico enrollable de invernadero..
- Víctor José Rodríguez Maldonado (Grado en Ingeniería Informática). App híbrida para el seguimiento y control de explotaciones agrarias.
- Rodrigo Romero Coronel (Grado en Ingeniería Mecánica). Calibración de maquinaria de rodaje de neumáticos.
- José Antonio Sáinz Cantero Paredes (Grado en Ingeniería Electrónica Industrial). Montaje y programación de una órtesis robótica para la rehabilitación de la mano.

- Ismael Sánchez López (Grado en Ingeniería Electrónica Industrial). Modelado y caracterización de baterías de litio para la gestión energética de micro redes inteligentes.
- José Alejandro Sánchez Ruiz (Grado en Ingeniería Mecánica). Diseño y análisis de un remolque agrícola basculante.
- Juan Miguel Serrano Rodríguez (Grado en Ingeniería Electrónica Industrial). Puesta en marcha de un laboratorio para aprendizaje e investigación en robótica móvil basado en Duckietown.
- Juan José Socías Morcillo (Grado en Ingeniería Electrónica Industrial). Laboratorio de control termoacústico con el tubo de Rijke.
- Alex Omar Topa Gavilema (Máster en Energía Solar). Diseño e implementación de un controlador borroso para un campo de captadores cilindroparabólicos.
- Sandra Torres Martínez (Grado en Ingeniería Mecánica). Diseño y cálculo de un elevador de tijera para vehículos.
- José María Torres Zaguire (Máster en Informática Avanzada e Industrial). Diseño de sistema de adquisición distribuida, wireless y móvil para la medición de parámetros de riego en invernadero basado en tecnología FIWARE-IoT.
- Álvaro Varela Trinidad (Máster en Energía Solar). Diseño de una solución solar térmico-fotovoltaica en un edificio de energía casi nula.

Tesis doctorales en proceso de realización

- Alamin, Yaser (supervisores José Domingo Álvarez, María del Mar Castilla, Antonio Ruano)
- Barceló Villalobos, Marta (supervisores Francisco Gabriel Acién, José Luis Guzmán).
- Carreño Zagarra, José (supervisores José Carlos Moreno, José Luis Guzmán).
- García Mañas, Francisco (supervisores Francisco Rodríguez, Manuel Berenguel).
- García Ruiz, Rubén Antonio (supervisores José Luis Blanco Claraco, Javier López Martínez).
- Gil Vergel, Juan Diego (supervisores Manuel Berenguel, Lidia Roca).
- Gómez Navarro, Francisco José (supervisores Luis José Yebra, Antonio Giménez).
- Hoyo Sánchez, Ángeles (supervisores José Luis Guzmán, José Carlos Moreno Úbeda).
- Márquez García, Francisco Manuel (supervisores Pedro Zufiía, Luis José Yebra)
- Montoya Ríos, Ana Paola (supervisores: Francisco Rodríguez Díaz, José Luis Guzmán Sánchez).
- Muñoz Rodríguez, Manuel (supervisores Jorge Antonio Sánchez-Molina, Manuel Torres).
- Otálora Berenguel, Pablo (supervisor José Luis Guzmán).
- Pataro, Igor (supervisores Manuel Berenguel, José Luis Guzmán).
- Ramos Teodoro, Jerónimo (supervisores Francisco Rodríguez, Manuel Berenguel).
- Ran, Liu (supervisores José Luis Guzmán, Li Ming).
- Rodríguez Miranda, Enrique (supervisores Antonio Visioli, José Luis Guzmán).
- Topa Gavilema, Alex Omar (supervisores José Domingo Álvarez, José Luis Torres).

Asistencia a Cursos y Jornadas de Transferencia y difusión

- Jornadas Nacionales de Robotica 2019, Alicante (<http://jnr2019.ua.es/>)
- Jornadas Nacionales de Automática 2019, Ferrol (<https://www.jautomatica.es/2019/>)
- Semana de la Informática de la Universidad de Almería. 13-15/02/2019. Almería, España.
- Noche de los investigadores 2019 en la actividad "Automática, robótica y mecatrónica para todos" dentro del proyecto europeo denominado "Open researchers 2018/19" (Grant Agreement 818340), aprobado por la Comisión Europea en la convocatoria Marie Skłodowska-Curie Actions,
- Semana de la Ciencia 2019.

- Semana Europea de la Robótica 2019 (ERW2019). Coordinador y organizador Francisco Rodríguez.
- Concurso Desafío Club de Robótica 2018-2019 del "Programa de Actividades 2018-2019" de la UCC+ de la UAL. Coordinador y organizador Francisco Rodríguez.
- Taller "Programación básica de un robot humanoide", desarrollado en la III Feria Aula Empresa. Organizador Francisco Rodríguez.
- Jornada "Transición del sector eléctrico español hacia un mercado mayoritariamente renovable en 2030". 16/05/2019. Universidad de Almería, España. Organizadores Eduardo Zarza, Manuel Berenguel.
- Robótica submarina. Profesor: Pedro José Sanz Valero (Universidad Jaume I). Universidad de Almería, 26/05/2019. Organizador: Antonio Giménez.
- Optimal Control Problems and Pontryagin's Maximum Principle. Profesor: Joao Lemos (Instituto Superior Técnico de Lisboa, Portugal). Universidad de Almería, 6-7/6/2019. Organizador: Manuel Berenguel.
- Advances in PID Control. Profesor: Tore Hagglund (Universidad de Lund, Suecia). Universidad de Almería, 22-23/10/2019. Organizador: José Luis Guzmán.
- Control Predictivo Centralizado, Distribuido y Coalicional en sistemas ciberfísicos. Profesor: José María Maestre (Universidad de Sevilla). Universidad de Almería, 13-15/11/2019. Organizadora: María del Mar Castilla.
- Ciberseguridad en Industria 4.0. Profesor: Manuel Domínguez (Universidad de León). Universidad de Almería 20-21/11/2019. Organizador: Francisco Rodríguez.
- Vehículos Autónomos. Profesor: Arturo de la Escalera (Universidad Carlos III de Madrid). Universidad de Almería, 28-29/11/2019. Organizador: Antonio Giménez.
- Digitalización en Agricultura: Tecnologías, Aplicaciones y cadena de valor. 10-12/07/2019. Almería. España. Organizador: Jorge Antonio Sánchez Molina.
- XVII Simposio de Ingeniería de Control y V seminario de innovación docente en automática. 30/01/2019 – 01/02/2019. Sevilla. España
- Jornadas de Innovación docente y experiencias profesionales en la Universidad de Almería. 19/09/2019. Almería. España.
- Google Cloud Platform Education Grants en el entorno universitario. 17/12/2018 – 26/01/2019. Almería. España.
- Machine learning aplicado a la investigación: Analítica de datos y desarrollo de software. 12/11/2019 – 22/11/2019. Almería. España

Premios obtenidos durante 2019 (<https://arm.ual.es/arm-group/awards/>)

- Manuel Berenguel Soria, nombrado como "Honorary Visiting Professor" por la Universidad de Brescia, Italia, 20 de mayo de 2019.
- CERTIFICATE Best Paper Award 2019 (3rd place) for the paper entitled "A Comparison of Energy Consumption Prediction Models based on Neural Networks of a Bioclimatic Building" – Energies. H.R. Khosravani, M. Castilla, M. Berenguel, A. Ruano y P.M. Ferreira. Fecha de concesión: Marzo 2019.
- Jesús Galdeano López y José Gabriel Martínez Hernández (tutores Manuel Berenguel Soria y José Luis Guzmán Sánchez). Primer premio en el Concurso Nacional de Ingeniería de Control otorgado por el Comité Español de Automática en XL edición de las Jornadas de Automática celebradas en Lugo, España, septiembre de 2019.
- Álvaro Ramajo y Rubén González (tutores José Carlos Moreno y Antonio Giménez Fernández). Tercer puesto en el Concurso Nacional de Robots Humanoides 2019, otorgado por el Comité Español de Automática en XL edición de las Jornadas de Automática celebradas en Lugo, España, septiembre de 2019.
- Francisco Rodríguez Díaz. Premio por la Excelencia a la Trayectoria Docente – programa Docentia 2019. Universidad de Almería.
- José Carlos Moreno Úbeda, Antonio Giménez Fernández. Premio de Excelencia en Asignaturas Multimodales por la asignatura "Robótica Aplicada a la Rehabilitación" del Máster en Ciencias del

Sistema Nervioso, otorgado en las Jornadas de Innovación Docente y Experiencias profesionales de la Universidad de Almería.

Otras actividades científicas

- Luis José Yebra Muñoz. Editor la revista Mathematical Problems in Engineering (Hindawi) (Q3), y revisor de diversas revistas de modelado, control y energía (todas en JCR).
- Manuel Berenguel Soria. Director Ejecutivo de la Revista Iberoamericana de Automática e Informática Industrial (RIAI), editada por UPV e indexada en JCR (Q3) y Editor Asociado de la revista Energies.
- José Luis Blanco Claraco. Editor Asociado de las revistas IEEE Robotics and Automation Letters, International Journal of Robotics Research

2.5 ACTIVIDADES EN RECURSOS SOLARES Y FRÍO SOLAR

2.5.1 Descripción de la unidad

La Unidad de Recurso Solar y Frío Solar está compuesta por los miembros de los grupos "Recursos Energético Solares y Climatología (TEP165)" y el "Grupo Interdisciplinar de fluidos complejos (FQM230)". El grupo TEP 165 es un grupo estable desde su creación en el año 1997 en el seno del Plan Andaluz de Investigación de la Junta de Andalucía, siendo su responsable desde su fundación Francisco Javier Batlles Garrido. Nuestro grupo ha sido considerado en numerosas ocasiones como Grupo de Excelencia dentro del Plan Andaluz de Investigación. Está formado por profesores doctores del área de Física Aplicada y del área de Lenguajes y Sistemas Informáticos y un doctor contratado con cargo a un proyecto del Plan Nacional I+D+I. El grupo FQM230 fue creado en el año 1995, y sus líneas de investigación se centran en el estudio de los fluidos complejos. Está compuesto en la actualidad por siete doctores, todos ellos del área de Física Aplicada, y está dirigido por Manuel Servando Romero Cano.

2.5.2 Líneas estratégicas de la unidad

Las principales líneas estratégicas de la unidad son las siguientes:

- Evaluación y predicción del recurso solar.
- Teledetección.
- Cámaras de cielo.
- Optimización de cámaras de cielos
- Diseño y optimización de plantas de refrigeración y calefacción solar.
- Diseño y optimización de sistemas de refrigeración y calefacción utilizando agua de subsuelo e intercambiadores geotérmicos.
- Diseño y optimización de plantas de trigeneración.
- Integración de los sistemas térmicos y fotovoltaicos a la construcción, naves, almacenes e invernaderos.
- Almacenamiento de energía térmica con materiales de cambio de fase.

2.5.3 Investigadores principales de la unidad

Francisco Javier Batlles Garrido (Scopus Author 6602731047)

Catedrático de Universidad en el área de Física Aplicada. Desarrolla tanto su actividad docente como investigadora en el I Departamento de Química y Física de la Universidad de Almería. Licenciado en Ciencias Físicas por la Universidad de Granada y Doctor en Ciencias Físicas por la Universidad de Granada. Director desde su fundación en 1998 del Grupo de Investigación "Recursos Energético Solares y Climatología" del Plan Andaluz de Investigación. Miembro de la Comisión de Evaluación Científica y Tecnológica de Andalucía, perteneciente al Plan Andaluz de Investigación, del 2002 al 2005. Evaluador Internacional de la Comisión Nacional de Acreditación de Chile. Ha desarrollado su labor científica siempre en el seno del Grupo de Investigación en temas relacionados con la evaluación y predicción del recurso solar y modelado y diseño de instalaciones solares para calefacción y refrigeración de edificios. Ha sido Investigador principal de proyectos del Plan Nacional de Investigación y uno de la Comunidad Económica Europea. Ha dirigido 10 contratos de investigación con diferentes instituciones públicas y privadas, entre las que cabe destacar, GEMASOLAR 2006, S.L., Torresol Energy O & M, S.A., Millenio Solar Desarrollo de Proyectos, Agencia Aeroespacial Alemana. Coautor de más de 60 artículos en revistas internacionales con impacto, más de 150 publicaciones en congresos tanto nacionales como internacionales así como un libro nacional. Ha dirigido 8 tesis doctorales.

2.5.4 Resumen de la actividad desarrollada en CIESOL durante 2019

Durante 2019 se ha trabajado sobre la caracterización térmica de materiales de cambio de fase sólido-líquido (PCM). Para ello se ha contado con varias colaboraciones dentro del proyecto PCMSOL: el grupo de la Profesora Svetlana Ushak, de la Universidad de Antofagasta -UA- (Chile), el grupo del profesor Jacek Kasperski, de la Universidad de Ciencia y Tecnología de Wrocław -WUST- (Polonia), el grupo del profesor Marcos Luján, de la Universidad Católica de Bolivia -UCB-, y la empresa Phase Change Technologies S.L. La colaboración con el grupo de la UA se ha centrado en desarrollar una metodología para la caracterización térmica de materiales utilizados en la fabricación de PCM y usados como almacenamiento térmico. Con el grupo de la WUST, la colaboración ha consistido en el diseño e instalación de todos los componentes de tanques de almacenamiento basados en PCM, así como el cálculo de las ganancias de calor internas y externas registradas en el edificio CIESOL. Finalmente, se estableció la coordinación entre la UCB con frecuentes intercambios de información y estado laboral; El objetivo principal es definir y llevar a cabo el análisis de exergía del sistema de aire acondicionado híbrido PCM asistido por energía solar.

Continuando con la instalación de los tanques para almacenamiento térmico en Diciembre de 2018, en Abril de 2019 se recibieron los contenedores con los PCMs que se habían adquirido de la compañía inglesa PCMproducts. Se seleccionó un PCM para refrigeración, con un punto de fusión de 10.8°C y otro para calefacción, cuya temperatura de fusión es de 46°C . En cada tanque se instaló un total de 174 nódulos de refrigeración y 24 de calefacción (ambos nódulos tienen una masa aproximada de 5 kg). El resto del volumen del tanque se completó con unos 1200 litros de agua. La colocación definitiva de los contenedores en los tanques se llevó a cabo en Mayo, y éstos entraron en funcionamiento inmediatamente. La Figura 2.5.1 muestra el diseño general con las conducciones y los sensores de medición de temperatura, y dos fotografías con una imagen de los dos tanques, y del interior de uno de los tanques, con los nódulos del PCM y la tubería de entrada al tanque.

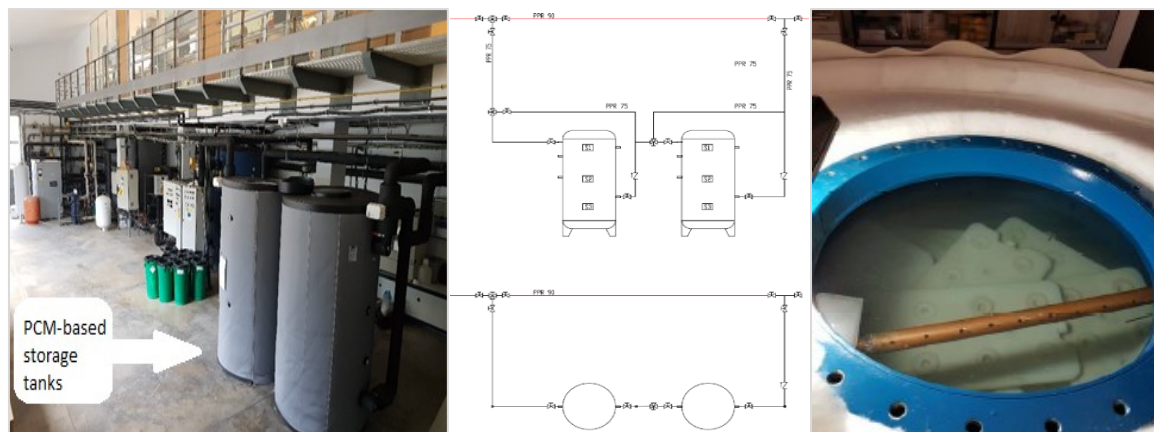


Fig. 2.5.1. Diseño general de los tanques de almacenamiento basados en PCM, y dos fotografías con su instalación y el interior de uno de los tanques.

Durante el mes de Junio, se realizó la puesta a punto de la instalación con los nuevos tanques, estudiando la cinética de carga y descarga de los tanques, y desarrollando una estrategia de operación que permitiera almacenar la energía térmica en las horas en que está disponible, y recuperarla posteriormente. Diferentes estrategias se pusieron en funcionamiento en Julio y Septiembre, para medir los consumos y la energía almacenada, comparando los tanques de PCM con tanques de agua, y el caso de refrigeración por compresión sin almacenamiento térmico. Los resultados muestran que los nuevos tanques de PCM pueden proporcionar "frío" suficiente para más de tres horas de refrigeración del edificio cuando se han cargado completamente. Respecto al consumo eléctrico, las estrategias probadas muestran un ahorro del 40% del consumo, cuando se compara con el caso de refrigeración por compresión sin almacenamiento.

En la línea de investigación de evaluación y predicción del recurso solar se ha trabajado estrechamente con la Universidad de Antofagasta y la Universidad de Chile. El miembro postdoctoral Joaquín Alonso-Montesinos tuvo una estancia en la Universidad de Antofagasta, Chile, (septiembre de 2019) y es codirector de la tesis doctoral de mexicana estudiante. En la actualidad se está codirigiendo un tesis doctoral entre la Universidad de Almería y la Universidad de Antofagasta. También se está trabajando en la influencia del ensuciamiento de los paneles fotovoltaicos en la producción de una planta fotovoltaica. Además, durante 2019 presentamos el estudio relacionado con el pronóstico de la producción de energía de los sistemas fotovoltaicos. La investigación realizada en esta área resultó en una publicación que describió el enfoque seguido para configurar un nuevo método de pronóstico. Se presentó un modelo para pronosticar (con hasta 3 horas de anticipación) la producción de energía del sistema fotovoltaico (BIPV) del edificio con una capacidad de 9.324 kWp, instalada en el techo de CIESOL. Las imágenes satelitales se han combinado con redes neuronales artificiales (ANN) con el objetivo principal de predecir la salida de potencia utilizando el número más bajo de variables de entrada. En este trabajo, los datos reales de un sistema BIPV operativo existente, combinado con la intensidad de radiación incidente global pronosticada de las imágenes satelitales geoestacionarias Meteosat de Segunda Generación, así como el ángulo de elevación solar y el azimut solar, se utilizaron para derivar un modelo del sistema ANN para predecir Salida de potencia BIPV. Para evaluar la precisión del modelo neural, los resultados predichos se compararon estadísticamente utilizando cinco parámetros diferentes: el Error cuadrático medio, el RMSE normalizado, el Error de sesgo medio, el Coeficiente de determinación y el error absoluto promedio. Los resultados en todas las condiciones de los cielos demuestran la precisión de las predicciones de ANN con un error absoluto promedio para todas las condiciones de los cielos de menos de 11 (W / m^2) y una desviación prácticamente nula, lo que puede considerarse muy satisfactorio. También señalamos que los estudios futuros en este campo deberían centrarse en el uso de la ANN para mejorar los pronósticos para los horizontes más cortos (0-1 h más adelante, donde obtuvimos la peor precisión). La colaboración con la Universidad de Antofagasta ha permitido publicar un artículo en el que se ha presentado un modelo de Regresión Lineal Múltiple (MLR) para determinar la producción fotovoltaica por hora mediante el uso del factor de relación de rendimiento (PR), según diferentes tecnologías: telururo de cadmio (CdTe) y silicio multicristalino (mc-Si). En este sentido, se estudiaron datos de varias plantas fotovoltaicas en diferentes regiones de Chile: San Pedro de Atacama y Antofagasta. Con este estudio, se ha determinado que el modelo se puede extrapolar a diferentes emplazamientos climatológicos, donde en general, el error cuadrático medio (RMSE) presenta valores inferiores al 16% en todos los casos, obteniendo el mejor resultado la tecnología CdTe. Por otra parte, otro trabajo presentado analiza la influencia del vapor de agua en la pérdida de transmisión atmosférica de la radiación solar entre los heliostatos y el receptor de las plantas de torre de energía solar. Para este propósito, se utiliza un código de transmisión atmosférica (MODTRAN) para generar valores de irradiancia normal directa (DNI) que llegan al espejo y al receptor bajo diferentes geometrías (incluida la posición del sol, la altura de la torre y el rango de inclinación del espejo al receptor) y Condiciones atmosféricas relacionadas con vapor de agua y aerosoles. Estas variables se utilizan luego como entradas a una red neuronal artificial (ANN), que se entrena para calcular la atenuación DNI correspondiente. Se simulan dos escenarios diferentes de aerosoles: una atmósfera ideal libre de aerosoles y una muy diferente que se corresponda con las condiciones semi-nebulosas. El modelo ANN desarrollado puede entonces proporcionar la atenuación DNI en un amplio rango de las variables de entrada consideradas aquí, con una diferencia de la raíz cuadrada media de solo 0.8%. La pérdida de transmisión debida al vapor de agua disminuye con la elevación del sol. Esto se explica por el efecto de saturación en la irradiancia incidente en el espejo. La simplicidad y precisión del algoritmo son sus grandes fortalezas, lo que permite su inclusión anticipada en los códigos de simulación de energía reales que se utilizan actualmente para el diseño de plantas de torres solares. También hemos colaborado en la creación de un sistema para medir la extinción atmosférica. El objetivo de este trabajo fue presentar la descripción de un nuevo sistema de medición de

la extinción solar a nivel del suelo basado en dos cámaras digitales y un objetivo de Lambert. Los primeros resultados experimentales muestran que el sistema puede medir la extinción solar en el ancho de banda 400-1000 nm con una precisión de menos de un $\pm 2\%$. Este sistema de medición se está ejecutando a diario en la Plataforma Solar de Almería.

Se ha desarrollado el diseño y se ha llevado a cabo la ejecución de una planta fotovoltaica de experimentación destinada a la caracterización de las pérdidas que pueden sufrir los paneles fotovoltaicos, en un clima costero mediterráneo donde hay precedentes de frecuentes episodios de polvo sahariano. Para ello, se han colocado diferentes paneles fotovoltaicos y se han instalado diferentes sensores meteorológicos que serán introducidos en un sistema común de adquisición de datos en tiempo real. En concreto, se han instalado 4 paneles fotovoltaicos Atersa A-222P, 4 Shunts Shunts 15 A / 150 mV KL.0.5, 4 células calibradas Atersa de 0-65 mV, un sensor de temperatura y humedad relativa de Vaisala (HMP 60), un sensor de Presión de la marca comercial Vaisala (modelo PTB110) y un sensor de polvo de Kipp & Zonen (Dust IQ). Además, para poder medir la temperatura de cada panel fotovoltaico, se han instalado 2 sensores de temperatura (pt100 a 4 hilos) por módulo fotovoltaico. Todos estos dispositivos, se han instalado, sobre una estructura metálica regulable manualmente en inclinación y fabricada en aluminio, en la azotea del Centro de Investigación en Energía Solar (CIESOL) ubicado en la parte norte del campus de la Universidad de Almería. Todos los sensores, han sido conexiados a un Equipo servidor de adquisición de datos, de la compañía Keysight, monitorizados por un servidor informático, haciéndose las capturas de datos de manera iterativa. A continuación, se muestran algunas imágenes de la instalación. La Figura 2.5.3 y 2.5.4 muestran las instalaciones ya concluidas.



Fig. 2.5.3. Planta piloto fotovoltaica con los sensores.



Fig. 2.5.4. Sistema de adquisición de datos de la planta piloto fotovoltaica.

2.5.5 Colaboración con otras Unidades Funcionales de CIESOL durante 2019

Durante 2019, la unidad funcional de evaluación de recursos solares y refrigeración solar colaboró con la unidad funcional de modelado y control, dirigida por el profesor Manuel Berenguel Soria, con el objetivo principal de actualizar el control del sistema de aire acondicionado asistido por energía solar instalado actualmente en el edificio CIESOL.

2.5.6 Recursos humanos de la Unidad Funcional

Estancias y visitas en CIESOL:

- .

Estancias de investigadores de CIESOL en otros centros:

- Joaquín Alonso Montesinos. CDEA – Universidad de Antofagasta, Chile (02/10/2019 – 14/11/2019).

2.5.7 Producción científica

Artículos

- Kinetics of freezing and melting of encapsulated phase change materials with effective convection: Experiments and simulations. M.S. Romero-Cano, A.M. Puertas, S. Rosiek, F.J. Batlles. *Numerical Heat Transfer, Part: Applications* 76, 909-924, 2019. <https://doi.org/10.1080/10407782.2019.1673649>
- Intra-hour energy potential forecasting in a central solar power plant receiver combining Meteosat images and atmospheric extinction. J. Alonso-Montesinos, R. Monterreal, J. Fernández-Reche, J. Ballestrín, E. Carra, J. Polo, J. Barbero, F.J. Batlles, G. López, R. Enrique, M. Martínez-Durbán, A. Marzo Energy, 188, 116034, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2019.116034>
- Industrial food chamber cooling and power system integrated with renewable energy as an example of power grid sustainability improvement. S. Rosiek, M.S. Romero-Cano, A.M. Puertas, F.J. Batlles, *Renewable Energy* 138, 697-708, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2019.02.010>

- Impact of DNI forecasting on CSP tower plant power production. J. Alonso-Montesinos, J. Polo, J. Ballestrín, F.J. Batlles, C. Portillo. *Renewable Energy*, 138, 368-377, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2019.01.095>
- Simplifying the measurement of high solar irradiance on receivers. Application to solar tower plants. J. Ballestrín, M. Casanova, R. Monterreal, J. Fernández-Reche, E. Setien, J. Rodríguez, J. Galindo, F.J. Barbero, F.J. Batlles. *Renewable Energy*, 138, 551-56, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2019.01.131>
- Physicochemical characterization of soiling from photovoltaic facilities in arid locations in the Atacama Desert. P. Ferrada, D. Olivares, V. del Campo, A. Marzo, F. Araya, E. Cabrera, J. Llanos, J. Correa-Puerta, C. Portillo, D. Román Silva, M. Trigo-Gonzalez, J. Alonso-Montesinos, G. López, J. Polo, F.J. Batlles, E. Fuentealba. *Solar Energy*, 187, 47-56, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.solener.2019.05.034>
- One year of solar extinction measurements at Plataforma Solar de Almería. Application to solar tower plants. J. Ballestrín, E. Carra, R. Monterreal, R. Enrique, J. Polo, J. Fernández-Reche, J. Barbero, A. Marzo, J. Alonso-Montesinos, G. López, F.J. Batlles. *Renewable Energy*, 136, 1002-1011, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2019.01.064>
- Hourly PV production estimation by means of an exportable multiple linear regression model. M. Trigo-González, F.J. Batlles, J. Alonso-Montesinos, P. Ferrada, J. del Sagrado, M.D. Martínez-Durbán, M. Cortés, C. Portillo, A. Marzo. *Renewable Energy*, 135, 303-312, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2018.12.014>
- Prospective environmental and economic assessment of solar-assisted thermal energy recovery from wastewater through a sequencing batch biofilter granular reactor. I. Muñoz, F. Portillo, S. Rosiek, F.J. Batlles, J. Martínez-Del-Río, I. Acasuso, V. Piergrossi, M. De Sanctis, S. Chimienti, C. Di Iaconi. *Journal of Cleaner Production* Volume 212, 1, Pages 1300-1309, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.12.074>
- Microservices and machine learning algorithms for adaptive green buildings. D. Rodríguez-Gracia, J.A. Piedra-Fernández, L. Iribarne, J. Criado, R. Ayala, J. Alonso-Montesinos, M.M. Capobianco-Uriarte. *Sustainability (Switzerland)*, 11 (16), art. no. 4320, 2019. <https://doi.org/10.3390/su11164320>

Participación en congresos

- Solar World Congress. Noviembre 2019. Santiago. Chile.
- EU PVSEC European PV Solar Energy Conference and Exhibition. Septiembre 2019. Marsella. Francia.

Contribuciones a congresos

- The use of solar radiation forecasting techniques and extinction measurements in solar power plant areas. J. Alonso-Montesinos. Solar World Congress. Noviembre 2019. Santiago (Chile). Conferencia invitada.
- Relevance analysis of atmospheric variables in the production of an experimental PV power plant considering dust deposition in the Mediterranean coast. J. Alonso-Montesinos, J. Barbero, F. J. Batlles, Francisco Rodríguez-Martínez, P. Ferrada, M. Cortés, J. Polo, N. Martín-Chivelet, N. Vela, M. Alonso, G. López, A. Marzo. Solar World Congress. Noviembre 2019. Santiago (Chile). Póster.
- Analysis of the Local Factors that Influence the Cementation of Soil and Effects on PV Generation at the Plataforma Solar Del Desierto De Atacama, Chile. Douglas Olivares, Mauricio Trigo-González, Aitor Marzo, Pablo Ferrada, Jaime Llanos, Francisco Araya, Gabriel López, Jesús Polo, Joaquín Alonso-Montesinos and Christian Gueymard. Solar World Congress. Noviembre 2019. Santiago (Chile). Oral.
- Characterization of PV soiling losses in urban Mediterranean environment. J. Polo, N. Martín-Chivelet, M. Alonso, C. Sanz, F. J. Batlles, G. López, H. Zitouni, J. Alonso-Montesinos, N. Vela, J. L. Bosch, J. Barbero. Solar World Congress. Noviembre 2019. Santiago (Chile). Póster.
- Effect of cloudiness on solar radiation forecasting. G. López, S. M. Sarmiento-Rosales, C. A. Gueymard, A. Marzo, J. Alonso-Montesinos, J. Polo, N. Martín-Chivelet, P. Ferrada, J. Barbero, F. J. Batlles, N. Vela. Solar World Congress. Noviembre 2019. Santiago (Chile). Póster.
- Ultraviolet irradiance modeling by using artificial neural networks in Atacama Desert. Gino Mondaca, Mauricio Trigo-González, Aitor Marzo, Joaquín Alonso-Montesinos, Javier Barbero, Germán Salazar, Douglas Olivares and Pablo Ferrada. Solar World Congress. Noviembre 2019. Santiago (Chile). Oral.

- Design of an application for the estimation of the PV power plant production in real-time. Joaquín Alonso-Montesinos, Javier Barbero, Francisco Javier Batlles, Gabriel López, Jesús Polo, Nuria Martín, Miguel Alonso, Nieves Vela. EU PVSEC European PV Solar Energy Conference and Exhibition. Septiembre 2019. Marsella (Francia). Póster.
- Characterization and modelling of the soiling effect on the PV generation under urban Mediterranean conditions. Nuria Martín, Jesús Polo, Miguel Alonso, Carlos Sanz, Francisco Javier Batlles, Gabriel López, Joaquín Alonso-Montesinos, Nieves Vela, Juan Luis Bosch, Javier Barbero. EU PVSEC European PV Solar Energy Conference and Exhibition. Septiembre 2019. Marsella (Francia). Póster.
- Assessing Spectral Mismatch Factors from Solar Spectral Measurements under Clear and Hazy Conditions. Gabriel López, Christian A. Gueymard, Jesús Polo, Nuria Martín, Joaquín Alonso-Montesinos, Aitor Marzo, Francisco Javier Batlles, Nieves Vela, Javier Barbero. EU PVSEC European PV Solar Energy Conference and Exhibition. Septiembre 2019. Marsella (Francia). Oral.
- PCMSOL: Thermal Energy Storage with Phase Change Materials for Solar Cooling and Heating. F.J. Batlles, B. Gil, M. Grageda, J. Kasperski, M. Luján, D. Maldonado, M. Nems, A. Nems, A.M. Puertas, M.S. Romero-Cano, S. Rosiek, S. Ushak. Solar World Congress. Noviembre 2019. Santiago (Chile). Póster.

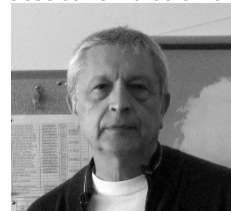
2.5.8 Miembros del la unidad

Francisco Javier Batlles Garrido



Catedrático de Universidad
UAL
fbatlles@ual.es (+34) 950 015 914
www.tep165.com

Francisco Javier Barbero Francisco



Colaborador
UAL
jbarbero@ual.es (+34) 950 015 307
www.tep165.com

Sabina Rosiek



Doctora
UAL

Mercedes Martínez Durbán



Profesor Titular de Universidad
UAL

Joaquín Alonso Montesinos



Doctor contratado
UAL

Antonio Manuel Puertas López



Profesor Titular de Universidad
UAL

Manuel Servando Romero Cano



Profesor Titular de Universidad
UAL

2.5.9 Proyectos vigentes durante 2019

2.5.9.1 Thermal energy storage with phase change materials for solar cooling and Heating Applications: A technology viability analysis (PCMSOL)

Participantes:

Universidad de Almería, Universidad de Antofagasta (Chile), Universidad Politécnica de Wrocław (Polonia), Universidad de Cochabamba (Bolivia), y la empresa Phase Change Technologies, S.L. (española).

Investigador Principal:

Antonio M. Puertas (apuestas@ual.es)

Importe total financiado:

300.936 euros

Fuente de financiación:

Comisión Europea (ERANET-LAC Joint call 2015-2016), MINECO (Ref. PCIN-2016-013)

Duración prevista:

Diciembre 2016 – Diciembre 2019

Situación:

En curso

Resumen:

El proyecto PCMSOL es un proyecto coordinado con la Universidad de Antofagasta (Chile), Universidad Politécnica de Wrocław (Polonia), Universidad de Cochabamba (Bolivia), y la empresa Phase Change Technologies, S.L. En el proyecto se pretenden desarrollar y testear nuevos materiales de cambio de fase para el almacenamiento térmico de un sistema de climatización basado en energía solar. Debido al desfase entre las horas de sol y los picos de demanda, en este tipo de tecnología se requiere el almacenamiento de la energía. En nuestro caso, almacenamos energía térmica utilizando materiales que tienen el cambio de fase líquido-sólido en el rango de temperaturas apropiado para el almacenamiento térmico: unos 50°C para el modo de invierno, y unos 5°C para el modo de verano. En este proyecto se pretende en primer lugar estudiar diferentes materiales que puedan ser usados para esta aplicación. Una vez caracterizado el material, mediante técnicas de simulación numérica, se está estudiando la cinética de fusión del material para modelar el sistema de almacenamiento requerido para un edificio modelo. Finalmente, se ensayarán tanques de almacenamiento en el CIESOL, para estudiar la viabilidad del almacenamiento térmico mediante materiales de cambio de fase.

Objetivo:

Desarrollar un sistema de almacenamiento térmico basado en materiales de cambio de fase.

2.5.9.2 Predicción a corto plazo de la producción de energía en una planta fotovoltaica e influencia de ensuciamiento de los paneles en la producción de la misma (PVCastSOIL)

Participantes:

Universidad de Almería, Universidad de Huelva y CIEMAT.

Investigador Principal:

Francisco Javier Batlles Garrido

Contactos:

F.J. Batlles (fbatlles@ual.es).

Importe concedido:

442.049,30 €

Fuente de financiación:

Ministerio de Economía y Competitividad.

Duración prevista:

Enero 2018 – Diciembre 2020

Situación:

En curso.

Resumen:

La energía solar fotovoltaica (FV) es la tecnología para la generación eléctrica que presenta un mayor crecimiento desde el año 2002, experimentando un incremento medio anual del 48%. La predicción del

recurso solar para una planta FV, conectada a la red, es absolutamente necesaria para asegurar una captura y transformación óptima de la energía solar disponible y una producción confiable de potencia. El desarrollo de métodos de predicción a corto plazo de la producción de las plantas es particularmente importante debido a su creciente incorporación a las redes eléctricas y a la variabilidad del recurso solar, debido principalmente a los fenómenos transitorios originados por la alternancia de nubes y claros.

La acumulación de suciedad en la superficie de los módulos fotovoltaicos tiene un impacto notable en la producción de una instalación fotovoltaica. Este fenómeno, más conocido por el término anglosajón "soiling" está íntimamente relacionado con el ángulo de inclinación del panel y las condiciones meteorológicas, como son la cantidad de aerosoles presentes en la atmósfera, humedad relativa, velocidad y dirección del viento y precipitación.

Objetivo

El objetivo fundamental del presente proyecto es desarrollar una metodología capaz de predecir a corto plazo, de una a tres horas, la producción de una planta fotovoltaica, incluyendo las pérdidas por soiling. Dicha metodología está basada en tratamiento de imágenes y técnicas de aprendizaje supervisado, como son las Redes Neuronales Artificiales.

2.5.9.3. Fortalecimiento de la calidad de sistemas solares industriales de torre mediante la medida de parámetros y estimación de la atenuación atmosférica con enfoque a entornos climáticos desértico

Participantes:

Universidad de Antofagasta, Pontificia Universidad Católica de Chile, SERC Chile, Fraunhofer Chile, Universidad de Chile, Asociación Chilena De Energías Renovables, Universidad de Almería, Universidad de Huelva, DLR y CIEMAT.

Investigador Principal:

Aitor Marzo Rosa

Contactos:

F.J. Batlles (fbatlles@ual.es) y Joaquín Alonso (joaquin.alonso@ual.es).

Importe concedido:

\$218.467.166

Fuente de financiación:

CORFO (Chile)

Duración prevista:

Octubre 2017 – Diciembre 2019 (posible extensión)

Situación:

En curso con prórroga.

Resumen:

Con el objetivo de poder fortalecer el conocimiento de las condiciones de operación de las plantas de torre en el país, se plantea como de interés general de la creación de información útil sobre las pérdidas que las capas bajas de la atmósfera pueden generar en la producción de las plantas. Para ello, es fundamental poder fortalecer los siguientes aspectos:

- Definición de una metodología de estimación de la atenuación atmosférica en las capas bajas de la atmósfera
- Disposición de una base de datos a largo plazo fiables con información de las variables implicadas en el fenómeno de extinción
- Disponer de un mapa con información geográfica donde se cuantifique la atenuación atmosférica en función de la distancia entre helióstato y torre y las condiciones atmosféricas locales.

2.5.10 Transferencia y Actividades Complementarias

- Participación del investigador Dr. Joaquín Alonso en IEA PVPS Task 16: Solar resource for high penetration and large scale applications. Santiago de Chile, noviembre 2019.

2.5.11 Actividades de Difusión

- Nota de prensa UAL NEWS: La UAL extiende sus colaboraciones en materia de energías renovable (entrevista a Joaquín Alonso) <https://news.ual.es/ciencia/la-ual-extiende-sus-colaboraciones-en-materia-de-energias-renovables/>
- Nota de prensa Noticias de la Ciencia y Tecnología (NCYT): Desarrollan una aplicación que predice con precisión los cambios meteorológicos en plantas solares: <https://noticiasdelaciencia.com/art/34347/desarrollan-una-aplicacion-que-predice-con-precision-los-cambios-meteorologicos-en-plantas-solares>

2.5.12 Proyectos solicitados durante 2019

Junta de Andalucía, Consejería de Conocimiento, Investigación y Universidad, Low Carbon Solution for sustainable food preservation system (SMARTcold), Universidad de Almería, Total budget: 394.400,00€

2.5.13 Otros

Trabajos fin de grado:

- Francisco Rodríguez Martínez (Grado en Ingeniería eléctrica). Diseño e instalación de una planta fotovoltaica experimental y de una estación meteorológica de monitorización de variables atmosféricas para el estudio del rendimiento de los paneles bajo condiciones de ensuciamiento por polvo.

2.6 ACTIVIDADES EN DESALACIÓN Y FOTOSÍNTESIS

2.6.1 Descripción de la unidad

El grupo de Desalación y fotosíntesis está conformado por investigadores del departamento de Ingeniería de la Universidad de Almería así como de la Plataforma Solar de Almería. Recientemente se ha creado el grupo PAI "Desalación y Fotosíntesis (BIO352) por los miembros de la unidad. Otros investigadores de esta unidad también pertenecen a los grupos de investigación "Ingeniería de bioprocesos y tecnologías del agua, BIO263", "Biotecnología de microalgas marinas, BIO173", y la Plataforma Solar de Almería. La unidad funcional se conformó como tal en 2014 y ha comenzado su desarrollo con la instalación de nuevas infraestructuras y la integración en el equipo de diversos investigadores con actividad en campos comunes relacionados con la energía solar ya sea para desalación de agua mediante membranas usando la energía solar o la utilización de la energía solar en procesos biológicos de depuración empleando microalgas. Estas líneas presentan puntos en común con otros grupos de CIESOL con los que se mantiene una estrecha colaboración.

2.6.2 Líneas estratégicas de la unidad

El grupo desarrolla dos líneas de trabajo, ambas relacionadas en el uso de la energía solar, ya sea para la desalación y tratamiento de agua mediante sistemas con membranas o para la producción de microalgas y productos de interés. En ambos casos se emplea habitualmente agua de mar como materia de partida, aunque los procesos pueden extenderse al uso de aguas de diversas calidades, desde agua dulce a salmueras concentradas. Las líneas estratégicas de actuación son:

- Desarrollo de sistemas basados en membranas para desalación solar y tratamiento de efluentes.
- Aplicación de energía solar al tratamiento de medios hipersalinos
- Recuperación de compuestos de interés de salmueras y efluentes concentrados
- Desarrollo de fotobiorreactores para la producción de microalgas
- Aplicaciones de las microalgas en tratamiento de efluentes
- Obtención de productos de valor a partir de microalgas.

2.6.3 Investigadores principales de la unidad

Jose M. Fernández Sevilla (ORCID 0000-0002-0290-5810, Scopus Author 6602856181)

Profesor Titular de Universidad. Departamento de Ingeniería. Químico Industrial (1991) por la Universidad de Granada, Doctor en Ciencias Químicas (1995) por la Universidad de Almería. Ha participado en doce proyectos de I+D de ámbito nacional e internacional, liderando tres de ellos, así como en quince contratos con empresas. Ha dirigido cinco tesis doctorales en el campo de la biotecnología de microalgas, y es coautor de siete patentes y una centena de publicaciones científicas en revistas internacionales.

Guillermo Zaragoza del Águila (ORCID 0000-0002-4452-9980, Scopus Author 6701505211)

Científico contratado del CIEMAT. Departamento Unidad de Desalación Solar (Plataforma Solar de Almería) desde 2009. Astrofísico (1991) por la Universidad Complutense de Madrid, Doctor en Ciencias Físicas (1996) por la Universidad de Granada. Previamente ha realizado su investigación en el Instituto de Astrofísica de Andalucía (Consejo Superior de Investigaciones Científicas), la Universidad de Oxford y la Estación Experimental "Las Palmerillas" de la Fundación Cajamar, donde se encargó de la aplicación de energías renovables a los invernaderos y la desalación. Ha publicado más de 80 artículos en revistas internacionales, ha presentado más de 120 contribuciones en conferencias internacionales, es autor de 8 capítulos de libros y es coautor de 4 libros. Enseña en cursos internacionales sobre desalinización solar organizados por la Sociedad Europea de Desalinización (EDS) y en el Curso de Máster sobre Energía Solar organizado por

CIESOL. Es director de la junta directiva de la EDS y actualmente coordina el Grupo de Acción para la Desalinización de Energía Renovable de la European Innovation Partnership on Water de la Comisión Europea, así como el Grupo de Trabajo sobre el mismo tema en la Plataforma Europea del Agua WssTP.

2.6.4 Resumen de la actividad desarrollada en CIESOL durante 2019

Durante 2019 en la línea de producción de microalgas durante 2019 la actividad se ha centrado en el tratamiento de aguas residuales de la industria ganadera con el proyecto PURASOL / GEENFARM donde se investiga el tratamiento de purines animales a través de microalgas. Este es un proyecto coordinado liderado por la Universidad de Valladolid y durante 2018 se ha desarrollado el segundo de investigación en el que se han modelizado procesos biológicos de los consorcios microalgas-bacterias alimentados con purines, se ha estudiado la distribución de luz en estos cultivos de aguas residuales con el fin de conocer mejor la actividad microalgal y se ha desarrollado un nuevo modelo de reactor de capa delgada (TLR) que han demostrado ser los dispositivos más efectivos para el tratamiento de este tipo de efluentes.

En la línea de producción de microalgas, se están desarrollando diferentes líneas de investigación, como las relacionadas con la producción de microalgas para aplicaciones de alto valor, principalmente alimentos y piensos, también la producción de bioestimulantes y biopesticidas, o aquellas relacionadas con el tratamiento de residuos, principalmente aguas residuales, tanto urbano como animal, y gases de combustión. Estos incluyen ALQUABIOTIC con BIORIZON BIOTECH enfocado en la producción de alimentos acuícolas para acuicultura, AL4BIO con UPC enfocado en la producción de bioestimulantes a partir de efluentes después del tratamiento secundario, ALGAE4CONTROL con BIORIZON BIOTECH enfocado a la producción de biopesticidas de microalgas, BLUECARE con BIORIZON BIOTECH enfocado a producción de productos cosméticos de microalgas, SETEC con SYTCOM enfocado a la producción de bioplásticos a partir de gases de combustión utilizando microalgas, BIOREFINA con MIGUEL SANCHEZ E HIJOS enfocado en la producción de biofertilizantes a partir de residuos vegetales, GREENFARM con Uva y enfocado en el tratamiento de aguas residuales animales para producir productos relacionados con la agricultura, y SABANA financiado por la Comisión de la UE a través del programa H2020 centrado en la producción de productos relacionados con la agricultura y la acuicultura a partir de microalgas utilizando residuos. En este año, se han iniciado dos líneas de investigación adicionales en colaboración con otras unidades funcionales de CIESOL, como la recuperación de calor y CO₂ de los gases de combustión que se utilizarán en los invernaderos a través del proyecto CARBON4GREN financiado por el programa UAL-FEDER, y la eliminación de contaminantes emergentes a través del proyecto ULISES financiado por el programa LIFE de la UE.

El proyecto RED Heat to Power finalizó en abril con la demostración de la planta piloto en las instalaciones de Fujifilm en Tilburg (Países Bajos). Se combinó una pila de electrodialisis inversa con una tecnología avanzada de destilación de membrana para regenerar el gradiente de salinidad. Este último era responsabilidad de CIEMAT, y un sistema de destilación de membrana basado en un módulo de envoltura espiral de envoltura múltiple en configuración de espacio de aire mejorado al vacío con una eficiencia térmica récord (menos de 50 kWh de energía térmica consumida por m³ de destilado producido). El proyecto REWACEM concluyó en septiembre con la demostración de la planta piloto instalada en las instalaciones de la empresa Electroníquel en Gijón. Esto incluyó una combinación de diálisis de difusión, destilación de membrana y precipitación reactiva, y los resultados fueron 85-100% de recuperación de ácido sulfúrico y 85% de cobre, obteniendo también permeado de alta calidad (50-60 µS / cm) del agua residual, de un proceso de galvanoplastia de cobre. Las actividades del proyecto europeo INSHIP (Integrando las agendas nacionales de investigación sobre calor solar para procesos industriales) continuaron con la evaluación de los módulos de destilación de membrana que funcionan en modo de recirculación por lotes para una recuperación mejorada. Durante 2019, Plataforma Solar de Almería

continuó trabajando en el proyecto WASCOP en la instalación de una instalación de prueba en PSA para la evaluación de un sistema de enfriamiento híbrido y su comparación con los sistemas de enfriamiento convencionales. Se contrató una empresa para realizar el montaje mecánico y de ingeniería, y el personal de PSA llevó a cabo las conexiones eléctricas, el sistema SCADA y la instalación de instrumentos. La instalación estaba lista en julio de 2019 y se realizó una exhaustiva campaña de prueba en diferentes configuraciones de enfriamiento híbrido y en diferentes condiciones de operación hasta diciembre de 2019, cuando el proyecto ya ha finalizado. Esta tarea ha finalizado con resultados exitosos en términos de reducción del consumo de agua y consumo eléctrico mínimo con respecto a los sistemas de enfriamiento convencionales, que era el objetivo del proyecto. La unidad de desalinización también ha continuado las actividades en el proyecto europeo SOLWATT (ahora llamado SOLWARIS) que comenzó en 2018. Durante 2019, la actividad principal se ha centrado en el diseño óptimo de una unidad de evaporador multiefectos (MEE) para ser instalado en una planta de CSP real (planta de CSP de La Africana ubicada en Córdoba, España), que tratará el agua de diferentes puntos de la planta de CSP para recuperarla y reintroducirla nuevamente en la planta de CSP. Esta planta está siendo fabricada por la empresa española INDETEC. Además, los puntos de conexión para la integración del MEE en La Africana se han decidido después de varias visitas a la planta de CSP con los socios TSK e INDETEC. Los instrumentos y los lazos de control de la unidad MEE se decidieron junto con INDETEC y los investigadores de la unidad de desalinización de PSA comenzaron a implementar el modelado dinámico de la planta en Modelica.

El nuevo proyecto llamado EERES4WATER (Fomento de la eficiencia de los recursos del nexo energía-agua a través de la energía renovable y la eficiencia energética, INTERREG ATLANTIC AREA) comenzó sus actividades en abril de 2019 y tiene una duración de cuatro años. El objetivo principal del proyecto es proporcionar a las partes interesadas del Área Atlántica las herramientas e instrumentos necesarios para superar los desafíos del nexo Energía-Agua y aumentar su utilización. El PSA estará involucrado dentro de los paquetes de trabajo técnico haciendo investigación en el campo de la destilación de membrana y los procesos de ósmosis directa para la desalinización y la generación de energía en gradiente de salinidad.

2.6.5 Colaboración con otras Unidades Funcionales de CIESOL durante 2019

Durante 2019 se ha continuado la colaboración con la Unidad Funcional "Modelado y control", en el modelado de la operación de plantas de destilación de membrana solar, trabajando en otras publicaciones científicas que se publicarán próximamente. Este año se inició un nuevo proyecto relacionado con la reutilización de calor y CO₂ de los gases de combustión en invernaderos. También estamos colaborando con la Unidad Funcional "Regeneración de agua" en el proyecto LIFE ULISES enfocado a la eliminación de contaminantes emergentes que combinan fotocátalisis y procesos biológicos.

2.6.6 Recursos humanos de la Unidad Funcional

Estancias y visitas en CIESOL:

- Alexia Martínez Aragón, EL Salvador - mayo-18 (6 meses)
- Eleonora Antonucci, Italia - septiembre-18 (6 meses)
- Jannay Pinedo, Mexico - enero-19 (11 meses)
- Jendryk Klumparendt, Alemania - enero-19 (6 meses)
- Juan Pablo, Chile - febrero-19 (3 meses)
- Leonardo Rörig, Brasil, abril-19 (4 meses)
- Stephani Aparicio, Valencia, abril-19 (3 meses)
- Lisa Maggioli, Italia, mayo-19 (4 meses)

- Margarita Kuznetsova, Francia, mayo-19 (3 meses)
- Suzanne Diaw, Francia, mayo-19 (3 meses)
- Lesly Kompaoré, Francia, mayo-19 (3 meses)
- Axel, Francia, mayo-19 (3 meses)
- William NGUYEN, Francia, mayo-19 (3 meses)
- Pedro SIQUEIRA ZATTA, Francia, mayo-19 (3 meses)
- Joel Edh, Francia, mayo-19 (3 meses)
- Mabi Darlyne Fatou Imelda, Francia, mayo-19 (3 meses)
- Loreto Cavieres, Chile, julio-19 (1 mes)
- Ernesto Flores, México, julio-19 (1 mes)
- Luis Gilberto Torres Bustillos, México, julio-19 (1 mes)
- Adib Moohebat Gall, España (Lleida), julio-19 (3 meses)
- Agustín Rearte, Argentina, agosto-19 (3 meses)
- Eliaira Rodríguez, Venezuela, septiembre-19 (3 meses)
- Gema , España (Málaga), julio-19 (3 meses)
- Elihu Pinedo, México, septiembre-19 (3 meses)

Alumnos en prácticas curriculares:

- Lidia Alameda, Máster Ingeniería Química, España, oct-18 (5 meses)
- Alejandro de Arriba, Máster Ingeniería Química, España, oct-18 (5 meses)
- Rafa Cid, Grado ingeniería Química, España, ene-19 (5 meses)
- Salvador García, Grado Biotecnología, España, feb-19 (4 meses)
- German Jesús Gamarra Santos, Grado Biotecnología, España, feb-19 (4 meses)
- Maria Matamala, Grado Biotecnología, España, feb-19 (2 meses)
- Adrián Macías, Grado Biotecnología, España, feb-19 (2 meses)
- Laura Arbeloa, Grado Biotecnología, España, feb-19 (2 meses)
- Jannan LALCHANDANILAKHANI, Grado Biotecnología, España, feb-19 (2 meses)
- Joice Villachica, Máster Biotecnología, Perú, abr-19 (3 meses)
- Lesly Villachica, Máster Energía Solar, Perú, may-19 (3 meses)
- Darío Hernandez, Grado ingeniería Química, España, ene-20 (3 meses)

2.6.7 Producción científica

Artículos

- Parabolic trough collector field dynamic model: Validation, energetic and exergetic analyses. J.A. Carballo, J. Bonilla, M. Berenguel, P. Palenzuela. Applied Thermal Engineering. 148, 777-786. 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2018.11.093>
- Towards the first proof of concept of a reverse electrodialysis – membrane distillation heat engine. M. Micari, A. Cipollina, F. Giacalone, G. Kosmadakis, M. Papapetrou, G. Zaragoza, G. Micale, A. Tamburini. Desalination, 253, 77-88. 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.desal.2018.11.022>
- Ideal performance of a self-cooling greenhouse. P.A. Davies, G. Zaragoza. Applied Thermal Engineering, 149, 502-511. 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2018.12.056>

- Evaluation of forward osmosis as a pretreatment process for multi stage flash seawater desalination. Thabit, M.S., A.H. Hawari, M.H. Ammar, S. Zaidi, G. Zaragoza, A. Altaee. *Desalination*, 461, 22–29. 2019. <https://doi.org/10.1016/j.desal.2019.03.015>
- Comparative evaluation of microalgae strains for CO₂ capture purposes. C. Sepulveda, C. Gómez, N. El Bahraoui, G. Acien. *Journal of CO₂ Utilization*, 30, 158–167, 2019.
- Impact of Membrane Orientation on the Performance of Dual Stage Pressure Retarded Osmosis. A. Altaee, A.O. Sharif, G. Zaragoza, J. Zhou. *Journal of Water Process Engineering*, 30, 100621. 2019. <https://doi.org/10.1016/j.jwpe.2018.05.001>
- Evaluation of Permeate Quality in Pilot Scale Membrane Distillation Systems. A. Ruiz-Aguirre, J.A. Andrés-Mañas, G. Zaragoza. *Membranes*, 9, 69. 2019. <https://doi.org/10.3390/membranes9060069>
- Evaluation of native microalgae from Tunisia using the pulse-amplitude-modulation measurement of chlorophyll fluorescence and a performance study in semi-continuous mode for biofuel production. A. Jebali, F.G. Acien, N. Jiménez-Ruiz, J.M. Fernandez-Sevilla, S. Sayadi, E. Molina-Grima, *Biotechnol Biofuels* 12, 119. 2019. <https://doi.org/10.1186/s13068-019-1461-4>
- Monoalgal and mixed algal cultures discrimination by using an artificial neural network. B. Franco Ortellado, C. Gómez Serrano, F.G. Acien Fernández, L.M. Navas, C. Sepulveda. *Algal Research*, Volume 38, 101419. 2019.
- Variations of culture parameters in a pilot-scale thin-layer reactor and their influence on the performance of *Scenedesmus almeriensis* culture. M. Barceló-Villalobos, C. Gómez Serrano, A. Sánchez Zurano, L. Alameda García, S. Esteve Maldonado, J. Peña, F.G. Acien Fernández. *Bioresource Technology Reports* 6 190–197 2019.
- Control System for pH in Raceway Photobioreactors Based on Wiener Models. A. Pawlowski, J.L. Guzman, M. Berenguel, F.G. Acien Fernández. 12th IFAC Symposium on Dynamics and Control of Process Systems, including Biosystems, accepted January 2019
- Production of a biocrust-cyanobacteria strain (*Nostoc commune*) for large-scale restoration of dryland soils. B. Roncero-Ramos, R. Román, C. Gómez-Serrano, Y. Cantón, F. G. Acien. *Journal of Applied Phycology*, accepted January 2019.
- Evaluation of photosynthetic light integration by microalgae in a pilot-scale raceway reactor M. Barceló-Villalobos, P. Fernández-del Olmo, J.L. Guzmán, J.M. Fernández-Sevilla, F.G. Acien Fernández, *Bioresource Technology*, 280, pp. 404-411. 2019. DOI: 10.1016/j.biortech.2019.02.032
- Flashing light does not improve photosynthetic performance and growth of green microalgae. P.S.C. Schulze, C. Brindley, J.M. Fernández, R. Rautenberger, H. Pereira, R.H. Wijffels, V. Kiron. (2020) *Bioresource Technology Reports* Vol. 9, 100367, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.biteb.2019.100367>
- Engineering strategies for the enhancement of *Nannochloropsis gaditana* outdoor production: Influence of the CO₂ flow rate on the culture performance in tubular photobioreactors. L. Moraes, G.M. Rosa, A. Morillas España, L.O. Santos, M.G. Morais, E. Molina Grima, J.A.V. Costa, F.G. Acien Fernández, *Process Biochemistry* Volume 76, Pages 171-177 2019. <https://doi.org/10.1016/j.procbio.2018.10.010>
- Evaluation of native microalgae from Tunisia using the pulse-amplitude-modulation measurement of chlorophyll fluorescence and a performance study in semi-continuous mode for biofuel production. A. Jebali, F.G. Acien, N. Jiménez-Ruiz, C. Gómez, J.M. Fernández-Sevilla, N. Mhiri, F. Karray, S. Sayadi, E. Molina-Grima. *Biotechnology for Biofuels*, 12:119. 2019.
- Effect of microalgae incorporation on the physicochemical, nutritional, and sensorial properties of an innovative broccoli soup. T. Lafarga, F.G. Acien-Fernández, M. Castellaric, S. Villaró, G. Bobo, Ingrid Aguiló-Aguayo. *LWT* Volume 111, Pages 167-174, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2019.05.037>
- Selection of biomass supply for a gasification process in a solar thermal hybrid plant for the production of electricity. M.G. Pinna-Hernández, I. Martínez-Soler, M.J. Díaz Villanueva, F.G. Acien Fernández, J.L.C. López. *Industrial Crops and Products* 137, pp. 339-346, 2019.
- Optimal processing of greenhouse crop residues to use as energy and CO₂ sources. J.V. Reinoso Moreno, G. Pinna-Hernández, M.D. Fernández Fernández, J.A. Sánchez Molina, F. Rodríguez Díaz, J.C. López Hernández, F.G. Acien Fernández. *Industrial Crops & Products* 137 662–671, 2019.

- BIO_ALGAE 2: improved model of microalgae and bacteria consortia for wastewater treatment. A. Solimeno, C. Gómez-Serrano, F.G. Acién. Environmental Science and Pollution Research. 2019. <https://doi.org/10.1007/s11356-019-05824-5>
- Modelo de temperatura para reactores abiertos de microalgas. E. Rodríguez Miranda, F.G. Acién Fernández, J.L. Guzmán Sánchez, M. Berenguel Soria and A. Visioli. JA2019, 2019
- Potential of the microalgae *Nannochloropsis* and *Tetraselmis* for being used as innovative ingredients in baked goods. T. Lafarga, E. Mayre, G. Echeverría, M. Castellari, I. Aguiló-Aguayo. LWT 115, 108439, 2019.
- Fibonacci-type tubular photobioreactor for the production of microalgae. J.P. Díaz, C. Inostroza, F.G. Acién Fernández. Process Biochemistry 86, pp. 1-8, 2019.
- Engineering strategies for the enhancement of *Nannochloropsis gaditana* outdoor production: Influence of the CO₂ flow rate on the culture performance in tubular photobioreactors L. Moraes, G. Martins da Rosa, A. Morillas España, L. Oliveira Santos, M. Greque de Moraes, E. Molina Grima, J. Alberto Vieira Costa, F.G. Acién Fernández Process Biochemistry, Volume 76, Pages 171-177, 2019.
- Differential hydrolysis of proteins of four microalgae by the digestive enzymes of gilthead sea bream and Senegalese sole. A.J. Vizcaíno, M.I. Sáez, T.F. Martínez, F.G. Acién, F.J. Alarcón. Algal Research, Volume 37, Pages 145-153, 2019.
- Biomass estimation of an industrial raceway photobioreactor using an extended Kalman filter and a dynamic model for microalgae production. F. García-Mañas, J.L. Guzmán, M. Berenguel, F.G. Acién. Algal Research, Volume 37, Pages 103-114, 2019.
- In vitro protein hydrolysis of microalgae by digestive enzymes of farmed fish. A.J. Vizcaíno, M.I. Sáez, T.F. Martínez, F.G. Acién, S. Martínez-Llorens, F.J. Alarcón. Algal Research, 2019

Participación en congresos

- AlgalBBB 2019: The 9th International Conference on Algal Biomass, Biofuels and Bioproducts. 17-29 June 2019. Boulder, Colorado USA.
- CURSO DE FORMACIÓN "Los residuos y su reciclaje: gestión y educación ambiental" RECAPACICLA, Almería, Spain 2019.
- II Jornadas doctorales en energías renovables Jaen, Spain 2019
- Horizon 2020 Regional Seminar Addressing Euro-Mediterranean Common Challenges through Research and Innovation Cooperation Fees, Morocco 2019
- Congreso Nacional de Biotecnología, BIOTEC2019 Vigo, Spain
- EUALGAE Final Conference European Recent Advances in the Microalgae Field Madrid, Spain
- 27th European Biomass Conference and Exhibition, EUBCE 2019 Lisbon, Portugal
- CONAMA 2019 Toledo, Spain
- 9th Symposim on Microalgae and seaweed products in plant/soil systems Mosonmagyaróvár, Hungary
- International Conference on Advanced Production and Processing ICAPP2019 Novi Sad, Serbia
- Congreso Internacional I+D+i Sostenibilidad energética 2019 Quito, Ecuador
- AlgaEurope 2019 Paris, Francia
- Congress of microbiology and biotechnology MicroBiotrec 2019 Coimbra, Portugal

Contribuciones a congresos

- Small-Scale Renewable Polygeneration System for Off-Grid Applications: Desalination, Power Generation and Space Cooling. D. S. Ayou, G. Zaragoza, A. Coronas. 5th International Conference on Polygeneration, (ICP 2019). May 15-17, 2019. Fukuoka, Japan. Oral.
- Vacuum-enhanced air-gap membrane distillation as a viable solution for solar desalination. G. Zaragoza, J.A. Andrés-Mañas, F.G. Acién, A. Ruiz-Aguirre, 9th IWA membrane technology conference & exhibition on water and wastewater treatment and reuse, June 23 – 27 2019, Toulouse, France. Oral.

- Application of diffusion dialysis in separation of sulfuric acid and copper from electroplating wastewater. A. Ruiz-Aguirre, J. López, R. Gueccia, S. Randazzo, A. Cipollina, J. L. Cortina, G. Zaragoza, G. Micale, 9th IWA membrane technology conference & exhibition on water and wastewater treatment and reuse, June 23 – 27 2019, Toulouse, France. Oral.
- Commercial scale experiments of vacuum-enhanced air-gap MD for treating high salinity feeds, G. Zaragoza, J.A. Andrés-Mañas, EU-China Cooperation Conference on Membrane Technology Innovation. 9-10 julio 2019, Weihai, China, Oral invitada.
- Pilot Scale Hybrid Cooling System for Optimizing the Water Consumption at CSP Plants. Patricia Palenzuela, Lidia Roca, Ginés García, José Liria, Diego-César Alarcón-Padilla, Charles-André Lemarié, Adèle Caron, Faisal Asfand, Kumar Patchigolla. 25th SolarPACES conference. October 01-04, 2019. Daegu. South Korea. Póster.
- Assessment of a Concentrating Solar Power plant coupled to a Multi-Effect Distillation unit with an Air-Cooled Condenser. Carlos Mata-Torres, Adriana Zurita, Patricia Palenzuela, Diego C. Alarcón-Padilla, and Rodrigo Escobar. 25th SolarPACES conference. October 01-04, 2019. Daegu. South Korea. Oral.
- Vacuum-enhanced air-gap membrane distillation for maximum efficiency in solar desalination. G. Zaragoza, J.A. Andrés-Mañas, A. Ruiz-Aguirre. International Conference on Sustainable Water Treatment Technologies and Environment. October 14-16. Tipasa, Algeria. Keynote presentation.
- PURASOL project: Optimization of the effluent recycling rate in a microalgae-based pig manure depuration process. M. Ciardi, C. Gómez-Serrano, A.M. González Céspedes, F.G. Acien, J.M. Fernández-Sevilla. AlgalBBB 2019: The 9th International Conference on Algal Biomass, Biofuels and Bioproducts. 17-29 Junio de 2019. Boulder, Colorado USA. Poster.
- A simple, algebraic model to optimize the light regime in raceway photobioreactors. P. Fernández del Olmo, F.G. Acien, J.M. Fernández-Sevilla. AlgalBBB 2019: The 9th International Conference on Algal Biomass, Biofuels and Bioproducts. 17-29 Junio de 2019. Boulder, Colorado USA. Poster.
- Measuring the interactions of photosynthesis and respiration in microalgae-bacteria consortia for wastewater treatment. Sánchez Zurano, A., Gómez Serrano, C., Acien Fernández F. G., Molina Grima E. and Fernández Sevilla J.M. AlgalBBB 2019: The 9th International Conference on Algal Biomass, Biofuels and Bioproducts. 17-29 Junio de 2019. Boulder, Colorado USA. Poster.
- A new coupled electrodynamic-hydrodynamic based productivity model of CO₂ to bio-materials conversion by cyanobacteria. Naoufel EL BAHRAOUI, Shuli SHU, Francisco Gabriel ACIÉN FERNANDEZ, Rodrigo RIVERA TINOCO, Jamal CHAOUKI. 22nd Conference Process Integration, Modelling and Optimisation for Energy Saving and Pollution Reduction. Crete, Greece 2019 Poster

Capítulos de libro

- Concentrating Solar Power and Desalination Plants. In: "Solar Resources Mapping. Fundamentals and Applications". P. Palenzuela & D. C. Alarcón-Padilla. Springer. 2019. 2018. Chapter 14, 327-340. ISBN: 978-3-319-97483-5.
- Removal of contaminants of emerging concern by microalgae-based wastewater treatments and related analytical techniques. A. Agüera, P. Plaza-Bolaños, F.G. Acien Fernández Current Developments in Biotechnology and Bioengineering: Emerging Organic Micro-pollutants (ISBN 9780128195949).
- Valorization of microalgae and energy resources. Cynthia V. González-López, Francisco García Cuadra, Natalia Jawiarczyk, Jose M. Fernández-Sevilla and Francisco G. Acien-Fernández Publisher: InTechOpen.
- Combining wastewater treatment with biofuel and bio-product production through microalgae in the frame of biorefinery. Alice Ferreira, Alberto Reis, Senka Curcin, Jelena Vladic, Spyros Gkelis, Lusine Melkonyan, Gayane Avetisova, Roberta Congestri, Gabriel Acien, Raul Muñoz, Pierre Collet and Luisa Gouveia Springer
- New strategies for the design and control of raceway reactors to optimize microalgae production. Marta Barceló Villalobos, Francisco Gabriel Acien Fernández, José Luis Guzmán, Jose María Fernández Sevilla Algal Technologies Volumes of CRC Press.

2.6.8 Miembros del la unidad

José María Fernández Sevilla



Professor of Chemical Engineering
UAL
jfernand@ual.es
(+34) 950 015 899
www.jfernand.es

Francisco Gabriel Acién Fernández



Professor of Chemical Engineering
UAL

Cintia Gómez Serrano



Associate Researcher
Ingeniería Química – UAL/Las Palmerillas

Patricia Palenzuela



Senior Researcher
CIEMAT - PSA

Jose Peña Martín



Associate Researcher
Ingeniería Química - UAL

Martina Ciardi



Associate Researcher
Ingeniería Química - UAL

Guillermo Zaragoza del Águila



Distinguished Researcher
UAL-CIEMAT
guillermo.zaragoza@psa.es
(+34) 950 387941
www.psa.es

Diego César Alarcón Padilla



Senior Researcher
CIEMAT - PSA

Alba Ruiz Aguirre



Associate Researcher
CIEMAT - PSA)

Juan Antonio Andrés Mañas



Associate Researcher
CIEMAT - PSA

Ismael Martín Cara



Contratado de investigación
Ingeniería Química - UAL

2.6.9 Proyectos vigentes durante 2019

2.6.9.1 Conversion of low grade heat to power through closed loop reverse electro-dialysis (RED-HEAT-TO-POWER)

Participantes:

WIP (D)	UNIVERSITY OF EDINBURGH (UK)
University of Palermo (IT)	UNIVERSITAT POLITECNICA DE CATALUNYA (ES)
FUJIFILM (NL)	PSA-CIEMAT (ES)
REDSTACK (NL)	Universidad de Almería (ES)

Investigador Principal:

Michael Papapetrou (WIP)

Contactos:

Dr. Guillermo Zaragoza (guillermo.zaragoza@psa.es)

Fuente de financiación:

European Commission, Horizon 2020 programme

Duración prevista:

May 2015 – April 2019

Situación:

En curso.

Resumen

El objetivo general es probar este concepto revolucionario, desarrollar los materiales, componentes y conocimientos necesarios para llevarlo al nivel de un prototipo de laboratorio que genere electricidad a partir de calor de bajo grado con mayor eficiencia y costos más bajos que nunca hasta ahora.

Objetivos:

- Seleccionar las tecnologías más adecuadas para el proceso de regeneración y las combinaciones de sales y disolventes que pueden maximizar el rendimiento del sistema.
- Crear nuevos conocimientos para desarrollar: membranas para las soluciones seleccionadas; Conceptos de fabricación de membranas que pueden ampliarse para producción de alto volumen y bajo costo; pilas eficientes adecuadas para esta aplicación; Procesos de regeneración energéticamente eficientes.
- Implementar y validar una herramienta de simulación de procesos para analizar el rendimiento en diferentes configuraciones y condiciones operativas.
- Evaluar y mejorar el rendimiento del sistema en general a través de pruebas en un prototipo de laboratorio, identificando posibles problemas operativos y de ampliación de escala.

El objetivo específico de CIEMAT-PSA es seleccionar las tecnologías más adecuadas para el proceso de regeneración y las combinaciones de sales y solventes que pueden maximizar el rendimiento del sistema.

2.6.9.2 Resource recovery from industrial waste water by cutting edge membrane technologies (REWACEM)

Participantes:

Fraunhofer Institute (Germany)	AT&S (Austria)
CIEMAT-PSA (Spain)	Electroniquel SAU (Spain)
AEE (Austria)	DEUKUM GmbH (Germany)
VDEH GmbH (Germany)	Associazione Italiana Zincatura (Italy)
Universita Degli Studi Di Palermo (Italy)	Universitaet Stuttgart (Germany)
Deutsche Edelstahlwerke GmbH (Germany)	Tecnozinco Srl (Italy)
SolarSpring GmbH (Germany)	PSE AG (Germany)

Investigador Principal:

Joachim Koschikowski (Fraunhofer ISE)

Contactos:

Dr. Guillermo Zaragoza (guillermo.zaragoza@psa.es)

Fuente de financiación:

European Commission, Horizon 2020 programme

Duración prevista:

October 2016-October 2019

Situación:

Ongoing

Resumen

El proyecto ReWaCEM tiene como objetivo reducir el consumo de agua, el uso de energía y las aguas residuales, recuperar recursos metálicos valiosos y reducir la huella hídrica entre un 30% y un 90% en la industria de placas de metal, galvanizado y circuitos impresos. Para alcanzar estos objetivos, ReWaCem adoptará dos tecnologías de membrana de vanguardia adecuadas para los requisitos de los enfoques de ciclos de materiales cerrados y los conceptos de recuperación en la industria de procesamiento de metales: diálisis de difusión (DD) y destilación de membrana (MD) como un proceso híbrido integrado.

El objetivo principal del proyecto propuesto es la aplicación y demostración de tecnologías de tratamiento de agua innovadoras y eficientes con el efecto de una reducción significativa del uso del agua, la producción de aguas residuales, el consumo de químicos y el uso de energía para las industrias de producción, procesamiento y revestimiento de metales. Mediante la combinación e integración de tecnologías existentes pero altamente innovadoras, se recuperarán recursos valiosos, como metales y fluidos de proceso, reduciendo así el consumo de materia prima, cerrando los lazos de la cadena del proceso y acercando los procesos existentes en la industria metalúrgica a la sostenibilidad.

Objetivos:

Otros objetivos específicos del proyecto son:

- Adaptación de un sistema de tratamiento combinado que incluye tecnologías probadas de separación por membrana selectiva para la aplicación en la industria de procesamiento de metales para minimizar sus flujos de desechos líquidos en un 70-90%, minimizando el uso de agua en un 50-90% y maximizando la recuperación de recursos valiosos, lo que lleva a la protección del medio ambiente y beneficios económicos
- Utilización del calor residual de baja calidad disponible a 70-90 ° C para el proceso de membrana con alimentación térmica
- Pruebas y evaluación de la tecnología en condiciones reales e integración en el proceso de producción que demuestra el rendimiento técnico y económico.
- Facilite la captación de los resultados del proyecto en el mercado mediante un compromiso activo con la industria desde una etapa temprana, primero tomando sus comentarios durante la fase de desarrollo y luego comunicándoles de manera efectiva los logros del proyecto y otras oportunidades para la explotación de los resultados del proyecto.
- Implementación de una estrategia efectiva de comunicación y transferencia de conocimiento dirigida a la formulación de políticas, negocios y al público en general.

2.6.9.3 Bio-Mimetic and Phyto-Technologies designed for low-cost purification and recycling of water (INDIA-H2O)

Participantes:

University of Birmingham
Pandit Deendayal Petroleum University
CIEMAT
National Environmental Engineering Research Institute
Aquaporin AS
Institute for Water Education IHE-Delft
LEITAT
Govind Ballabh Pant Krishi Evam Prodyogik Vishwavidyalaya
Modus research and innovation limited

Ben-Gurion University of the Negev
 Davey products
 Advanced Center for Water Resources Development & Management
 Jadavpur University
 Envirochem Services
 CETIM
 Aston University

Contacto:

Dr. Guillermo Zaragoza (guillermo.zaragoza@psa.es)

Financiación:

European Commission, Horizon 2020 programme.

Duración prevista:

February 2019 – August 2023

Situación:

En desarrollo

Resumen

INDIA-H2O desarrollará, diseñará y demostrará sistemas de tratamiento de agua de alta recuperación y bajo costo para aguas salinas subterráneas y aguas residuales industriales. El foco de los desarrollos se encuentra en el árido estado de Gujarat, donde los recursos hídricos superficiales son muy escasos. Se demostrarán soluciones en sistemas de bajo costo ruralmente relevantes a pequeña escala para el tratamiento de aguas subterráneas salobres para su uso como agua potable segura, que se extenderá para incluir soluciones de fito-tecnología para el tratamiento de aguas residuales domésticas rurales. Los sistemas eliminarán la salinidad y los contaminantes emergentes (por ejemplo, productos químicos agrícolas), valorizarán las salmueras rechazadas en el cultivo de cultivos halófitos.

Para aguas residuales industriales específicas en textiles, desalinización y lácteos, se desarrollarán tecnologías híbridas rentables de alta eficiencia para el reciclaje de agua con una descarga mínima de líquido y se demostrarán utilizando tecnologías de membrana avanzadas para lograr la calidad de agua requerida para el reciclaje.

Se establecerá un centro de excelencia en tecnologías de membranas de tratamiento de agua, operación de diseño y monitoreo.

Objetivos

Desarrollar nueva tecnología de ósmosis inversa por lotes para una reducción de 10 veces en el consumo de energía específico con altas fracciones de recuperación de agua (80%) reduciendo / m³ los costos operativos por debajo de € 0.35/m³ (<30 rupias/m³).

Desarrolle ósmosis avanzada a escala piloto para su uso en aplicaciones de recuperación de aguas residuales, incluidos arreglos híbridos con ósmosis inversa para una mayor reducción en el consumo de energía.

Desarrollar modelos de negocio para explotar las soluciones desarrolladas para la ventaja económica mutua de la UE / India.

Producir resúmenes de políticas sobre modelos económicos y acuerdos de gobernanza para la adopción viable de los sistemas desarrollados.

2.6.9.4 Optimización del tratamiento de purines con microalgas en fotobioreactores cerrados para la producción de biofertilizantes (PURASOL)

Participantes:

Universidad de Valladolid (ES).
 Universidad de Almería

Investigador Principal:

Silvia Bolado (UV) (Coordinated project)
 Jose Maria Fernandez Sevilla (UAL) (Subproject 2)

Contactos:

JM Fernandez-Sevilla (jfernand@ual.es)

Fuente de financiación:

Ministerio de Economía, Industria y Competitividad

Duración prevista:

31/12/2017 – 31/12/2020

Situación:

En curso.

Resumen

El objetivo de PURASOL es optimizar la valorización del estiércol mediante el uso de microalgas. De esta manera, se obtiene una corriente de agua (adecuada para el riego) y una recuperación de nutrientes (como bioproductos y bioenergía). La falta de recursos naturales junto con la creciente necesidad de importar compuestos básicos hacen que la industria ganadera sea de gran importancia en nuestro país. La producción de estiércol está estrechamente relacionada con ella y el desafío de convertir una fuente potencial de problemas ambientales, como estiércol, en un recurso renovable con un alto valor económico, es uno de los problemas en Europa hoy en día. Estudios previos confirmaron que es posible utilizar el estiércol como fuente de nutrientes para el crecimiento de microalgas. Sin embargo, todavía hay algunos problemas por optimizar, como la productividad de las microalgas y la calidad del agua. Además, se demostró que la biomasa de las microalgas se puede convertir con éxito en biofertilizantes, alimentos para animales o biocombustibles, pero estos procesos deben optimizarse y validarse aún más.

El proyecto PURASOL tiene como objetivo encontrar una solución a todos esos problemas. Más específicamente:

- Se estudiarán diferentes tratamientos previos para reducir la turbidez del estiércol, maximizando el uso de la luz por las microalgas.
- Para aumentar la recuperación de agua, la evaporación se reducirá al cubrir los fotobiorreactores de capa delgada.
- Se estudiarán los consorcios de microalgas y bacterias para determinar su forma óptima de valorización, ya que se ha demostrado que su composición depende de las condiciones ambientales y de operación.
- Estudiar la presencia de contaminantes emergentes y metales pesados en el agua tratada y la biomasa de microalgas, que además de representar un riesgo para el medio ambiente y la salud pública, influyen en las poblaciones microbianas en el sistema, la capacidad de tratamiento y las formas de valorización.

2.6.9.5 Sustainable algae biorefinery for agriculture and aquaculture (SABANA)

Participantes:

MIKROBIOLOGICKY USTAV - AVCR, V.V.I., Czech Republic
GEA WESTFALIA SEPARATOR GROUP GMBH, Germany
UNIVERSITA DEGLI STUDI DI MILANO, Italy
UNIVERSIDAD DE LAS PALMAS DE GRAN CANARIA, Spain
SZECHENYI ISTVAN UNIVERSITY, Hungary
KARLSRUHER INSTITUT FUER TECHNOLOGIE, Germany
A.I.A. S.p.A., Italy
FCC AQUALIA SA, Spain
BIORIZON BIOTECH S.L., Spain
CIB-CONSORZIO ITALIANO BIOGAS E GASSIFICAZIONE
UNIVERSIDAD DE ALMERIA, Spain

Contacto:

F. Gabriel Ación (facien@ual.es)

Fuente de financiación:

European Union's Horizon 2020 Research and Innovation program under the Grant Agreement No. 727874

Duración:

December 2016 – November 2020

Situación

En desarrollo.

Resumen:

SABANA tiene como objetivo el desarrollo de una biorefinería integrada de microalgas a gran escala para la producción de bioestimulantes, biopesticidas y aditivos para piensos, además de los biofertilizantes y la acuicultura, utilizando únicamente agua marina y nutrientes de las aguas residuales. El objetivo es lograr un proceso de residuos cero en una escala de demostración de hasta 5 ha sostenibles tanto desde el punto de vista medioambiental como económico. Se utilizará un Centro de Demostración de esta biorefinería para demostrar la tecnología, evaluar las características operativas del sistema, evaluar los impactos ambientales y colaborar con los clientes potenciales para su uso.

Objetivos:

El objetivo de SABANA es desarrollar y demostrar una biorefinería sostenible basada en microalgas para producir una gama de productos de valor agregado (bioestimulantes, biopesticidas y aditivos para acuíferos) y productos de bajo valor (biofertilizantes, aquafeed) para la agricultura y la acuicultura. El agua y la recuperación de nutrientes de aguas residuales (aguas residuales, centros y estiércol de cerdo), cumpliendo con requisitos de mercado (calidad, precio, regulaciones) y sociales (aceptación, capacitación, habilidades). Proporciona una solución a tres problemas clave de actualidad en la UE: i) mejora de la seguridad y sostenibilidad de la producción de alimentos en la agricultura y la acuicultura, ii) problemas de contaminación derivados de la diseminación de nutrientes y escasez de fósforo, y iii) De las emisiones de gases de efecto invernadero procedentes de los residuos (aguas residuales y gases de combustión).

2.6.9.6 Bioplastics production from carbon captured in household waste incineration fumes (SETEC)

Participantes:

Universidad de Almería.
SETEC Environnement (France)

Contactos:

F. Gabriel Acién Fernández (UAL), facien@ual.es

Fuente de financiación:

Contrato privado

Duración:

May 2016– May 2018.

Situación:

Prorrogado

Resumen:

Setec Environnement ha firmado un contrato de investigación y desarrollo con Sycatom, el Sindicato Intercomunitario de Tratamiento y Reciclaje de Residuos Intercomunales (denominado en lo sucesivo «Sycatom»), cuyo objetivo es el proyecto de producción de bioplásticos a partir de carbono capturado en los humos de incineración de residuos domésticos (en lo sucesivo denominado «PROYECTO»). Setec Environnement solicita a la UNIVERSIDAD DE ALMERIA, que está de acuerdo, prestar su apoyo como subcontratista para la realización de misiones experimentales de selección de microalgas.

2.6.9.7 Biorefinería a pequeña escala de aplicación in-situ en entornos rurales con actividad mixta agrícola y ganadera (BIOREFINA)

Participantes:

Universidad de Almería.
SISTEMA AZUD S.A.
MIGUEL GARCÍA SÁNCHEZ E HIJOS, S.A.
BIORIZON BIOTECH S.L.
J. BOUZADA INGENIEROS S.L.U.
Fundación Cajamar

Contactos:

F. Gabriel Acién Fernández (UAL), facien@ual.es

Fuente de financiación:

INTERCONNECTA 2016, Ministerio de Economía y Competitividad

Duración prevista:

Noviembre de 2016– Febrero 2019.

Situación:

Completado

Resumen:

El proyecto tiene por objeto desarrollar la tecnología “bioREFINA” o proceso de tratamiento de residuos agroindustriales para su transformación en bioproductos que puedan reutilizarse en explotaciones hortofrutícolas, de acuerdo con el modelo de biorefinería. Los tres bioproductos a obtener son: una enmienda orgánica “funcional” para mejorar la calidad del suelo de cultivo, un fertilizante líquido para fertirrigación y un biofertilizante rico en aminoácidos y hormonas vegetales de base microalgal. De este modo, la explotación hortofrutícola pasaría de comprar fertilizantes a terceros, a producir sus propios biofertilizantes elaborados a partir de los residuos generados, mejorando su sostenibilidad económica y medioambiental. Una de las características de los fertilizantes de bioREFINA será su elevada calidad higiénica, imprescindible para la seguridad de las frutas y hortalizas que se comercializan en mercados del centro y norte de Europa, especialmente exigentes en este ámbito. Además, bioREFINA genera un biocombustible, biogás, que se empleará como fuente de calor renovable para alcanzar la autosuficiencia energética de los procesos de transformación.

Objetivo:

El objetivo general del proyecto es desarrollar una planta de tratamiento de biomasa agrícola basada en el concepto de biorefinería, para ser instalada en explotaciones hortofrutícolas permitiendo la producción y auto-consumo de bioenergía y biofertilizantes de reducida huella ambiental y alta calidad higiénica.

2.6.9.8 Production of biopesticides from cyanobacteria for their use in agriculture (ALGAE4CONTROL)

Participantes:

Universidad de Almería.
BIORIZON BIOTECH S.L.
Fundación Cajamar

Contacto:

F. Gabriel Acién Fernández (UAL), facien@ual.es

Fuente de financiación:

RETOS COLABORACION 2017, Ministerio de Economía y Competitividad

Duración:

October 2018– September 2021.

Situación:

En desarrollo.

Resumen:

El proyecto ALGAE4CONTROL tiene como objetivo desarrollar formulaciones de biopesticidas basadas en el uso de metabolitos antimicrobianos de cianobacterias (microalgas) para uso agrícola como fitosanitarios naturales de origen biológico y sostenible en comparación con agentes microbianos fitopatógenos. Este es

un proyecto de investigación implementado por la compañía de biotecnología Bioripple Biotech S.L., que también incluye dos organizaciones de investigación, como la Universidad de Almería y la Fundación Jamar. Biocurly Biotech S.L. Se especializa en el desarrollo y comercialización de nuevos productos de uso agrícola que permitan mejorar la sostenibilidad y la rentabilidad de la producción intensiva de plástico y otros cultivos extensivos, siendo la principal empresa europea en el desarrollo de biorrefechos y bioestimulantes a partir de microalgas. En esta línea la compañía está interesada en desarrollar productos basados en metabolitos inhibidores del crecimiento de agentes microbianos fitopatógenos para suelos y plantas. Este tipo de compuestos de bioplaguicidas presentes en algunas microalgas se han reportado en la bibliografía, pero en este momento no hay un solo producto de bioplaguicidas de estas características en todo el mercado mundial. Esto se debe a que es difícil acceder a la fuente de la materia prima y cuyo efecto positivo no se ha contrastado lo suficiente y no se muestra en condiciones reales. Por eso, en el proyecto ALGAE4CONTROL se pretende resolver estos problemas al abordar todas las etapas de caracterización, producción y aplicación de este tipo de extractos de cianobacterias, demostrando finalmente las ventajas de este tipo de bioproductos tanto en la rentabilidad como en la sostenibilidad de la producción agrícola.

Objetivo:

El objetivo general del proyecto es desarrollar nuevos bioplaguicidas a partir de microalgas como alternativa a los pesticidas químicos para la prevención de enfermedades en plantas y protección de cultivos.

2.6.9.9 Biorefinería sostenible de microalgas para la producción de extractos fotoprotectores para la industria cosmética y formulados sustitutivos de harinas de pescado en piensos de acuicultura – Bluecare

Participantes:

ALGAETECH INNOVATION
Universidad de Almería

Contactos:

F. Gabriel Acien Fernández (UAL), facien@ual.es

Fuente de financiación:

NEOTEC-CDTI, EXP - 00104234 / SNEO-20171045

Duración prevista:

1 Enero 2019 – 31 Diciembre 2021

Situación:

En curso

Resumen

El Proyecto BLUECARE consiste en la puesta en marcha de un nuevo concepto de Biorefinería para el aprovechamiento integral de biomasa algal para la producción de formulados fotoprotectores para la industria cosmética procedentes de microalgas y el aprovechamiento integral de la biomasa para la producción de hidrolizados como formulados alimenticios para acuicultura. Una novedad en este sector que, según ensayos previos, han demostrado mejorar la digestibilidad y calidad de peces cultivados en cautividad. La tecnología a desarrollar se basa en la identificación de antígenos asociados a la infección que son reconocidos diferencialmente en animales vacunados no infectados.

Objetivos.

Desarrollo de nuevos fotobiorreactores y tecnologías de procesado de la biomasa para obtener productos de interés cosmético.

2.6.9.10 Mejora de la calidad nutricional de alimentos para acuicultura mediante la incorporación de hidrolizados de microalgas enriquecidos en microorganismos probióticos - ALQUABIOTEC.

Participantes:

Global Feed

Biorizon Biotech SL
DMC Research
Universidad de Granada
Universidad de Almería

Contactos:

F. Gabriel Acién Fernández (UAL), facien@ual.es

Fuente de financiación:

FEDER-INTERCONNECTA 2018

Duración prevista:

1 Enero 2019 – 31 Diciembre 2020

Situación:

En curso

Resumen

El proyecto ALQUABIOTIC tiene como objetivo el desarrollo un nuevo pienso para acuicultura en el que se haya sustituido parte de la harina de pescado por un hidrolizado de microalgas enriquecido en microorganismos probióticos. En concreto el proyecto pretende desarrollar alimentos de alta calidad y de origen sostenible, que garantice no solo el crecimiento de los organismos, sino que también incremente su salud, su resistencia al estrés y a los agentes causantes de enfermedades dentro de los sistemas de cultivo. Se trata de un proyecto de investigación aplicada liderado por la empresa GLOBAL FEED, en el que también participan las empresas biotecnológicas DMC Research Center y Biorizon Biotech, junto a dos organismos públicos de investigación, Universidad de Almería y Universidad de Granada. GLOBAL FEED, como empresa líder en productos para alimentación animal, está interesada en el desarrollo de nuevos productos para su aplicación en acuicultura, Biorizon Biotech pionera en la aplicación y desarrollo de hidrolizados enzimáticos de microalgas, pretende diversificar en aplicaciones de sus productos, como es el caso de la acuicultura, donde DMC con gran experiencia en el desarrollo de productos y microorganismos probióticos con aplicación en alimentación humana y animal, ya ha desarrollado aditivos para este sector acuícola. El consorcio constituido bajo el título ALQUABIOTIC

tiene interés en aplicar estos productos para desarrollar una línea de productos acuícolas diferenciada por hacer un uso sostenible de los recursos naturales, en especial por la sustitución de las harinas de pescado por hidrolizados de microalga, y con la aplicación de probióticos, con el objetivo final de cada uno de ellos de mejorar su posición en el mercado con respecto a la competencia.

Objetivos.

ALQUABIOTIC contempla el desarrollo de un proceso productivo que incluye la optimización de un hidrolizado de microalgas y la selección de microorganismos probióticos para su uso en la alimentación de especies de acuicultura de interés comercial, combinando investigación básica y aplicada. En este sentido se pretende desarrollar un proceso de hidrólisis para obtener un preparado algal rico en proteína parcialmente hidrolizada de alto valor biológico que pueda ser utilizada como ingrediente alternativo a la harina de pescado en piensos de acuicultura, así como conocer la biodisponibilidad de aminoácidos esenciales, y de otros nutrientes en el mismo para disponer de suficiente información sobre el hidrolizado de *Arthrospira* para evaluar su valor nutricional respecto a la harina de pescado.

2.6.9.11 Microalgas para la Producción sostenible de bioproductos y agua regenerada (AL4BIO).

Participantes:

Universidad Politécnica de Cataluña
Universidad de Almería

Contactos:

F. Gabriel Acién Fernández (UAL), facien@ual.es

Fuente de financiación:

Proyectos de I+D+i RETOS INVESTIGACIÓN 2018
Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades

Duración prevista:

1 Enero 2019 – 31 Diciembre 2021

Situación:

En curso

Resumen

The AL4BIO project aims at producing high-value bioproducts and reclaimed water in microalgae-based systems for tertiary wastewater treatment. The bioproducts include biopolymers, biological pigments, biostimulants, biopesticides and biogas, along with reclaimed water. This approach calls for a multidisciplinary research group, which is better suited by combining the expertise of two complementary groups in a coordinated proposal: the Environmental Engineering and Microbiology Research Group of the Universitat Politècnica de Catalunya (GEMMA-UPC, Subproject 1) and the Chemical Engineering Department of the Universidad de Almería (DIQUAL, Subproject 2).

Objetivos.

DIQUAL has a large experience on the design, construction and operation of microalgae-based bioprocesses both for high-value applications and wastewater treatment. This group has different pilot and demonstrative plants to study the production of microalgae and downstream processing, and obtain high-value products under real conditions. The group also has a fully equipped laboratory to characterize and evaluate the microalgae-based processes. DIQUAL will have the following external collaborators: an expert in energy engineering (Universidad Politécnica de Madrid), an expert on valuable compounds extraction from microalgae (University of Jaen), and an expert on the evaluation of bioproducts for the enhancement of crops production and protection (Cajamar Foundation).

2.6.10 Participación en Redes durante 2019

- EUALGAE COST action supported by the EU Commission. From 2017 to 2019.
- EIP Water Action Group: "Renewable Energy Desalination" (G. Zaragoza is coordinator)
- Water Europe Working Group: "Renewable Energy and Desalination" (G. Zaragoza is leader)

2.6.11 Transferencia y Actividades Complementarias

"Capacidades para la desalación a través del uso de energías renovables", G. Zaragoza, 2º Blue Energy Lab "Capacidades e impacto de las energías renovables marinas en Andalucía", organized by Cluster Marítimo Marino de Andalucía, 30 January 2019, Almería (Spain)

"Main challenges for the implementation of solar desalination", G. Zaragoza, Two-day intensive course on solar driven desalination and water purification Gathering the water and renewable energy Communities, organized by Centre de Recherche en Technologie des Semi-conducteurs pour l'Energetique, 25-26 March 2019, Algiers (Algeria).

"Desalination with solar energy", G. Zaragoza and D.C. Alarcón-Padilla, international course organized by the European Desalination Society and CIEMAT, 1-4 April 2019, Almería (Spain).

2.6.12 Actividades de Difusión

Curso MOOC titulado "Biotecnología de Microalgas" de la Universidad de Almería, que se impartió en su primera edición a través de la plataforma Miriada X (www.miriadax.net).

2.6.13 Proyectos solicitados durante 2019

- "Next generation water-smart management systems: large scale demonstrations for a circular economy and society " (WATERMINING) H2020-SC5-2018-2019-2020 (Greening the economy in line with the Sustainable Development Goals (SDGs))
- "Integrated sustainable desalination systems for enhancing water and energy efficiency in agriculture" (SmartDeSYS2), ENI CBC Mediterranean Sea Basin Programme
- "Optimal Management of Unconventional Water Sources" (OMUNWAS), ENI CBC Mediterranean Sea Basin Programme
- EUWADI: Modernization of Engineering Learning: Sustainable Energy for Water (EPPKA2 - Cooperation for innovation and the exchange of good practices)
- "A Mediterranean greenhouse model combining a network of innovative cross-sectorial technologies and control systems in organic horticulture" (GROWTH). PRIMA S1 2019 Farming Systems IA
- "Sustainable Water production and management system for crop irrigation" (SUSTAINWATER). PRIMA RIA Management of low-quality waters under water scarcity and climate change conditions
- "Algae for Nutrient recycle, Sustainable Water reuse and biofertilizer pRoduction" (Algas para el reciclado de nutrientes, la reutilización sostenible del agua y producción de biofertilizantes) (ANSWER). Proyectos de I+D en el marco del Programa Operativo FEDER Andalucía 2014-2020. Jose m Fernández Sevilla.

3. INFRAESTRUCTURAS Y CAPACIDADES CIENTÍFICO-TECNOLÓGICAS DEL CENTRO

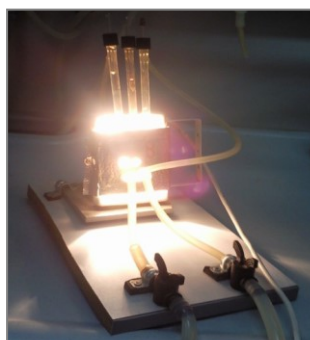
Desde su creación, el centro ha ido incrementado gradualmente el número y capacidades de sus infraestructuras científico-tecnológicas. El amplio y avanzado equipamiento con el que se cuenta, otorga la posibilidad de ofertar un servicio de calidad y alta competitividad.

Continuamente nuestro centro está tratando de mejorar, optimizando en lo posible nuestras instalaciones y remodelando infraestructuras deterioradas u obsoletas.

3.1 INSTALACIONES E INFRAESTRUCTURAS DEL ÁREA DE APROVECHAMIENTO QUÍMICO DE LA ENERGÍA SOLAR

Autotrace. El Autotrace es un sistema de extracción automatizado de líquidos en fase sólida (SPE) diseñado para la extracción de compuestos orgánicos a nivel de trazas en aguas o matrices acuosas. Permite concentrar analitos partiendo de grandes volúmenes de muestra (de 20 ml a 4 l), automatizando los cuatro pasos de la SPE (acondicionamiento, carga, enjuague y elución), lo que reduce el consumo de disolvente y mejora la recuperación y reproducibilidad.

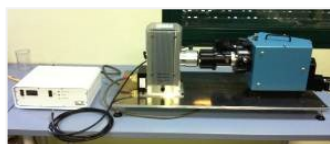
XcelVap. El sistema automatizado de evaporación XcelVap es un equipo que proporciona una rápida y suave evaporación de hasta 54 extractos de muestras que varían en tamaño (hasta 200 ml). La evaporación se lleva a cabo mediante la combinación de calor constante, burbujeo de gas controlado y la ventilación activa de los vapores de disolvente. Con el sistema XcelVap se pueden preparar extractos reproducibles para el análisis cromatográfico (GC/MS, LC/MS, GC, LC) en menos tiempo y con menor necesidad de atención, mejorando la productividad del laboratorio.



Sistema micromolar fotoquímico. El reactor micromolar fotoquímico es un sistema que permite irradiar de forma controlada un pequeño volumen de un sistema químico reactivo, tanto homogéneo como heterogéneo, utilizando como fuente de radiación la luz solar o, en su defecto, lámparas artificiales de luz halógena, es idóneo para estudiar las reacciones fotoquímicas a tiempo real o muy corto. De este modo se evita cualquier perturbación en el medio de reacción y se controla de forma constante todos los parámetros externos que puedan influir en la reacción

Espectrofotómetros

- Espectrofotómetro de fluorescencia Fluoromax-4 Horiba Jobin Yvon
- Espectrofotómetro UV-Vis JASCO V650
- Espectrofotómetro UV-Vis Hach Lange



Irradiador de tubos de RMN. Se usa principalmente para estudiar mecanismos de reacción mediados por luz, identificación de especies intermedias y cinética de reacción

Carruseles de reacción. Los carruseles de reacción constan de doce tubos con tapa de teflón para trabajar en varios tipos de atmosfera de reacción, con un refrigerante en la parte superior de los tubos para condensación de líquidos. La temperatura de trabajo va desde temperatura ambiente hasta 300°C. Cada tubo se agita individualmente.

Se usa principalmente para hacer estudios catalíticos variando atmosfera de reacción, tiempo de reacción y temperatura de reacción.

Cromatógrafo Líquido de Alta Presión (UPLC Agilent Technologies series 1200). El equipo permite el análisis de sustancias presentes en medios acuosos y orgánicos con alta precisión y con tiempos relativamente cortos de análisis mediante cromatografía inversa debido a su capacidad para trabajar a alta presión. Este dispositivo es utilizado para la detección de contaminantes presentes en el agua y permite estudiar la eliminación de los mismos.



Cromatógrafo de Gases SHIMADZU GC-2010. El cromatógrafo de gases está equipado con una columna capilar Supelco SP-2330, con un detector FID, con posibilidad de inyección de muestra split/splitless. Se usa principalmente para separar e identificar sustancias orgánicas producidas en procedimientos catalíticos con compuestos organometálicos y como fuente de energía la luz solar y/o la térmica.

Espectrómetro de masas AB SCIEX QTRAP 5500 LC/MS/MS. Se trata de un espectrómetro de masas híbrido cuadrupolo-trampa de iones lineal acoplado a cromatografía líquida de alta resolución. Proporcionan excelente sensibilidad en full scan, MS/MS y MS³. Se aplica a la determinación de microcontaminantes orgánicos (plaguicidas, contaminantes emergentes, etc.) presentes en muestras de aguas residuales y otras matrices medioambientales, así como al seguimiento de los mismos durante los ensayos de degradación



TripleTOF™ 5600+. El sistema TripleTOF™ 5600+ de AB SCIEX, trae consigo un significativo avance en LC-MS-MS. Integra en un solo equipo una exploración cualitativa, y una cuantificación de alta resolución de analitos en baja concentración en matrices complejas. Combina la más alta sensibilidad de detección, una elevada resolución, una velocidad de obtención de datos al menos 5 veces superior a cualquier otro instrumento, y una exactitud de masas estable (~1 ppm) a largo plazo.



Espectrómetro de masas triple cuadrupolo BRUKER 320MS acoplado al cromatógrafo de gases BRUKER 450GC. Este sistema cromatográfico es complementario a los anteriores ya que permite análisis de compuestos orgánicos de baja/media polaridad. Se aplica especialmente a la determinación de niveles traza de contaminantes como fragancias sintéticas, plaguicidas, PAH, etc.

Cromatógrafo Iónico (Metrohm 881 Compact IC Pro). Este cromatógrafo permite el análisis preciso de aniones o cationes en concentraciones de µg/L a g/L, con límites de detección <1 µg/L. Este sistema es fundamental para la caracterización de efluentes acuosos con los que se lleva a cabo la experimentación, ya que la presencia de ciertos cationes como fosfatos y cloruros afectan a los procesos de descontaminación de aguas llevados a cabo (procesos de Fenton y foto-Fenton solar).



Analizadores de carbono orgánico total (TOC). Este equipo permite determinar el carbono y el nitrógeno disueltos. En el laboratorio es usado para la determinación de carbono orgánico e inorgánico y nitrógeno disuelto en muestras líquidas de aguas residuales para evaluar su depuración cuando se le aplica un tratamiento oxidativo.



Analizador de la demanda biológica de oxígeno (DBO). La demanda biológica de oxígeno (DBO mg O₂ /L) determina los requerimientos relativos de oxígeno de aguas residuales efluentes y aguas contaminadas para su degradación biológica. Esta medida expresa el grado de contaminación de una agua residual por materia orgánica potencialmente biodegradable bajo condiciones aeróbicas. Se emplea para controlar la mejora de la biodegradabilidad de efluentes tóxicos tratados con procesos fotocatalíticos.

Analizador de la demanda química de oxígeno (DQO). Se emplea para estimar la cantidad de materia orgánica presente y su estado de oxidación. La combinación de esta medida con la DBO y el TOC permite una buena caracterización global de la calidad de un agua residual.



Simulador solar Suntest CPS+ de Atlas. Este dispositivo simula el espectro solar, permitiendo la experimentación a escala de laboratorio, haciéndose fundamental en pruebas iniciales previas a la escala piloto.



Plantas piloto. Contamos con cuatro plantas piloto para el tratamiento de aguas contaminadas empleando el proceso foto-Fenton (generalmente). Operan con irradiación solar directa y cuentan con radiómetros para registrar la radiación incidente en cada caso.

Reactores biológicos. Se emplean para simular los distintos procesos biológicos de depuración de aguas

- De membrana Plana (MBR)
- De fibra hueca (MBR)
- Reactor biológico batch (SBR)
- Reactor biológico de membrana SiClaro® 8PE de Martin Systems AG

Planta de ensayos de destilación por membranas con energía solar, situada en la azotea del edificio central de la UAL.



3.2 INSTALACIONES E INFRAESTRUCTURAS DEL ÁREA DE APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DE LA ENERGÍA SOLAR

Durante el año 2019 se ha seguido implementado el módulo piloto del en el patio de CIESOL correspondiente al proyecto de infraestructura científica titulado "Módulo piloto polivalente para evaluación optimización y mejora de los sistemas de frigoconservación agroalimentaria con energías renovables" (UNAM13-1E-2532) en el patio del CIESOL se instaló. Dicha instalación está compuesta por tres módulos principales complementarios entre sí, y de una sala de supervisión y control común en donde se instaló un sistema experto de adquisición de datos, monitorización y control remoto flexible como herramienta de gestión, supervisión y evaluación de los ensayos a realizar dirigidos a caracterizar el modelo sostenible a implantar. La instalación está alimentada por un areogenerador y un sistema fotovoltaico.



Fig. 3.2.2. Sistema híbrido que consiste en un areogenerador (izquierda) y un sistema fotovoltaico (derecha) instalado enfrente de la entrada principal del edificio CIESOL y en su patio, respectivamente, siendo la parte integral del proyecto UNAM13-1E-2532.

La unidad de modelado y control dispone del siguiente equipamiento

- Cámaras y sistemas de visión. Cámara Marlin F-033C ½", cámara Intel VC4018/C. Sistema de adquisición de datos y visión artificial de National Instrument CompactRIO.
- Sistemas de desarrollo para sistemas electrónicos embebidos basados en FPGA de Altium Designer y herramientas de desarrollo para Sistemas de Tiempo Real de Keil (procesadores de 8, 16 y 32 bits).
- Sistemas embebidos basados en plataformas PC104 y sistemas operativos embebidos de tiempo real Linux y WindowsXP.
- Herramientas software para el desarrollo de modelos matemáticos y algoritmos de control avanzado. Dymola, Matlab/Simulink, librerías NAG y Mathematica.
- Puesto de instrumentación electrónica avanzado formado por una fuente de alimentación programable Metrix AX3222, multímetros de precisión Grundig DM100 y de mano Metrix MTX3281, analizador lógico para PC AT-LA500, temporizador y contador de precisión Pendulum CNT-90, estación de soldadura AOYUE 701, decada de resistencias Chauvin & Arnoux P03197528A, osciloscopio de fósforo digital Tektronix TDS3014B, osciloscopio digital Tektronix TDS2014 y generador de funciones Tektronix AFG3022.
- Cluster Beowulf de 13 nodos para simulación y control distribuido de procesos termosolares.

4. COMITÉS Y RESPONSABLES DE ACTIVIDADES.

4.1 DIRECCIÓN DEL CENTRO

Director	Sixto Malato Rodríguez Profesor de Investigación de O.P.I., CIEMAT sixto.malato@psa.es
Subdirector	José Antonio Sánchez Pérez Catedrático de Ingeniería Química, Universidad de Almería jsanchez@ual.es

4.2 RESPONSABLES DE ACTIVIDADES

Actividad	Universidad de Almería (UAL)	Plataforma Solar de Almería (PSA)
Organometálica y Fotoquímica	Antonio Romerosa Catedrático de la UAL romerosa@ual.es	Christoph Richter Investigador de DLR en la PSA christoph.richter@dlr.de
Análisis Ambiental	Ana Agüera Catedrática de la UAL aaguera@ual.es	Isabel Oller Investigadora de O.P.I. CIEMAT isabel.oller@psa.es
Regeneración de Aguas	José A. Sánchez Catedrático de la UAL jsanchez@ual.es	Inmaculada Polo López Investigador de O.P.I. CIEMAT mpolo@psa.es
Modelado y Control Automático	Manuel Berenguel Catedrático la UAL beren@ual.es	Lidia Roca Sobrino Investigador de O.P.I. CIEMAT lroca@psa.es
Desalación y Fotosíntesis	José M. Fernández Profesor Titular de la UAL jfernand@ual.es	Dr. Guillermo Zaragoza Investigador de O.P.I. CIEMAT guillermo.zaragoza@psa.es
Frío Solar	Javier Batlles Profesor Titular de la UAL fbatlles@ual.es	

4.3 COMITÉ DE COORDINACIÓN Y SEGUIMIENTO

Diego Valera (Vicerrector de Investigación de la Universidad de Almería)	vinvest@ual.es
Manuel Berenguel (Catedrático de la Universidad de Almería)	beren@ual.es
Julián Blanco (Director de la Plataforma Solar de Almería, CIEMAT)	julian.blanco@psa.es
Eduardo Zarza (Profesor de Investigación de CIEMAT)	eduardo.zarza@psa.es

4.4 COMITÉ CIENTÍFICO

Ángela Fernández Curto

af.curto@ciencia.gob.es

Subdirectora General Adjunta de Grandes Infraestructuras Científico Técnicas
Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades, Gobierno de España

Sebastián Dormido

sdormido@dia.uned.es

Catedrático de Informática y Automática de la UNED

Ana María Amat Payá

aamat@txp.upv.es

Catedrática de la Universidad Politécnica de Valencia

David Serrano

david.serrano@imdea.org

Catedrático de Ingeniería Química y Director de IMDEA-Energía

