



Centro de Investigación en Energía Solar

Instituto Mixto UAL-PSA-CIEMAT



SOLAR ENERGY RESEARCH CENTER
JOINT INSTITUTE UAL-PSA CIEMAT



CIESOL

INFORME ANUAL CIESOL 2016

CIESOL ANNUAL REPORT 2016

ÍNDICE

0. INTRODUCCIÓN	1
1. RESUMEN EJECUTIVO	5
2. ACTIVIDADES DEL CENTRO DE INVESTIGACIÓN DE LA ENERGÍA SOLAR (CIESOL)	8
2.1 ACTIVIDADES EN "QUÍMICA SOSTENIBLE: ORGANOMETÁLICA Y FOTOQUÍMICA"	8
2.1.1 Descripción de la unidad	8
2.1.2 Líneas estratégicas del grupo	8
2.1.3 Investigadores principales del grupo	8
2.1.4 Resumen de la actividad desarrollada en CIESOL durante 2016	9
2.1.5 Incorporación de personal: becas, contratos pre y post doctorales	9
2.1.6 Producción científica	9
2.1.7 Miembros del grupo	11
2.1.8 Proyectos vigentes durante 2016	12
2.1.9 Transferencia y Actividades Complementarias	13
2.1.10 Proyectos solicitados durante 2016	13
2.1.11 Otros	13
2.2 ACTIVIDADES EN "EVALUACIÓN ANALÍTICA DE TRATAMIENTOS DE AGUAS Y ANÁLISIS AMBIENTAL"	14
2.2.1 Descripción de la unidad	14
2.2.2 Líneas estratégicas del grupo	14
2.2.3 Investigadores principales del grupo	14
2.2.4 Resumen de la actividad desarrollada en CIESOL durante 2016	15
2.2.5 Incorporación de personal: becas, contratos pre y post doctorales	16
2.2.6 Producción Científica	17
2.2.7 Miembros del grupo	18
2.2.8 Proyectos vigentes durante 2016	19
2.2.9 Transferencia y Actividades Complementarias	21
2.2.10 Proyectos solicitados durante 2016	21
2.2.11 Otros	22
2.3 ACTIVIDADES EN "TECNOLOGÍAS AVANZADAS PARA LA REGENERACIÓN DE AGUAS"	23
2.3.1 Descripción de la unidad	23
2.3.2 Líneas estratégicas del grupo	23
2.3.3 Investigadores principales del grupo	23
2.3.4 Resumen de la actividad desarrollada en CIESOL durante 2016	24
2.3.5 Incorporación de personal: becas, contratos pre y post doctorales	25
2.3.6 Producción Científica	25
2.3.7 Miembros del grupo	27
2.3.8 Proyectos vigentes durante 2016	28
2.3.9 Transferencia y Actividades Complementarias	31
2.3.10 Proyectos solicitados durante 2016	31
2.3.11 Otros	32
2.4 ACTIVIDADES EN MODELADO Y CONTROL AUTOMÁTICO	33
2.4.1 Descripción de la unidad	33
2.4.2 Líneas estratégicas del grupo	33
2.4.3 Investigadores principales del grupo	33

2.4.4 Resumen de la actividad desarrollada en CIESOL durante 2016	34
2.4.5 Incorporación de personal: becas, contratos pre y post doctorales	35
2.4.6 Producción Científica	36
2.4.7 Miembros del grupo	39
2.4.8 Proyectos vigentes durante 2016	42
2.4.9 Transferencia y Actividades Complementarias	48
2.4.10 Proyectos solicitados durante 2016	50
2.4.11 Otros	50
2.5 ACTIVIDADES EN EVALUACIÓN DEL FRIO SOLAR	54
2.5.1 Descripción de la unidad	54
2.5.2 Líneas estratégicas del grupo	54
2.5.3 Investigador principal del grupo	54
2.5.4 Resumen de la actividad desarrollada en CIESOL durante 2016	55
2.5.5 Incorporación de personal: becas, contratos pre y post doctorales	55
2.5.6 Producción Científica	55
2.5.7 Miembros del grupo	56
2.5.8 Proyectos vigentes durante 2016	57
2.5.9 Transferencia y Actividades Complementarias	61
2.5.10 Proyectos solicitados durante 2016	61
2.6 ACTIVIDADES EN DESALACIÓN Y FOTOSÍNTESIS	62
2.6.1 Descripción de la unidad	62
2.6.2 Líneas estratégicas del grupo	62
2.6.3 Investigadores principales del grupo	62
2.6.4 Resumen de la actividad desarrollada en CIESOL durante 2016	63
2.6.5 Incorporación de personal: becas, contratos pre y post doctorales	64
2.6.6 Producción Científica	65
2.6.7 Miembros del grupo	67
2.6.8 Proyectos vigentes durante 2016	68
2.6.9 Transferencia y Actividades Complementarias	83
2.6.10 Proyectos solicitados durante 2016	83
3. INFRAESTRUCTURAS Y CAPACIDADES CIENTÍFICO-TECNOLÓGICAS DEL CENTRO	84
3.1 INSTALACIONES E INFRAESTRUCTURAS DEL ÁREA DE APROVECHAMIENTO QUÍMICO DE LA ENERGÍA SOLAR	84
3.2 INSTALACIONES E INFRAESTRUCTURAS DEL ÁREA DE APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DE LA ENERGÍA SOLAR	87
4. COMITÉS Y RESPONSABLES DE ACTIVIDADES.	89
4.1 DIRECCIÓN DEL CENTRO	89
4.2 RESPONSABLES DE ACTIVIDADES	89
4.3 COMITÉ DE COORDINACIÓN Y SEGUIMIENTO	90
4.4 COMITÉ CIENTÍFICO	90

0. INTRODUCCIÓN

CIESOL recoge la experiencia de más de 20 años de colaboración entre grupos de investigación de la Universidad de Almería y de la Plataforma Solar de Almería. Nace de la necesidad de entendimiento entre estas dos instituciones. Esta relación UAL-PSA se consolidó formalmente en abril de 2005 con la firma de un convenio entre la Universidad de Almería y el CIEMAT-PSA para la creación de una estructura estable en forma de centro de investigación conjunto. El funcionamiento del centro se rige por este convenio UAL-CIEMAT, recientemente prorrogado por 10 años.

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.

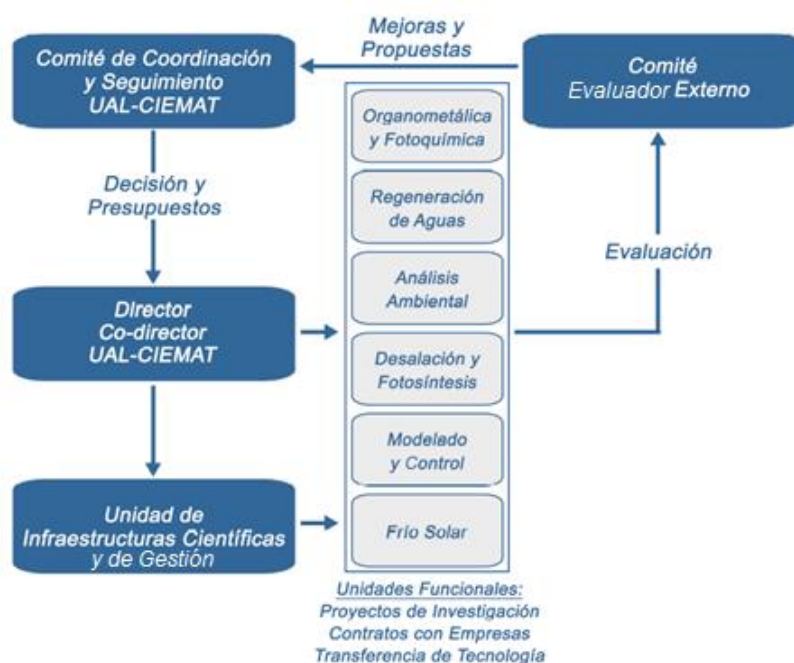


Figura 1. Esquema funcional de CIESOL.

El Comité de Coordinación y Seguimiento 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 Antonio Posadas Chinchilla (Vicerrector de Investigación) y Manuel Berenguel Soria por la UAL y Sixto Malato Rodríguez (Director de la Plataforma Solar de Almería) y Eduardo Zarza Moya por la PSA. El Equipo de Dirección consta de un director y un subdirector, pertenecientes a UAL y PSA (y

viceversa) por periodos de tres años. En la actualidad el director es José Antonio Sánchez Pérez de la UAL y de la PSA Sixto Malato Rodríguez es subdirector. Respecto al CEE, está compuesto por Rafael van Grieken, ex-director de ANECA y actualmente Consejero de Educación, Juventud y Deporte de la Comunidad de Madrid, María Luisa Castaño, Directora General de Innovación y Competitividad (MINECO, Gobierno de España), David Serrano, Director del IMDEA ENERGÍA de Madrid y Sebastián Dormido, Catedrático de Informática y Automática de la UNED (Doctor Honoris Causa por la UAL). En la figura 1 se muestra el esquema funcional del centro.

A continuación se describen brevemente las seis Unidades Funcionales.

Organometálica y fotoquímica. El interés inicial de esta Unidad Funcional, la síntesis de catalizadores metálicos para la mediación de reacciones fotoquímicas en agua, se ha ido extendiendo a otras áreas como la foto-generación de hidrógeno o la transformación de moléculas pequeñas mediante radiación solar. Los investigadores principales son Antonio Manuel Romerosa Nieves (UAL) y Christoph Richter (DLR-PSA), siendo las líneas estratégicas de actuación:

- 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.
- Transformación de fósforo blanco en rojo, utilizando radiación solar como fuente de energía.

Regeneración de aguas. Esta Unidad Funcional centra su actividad en el estudio de la fotocatálisis solar para la eliminación de sustancias tóxicas y la desinfección de aguas, así como su combinación con métodos biológicos avanzados. 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. Los investigadores principales son José Antonio Sánchez Pérez (UAL) y Manuel Ignacio Maldonado Rubio (PSA), siendo las líneas estratégicas de actuación:

- Aplicación de foto-Fenton solar a la descontaminación de aguas tóxicas y a la eliminación de microcontaminantes y desinfección de aguas depuradas (regeneración)
- Optimización de la operación y desarrollo de nueva tecnología para foto-Fenton. Economía del agua

Análisis Ambiental. 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, reutilización. Las investigadoras principales son Ana Agüera López (UAL) e Isabel Oller Alberola (PSA), siendo las líneas estratégicas de actuación:

- Desarrollo de métodos analíticos avanzados para la caracterización de efluentes complejos y su aplicación al seguimiento de microcontaminantes orgánicos durante los tratamientos.
- Identificación de productos de transformación generados durante los tratamientos y establecimiento de rutas de degradación. Estudio de la calidad de las aguas regeneradas.

Desalación y Fotosíntesis. El grupo desarrolla dos líneas paralelas 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 usualmente 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. Los investigadores principales son José M. Fernández Sevilla (UAL) y Guillermo Zaragoza del Águila (PSA), siendo las líneas estratégicas de actuación:

- Sistemas basados en energía solar y membranas para desalación y tratamiento de efluentes.
- Desarrollo de fotobiorreactores para la producción de microalgas y obtención de productos de valor.

Modelado y control. Entre sus ámbitos de trabajo, la energía solar tiene un papel destacado, especialmente la participación de investigadores de la UAL en el desarrollo algunos de los sistemas SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) de lazos 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 y la eficiencia energética en la edificación. Los investigadores principales son Manuel Berenguel Soria (UAL) y Luis José Yebra Muñoz (PSA), siendo las líneas estratégicas de actuación:

- Modelado y control de plantas termosolares. Modelado y control de fotobiorreactores
- Eficiencia energética y control de confort en edificios. Redes energéticas inteligentes.

Frío Solar. Formado en el año 2006 a raíz del Proyecto Singular Estratégico sobre Arquitectura Bioclimática y Frío Solar (ARFRISOL), su principal actividad es la evaluación y predicción del recurso solar. Su investigador principal es Francisco Javier Batlles Garrido (UAL). Las líneas estratégicas de actuación son:

- Teledetección. Optimización de cámaras de cielo.
- Diseño y optimización de plantas de refrigeración y calefacción solar. Trigeneración

Objetivos, ámbitos de investigación y alcance

En el convenio de creación, se consideraron los siguientes fines y objetivos de la colaboración institucional UAL-CIEMAT en CIESOL:

- Participar con su esfuerzo y dedicación en un mayor desarrollo de la investigación en energía solar y sus aplicaciones medioambientales, en bien de la investigación científica en general y de la proyección industrial y tecnológica de la misma.
- Desarrollar diferentes líneas de investigación en un espacio común, situado en la UAL, que permitirá disponer de instalaciones de uso compartido para que el personal investigador de ambas Entidades realice su labor en proyectos conjuntos.
- Apoyar e intensificar la actividad investigadora que va aneja a la docencia superior de la UAL y de los grupos de investigación de CIEMAT-PSA, que forman parte de CIESOL.
- Facilitar a los jóvenes graduados el acceso a la investigación, así como la formación y promoción del personal adscrito al CIESOL.
- Potenciar las relaciones con otros centros nacionales e internacionales para promover una mayor conexión en áreas afines.

- Promover e impulsar las relaciones científicas de carácter internacional en el ámbito de la investigación en energía solar con objeto de fomentar el intercambio de experiencias con científicos de otros países.

Respecto a los ámbitos de investigación, CIESOL desarrolla sus actividades en los siguientes campos (según la nomenclatura de la UNESCO):

- Control automático [3311-01, 3311-02, 3311-05, 3311-15]
- Arquitectura bioclimática [3305-01, 3305-14, 3305-22, 3305-90]
- Química ambiental [2391]
- Control de la contaminación y tratamiento de aguas físico-químico y biológico [3308-8, 3308-06, 3308-10, 2508-11, 3302-90]
- Desalación mediante destilación [3328-07]
- Síntesis fotoquímica y organometálica [2210-22, 2303-21]
- Medida de la radiación solar [2106-01, 2202-06]
- Ciencia de los materiales [3312]
- Educación de nivel superior.

El alcance de las actividades de CIESOL puede concretarse en:

- Participar en convocatorias de la Unión Europea y del Plan Nacional de I+D, tanto de proyectos de investigación como de demostración.
- Fomentar la colaboración con empresas relacionadas con la energía y el medioambiente.
- Desarrollar patentes de innovaciones tecnológicas que faciliten el desarrollo industrial de Almería y, por extensión, de Andalucía.
- d) Realizar seminarios y cursos dedicados a los diferentes temas relacionados con el aprovechamiento de la Energía Solar, tales como: la producción de electricidad, evaluación y predicción del recurso solar, desalación solar, desarrollo de nuevos materiales, tratamiento de aguas, fotocátalisis, reacciones fotoquímicas y química organometálica.
- Aquellas otras actividades que pudieran ayudar a la consecución de los objetivos perseguidos.

1. RESUMEN EJECUTIVO

Por su actividad, CIESOL se sitúa como un centro pujante y dinámico, aumentando el número de publicaciones y proyectos como fruto del esfuerzo de sus investigadores. En la figura 2 se resumen los logros más representativos desde su creación, que sitúan al CIESOL en el panorama científico internacional.

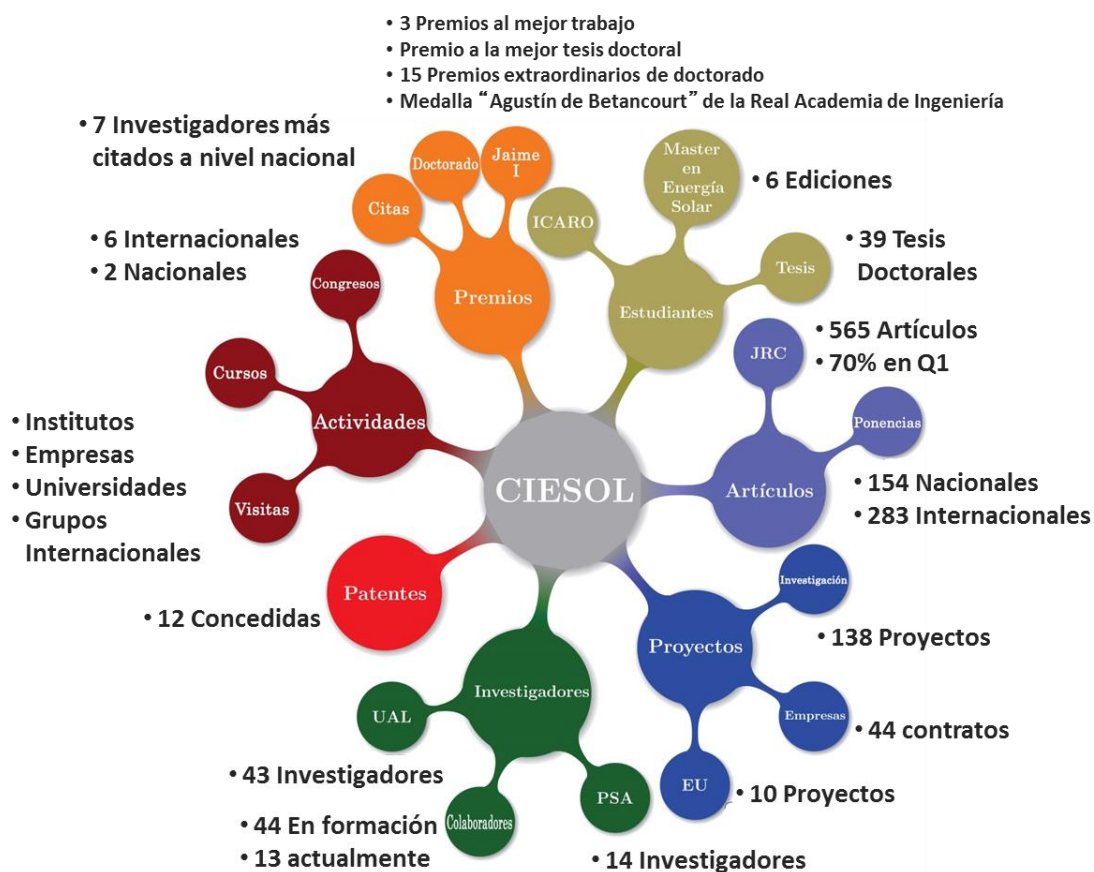


Figura 2. Producción científica del Centro de Investigación en Energía Solar

Durante 2016, 71 investigadores han participado en proyectos y contratos adscritos al CIESOL, 22 de ellos con ubicación permanente en sus laboratorios y despachos a lo largo de este periodo. Las actividades de estos investigadores han estado enmarcadas en 19 proyectos de convocatorias competitivas oficiales (Plan Nacional de Investigación y Programa Andalúz de Incentivos a los Agentes del Conocimiento), 6 contratos con empresas e instituciones, 8 proyectos europeos y 6 patentes. En 2016 se han solicitado 10 nuevos proyectos.

En cuanto a la producción científica correspondiente a 2016, se ha alcanzado un total de 96 publicaciones indexadas en el *Journal Citation Report*. Todas las unidades han participado en congresos y reuniones científicas nacionales (10) e internacionales (46) con un total de 124 contribuciones.

También es destacable la financiación obtenida mediante los proyectos citados, cerca de 2.102.910 € en 2016, marcadamente superior a los 955.833 € de 2015 y 1.180.461 € de 2014. Todo este esfuerzo no sería posible sin la confluencia de objetivos entre la UAL y el CIEMAT.

No debe pasarse por alto que uno de los resultados más relevantes de la colaboración UAL-PSA durante 2016 ha sido la lectura de 5 tesis doctorales de alumnos de la UAL codirigidas por investigadores de UAL y PSA, y que aseguran la continuidad y la difusión del conocimiento generado, pues doctores formados en CIESOL se encuentran trabajando en centros de investigación de prestigio de diferentes países en todo el mundo.

Junto a la información detallada que se hará en los siguientes capítulos por parte de las unidades funcionales y de los servicios técnicos, en este resumen inicial de las actividades a lo largo de 2016 se destacan los siguientes hitos:

Participación en redes

- Grupo de Trabajo "WG5: Wastewater reuse" (NORMAN W604002510)
- European COST Action titulada: 'NEW AND EMERGING CHALLENGES AND OPPORTUNITIES IN WASTEWATER REUSE (NEREUS)' (RED COST Action ES1403).
- RED CONSOLIDER TRAGUA (CTM2014-53485-REDC)
- European Network on Smart Inorganic Polymers (RED COST Action COST CM1302)
- Red Temática Nuevos materiales y reactores fotocatalíticos para la eliminación de microcontaminantes y patógenos, FOTOCAT (CTM2015-71054-REDT)
- European Robotics Research Network EURON
- Red Temática de Ingeniería de Control. Acción especial del Plan Nacional. DPI2014-51731-REDT

Premios recibidos durante 2016:

- Medalla "Agustín de Betancourt" de la Real Academia de Ingeniería en su 7ª Edición de Premios Investigadores y Profesionales para el investigador de CIESOL José Luis Guzmán Sánchez. Estos premios de investigación están destinados a investigadores en ingeniería y a profesionales jóvenes que hayan realizado labores de innovación, contribuciones profesionales notorias u obra singular en cualquiera de los ámbitos profesionales de la ingeniería española.
- Premio al mejor trabajo en Ingeniería del congreso SNIH16 II Simposio Nacional de Ingeniería Hortícola "Automatización y TICS en agricultura", otorgado por la Sociedad Española de Agroingeniería a la comunicación titulada "Control predictivo para satisfacer la demanda de agua en un invernadero mediante un sistema de desalación solar", realizado por L. Roca, J.A. Sánchez, F. Rodríguez, J. Bonilla, A. de la Calle y M. Berenguel

Actividades de difusión y transferencia de la investigación:

Dentro del interés por la difusión y transferencia de la investigación, en el año 2016 CIESOL ha participado activamente en:

- Diversas jornadas de transferencia de tecnología y numerosas conferencias invitadas.
- Organización de la Jornada "Confort y Edificación Sostenible, una respuesta desde la Automática y las Micro-Redes Energéticas"
- Semana Europea de la Robótica. Noviembre 2016.
- Creación y actividades asociadas al Club de Robótica de la UAL: Participación en la Semana de la Ciencia, charlas en Institutos, 2016.
- Participación en el proyecto europeo Researcher's Square (RESSQUA) para la organización de la Noche Europea de los Investigadores, 26 septiembre 2016.
- Participación en y organización de grupo temático de Ingeniería de Control, 7-9 septiembre 2016.
- Estancia en el mes de julio en la Universidad de Antofagasta (Chile) donde se presentaron impartieron diversos seminarios y conferencias.

Todo esto se expone con más detalle en el apartado de transferencia y actividades complementarias de cada unidad funcional.

Respecto a la gestión del centro, durante 2016 se ha elaborado un Reglamento de Régimen Interno en cumplimiento del Reglamento de Centros de Investigación de la Universidad de Almería, aprobado por su Consejo de Gobierno el 28 de septiembre de 2016. En el ámbito de Riesgos Laborales, se ha revisado y adecuado la infraestructura del centro e impartido un curso específico para el personal. El CIESOL también ha tenido un protagonismo significativo en la propuesta y elaboración del Máster oficial en Energía Solar de la Universidad de Almería que comenzará a impartirse en el curso 2017/2018.

Por otro lado, el centro ha contado con numerosas estancias de investigadores, entre ellos, dos investigadoras de Méjico (2 meses cada una), dos investigadores de Italia (1 mes), dos investigadores de la República Checa (1 mes), dos investigadora de Túnez (3 meses), etc. Todo esto queda también detallado en cada una de las unidades.

A continuación se detallan las actividades desarrolladas por cada Unidad Funcional.

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

2.1 ACTIVIDADES EN "QUÍMICA SOSTENIBLE: ORGANOMETÁLICA Y FOTOQUÍMICA"

2.1.1 Descripción de la unidad

Esta unidad se compuso en 2016 de 10 miembros (tres profesores universitarios, 5 investigadores, 1 contrato predoctoral 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 fluidos intercambios 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 (> 200 artículos en revistas químicas de impacto internacionales). Sus intereses iniciales, la síntesis de catalizadores metálicos para la mediación de reacciones fotoquímicas en agua, se ha 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 radiación solar.

2.1.2 Líneas estratégicas del grupo

- 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 en energía solar como fuente de energía.

2.1.3 Investigadores principales del grupo

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, (Florenia, 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 125 artículos internacionales, 13 patentes españolas e internacionales y más de 220 presentaciones en congresos nacionales e internacionales. Ha sido responsable de más de 19 proyectos de investigación nacionales, autonómicos y europeos, así como dirigido 15 tesis doctorales, encontrándose dirigiendo 3 más. Es responsable del grupo de la Junta de Andalucía FQM-317.

Christoph Richter (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 2016

Durante el 2016 el grupo se ha reestructurado al incorporar entre sus miembros a un investigador doctor y diversos alumnos de grado y máster. Como logros cabe destacar la defensa de cuatro tesis doctorales, la publicación de artículos en las mejores revistas del área de química, química inorgánica y materiales (una de ellas referenciada por la revista Nature como una de las contribuciones más relevantes de la U. de Almería), y la obtención de dos patentes de invención. Reciente mente se ha obtenido un proyecto de la AACI para el desarrollo de países latinoamericanos que junto con contratos con empresas, le permitirá continuar su actividad investigadora los próximos años.

2.1.5 Incorporación de personal: becas, contratos pre y post doctorales

Durante 2016 se incorporó un investigador postdoctoral, uno predoctoral (estable y con beca), cuatro estudiantes de grado y uno de máster. Desafortunadamente para el grupo, el estudiante de máster abandonó el grupo al conseguir una beca de proyecto en otro grupo del CIESOL-PSA, lo que evidentemente fue muy positivo para dicho estudiante. El grupo ha recibido a dos estudiantes tunecinas durante 6 meses así como un estudiante ecuatoriano durante 2 meses.

2.1.6 Producción científica

Artículos

- Evaluation of catalytic activity of $[\text{RuClCp}(\text{dmoPTA})(\text{PPh}_3)](\text{OSO}_2\text{CF}_3)$ in the isomerization of allylic alcohols in water (dmoPTA = 3,7-dimethyl-1,3,7-triaza-5-phosphabicyclo[3.3.1]nonane). *Journal of Molecular Catalysis A: Chemical*, 2016, 411, pp 27-33.
- Ruthenium complexes containing 2,2'-bipyridine and PTA (PTA = 1,3,5-triaza-7-phosphaadamantane). *European Journal of Inorganic Chemistry*, 2016, pp1528–1540.
- Amorphization of a Ru-Ru-Cd-Coordination-Polymer at Low Pressure. *ChemistrySelect* 2016, 5, pp 901–905.
- One-pot three-component Biginelli-type reaction to synthesize 3,4-dihydropyrimidine-2-(1H)-ones catalyzed by Co phthalocyanines: Synthesis, characterization, aggregation behavior and antibacterial activity. *Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy*, 2016, 167, pp 165–174.
- Synthesis and antiproliferative activity of $[\text{RuCp}(\text{PPh}_3)_2(\text{HdmoPTA})](\text{OSO}_2\text{CF}_3)_2$ (HdmoPTA = 3,7-H-3,7-dimethyl-1,3,7-triaza-5-phosphabicyclo[3.3.1]nonane). *Inorganic Chemistry*, 2016, 55(16), pp 7820-7822.

- Convenient synthesis of novel unmetalled and metallophthalocyanines bearing coumarin derivatives: synthesis, characterization, aggregation behaviors and antimicrobial activity. *Journal of Inclusion Phenomena and Macrocyclic Chemistry (Journal of Inclusion Phenomena and Macrocyclic Chemistry)*, 2016, 86, pp 201-210
- Synthesis, characterization and theoretical study of the complexes [RuCp(8MTT-κS)LL'] (8MTT = 8-methylthio-theophyllinate; L,L' = PTA, mPTA; L = mPTA, L' = PPh₃; PTA = 1,3,5-triaza-7-phosphaadamantane, mPTA = N-methyl-1,3,5-triaza-7-phosphaadamantane). *Inorganica Chimica Acta*, 2017, 455, pp 557-567.
- Easy synthesis and water solubility of ruthenium complexes containing PPh₃, mTPPMS, PTA and mPTA, (mTPPMS = meta-triphenylphosphine monosulfonate, PTA = 1,3,5-triaza-7-phosphaadamantane, mPTA = N-methyl-1,3,5-triaza-7-phosphaadamantane). *Inorganica Chimica Acta*, 2017, 455, pp 528-534.

Capítulo de libro

- Libro: Non-covalent Interactions in the Synthesis and Design of New Compounds. Capítulo: Non-covalent interactions of water with metal complexes in solution. John Wiley & Sons, Inc. 2016, pp 85-99. ISBN: 978-1-119-10989-1.

Congresos

- XII Congreso de Estudiantes de la Sección de Química. 11-13 de abril de 2016, La Laguna, Tenerife, España.
- 17ª Reunion científica plenaria de química inorgánica 11ª Reunión científica plenaria de química del estado sólido, 19-22 junio 2016, Torremolinos, Málaga, España.
- XXXIV GEQP Congress Organometallic Chemistry Group, 7-9 septiembre 2016, Girona, España
- 13th European Workshop on Phosphorus Chemistry. 7-9 marzo 2016, Berlin, Germany.
- 42nd International Conference on Coordination Chemistry (ICCC 2016). 3-8 julio 2016, Brest, France.
- 3rd European Conference on Smart Inorganic Polymers (3rd EUSIPs). 12-14 septiembre 2016, Porto, Portugal.
- II Congreso Internacional de Ciencia y Tecnología. Universidad Técnica de Machala, 23-25 noviembre de 2016, Machala, Ecuador

Patentes

TÍTULO: Aditivación de resinas epoxi mediante complejos poliméricos Homo y Heterometálicos con 1,3,5-triaza-7-fosfaadamantanofosfina y sus derivados.

NÚMERO DE PATENTE: P201600099 (P2016-91000000060) (26/01/2016)

SOLICITANTE: Universidad de Almería/Universidad de La Laguna

Organización de congresos

--

2.1.7 Miembros del grupo

Antonio Manuel Romerosa Nievas



Catedrático de Química Inorgánica
UAL
romerosa@ual.es
(+34) 950 015 305
http://cvirtual.ual.es/webual/jsp/investigacion/nuevo/plnicio.jsp?id_grupo=FQM317

Christoph Richter



Investigador, Director del DLR en la PSA
DLR-PSA CIEMAT
christoph.richter@dlr.de
+(34) 950 271 486
http://www.dlr.de/sf/en/desktopdefault.aspx/tabid-7176/11942_read-28189/

Pablo Antonio Lorenzo Luis



Profesor Titular Química Inorgánica
Univ. La Laguna
plorenzo@ull.es

Isaac de los Rios Hierro



Profesor Titular Química Inorgánica
Univ. Cádiz
isaac.delosrios@uca.es

Gaspar Francisco Segovia



Investigador
UAL Tecnova
gfst75@gmail.com

Franco Scalambra



Investigador Doctor
UAL
fs649@inlumine.ual.es

Cristóbal Saraiba Bello



Investigador Doctor
UAL
saraiba@ual.es

Sonia Mañas Carpio



Investigador Doctor
UAL
smcarpio@ual.es

Zenaida Mendoza



Investigador Predoctoral
Univ. La Laguna-UAL
zeni_reni7@hotmail.com

Lourdes Sánchez



Investigador Doctor
UAL-CTAP
mlourdes6@hotmail.com

2.1.8 Proyectos vigentes durante 2016

2.1.8.1 Polimeros poliheteroorganometalicos fluorescentes solubles en agua.

Participantes:

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

Contactos:

A. Romerosa Nievas (romerosa@ual.es)

Fuente de financiación:

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

Duración prevista:

Enero 2016 - Diciembre 2018

Situación:

En curso.

Resumen

El proyecto se dirige es el 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. El objetivo último es obtener un sensor que cambie su respuesta optica en función de la presencia de explosivos comunes tanto en disolución como en vapor.

2.1.8.2 Purificación de agua mediante carbón activo proveniente de la cáscara de arroz.

Participantes:

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

Contactos:

A. Romerosa Nievas (romerosa@ual.es)

Fuente de financiación:

H. Consejo Universitario de Ecuador N° 396/2016

Duración prevista:

Octubre 2016 - Octubre 2017

Situación:

En curso.

Resumen

El proyecto pretende crear un medio para evitar dos problemas graves que sufre al población de la región de Machala (Ecuador): 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. Con este proyecto se pretende desarrollar un método que permita convertir la cáscara del arroz en carbón activo que puede purificar el agua. 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. La participación de una de las más

importantes Cooperativas del Arroz de la región (PROASEM) garantiza el acceso adecuado a la materia prima y muestra el interés del tejido económico de la zona.

2.1.9 Transferencia y Actividades Complementarias

--

2.1.10 Proyectos solicitados durante 2016

Convocatoria 2016 de la Agencia Andaluza de Cooperación Internacional para el Desarrollo. Carbón activo proveniente de la cáscara de arroz y su uso en la purificación de agua. Investigador principal Antonio Manuel Romerosa Nieves, colaborador, Prof. Freddy Pereira Guanuche en la U. de Machala.

2.1.11 Otros

El artículo "Synthesis and Antiproliferative Activity of $[\text{RuCp}(\text{PPh}_3)_2(\text{HdmoPTA})](\text{OSO}_2\text{CF}_3)_2(\text{HdmoPTA} = 3,7\text{-H-3,7-Dimethyl-1,3,7-triazol-5-phosphabicyclo[3.3.1]nonane})$ " [article/10.1021/acs.inorgchem.6b01207](https://doi.org/10.1021/acs.inorgchem.6b01207), Inorganic Chemistry (2016-07-27)" fue seleccionado como un TOP ARTICLE por el índice de calidad NATURE PUBLICATION INDEX, dependiente de la revista Nature.

2.2 ACTIVIDADES EN “EVALUACIÓN ANALÍTICA DE TRATAMIENTOS DE AGUAS Y 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 se remonta a 1998, año en el que se publica el primer trabajo conjunto. Desde entonces se ha colaborado activamente en proyectos nacionales e internacionales y se cuenta con más de 40 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 del grupo

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 del grupo

Ana Agüera López (Scopus Author 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 más de 25 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 20 proyectos de investigación competitivos nacionales e internacionales, en 6 de ellos como investigadora principal. Es co-autora de 2 patentes y 117 publicaciones científicas en revistas internacionales indexadas (h-index=45, marzo 2016). Ha co-dirigido 7 tesis doctorales y participado en más de 150 comunicaciones a congresos. Es autora de 3 libros y 11 capítulos de libro y ha participado en la organización de 7 congresos de carácter internacional.

Isabel Oller Alberola (Scopus Author 8415190600)

Es investigadora de la Unidad de Tratamientos Solares del Agua de la Plataforma Solar de Almería (CIEMAT), Licenciada en Ingeniería Química por la Universidad de Granada (2002) y Doctora por la Universidad de Almería (2008). Cuenta con más de 10 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). Dentro de su producción científica cabe destacar que es autora de 1 libro en Editorial Nacional y co-autora de 10 capítulos de libros de Editorial Internacional. Además es co-autora de 87 publicaciones en revistas científicas internacionales con índice de impacto y más de 80 contribuciones a Congresos y Simposios internacionales hasta la fecha (enero 2017). Además, ha participado como profesora en cursos nacionales e internacionales relacionados con el Tratamiento Avanzado de Aguas Residuales. H-index (enero 2017): 30

2.2.4 Resumen de la actividad desarrollada en CIESOL durante 2016

Una de las actividades que se han desarrollado en la unidad funcional a lo largo del año 2016 y que se encuadra en el marco del proyecto de la Junta de Andalucía (P12-RNM-1739) corresponde a la caracterización del fango activo de una EDAR mediante PCR y su comparación con la población bacteriana que se desarrolla en un reactor de lecho fluidizado cuando el fango activo se aclimata a un agua compleja parcialmente tratada mediante un proceso de oxidación avanzada. El procedimiento seguido para llevar a cabo el análisis del ADN del fango activo por PCR se resume en la figura 1.

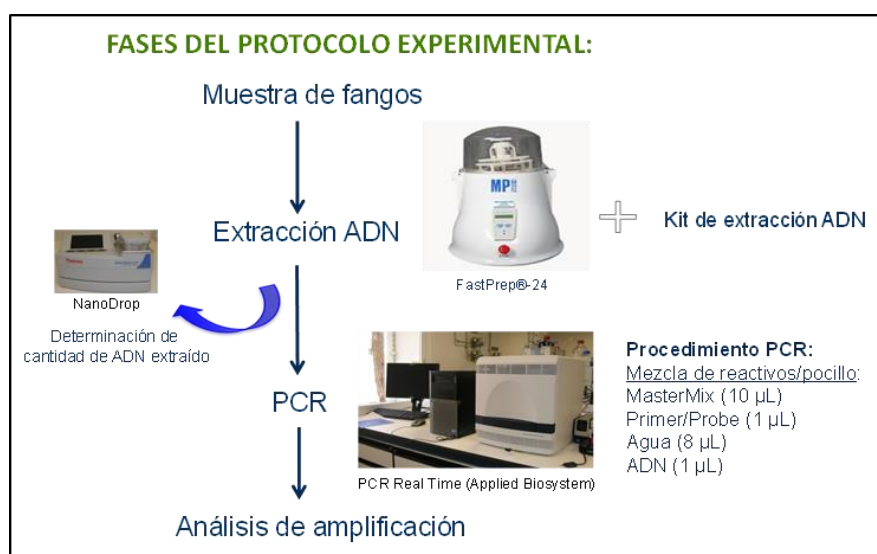


Figura 1. Fases del protocolo experimental para el análisis de ADN por PCR.

En este estudio se ha aclimatado la biomasa fijada sobre los soportes de un reactor biológico de lecho fluidizado al tratamiento de un lixiviado de vertedero parcialmente oxidado mediante foto-Fenton solar. La evaluación de la población bacteriana en el reactor de lecho fluidizado se llevó a cabo también mediante PCR, analizando no sólo las muestras del sobrenadante (en las que se comprueba que la concentración de bacterias es mínima) sino también la biomasa adherida a los soportes siguiendo el procedimiento de extracción que se detalla en la figura 2. De los resultados obtenidos se puede concluir que la concentración de bacterias nitrificantes se mantiene en los soportes respecto a las que estaban en suspensión en el fango de la EDAR municipal, mientras que la cantidad de bacterias generales se reduce un log. Para ver con más detalle las especies microbianas presentes en la biomasa adherida a los soportes

será necesario acudir a la técnica de secuenciación masiva. Una vez conocidas las especies microbianas mayoritarias se podrán diseñar sistemas de tratamientos biológicos específicos para determinados tipos de aguas complejas con la consiguiente reducción de costes respecto a la aplicación de otras tecnologías de oxidación más caras.

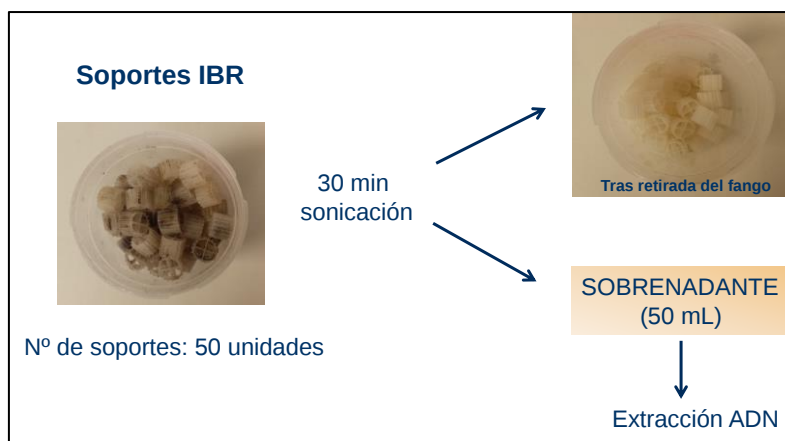


Figura 2. Fases del protocolo experimental para la extracción del ADN de la bio-película que se encuentra adherida a los soportes del reactor biológico fluidizado.

Se ha seguido trabajando en la caracterización de las aguas procedentes del cocido del corcho. Dada la dificultad para la identificación de los contaminantes presentes en estas aguas tan complejas, se ha recurrido a la aplicación de técnicas ómicas. Para ello se ha propuesto una estrategia integrada que incluye la preparación de la muestra (fraccionamiento mediante SPE), diferentes condiciones de separación en LC (columnas HILIC y C18), análisis estadístico de datos obtenidos mediante espectrometría de masas de alta resolución (análisis de componentes principales mediante MarkerViewer®) y empleo de bases de datos (Chemspider) para identificar posibles marcadores de un tratamiento específico.

Finalmente se ha seguido trabajando en el desarrollo y validación de nuevos métodos de análisis (pesticidas, antibióticos) que permitan ampliar el ámbito de nuestro laboratorio.

Asimismo, y siguiendo con la línea de investigación sobre el impacto de los contaminantes presentes en las aguas regeneradas destinadas a prácticas de reuso, se han realizado ensayos con el fin de ampliar conocimientos acerca del comportamiento de la carbamazepina (fármaco frecuentemente encontrado en efluentes de EDAR) y de sus posibles productos de transformación en el sistema suelo-planta, de forma que se pueda establecer el efecto de los tratamientos y el riesgo asociado a los productos de transformación generados durante los mismos. Parte de este trabajo, se ha realizado durante la estancia de investigación de Dña. Ana Belén Martínez Piernas en el Water Research Institute of Italian National Research Council (CNR-IRSA) en Bari (Italia).

2.2.5 Incorporación de personal: becas, contratos pre y post doctorales

En 2016 se ha incorporado a la unidad Dña. Ana Isabel Lorenzo Flores, como personal contratado en el marco del proyecto REAQUA. Realiza su formación predoctoral en CIESOL bajo la dirección de la Dra. Ana Agüera y el Dr. José Antonio Sánchez.

Se ha incorporado asimismo el Dr. Leonidas Armando Pérez Estrada, contratado Ramón y Cajal en la PSA. El Dr. Pérez Estrada procede de la Universidad de Alberta (Canadá) y posee una amplia experiencia analítica.

Durante esta anualidad también se ha apoyado la solicitud de un contrato posdoctoral HIPATIA 2016 y de una beca predoctoral en el Plan Propio de Investigación de la UAL.

2.2.6 Producción Científica

Artículos

- Pilot-plant evaluation of TiO₂ and TiO₂-based hybrid photocatalysts for solar treatment of polluted water. *Journal of Hazardous Materials*, 2016, 320, pp. 469-478.
- Enhancement of the Fenton and photo-Fenton processes by components found in wastewater from the industrial processing of natural products: The possibilities of cork boiling wastewater reuse. *Chemical Engineering Journal*, 2016, 304, pp. 890-896.
- Cork boiling wastewater treatment and reuse through combination of advanced oxidation technologies. *Environmental Science and Pollution Research*, 2016, pp. 1-12. Article in Press.
- Strategies for reducing cost by using solar photo-Fenton treatment combined with nanofiltration to remove microcontaminants in real municipal effluents: Toxicity and economic assessment. *Chemical Engineering Journal*. 2016 Article in Press.
- Ecotoxicity evaluation of a WWTP effluent treated by solar photo-Fenton at neutral pH in a raceway pond reactor. *Environmental Science and Pollution Research*, 2016, pp. 1-12. Article in Press.
- Ozonation, photocatalysis and photocatalytic ozonation of diuron: Intermediates identification. *Chemical Engineering Journal*, 2016, 292, pp. 72-81.
- Elimination of organic micro-contaminants in municipal wastewater by a combined immobilized biomass reactor and solar photo-Fenton tertiary treatment. *Journal of Advanced Oxidation Technologies*. 2016, In press
- Is the combination of nanofiltration membranes and AOPs for removing microcontaminants cost effective in real municipal wastewater effluents? *Journal Environmental Science: Water Research & Technology*, 2016, 2, pp. 511-520.

Capítulo de libro

- New challenges for the analytical evaluation of reclaimed water and reuse applications, 2016 *Handbook of Environmental Chemistry*, 44, pp. 7-47.

Congresos

- Non-target screening of organic chemicals for a comprehensive environmental risk assessment (Non-Target 2016) 29 mayo-3 junio, 2016, Ascona, Suiza .
- META-2016. 20-22 junio, 2016, Madrid, España
- 44th International Symposium on High Performance Liquid Phase Separation and Related Techniques. 19-24 Junio, 2016, San Francisco, California, USA
- 9th European Meeting on Solar Chemistry and Photocatalysis: Environmental Applications (SPEA9). 13-17 junio, 2016, Strasburgo, Alemania

2.2.7 Miembros del grupo

Ana Agüera López



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

Sixto Malato Rodríguez



Investigador titular OPI. Director PSA (CIEMAT)
CIEMAT-PSA
sixto.malato@psa.es
(+34) 950387940
www.psa.es

Ana Ruiz Delgado



Contratada pre-doctoral (Junta Andalucía)
PSA
ana.ruiz@psa.es
(+34) 950387990
www.psa.es

Maria Castro Alférez



Contratada pre-doctoral UAL-PSA
PSA
maria.castro@psa.es
(+34) 950387990
www.psa.es

Ana Martínez



Contratada pre-doctoral
UAL-CIEMAT
aaguera@ual.es
(+34) 950 214136
www.ciesol.com

Isabel Oller Alberola



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

Inmaculada Polo



Contratado doctor OPI
CIEMAT-PSA
inmaculada.polo@psa.es
(+34) 950387990
www.psa.es

Ricardo Sánchez



Contratado doctor OPI
CIEMAT-PSA
ricardo.sanchez@psa.es
(+34) 950387990
www.psa.es

Laura Ponce Robles



Contratada pre-doctoral FPI (MINECO)
CIEMAT-PSA
laura.ponce@psa.es
(+34) 950387990
www.psa.es

Marina Celia Campos Mañas



Contratada pre-doctoral
UAL
mcm029@inlumine.ual.es
(+34) 950214136
www.ciesol.com

Ana Lorenzo Flores

Contratada pre-doctoral
UAL
lorenzofloresana@gmail.com
(+34) 950 214136
www.ciesol.com

Leónidas Pérez Estrada

Investigador Contratado Ramón y Cajal
CIEMAT
lperez@psa.es
(+34) 950 387 800 ext.826
www.ciesol.com

2.2.8 Proyectos vigentes durante 2016

2.2.8.1 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 - Enero 2019. Ampliado

Situación:

En curso

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.

2.2.8.2 Reducción de costes del proceso foto-Fenton solar mediante reactores extensivos abiertos para la regeneración de aguas (REAQUA)

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. (CTQ2013-46398-R)

Duración prevista:

Enero 2014 – Diciembre 2016. Ampliado a Diciembre de 2017.

Situación:

En curso

Resumen:

La eliminación de contaminantes mediante foto-Fenton a muy baja concentración presenta nuevos retos científicos y tecnológicos. Debe profundizarse en el conocimiento de los mecanismos de reacción y en el seguimiento de los productos de transformación, pues los comportamientos cinéticos son distintos a los observados al tratar altas concentraciones de contaminantes. Además, las necesidades de irradiación son menores, alcanzando situaciones de saturación cinética a altas irradiancias (exceso de luz), por lo que cobra especial importancia la distribución de luz dentro del reactor. Se plantea el estudio de nuevas plantas de tratamiento que tengan en cuenta el área ocupada por los fotorreactores y el volumen de agua tratada por unidad de superficie. Además, el estudio económico se ha vuelto indispensable para que el proceso foto-Fenton alcance el ámbito comercial. Se propone la utilización de reactores abiertos tipo "raceway", por su bajo coste (inversión y operación) y por permitir modificar el paso óptico del reactor (profundidad) en función de la radiación solar incidente. Se pretende minimizar el coste total, maximizando el volumen de agua regenerada por unidad de superficie ocupada. Para ello, se prestará atención al estudio de las variables de operación, dosificación de reactivos y modo de operación, por lotes y en continuo (durante el día). Es de relevancia, el seguimiento analítico de los microcontaminantes y de sus productos de transformación durante los tratamientos. Para ello se utilizarán técnicas analíticas altamente sensibles y selectivas basadas en el empleo de la espectrometría de masas. Es también de interés para este proyecto el desarrollo de estrategias de seguimiento más simple y rápido de los procesos de tratamiento, por lo que se propondrá el empleo de trazadores de contaminación cuya identificación en los efluentes sea indicativa de un mal funcionamiento de los mismos.

Objetivos:

- Demostrar la viabilidad técnica y económica de los reactores "raceway" para la descontaminación, desinfección y regeneración de aguas residuales a escala piloto.
- Obtener las condiciones de operación más favorables para el sistema propuesto.
- Mejorar y validar nuevos métodos de análisis basados en espectrometría de masas que permitan una adecuada evaluación analítica de las aguas tratadas.
- Garantizar la eliminación de forma eficaz de los microcontaminantes y sus productos de transformación durante el tratamiento, a fin de obtener efluentes aptos para su reutilización en diferentes aplicaciones.

2.2.9 Transferencia y Actividades Complementarias

Participación en el **Grupo de Trabajo “WG5: Wastewater reuse”** (<http://www.norman-network.net/?q=node/106>) de la red NORMAN (Nº W604002510) - Network of reference laboratories, research centres and related organisations for monitoring of emerging environmental substances (<http://www.norman-network.net/>). Se está trabajando en una campaña de detección de genes resistentes a antibióticos en efluentes de plantas de tratamiento de aguas residuales europeas. Se está trabajando en la evaluación de los datos recopilados en las campañas de muestreo y se ha aprobado recientemente un nuevo plan de trabajo para 2017.

Participación en la **European COST Action titulada: ‘NEW AND EMERGING CHALLENGES AND OPPORTUNITIES IN WASTEWATER REUSE (NEREUS)’** (<http://www.nereus-cost.eu/>). La acción tiene como principal objetivo desarrollar una red multidisciplinar para determinar cuál de los desafíos actuales relacionados con la reutilización de aguas residuales son los más preocupantes en relación con la salud pública y la protección del medio ambiente, y cómo se pueden superar. El grupo participa activamente en la acción a través de los grupos de trabajo sobre “Absorción y translocación de microcontaminantes orgánicos y ARB/ARG en cultivos” (WG2) y “Tecnologías eficientes / económicamente viable para afrontar los retos actuales de la reutilización de aguas residuales” (WG4). En marzo de 2016, tuvo lugar el “**4th Management Committee and Working Groups Meeting**” en Malta. Fruto de la reunión se ha enviado a publicar un artículo de opinión titulado: “Two important limitations relating to the spiking of environmental samples with contaminants of emerging concern: How close to the real analyte concentrations are the reported recovered values?” y está en preparación un artículo de revisión sobre “Antibiotic-related microcontaminants in actual agricultural fields and realistic experimental conditions as a result of wastewater reuse: Fate and implications for plant uptake”. Asimismo se ha iniciado un estudio de detección de bacterias resistentes a antibióticos a nivel europeo, con el fin de adquirir conocimiento general sobre la dispersión de bacterias resistentes a antibióticos a través de los efluentes de EDAR. La unidad participa activamente en todas las actividades citadas.

Participación en la **RED CONSOLIDER TRAGUA** (CTM2014-53485-REDC), Programa Estatal de Fomento de la Investigación Científica y Técnica de Excelencia, Subprograma Estatal de Generación de Conocimiento, modalidad 3: Acciones de dinamización “Redes de Excelencia”, convocatoria de 2014. El Ministerio ha autorizado la **prórroga de ejecución** de TRAGUANET por otro año más, por lo que se prolongará su actividad hasta el 30 de noviembre de 2017.

2.2.10 Proyectos solicitados durante 2016

- Programa Interreg MED, 2014-2020. Closing the Urban Water Cycle in the Mediterranean area through sustainable utilization of urban wastewater. RE-WATER-MED. Liderado por la Technical University of Crete, School of Environmental Engineering (TUC). Participantes: CIESOL (España); University of Cyprus, Nireas International Water Research Center (UCY, Nireas); Region of Crete, Directorate of Environment and Spatial Planning (RegCrete), Grecia; Municipal Wastewater Treatment Plant (WWTP, Creta, Grecia); Rudjer Boskovic Institute, Division for Marine and

Environmental Research (RBI), Croacia; Jožef Stefan Institute (JSI), Eslovenia; Institute of Environmental Protection and Sensors (IOS), Eslovenia; Università degli Studi di Salerno, Department of Civil Engineering (UNISA), Italia; Water Services Corporation, Malta (WSC, Malta); Research Institute for Development (IRD), UMR 5569 HydroSciences, Montpellier (HSM), Francia; BIO-UV, <http://www.bio-uv.com/>, Francia.

- Convocatoria 2016 de proyectos de I+D+I, correspondientes al programa estatal de investigación, desarrollo e innovación orientada a los retos de la sociedad. 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 (CTQ2016-78255-R). Participantes: Unidades funcionales de "Análisis Ambiental" y de "Regeneración de aguas"

2.2.11 Otros

Estancia de investigación de Dña. Ana Belén Martínez Piernas en el Water Research Institute of Italian National Research Council (CNR-IRSA) en Bari (Italia) desde septiembre a diciembre de 2016 (3 meses) para realizar el trabajo de investigación de título "Behaviour of Carbamazepine and its transformation products in soil and lettuce grown under controlled conditions", financiado por el NEREUS Short-Term Scientific Mission (STSM) Programme.

2.3 ACTIVIDADES EN “TECNOLOGÍAS AVANZADAS PARA LA REGENERACIÓN DE AGUAS”

2.3.1 Descripción de la unidad

El personal del grupo de investigación forma parte también del grupo del Plan Andaluz de Investigación (PAI) “Ingeniería de bioprocesos y tecnologías del agua, BIO263” creado en 1999 en el seno del departamento de Ingeniería Química de la Universidad de Almería (UAL). Durante estos años, el grupo ha ido incrementando su actividad científica en el campo de la biotecnología de microalgas, en la fermentación de hongos filamentosos y, actualmente, en la depuración y descontaminación de aguas contaminadas con tóxicos persistentes. 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.

2.3.2 Líneas estratégicas del grupo

Estudio de la fotocatalisis solar para la eliminación de sustancias tóxicas y la 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 del grupo

José Antonio Sánchez Pérez (Scopus Author ID 7006076735)

Catedrático de Universidad. Departamento de Ingeniería. Químico Industrial (1988) y Doctor en Ciencias Químicas (1992) por la Universidad de Granada. Ha participado en quince proyectos de I+D de ámbito nacional e internacional, liderando ocho de ellos, así como en una docena de contratos con empresas. Ha dirigido catorce 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 120 publicaciones científicas en revistas internacionales.

Manuel Ignacio Maldonado Rubio (Scopus Author ID 7102035826)

Doctor en Ciencias Químicas por la Universidad de Almería (2001). Licenciado C. Químicas (Ing. Química) por la Universidad de Granada (1994). Master en Ciencias Medioambientales por el Instituto de Investigaciones Ecológicas (Málaga, 1999). Desde 2002 es investigador en el Área de Aplicaciones Medioambientales de la Energía Solar en la Plataforma Solar de Almería (CIEMAT). Su labor científica ha estado fundamentalmente centrada en Proyectos de I+D relacionados con la descontaminación de aguas mediante procesos de oxidación avanzada. Ha participado (participa) como investigador en 9 Proyectos Nacionales, 12 Proyectos Internacionales (IV, V y VI European Union Framework Programmes) y 4 Contratos de Investigación con Empresas relacionados con el desarrollo de Tecnologías Solares para el

tratamiento de aguas residuales industriales y desalación. Autor de 6 libros en Editorial Nacional y co-autor de 20 libros y capítulos de libros en Editorial Internacional, co-autor de más de 96 publicaciones en revistas científicas internacionales con índice de impacto (factor $h=35$), más de 120 contribuciones a Congresos y Simposiums internacionales y diversas contribuciones a congresos nacionales.

2.3.4 Resumen de la actividad desarrollada en CIESOL durante 2016

El desarrollo del proceso foto-Fenton solar en reactores abiertos tipo "raceway" ha protagonizado el trabajo del grupo durante 2016, sin perder dedicación al estudio de la aplicación de LED alimentados por energía fotovoltaica como fuente de radiación.

Una nueva línea de trabajo que se ha introducido en el grupo ha sido el estudio del proceso foto-Fenton heterogéneo a pH neutro. Para ello se ha iniciado una colaboración con el Instituto de Ingeniería de la UNAM, México, para la utilización de escorias de siderurgia como fuente de hierro. Los resultados obtenidos son muy prometedores. En el ámbito del proceso foto-Fenton a pH neutro se ha colaborado con la universidad de Palermo, Italia, en el estudio de la actividad fotocatalítica de los precipitados de hidróxido y óxidos de hierro, y con la universidad de Clermont-Ferrand, Francia, en los mecanismos de acción del complejo $\text{Fe}^{3+}/\text{EDDS}$.

Respecto a la operación de los reactores tipo "raceway", se ha trabajado en la aplicación a pH neutro mediante el uso del complejo $\text{Fe}^{3+}/\text{EDDS}$ con un estudio del efecto de la profundidad y su comparación con los reactores tubulares con colectores tipo CPC. Los "raceway" demostraron tener una mayor eficiencia de utilización de la radiación siendo 15 cm la mejor profundidad. Esta investigación con el Fe complejoado se ha llevado a cabo en colaboración con la unidad funcional "Evaluación analítica de tratamientos de aguas y análisis ambiental" del CIESOL. Un trabajo pionero desarrollado en este año 2016 ha sido la operación en modo continuo del proceso foto-Fenton solar, tanto a pH ácido como a pH neutro, para la eliminación de microcontaminantes en aguas de secundario de EDAR. Se consiguen eliminaciones eficientes con tiempos de residencia de 20 minutos, aumentando significativamente la productividad del proceso foto-Fenton solar y acercando esta tecnología al ámbito comercial.

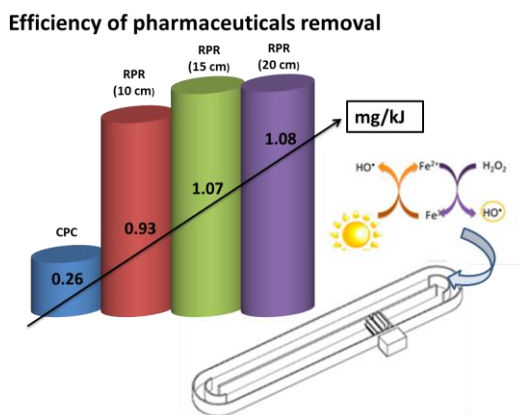


Figura. Comparación de la eficiencia de utilización de la radiación solar en un reactor tubular de 5 cm de diámetro con colector CPC y en reactores "raceway" de distintas profundidades para la eliminación de fármacos en aguas de secundario el proceso foto-Fenton solar.

Respecto a las tareas desarrolladas con los reactores basados en LEDs se han evaluado distintos tipos de LEDs diferenciados por su longitud de onda y eficiencia energética. En este sentido se ha podido constatar que las radiaciones más energéticas, con menor longitud de onda, dan lugar a cinéticas más rápidas aunque no son las más favorables para ser aplicadas al proceso foto-Fenton desde un punto de vista económico y de eficiencia energética. El análisis de la eficiencia energética en el proceso foto-Fenton se ha llevado a cabo tanto para la eliminación de contaminantes a escala de microgramos por litro, como para la mineralización de contaminantes a escala de miligramos por litro. En ambos casos se ha realizado la evaluación energética en base a la energía consumida por orden de eliminación de contaminante, estando la longitud de onda óptima en torno a 380 nm. Todo este estudio se ha realizado a pH ácido y actualmente se están realizando ensayos a pH neutro.

2.3.5 Incorporación de personal: becas, contratos pre y post doctorales

Durante 2016 se han incorporado al grupo la ingeniera química Irene de la Obra Jiménez con un contrato predoctoral FPI y la bióloga Ana Belén Esteban García con un contrato post-doctoral correspondientes al proyecto SULAYR (P12-RNM-1437).

2.3.6 Producción Científica

Artículos

- Wastewater disinfection by neutral pH photo-Fenton: the role of solar radiation. *Applied Catalysis B: Environmental*. 2016, 181 pp1-6.
- Solar disinfection is an augmentable, in situ-generated photo-Fenton reaction-Part 1: A review of the mechanisms and the fundamental aspects of the process. *Applied Catalysis B: Environmental*. 2016, 199, pp 199-223.
- Solar disinfection is an augmentable, in situ-generated photo-Fenton reaction-Part 2: A review of the applications for drinking water and wastewater disinfection. *Applied Catalysis B: Environmental*. 2016, 198, pp 431-446.
- Ecotoxicity evaluation of a WWTP effluent treated by solar photo-Fenton at neutral pH in a raceway pond reactor. *Environmental Science and Pollution Research* 2016 Jun 22. Epub 2016 Jun 22.
- Performance of different advanced oxidation processes for tertiary wastewater treatment to remove the pesticide acetamiprid. *Journal of Chemical Technology and Biotechnology* 2016, Volume 91, Issue 1, pp 72-81.
- Is the combination of nanofiltration membranes and AOPs for removing microcontaminants cost effective in real municipal wastewater effluents? *Journal Environmental Science: Water Research & Technology*, 2016, 2, pp. 511-520.
- Strategies for reducing cost by using solar photo-Fenton treatment combined with nanofiltration to remove microcontaminants in real municipal effluents: toxicity and economic assessment. *Chemical Engineering Journal* 2016.
- Low cost UVA-LED as a radiation source for the photo-Fenton process: A new approach for micropollutant removal from urban wastewater. *Photochem. Photobiol. Sci.*, 2017, 16, pp. 72-78.
- Microcontaminant removal in secondary effluents by solar photo-Fenton at circumneutral pH in raceway pond reactors. *Catalysis Today*. 2016
- Cost estimation of COD and color removal from landfill leachate using combined coffee-waste based activated carbon with advanced oxidation processes. 2017, volume 5, Issue 1, pp 114-121.
- Intracellular mechanisms of solar water disinfection. *Nature Scientific Reports*. 2016.

- Effect of temperature and photon absorption on the kinetics of micropollutant removal by solar photo-Fenton in raceway pond reactors. Chemical Engineering Journal. 2016.
- Combination of nanofiltration and ozonation for the remediation of real municipal wastewater effluents: Acute and chronic toxicity assessment. Journal of Hazardous Materials. 2017 Feb 5, 323 (Pt A): pp 442-451.
- Photocatalytic inactivation of the waterborne protozoan parasite *Cryptosporidium parvum* using $\text{TiO}_2/\text{H}_2\text{O}_2$ under simulated and natural solar conditions. Catalysis Today. 2017, volume 280, Part 1, pp. 132-138.
- Assessment of solar photocatalysis using Ag/BiVO_4 at pilot solarCompound Parabolic Collector for inactivation of pathogens in wellwater and secondary effluents. Catalysis Today. 2017 volume 281, Part 1, pp. 124-134.
- *Legionella jordanis* inactivation in water by solar driven processes: EMA-qPCR versus culture-based analyses for new mechanistic insights. Catalysis Today. 2017
- Mechanistic model of the *Escherichia coli* inactivation by solar disinfection based on the photo-generation of internal ROS and the photo-inactivation of enzymes: CAT and SOD. Chemical Engineering Journal. 2016

Capítulos de libros

--

Congresos

- 251st AMERICAN CHEMICAL SOCIETY NATIONAL MEETING & EXPOSITION. 13-17 marzo 2016, San Diego, California, USA.
- XXXVII Encuentro Nacional de la Academia Mexicana de Investigación y Docencia en Ingeniería Química A.C. 3-6 mayo 2016, Puerto Vallarta (Jalisco), México.
- XVIII Reunión de Economía Mundial 1-2 junio 2016, Alcalá de Henares (Madrid), España.
- 9th European meeting on solar chemistry and photocatalysis: environmental applications (SPEA9) 13-17 junio 2016, Estrasburgo, Francia.
- XII Reunión de la Mesa Española de Tratamientos de Aguas (META 2016) 20-22 junio 2016, Madrid, España.
- 44th International Symposium on High Performance Liquid Phase Separations and Related Techniques. 19-24 junio 2016, San Francisco, USA.
- XXX Congreso Internacional de Economía Aplicada Asepelt 2016, 1-2 julio 2016, Valencia, España.
- IV Encuentro de Especialización para la Investigación en Economía, Empresa y Derecho, noviembre 2016 Almería, España;

Tesis doctorales

- Evaluación del proceso foto-Fenton solar en reactores tipo raceway para la eliminación de microcontaminantes en efluentes secundarios de EDAR municipales y de la industria agroalimentaria, Gracia Rivas Ibáñez, directores J.A. Sánchez Pérez, José Luis Casas López Almería, 14 julio 2016.

2.3.7 Miembros del grupo

José Antonio Sánchez Pérez



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

Antonia Pilar Fernández



Investigadora Titular de OPI
CIEMAT-PSA
pfernandez@psa.es
(+34) 950 387 900 www.psa.es

José Luis García Sánchez



Profesor Titular de Ingeniería Química
UAL
jlgarcia@ual.es
(+34) 950 015 900 www.ciesol.com

Ana Belén Esteban García



Doctora contratada
UAL
abgarcia@ual.es
(+34) 950 214 431 www.ciesol.com

Paula Soriano Molina



Contrato predoctoral FPU
UAL
paula.soriano@ual.es
(+34) 950 215 049 www.ciesol.com

Irene de la Obra Jiménez



Contrato predoctoral FPU
UAL
irene.delaobra@ual.es
(+34) 950 214 148 www.ciesol.com

Manuel Ignacio Maldonado



Investigador Titular de OPI
CIEMAT-PSA
mignacio.maldonado@psa.es
(+34) 950 215 314 www.psa.es

José Luis Casas López



Profesor Titular de Ingeniería Química
UAL
jlcasas@ual.es
(+34) 950 215 832 www.ciesol.com

Isabel María Román Sánchez



Profesor Contratado Doctor de Economía Aplicada
UAL
iroman@ual.es
(+34) 950 015 180 www.ciesol.com

Gracia Rivas Ibáñez



Contrato predoctoral FPI
UAL
gracia.rivas@ual.es
(+34) 950 215 049 www.ciesol.com

Sandra Arzate Salgado



Contrato predoctoral FPI
UAL
sandra.arzate@ual.es
(+34) 950 215 049 www.ciesol.com

2.3.8 Proyectos vigentes durante 2016

2.3.8.1 Combinación de tecnologías intensivas para la mejora de la calidad de los efluentes acuosos en PYMES. Diseño de un proceso integrado (AQUAPYME)

Participantes:

Grupo de Inv. "Ingeniería de Bioprocesos y Tecnologías del Agua". Universidad de Almería (BIO-263)

Unidad de "Tratamientos Solares de Agua". PSA-CIEMAT

Contactos:

J. L. Casas (jlcasas@ual.es)

S. Malato (sixto.malato@psa.es)

Fuente de financiación:

Junta de Andalucía. Proyecto de Excelencia 2010. (P10-RNM-5951)

Duración prevista:

Julio 2011 – Octubre 2016

Situación:

Finalizado

Resumen:

Existen actualmente nuevas tecnologías para la regeneración de aguas residuales que devuelven al agua la calidad adecuada al destino previsto (según RD 1620/2007), sin embargo, los diferentes costes y problemáticas en cuanto a su aplicación indican la necesidad de profundizar en su estudio teniendo en cuenta la minimización del coste energético y del riesgo ambiental que facilite su implementación. Además, es también necesario, para garantizar la calidad de las aguas regeneradas, evaluar estos tratamientos, incluyendo el estudio del riesgo potencial asociado a la reutilización del agua tratada.

El objetivo general del proyecto consiste en estudiar la combinación de tecnologías intensivas sostenibles para la mejora de la calidad de los efluentes acuosos en PYMES. Para tal fin se diseñará un nuevo proceso integrado basado en el uso de reactores de membrana anóxicos y fotocátalisis solar para la regeneración de aguas residuales industriales de PYMES que permita su reutilización según RD 1620/2007. En este sentido, debe prestarse atención tanto a la desinfección de las aguas depuradas como a la eliminación de contaminantes persistentes. Así mismo, también se llevará a cabo la aplicación de ultrasonidos para minimizar la producción de fangos.

Objetivos:

- Evaluar la combinación de diferentes tecnologías intensivas sostenibles basadas en el uso de membranas y fotocátalisis solar para el tratamiento de efluentes de PYMES.
- Estudiar la eliminación de nutrientes de efluentes de EDARI de PYMES mediante biorreactores anóxicos de membrana.
- Integrar tratamientos basados en ultrasonidos para minimizar la generación de fangos en biorreactores de membrana.
- Evaluar los procesos propuestos desde el punto de vista económico y de aseguramiento de la calidad.

2.3.8.2 Diseño de nuevos reactores para foto-Fenton solar aplicados a la regeneración de aguas. Economía, escalado y control del proceso (SULAYR)

Participantes:

Grupo de Inv. "Ingeniería de Bioprocesos y Tecnologías del Agua". Universidad de Almería (BIO-263)

Unidad de "Tratamientos Solares de Agua". PSA-CIEMAT

Contactos:

J. A. Sánchez (jsanchez@ual.es)

P. Fernández (pfernandez@psa.es)

Fuente de financiación:

Junta de Andalucía. Proyecto de Excelencia 2012. (P12-RNM-1437)

Duración prevista:

Enero 2014 – Enero 2019

Situación:

En curso

Resumen:

Se han estudiado muchos aspectos acerca del proceso foto-Fenton con el objetivo de conocer los factores que le afectan y poder así mejorar su eficiencia. Un factor importante es el tipo de fotorreactor donde el proceso tiene lugar. Estos fotorreactores se fueron desarrollando a escala experimental en paralelo con las demás aplicaciones de la energía solar y en los primeros años del siglo XXI se aceptó mayoritariamente el uso de plantas basadas en captadores solares cilindro parabólicos compuestos (CPC). Habiendo llegado a un conocimiento del proceso bastante amplio, se plantea el estudio de nuevas plantas de tratamiento que tengan en cuenta el espacio (área) que los fotorreactores ocupan y el volumen de agua que se puede tratar en esta área. Este concepto fue poco estudiado en el desarrollo de las primeras plantas ya que se priorizó en la capacidad de captación solar.

Objetivos:

- Diseñar nuevos fotorreactores solares (configuración del captador, diámetro de tubo, disposición de los tubos) para optimizar tanto la radiación solar incidente como el volumen de agua tratado por unidad de área.
- Diseñar nuevos procesos de control y automatización del reactor para foto-Fenton solar aplicando diversas estrategias de adición de reactivos optimizando su consumo.
- Estudiar el escalado del proceso de regeneración de aguas considerando las variables de diseño del reactor y los objetivos de calidad del agua tratada.
- Realizar un estudio económico detallado de la implantación de los fotorreactores desarrollados para el tratamiento terciario de aguas residuales.

2.3.8.3 Reducción de costes del proceso foto-Fenton solar mediante reactores extensivos abiertos para la regeneración de aguas (REAQUA)

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)
Agüera (aaguera@ual.es)

Fuente de financiación:

Ministerio de Economía y Competitividad. (CTQ2013-46398-R)

Duración prevista:

Enero 2014 – Diciembre 2017

Situación:

En curso

Resumen:

La información referente a este proyecto puede consultarse en el apartado 2.2.5 de este informe ya que se trata de un proyecto compartido con la unidad de Evaluación analítica de tratamientos de aguas y análisis ambiental.

2.3.8.4 Tratamiento en reactores tipo raceway de aguas contaminadas con compuestos orgánicos emergentes por el proceso foto-Fenton utilizando escorias metalúrgicas y nanopartículas de óxidos de hierro soportadas en titanio como catalizadores

Participantes:

Grupo de Inv. "Ingeniería de Bioprocesos y Tecnologías del Agua". Universidad de Almería (BIO-263)

Contactos:

J. A. Sánchez (jsanchez@ual.es)

Fuente de financiación:

Fondo de Colaboración Internacional del Instituto de Ingeniería de la UNAM, México

Duración prevista:

Enero 2016– Diciembre 2017

Situación:

En curso

Resumen:

La problemática económica que se propone resolver es la disminución del costo de tratamiento de agua por el proceso de foto-Fenton, debido a que cuando se realiza en fase homogénea se pierde el catalizador. Para paliar ese problema se han desarrollado catalizadores utilizando residuos y subproductos industriales a base de hierro (económicos), que tienen la limitante de presentar un desempeño aceptable pero que se puede mejorar mediante una agitación más eficiente para disminuir los problemas de transferencia de masa, pero que al mismo tiempo sea económica. El uso de reactores raceway en el proceso foto-Fenton permiten también un mejor aprovechamiento de la energía solar, que es una fuente de irradiación sin costo, para activar catalizadores y que puede incrementar significativamente la eficiencia de tratamiento de agua. Las escorias presentan la gran ventaja de que también son buenos adsorbentes de metales tóxicos como el arsénico. Todas estas mejoras del sistema propuesto para la reacción de foto-Fenton hacen que en su conjunto, pueda ser altamente factible su aplicación como tratamiento terciario al efluente de una depuradora con tratamiento biológico (p.ej. EDAR El Toyo y el

efluente de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de la UNAM), para la reutilización de esas aguas en el riego agrícola.

Objetivo:

Se propone utilizar reactores raceway para disminuir costos y hacer más eficiente el uso de escorias metalúrgicas (óxidos de hierro, cobre y titanio) como catalizadores alternativos, para degradar compuestos orgánicos y desinfectar aguas contaminadas con patógenos, en un sistema foto-Fenton que opere a pH neutro.

2.3.8.5 Red Temática Nuevos materiales y reactores fotocatalíticos para la eliminación de microcontaminantes y patógenos (CTM2015-71054-REDT)

Participantes:

Grupo de Inv. "Ingeniería de Bioprocesos y Tecnologías del Agua". Universidad de Almería (BIO-263)

Contactos:

J. A. Sánchez (jsanchez@ual.es)

Fuente de financiación:

Ministerio de Economía y Competitividad

Duración prevista:

Enero 2016– Diciembre 2017

Situación:

En curso

Resumen:

Para lograr un uso sostenible de los recursos hídricos, es necesario incrementar el volumen de agua regenerada. Para obtener un efluente con la calidad adecuada para los diferentes usos en los que se permite utilizar agua regenerada es necesario disminuir el contenido de microorganismos patógenos y contaminantes orgánicos persistentes. Esto podría lograrse mediante el desarrollo adecuado de procesos fotocatalíticos. Los grupos de investigación que integran la red FOTO CAT (Universidad Rovira i Virgili, U. Extremadura, U. Ramon Llull, U. Rey Juan Carlos, U. Politécnica de Valencia, U. Almería, PSA-CIEMAT e ICRA) poseen en conjunto una larga experiencia en la síntesis de nuevos materiales catalíticos, el diseño de reactores fotocatalíticos y la aplicación de estos procesos en el tratamiento y reutilización de aguas residuales, lo que les permitirá afrontar los retos identificados para su aplicación industrial.

Objetivo:

El objetivo de la red FOTO CAT es lograr un avance significativo en el desarrollo de materiales y sistemas de reacción fotocatalíticos para el tratamiento y reutilización de aguas residuales así como la formación de investigadores noveles en la aplicación de procesos fotocatalíticos para el tratamiento de aguas

2.3.9 Transferencia y Actividades Complementarias

--

2.3.10 Proyectos solicitados durante 2016

- Convocatoria del Programa Estatal de I+D+i Orientada a los Retos de la Sociedad del MINECO. 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. Participantes: Unidad funcional de evaluación analítica de tratamientos de aguas y análisis ambiental y unidad funcional tecnologías avanzadas para la regeneración de aguas

- Convocatoria de proyectos LIFE+ de la Unión Europea. Toward a smart & integral treatment of natural radioactivity in water provision services. LIFE ALCHEMIA. Liderada por el centro tecnológico CARTIF, y como socios, además de CIESOL, han participado la Diputación Provincial de Almería, la Universidad Tecnológica de Tallín (Estonia), la Universidad de Tartu (Estonia) y la empresa Viimsi Vesi Ltd.

2.3.11 Otros

--

2.4 ACTIVIDADES EN MODELADO Y CONTROL AUTOMÁTICO

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 Unidad de Automática 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 20 años, siendo destacable la participación de investigadores de la UAL en el desarrollo algunos de los sistemas SCADA (*Supervisory Control And Data Acquisition*) de lazos 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 del grupo

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.

2.4.3 Investigadores principales del grupo

Manuel Berenguel Soria (Scopus Author 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 14 tesis doctorales sobre estos temas. Ha publicado 120 trabajos en revistas internacionales, más de 150 trabajos en congresos internacionales y 4 patentes. H-index: 36 (Google Scholar), 27 (Scopus), 22 (Web of Science). Ha participado en el Comité Internacional de Programa de 8 congresos internacionales (uno como IPC Chair) y 3 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). Es vocal del Comité Español de Automática (2003-2008, 2012- 2016), miembro 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 organizador de las Jornadas Nacionales de Automática en 2006.

Luis José Yebra Muñoz (Scopus Author 15926309900)

Pertenece al cuerpo de Científicos Titulares de OPI del MINECO. Comenzó su actividad investigadora en el CIEMAT, en el centro Plataforma Solar de Almería (PSA-CIEMAT), en 1999 con realización de una tesis en modelado y control de plantas termosolares, especializándose finalmente en actividades de modelado orientado a objetos de plantas de captadores cilindro-parabólicos con flujo bifásico. Posteriormente ha participado en actividades de investigación que se resume en participación en 35 proyectos de investigación financiados en convocatorias públicas, 2 contratos con empresas, creación de un proyecto de tipo spin-off, codirección de 4 tesis doctorales, 26 publicaciones en revistas JCR, 68 contribuciones a congresos y 4 libros. Durante algunos periodos ha compatibilizado la actividad investigadora con el ejercicio de coordinación de grupos de servicios técnicos de la PSA, como del Servicio de Informática o el Grupo de Informática e Informática Industrial, y en 2011 creó el Grupo de Automática de PSA-CIEMAT formado en la actualidad por 4 investigadores que están adscritos todos al Centro Mixto CIESOL. Dicha actividad en el CIEMAT se ha compatibilizado con la realización de actividades docentes en la Universidad de Almería en el área de Ingeniería de Sistemas y Automática, y es editor y revisor de revistas científicas en este área.

2.4.4 Resumen de la actividad desarrollada en CIESOL durante 2016

- Diseño de estrategias de control y gestión energética en entornos productivos con apoyo de energías renovables.
- Modelado y control de fotobioreactores y fotoreactores. Control y optimización de la producción de biomasa con microalgas como fuente de energía renovable.
- Modelado y control de desaladoras solares.
- Puesta en funcionamiento y evaluación técnica y energética de un novedoso lazo híbrido de generación térmica (solar y biomasa) para climatización de invernaderos semicerrados.
- 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

- Preparación y coordinación de actividades para futuros proyectos en campo TCP-100 de PSA (sustituto de Acurex).
- 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.



2.4.5 Incorporación de personal: becas, contratos pre y post doctorales

- Gary Omar Ampuño Avilés. Profesor de la Universidad Pontificia Salesiana (Ecuador) y doctorando del grupo (supervisores: Lidia Roca Sobrino, Manuel Berenguel Soria).
- María Mónica Miranda Ramos. Profesora de la Universidad Pontificia Salesiana (Ecuador) y doctorando del grupo (supervisores: Francisco Rodríguez Díaz, Sixto Malato Rodríguez).
- Yaser Alamin. Becario del proyecto europeo Phoenix-Marhaba (supervisores: José Domingo Álvarez Hervás, Antonio Ruano).
- César Hernández Hernández. Contratado FPI del Ministerio de Economía y Competitividad adscrito al proyecto DPI2010-21589-C05-04 (supervisores: Francisco Rodríguez Díaz, José Carlos Moreno Úbeda).
- José Antonio Carballo López. Contratado predoctoral, convenio PSA-UAL (supervisores: Javier Bonilla Cruz, Manuel Berenguel Soria).

- Jerónimo Ramos Teodoro. Contratado FPI del Ministerio de Economía y Competitividad adscrito al proyecto ENERPRO DPI2014-56364-C2-1-R (supervisores: Francisco Rodríguez Díaz, Manuel Berenguel).
- Juan Diego Gil Vergel. Contratado laboral adscrito al proyecto ENERPRO DPI2014-56364-C2-1-R (supervisores: Manuel Berenguel Soria, Lidia Roca Sobrino).
- Wang Hui. Investigadora de NERCITA (China). Doctoranda del grupo ARM (supervisores: Jorge Antonio Sánchez Molina, Fernando Bienvenido Bárcena).

2.4.6 Producción Científica

Artículos

- Optimization of biomass production in outdoor tubular photobioreactors. 2016, *Journal of Process Control*, 37, pp 58-69.
- Distributed sliding mode control of pH in tubular photobioreactors. *Transactions on Control Systems Technology*. 2016, 24(4), pp 1160-1173.
- On reduction of control effort in feedback linearization GPC strategy applied to a solar furnace. 2016, *Optimal Control Applications & Methods*, 37, pp 521-536.
- Dynamic modeling and simulation of a double-effect absorption heat pump. 2016 *International Journal of Refrigeration*, 72, pp 171-191.
- Editorial optimal control of solar energy systems. 2016, *Optimal Control Applications & Methods*, 37, pp 463-465.
- A room simulation tool for thermal comfort control in a bioclimatic building: A real example of use with an optimal controller. 2016, *Optimal Control Applications & Methods*, 37, pp 479-495.
- A parallel Teaching-Learning-Based optimization procedure for automatic heliostat aiming. 2016, *Journal of Supercomputing*. 2017, 73, pp 591-606.
- High performance computing for the heliostat field layout evaluation. 2016, *Journal of Supercomputing*. 2017, 73, pp 259-276.
- Dynamic model of an industrial raceway reactor for microalgae production. 2016, *Algal Research*, 17, pp 67-78.
- Hierarchical control for microalgae biomass production in photobioreactors. 2016, *Control Engineering Practice*, 54, pp 246-255.
- An efficient modeling for temperature control of residential buildings. 2016, *Building and Environment* 103, pp 86-98.
- A comparison of energy consumption prediction models based on neural networks of a bioclimatic building. 2016, *Energies* 9(1), p 57.
- Time-variant gas distribution mapping with obstacle information. 2016, *Autonomous Robots*, 40(1), pp 1-16.
- A hybrid-controlled approach for maintaining nocturnal greenhouse temperature: Simulation study. 2016, *Computers and Electronics in Agriculture* 123, pp 116-124.
- A constant-time SLAM back-end in the continuum between global mapping and submapping: application to visual stereo SLAM. 2016, *International Journal of Robotics Research*, 35, pp1036-1056.
- Application of SSOD-PI and PI-SSOD event-based controllers to greenhouse climatic control. 2016, *ISA Transactions*, 65, pp 525-536.
- Measurable disturbances compensation: Analysis and tuning of feedforward techniques for dead-time processes. 2016, *Processes*, 4, pp 12.
- Vehicle parameter estimation using a model-based estimator. 2017, *Mechanical Systems and Signal Processing* 87, part B, pp 227-241.

- Predictive control applied to a solar desalination plant connected to a greenhouse with daily variation of irrigation water demand. 2016, *Energies* 9(3), pp 194.
- Procedures for testing valves and pressure transducers with molten salt. 2016, *Applied Thermal Engineering*, 101, pp 139-146.
- Robust design methodology for simultaneous feedforward and feedback tuning. 2016, *IET Control Theory and Applications*, 10(1), pp 84-94.
- On the filtered Smith predictor with feedforward compensation. 2016, *Journal of Process Control*, 41, pp 35-46.
- Bayesian networks for greenhouse temperature control. 2016, *Journal of Applied Logic*, 17, pp. 25-35.
- Odor recognition in robotics applications by discriminative time-series modeling. 2016, *Pattern Analysis and Applications*, 19(1), pp. 207-220.
- Online kinematic and dynamic-state estimation for constrained multibody systems base don IMUs. 2016, *Sensors*, 16(3), pp. 333.
- Modelo dinámico de un recuperador de gases-sales fundidas para una planta termosolar híbrida de energías renovables. 2017, *Revista Iberoamericana de Automática e Informática Industrial*, 14(1), pp 70-81.
- Optimal operating conditions analysis of a multi-effect distillation plant. 2017, *Desalination and Water Treatment*.
- Review of software for optical analyzing and optimizing heliostat fields. 2017, *Renewable & Sustainable Energy Reviews*.
- Event-based GPC for multivariable processes: A practical approach with sensor deadband. 2017, *IEEE Transactions on Control Systems Technology*.
- Evaluation of event-based irrigation system control scheme for tomato crops in greenhouses. 2017, *Agricultural Water Management*.
- cFertigUAL: A fertigation management app for greenhouse vegetable crops. 2017, *Agricultural Water Management*.
- Leaf area index estimation for a greenhouse transpiration model using external climate conditions based on genetic algorithms, back-propagation neural networks and nonlinear autorregressive exogenous models. 2017, *Agricultural Water Management*.

Capítulos de Libros

- Libro: Prospects and Challenges in Algal Biotechnology. Capítulo: Event-based control systems for microalgae culture in industrial reactors. A. Pawlowski, J.L. Guzmán, M. Berenguel, F.G. Acién, S. Dormido. Bhumi Nath Tripathi and Dhananjay Kumar. Springer 2016-2017. ISBN 978-981-10-1950-0.
- Libro: Prospects and Challenges in Algal Biotechnology. Capítulo: Dynamic modelling of microalgal production in photobioreactors. I. Fernández, J.L. Guzmán, M. Berenguel, F.G. Acién. Bhumi Nath Tripathi and Dhananjay Kumar. Springer. 2016-2017. ISBN 978-981-10-1950-0.

Congresos

- 1st Conference on Modelling, Identification and Control of Nonlinear Systems (MICNON), 2015 San Petersburgo, Rusia.
- International Workshop on Hybridisation of CSP with other Energy Sources, 2016.
- 11th IFAC Symposium on Dynamics and Control of Process Systems, including Biosystems DYCOPS-CAB 2016, Trondheim, Norway, 2016.
- 11th IFAC Symposium on Advances in Control Education – ACE 2016, Bratislava, Slovakia, 2016.
- 24th Mediterranean Conference on Control and Automation MED 2016, Athens, Greece 2016.

- 21st IEEE International Conference on Emerging Technologies and Factory Automation ETFA 2016, Berlin, Germany, 2016.
- 2nd International Conference on Event-Based Control, Communication, and Signal Processing EBCCSP 2016, Krakow, Poland, 2016.
- International Joint Conference on Mechanics, Design Engineering & Advanced Manufacturing, Catania, Italy, 2016.
- ISPRS Congress, Praga Czech Republic, 2016.
- EUROSUN 2016 – 11th ISES Eurosun Conference, International Conference on Solar Energy for Buildings and Industry, Palma de Mallorca, Spain, 2016.
- Desalination for the Environment: Clean Water and Energy, Rome (Italy), 2016.
- 12th SOLLAB Doctoral Colloquium, Almería, Spain, 2016.
- 16th International Conference on Computational and Mathematical Methods in Science and Engineering, CMMSE 2016, Salamanca, Spain, 2016.
- EUROSIM 2016 – The 9th Eurosim Congress on Modelling and Simulation, Oulu, Finland, 2016.
- Conference on Renewable Energies and Power Quality (ICREPQ'16), 2016.
- X Jornadas sobre Innovación Docente de la Universidad de Almería, España 2016.
- XXXVII Jornadas de Automática, Madrid, España, 2016.
- XXVII Jornadas de Paralelismo, JP 2016, Salamanca, España, 2016.
- II Simposio Nacional de Ingeniería Hortícola – Automatización y TICs en Agricultura, Almería, 10-12 de Febrero, Almería, España 2016.
- XXI Congresso Brasileiro de Automática CBA-2016, Vitória, Brazil, 2016.

Artículos de Divulgación

- Guzmán, J.L., R. Costa-Castelló, S. Dormido, M. Berenguel. An interactivity-based methodology as support to control education. 2016, *IEEE Control Systems Magazine*, 36(1), pp 63-76.
- Pérez, M. Energía solar para la agroindustria. Una aproximación desde la innovación en sistemas y redes energéticas. 2016, *Agricultura 2000*, pp 20-21.
- Pérez, M., F.J. Cabrera, J. Sánchez-Molina, F. Rodríguez. Aprovechamiento de la energía solar en invernaderos. 2016, *Era Solar*, 6-15, edición 192, mayo/junio 2016, año XXXIV.
- Pérez, M., F.J. Cabrera, J. Sánchez-Molina, F. Rodríguez. Energía solar para invernaderos, un nuevo enfoque basado en la innovación en sistemas y redes energéticas. 2016, *Horticultura*, pp 26-33.
- Rodríguez, F., J.L. Guzmán, M. Castilla, J.A. Sánchez-Molina, M. Berenguel. "A proposal for teaching SCADA systems using Virtual Industrial Plants in Engineering Education". En: 11th IFAC Symposium on Advances in Control Education, Bratislava (Slovak Republic), 2016.
- Rodríguez, C., J.L. Guzmán, M. Berenguel, S. Dormido. Teaching real-time programming using mobile robots. Preprints of the 11th IFAC Symposium on Advances in Control Education – ACE 2016, Bratislava, Slovakia, 2016.
- Rodríguez, C., J.L. Guzmán, M. Berenguel, J.C. Moreno, F. Rodríguez, S. Dormido. Robótica móvil para el aprendizaje de conceptos de programación en tiempo real. XXXVII Jornadas de Automática, Madrid, España, 2016.
- Sánchez-Molina, J.A., F.G. Acién, F. Rodríguez, J.V. Reinoso, J.C. López. Desarrollo de un sistema de recuperación de gases de combustión de biomasa para enriquecimiento carbónico en invernaderos *Revista agropecuaria Agricultura*, Julio, 2016, N° 997. http://www.editorialagricola.com/v_portal/apartados/apartado.asp?te=72
- Las algas como combustible del futuro, resultado de una investigación de la UAL (<http://news.ual.es/las-algas-como-combustible-del-futuro-resultado-de-una-investigacion-de-la-ual/>, http://almeria360.com/sociedad/20042016_140839_140839.html).

- Las Microalgas Automatizadas, NovaCiencia (<http://novaciencia.es/web/las-microalgas-automatizadas/>)

Tesis Doctorales

--

Patentes

TÍTULO: Concentrador Solar Multi-Modo (MULTISOL)

NÚMERO DE PATENTE: P201400974, iet 201400974 (18/11/2014)

SOLICITANTE: R. Silva, M. Pérez, M. Berenguel, A. Fernández, L. Valenzuela, E. Zarza

2.4.7 Miembros del grupo

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

Dr. Luis José Yebra Muñoz



Investigador Titular de OPI
CIEMAT-PSA
luis.yebra@psa.es
(+34) 950 387 923
www.psa.es, www.ciesol.es

Dr. Manuel Pérez García



Profesor Titular de Física Aplicada
UAL
mperez@ual.es
(+34) 950 015 295
<http://www.ual.es/~mperez/>

Dra. Lidia Roca Sobrino



Investigador
CIEMAT-PSA
lidia.roca@psa.es
(+34) 950 387 964
www.psa.es, www.ciesol.es

Dr. Francisco Rodríguez Díaz



Profesor Titular de Ingeniería
de Sistemas y Automática
UAL
frrodrig@ual.es
(+34) 950 015 681
<http://www.ual.es/~frrodrig/>

Dr. Javier Bonilla Cruz



Investigador
CIEMAT-PSA
javier.bonilla@psa.es
(+34) 950 387 908
www.psa.es, www.ciesol.es

Dr. José Luis Guzmán Sánchez



Profesor Titular de Ingeniería
de Sistemas y Automática
UAL
joseluis.guzman@ual.es
(+34) 950 214 133
<http://www.ual.es/~joguzman/>

Dr. José Carlos Moreno Úbeda



Profesor Titular de Ingeniería
de Sistemas y Automática
UAL
jcmoreno@ual.es
(+34) 950 015 677
arm.ual.es, www.ciesol.es

Dr. José Domingo Álvarez Hervás



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

Dr. José Luis Torres Moreno



Profesor Sustituto Interino
de Ingeniería Mecánica
UAL
jltmlmoreno@ual.es
(+34) 950 214 232
arm.ual.es, www.ciesol.es

Dr. Antonio Giménez Fernández



Profesor Titular de Ingeniería Mecánica
UAL
agimfer@ual.es
(+34) 950 214 234
arm.ual.es, www.ciesol.es

Dr. Julián García Donaire



Profesor Titular de Arquitectura
y Tecnología de Computadores
UAL
jugarcia@ual.es
(+34) 950 015 653
arm.ual.es, www.ciesol.es

Dr. José Luis Blanco Claraco



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

Dra. María del Mar Castilla Nieto



Profesora Sustituta Interina de Ingeniería
de Sistemas y Automática
UAL
mcastilla@ual.es
(+34) 950 214 155
arm.ual.es, www.ciesol.es

Dr. Jorge Antonio Sánchez Molina



Contratado Laboral del área de Ingeniería
de Sistemas y Automática
UAL
jorgesanchez@ual.es
(+34) 950 214 536
arm.ual.es, www.ciesol.es

Dr. Ricardo Silva Parreira



Investigador
UAL
ricardosilva@ual.es
(+34) 950 015 295
arm.ual.es, www.ciesol.es

Jerónimo Ramos Teodoro



Becario FPI UAL
jeronimo.rt@ual.es
(+34) 950214539
arm.ual.es, www.ciesol.es

Juan Diego Gil Vergel



Contratado Proyecto UAL
juandiego.gil@ual.es
(+34) 950214539
arm.ual.es, www.ciesol.es

Dr. Fco. Javier Cabrera Corral



Contratado laboral de Física Aplicada
UAL
fjcabrera@ual.es
(+34) 950 015 295
arm.ual.es, www.ciesol.es

Dr. Alberto de la Calle Alonso



Investigador
CSIRO Energy Technology, Australia
alberto.calle@psa.es

José Antonio Carballo López (UAL-PSA)



Contratado predoctoral convenio UAL-PSA
UAL-PSA
jcarballo@psa.es
(+34) 950 387 908
www.psa.es, www.ciesol.es

2.4.8 Proyectos vigentes durante 2016

2.4.8.1 Estrategias de control y gestión energética en entornos productivos con apoyo de energías renovables (ENERPRO – *Control and energy management strategies in production environments with support of renewable energy*)

Participantes:

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

Contactos:

M. Berenguel (beren@ual.es)
M. Pérez (mperez@ual.es)
D. Alarcón (diego.alarcon@psa.es)

Fuente de financiación:

Ministerio de Economía y Competitividad. Plan Nacional 2014 (DPI2014-56364-C2-1-R)

Duración prevista:

Enero 2015 – Diciembre 2017

Situación:

En curso

Resumen:

Este proyecto es una continuación del proyecto "Estrategias de control y supervisión para la gestión integrada de instalaciones en entornos energéticamente eficientes - POWER" (DPI2010-21589-C05), finalizado en diciembre de 2013 (subproyecto UAL) y diciembre de 2014 (subproyecto PSA-CIEMAT). Trata sobre el análisis, diseño y aplicación de técnicas de modelado, control y optimización (en el ámbito del control jerárquico y control predictivo basado en modelo MPC) para conseguir una gestión eficiente de energía (electricidad y calor/frío de proceso), agua y CO₂, en sistemas productivos apoyados en energías renovables y sistemas de almacenamiento. Mediante una gestión óptima de estos recursos y la adaptación de la generación a la demanda, se pretende demostrar que el control automático permite conseguir ahorros económicos y reducir el impacto medioambiental en la explotación de procesos complejos.

En esta temática han surgido conceptos como el de *micro-grids* (MG), relacionados con el uso eficiente de la energía eléctrica, *renewable heating and cooling* (RHC), en el ámbito del aporte de energía primaria basada en fuentes renovables y *water efficiency* (WE), en torno al manejo del agua. El paradigma tratado en este proyecto va más allá, pues tratará de forma integral y coordinada el manejo de los citados recursos heterogéneos con un enfoque basado en la eficiencia y la economía. El problema se compone de diferentes niveles de control y decisión sobre el uso final de la energía disponible en base a distintos objetivos (minimizar el uso de combustibles, aspectos económicos, medioambientales o de calidad, etc.) Esto da lugar a un problema de control jerárquico que requiere coordinación y cooperación entre diferentes sistemas y que será abordado incluyendo técnicas de control predictivo jerárquico e híbrido, en versiones centralizadas y distribuidas. También será necesario desarrollar modelos, estimadores y predictores para las etapas de generación y demanda de energía y agua. Un elemento diferenciador del proyecto es que se dispondrá de un sistema productivo real como planta demostrativa (incluyendo un edificio bioclimático, un invernadero, un vehículo eléctrico y una desaladora solar), sobre el que se validarán las técnicas de modelado y control desarrolladas.

Objetivos:

Los tres objetivos básicos del proyecto coordinado son:

- Desarrollo de metodologías para la obtención de modelos de procesos que contengan fuentes de energías renovables para producir/consumir calor y frío de proceso, electricidad, agua y CO₂. Desarrollo de estimadores y predictores de las etapas de generación y demanda.
- Desarrollo de estrategias de gestión y control jerárquico, híbrido y predictivo para conseguir optimizar la producción desde los puntos de vista económico, de seguridad y de uso de energía y agua en sistemas heterogéneos, con un enfoque coordinado e integral.
- Implementación y validación de las estrategias en el sistema productivo de demostración. Esto facilitará el desarrollo de las diferentes tareas del proyecto sobre situaciones realistas. Se demostrarán las posibilidades de extensión a entornos más complejos tipo campus o cluster industrial.

El cumplimiento de estos objetivos representa una contribución significativa con impacto real en esta clase de procesos, como demuestra el interés que ha despertado en diferentes empresas tales como Fundación Cajamar, Unica Group SCA, Wagner Solar, Solar Jiennense, entre otras. La propuesta es una continuación natural de actividades conjuntas de los dos centros, que poseen una considerable experiencia en control de sistemas energéticos, soportada por los numerosos artículos publicados en revistas de prestigio y relaciones con grupos de investigación internacionales.

2.4.8.2 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:

Enero 2015 – Diciembre 2017

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.

2.4.8.3 Simulación y control de instalaciones termosolares de captadores cilindroparabólicos en aplicaciones industriales y de refrigeración

Participantes:

Grupo de Inv. "Automática, Robótica y Mecatrónica". Universidad de Almería (TEP 197)
Unidad de "Concentración Solar". PSA-CIEMAT

Contactos:

M. Pérez (mperez@ual.es)
L. Valenzuela (loreto.valenzuela@psa.es).

Fuente de financiación:

Junta de Andalucía. Proyecto de Excelencia 2010. (P10-RNM-5927)

Duración prevista:

Marzo 2011 – Marzo 2016

Situación:

Finalizado

Resumen:

Desarrollos recientes por parte de diversos fabricantes y organismos de investigación de concentradores cilindroparabólicos de baja apertura, con y sin cubierta transparente, está permitiendo contar con dispositivos de conversión termosolar idóneos para aplicaciones de tipo industrial y refrigeración por absorción por doble efecto, caracterizadas por un rango térmico comprendido entre los 100 y 250°C.

A pesar de ello, la multiplicidad de esquemas de acoplamiento generador-demanda existentes derivada de la propia diversidad de los procesos industriales a considerar así como el carácter netamente no estacionario de los mismos exige un esfuerzo de investigación y desarrollo que permita a) establecer un marco de simulación que proporcione un dimensionado correcto de las instalaciones y b) la elaboración de algoritmos de control que optimicen la operación rutinaria de las mismas.

De forma paralela al desarrollo de las herramientas anteriores, es necesaria la realización de un análisis de potencialidad de mercado basado en la valoración de la demanda térmica industrial regional y la optimización técnico-económica de casos de estudio específicos que permitan la generación de proyectos de ejecución abordables.

Este proyecto deriva del proyecto CAPSOL (Desarrollo de un captador solar cilindroparabólico para aplicaciones térmicas hasta 250°C) del Plan Nacional de Investigación. Programa de Investigación Aplicada Colaborativa (CIT-440000-2008-5) coordinado por el CIEMAT con la participación de la Universidad de Almería y Composites y Sol S.L y del proyecto de investigación "Simulación de plantas termosolares de captadores cilindroparabólicos para generación de calor de proceso" realizado en colaboración de la Fundação para a Ciência e a Tecnologia de Portugal.

Objetivos:

- Elaboración de pautas de demanda térmica en instalaciones industriales y de refrigeración orientadas a la simulación dinámica de proyectos de integración de campos de captadores cilindroparabólicos.
- Elaboración de una base de datos de elementos (captadores solares, sistemas de almacenamiento, controladores, bombas,...) y esquemas de acoplamiento de sub-sistemas

- Desarrollo y validación de los modelos matemáticos de los procesos de intercambio de masa y energía e integración de los mismos en una plataforma computacional específica.
- Realización de estudios de optimización de instalaciones y procesos a partir de la explotación de plataforma computacional desarrollada.
- Integración de los resultados del proyecto en una guía de que facilite a ingenieros y diseñadores el acceso a opciones simplificadas de integración campo solar/proceso.
- Diseño de recursos divulgativos para su difusión entre los potenciales usuarios incluyendo aspectos medioambientales y tecnoeconómicos.

2.4.8.4 Control del crecimiento de cultivos bajo invernadero optimizando criterios de sostenibilidad, económicos y de eficiencia energética (CONTROLCROP)

Participantes:

Grupo de Inv. "Automática, Robótica y Mecatrónica". Universidad de Almería (TEP 197)
Grupo de Inv. "Sistemas de Información". Universidad de Almería (TIC-194)
Grupo de Inv. "Sistemas de Gestión de bases de datos federadas y almacenes de datos".
Universidad de Granada (TIC-172)
Grupo de Inv. "Análisis de Datos". Universidad de Almería (FQM-244)

Contactos:

F. Rodríguez (frodridg@ual.es), <http://aer.ual.es/controlcrop/>

Fuente de financiación:

Consejería de Economía, Innovación, Ciencia y Empleo de la Junta de Andalucía (P10-TEP-6174).

Duración prevista:

Marzo 2011 – Marzo 2016.

Situación:

Finalizado

Resumen

En este proyecto se pretende plantear una estrategia para el control del crecimiento de cultivos bajo invernadero optimizando criterios de sostenibilidad, económicos, de eficiencia energética y de calidad. En concreto, el proyecto se basa en el desarrollo de un sistema de control jerárquico que integre criterios económicos (de forma que se maximice la diferencia entre el beneficio bruto obtenido por la venta del cultivo y los costes de producción), de ahorro de energía, de mejora de la eficiencia en el uso del agua y de aumento de la calidad de los productos hortícolas. De esta forma, el productor o el técnico responsable podrá reconfigurar el funcionamiento de la explotación en base a lo que se desea obtener en cada escenario que imponga el variable mercado agrícola.

Objetivos:

La consecución del objetivo principal de este proyecto requiere abordar tres problemas fundamentales:

- el desarrollo de un marco de referencia de control con múltiples objetivos de la producción en el agrosistema invernadero dentro de una estructura de control óptimo jerárquico, abordado el problema en su conjunto, analizando las interacciones entre estimación y los niveles de control jerárquico para obtener referencias de temperatura, concentración de CO₂ y cantidad y calidad de agua;
- el desarrollo de estrategias de control de nuevas variables climáticas como la concentración de CO₂, combinado con la regulación de la temperatura usando fuentes renovables de energía, como un grado de libertad más para el control del crecimiento del cultivo; y

- el desarrollo de estrategias de control de riego y nutrientes de forma que se realice un uso eficiente del agua y se disminuyan la deposición de sales contaminantes.

Para estos esquemas de control se analizará la estabilidad, robustez y convergencia cuando se considera el sistema en su conjunto y cuando el sistema se encuentra sometido a errores de modelado y perturbaciones en cualquiera de los niveles de la jerarquía de control.

2.4.8.5 Estudio y desarrollo de una herramienta para la ayuda a la toma de decisiones (DSS) sobre la gestión del clima, producción y coste económico aplicado a un polígono de invernaderos

Participantes:

Grupo Hispatec
Grupo de Inv. "Automática, Robótica y Mecatrónica". Universidad de Almería (TEP 197)
Fundación Cajamar – Estación Experimental Las Palmerillas

Contactos:

Francisco Rodríguez (mperez@ual.es)
Rafael Ferrer (rferrer@hispatec.es)
Juan Carlos López (juancarloslopez@fundacioncajamar.com)

Fuente de financiación:

Corporación Tecnológica de Andalucía.

Duración prevista:

Septiembre 2015 – Diciembre 2016

Situación:

En curso

Resumen:

El objetivo general del proyecto es el desarrollo tecnológico de un modelo agronómico de simulación predictiva y un sistema de ayuda a la toma de decisiones (DSS). Este modelo estará soportado por una plataforma TIC que lo implemente informáticamente y que pueda presentar recomendaciones en la gestión del invernadero y del manejo del cultivo para maximizarla producción.

El modelo agronómico de simulación predictiva de la producción que se desarrollará apoyado por la plataforma TIC, permitirá estimar la producción de tomate durante el ciclo de cultivo para diferentes escenarios de manejo de cultivo y uso de tecnologías que no están contemplados en los modelos clásicos desarrollados para zonas frías, y que son ya una práctica común en áreas de clima cálido. El modelo agronómico desarrollado ofrecerá así una herramienta para la ayuda a la toma de decisiones que permita maximizar calidades, calibres y producción.

2.4.8.6 Optimización multiobjetivo de sistemas de climatización e iluminación para el confort en edificación sostenible (OPTICONES)

Participantes:

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

Contactos:

María del Mar Castilla (mcastilla@ual.es)
Manuel Berenguel (beren@ual.es)

Fuente de financiación:

Fundación Iberdrola España.

Duración prevista:

Septiembre 2015 – Octubre 2016

Situación:

En curso

Resumen:

El nuevo paradigma de edificación sostenible solo será alcanzable a través de una gestión integral y óptima de todos los insumos propios de los procesos constructivos y, especialmente, de los insumos asociados a su uso a lo largo de su ciclo de vida, entre los que la energía para el acondicionamiento ambiental resulta crucial tanto por su orden de magnitud como por su repercusión en el bienestar de los ocupantes. El proyecto OPTICONES aborda con el análisis, el diseño y la implementación de arquitecturas de control y optimización avanzadas capaces de incrementar el confort de los usuarios, y por lo tanto su productividad, en el interior de los edificios, así como conseguir una gestión eficiente de la energía mediante el uso de sistemas de climatización apoyados en energías renovables y sistemas de almacenamiento.

Objetivos:

Los principales objetivos que se pretenden alcanzar con el desarrollo de este proyecto son:

- Estudio de la influencia de los principales elementos estructurales de un edificio en el confort de los usuarios y en las necesidades energéticas sin la utilización de estrategias de control.
- Evaluación multiobjetivo del problema del confort térmico, confort visual y la eficiencia energética en busca de soluciones óptimas bajo distintas condiciones.
- Comparación de arquitecturas de control diferentes para el confort haciendo uso de sistemas de climatización apoyados por energías renovables y sistemas de iluminación (persianas y luz artificial) automatizados.
- Análisis de los resultados reales obtenidos de la implementación y validación de las estrategias de control y optimización desarrolladas en el marco del proyecto en un edificio inteligente. Más concretamente, dichas estrategias se probarán en el interior del edificio CIESOL (<http://www.ciesol.es>) localizado en el Campus de la Universidad de Almería.

El cumplimiento de estos objetivos va a permitir, en función de los resultados obtenidos, el desarrollo de una guía de orientación para conseguir entornos confortables bajo una gestión eficiente de la energía consumida permitiendo, de esta forma, mejorar la calificación energética de los edificios.

2.4.9 Transferencia y Actividades Complementarias

Convenio con la Universidad de Brescia y participación en proyecto Sfera 2.

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. 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 (Paolo Zanini) dedicada al desarrollo de algoritmos para el control visual de la sala de reuniones de CIESOL.

Convenio UAL-CIEMATParticipantes:

- Grupo de Inv. "Automática, Robótica y Mecatrónica" de la Universidad de Almería
- Grupo de Automática de la Plataforma Solar de Almería.

Contactos:

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

Antecedentes:

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: Proyecto Nacional - DPI2004-07444-C04-04, Proyecto Nacional - DPI2007-66718-C04-04, Proyecto Nacional - DPI2010-21589-C05-02.

Objetivos:

Contribuir al desarrollo y aplicación de actividades relacionadas con la investigación de modelado y control de procesos termosolares, empleando para ello las instalaciones de La Plataforma Solar de Almería. Como objetivos específicos se han propuesto:

- Estudio de los procesos y subsistemas involucrados en plantas solares híbridas de la Plataforma Solar de Almería.
- Desarrollo de modelos dinámicos de plantas solares híbridas y validación de los resultados obtenidos.
- Desarrollo de estrategias de control para plantas solares híbridas.

Colaboración con la Unidad de Eficiencia Energética en la Edificación UiE3 del CIEMATParticipantes:

- Grupo de Inv. "Automática, Robótica y Mecatrónica" de la Universidad de Almería
- Unidad de Eficiencia Energética en la Edificación UiE3 (CIEMAT)

Contactos:

- Francisco Rodríguez Díaz (frodri@ual.es)
- María José Jiménez (mjose.jimenez@psa.es)

Antecedentes:

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.

Objetivos:

- Apoyo y colaboración en la organización actividades de formación especializada.
- Colaboraciones en la preparación de propuestas en el marco del Plan Estatal de Investigación Científica y Técnica y de Innovación y en los diferentes subprogramas específicos del H2020.

Actividades adicionales en el laboratorio de Automática e Informática Industrial

- Diseño de controladores empotrados mediante herramientas de modelado orientadas a bloques, modelado, (co)simulación y HIL.
- Diseño y simulación de circuitos electrónicos de potencia (CAD y Spice).

2.4.10 Proyectos solicitados durante 2016

- Horizon 2020 Framework Programme. Call for proposals: H2020-IOT-2016-2017 (H2020-IOT-2016). Proposal: 731884 — IoF2020. IoT-01-2016 — Large Scale Pilots. Innovation action. IP UAL. Manuel Berenguel. Concedido.
- Solicitud de Acción COST. In-Situ BEPA-MAS – OC-2016-2-21388. Building Energy Performance Assessment based on in-situ Measurement, Analysis and Simulation. Participantes: CIEMAT (coord.), CIESOL-UAL (ES), Universidad de Innsbruck (AT), Universidad de Leuven (BE), INIVE EEIG (BE), Belgian Building Research Institute (BE), ES-SO vzw European Solar-Shading Organization (BE), Universidad de Praga (CR), Universidad Técnica de Dinamarca (DK), Centro científico-técnico de Bâtiment (FR), Universidad de Mont-Blanc (FR), Cerema, (FR), Universidad de Bolonia (IT), Grupo Permasteelisa (IT), Universidad de Tecnología de Kaunas (LT), Saxion Hogeschool (NL), Universidad de tecnología de Wroclaw (PL), Universidad de Porto (PT), Universidad del País Vasco (ES), ACCIONA (ES), greenTEG AC (SW), Instituto de Ingeniería Termo-física de NASU (Ukraine), Universidad de Strathclyde (UK), University College London (UK), Universidad Leeds Beckett (UK), Universidad de Salford (UK).
- HortShare (Training in modelling for open-source software design in protected crop cultivation). Acciones Marie Skłodowska-Curie. Este consorcio está liderado por la Centro Tecnológico Agrotech (Dinamarca), y compuesto por 19 socios(10 centros de investigación públicos y 10 empresas del sector) de cinco países europeos (Dinamarca, Holanda, España, Grecia y Portugal). H2020-MSCA-ITN-2016. No concedido.

2.4.11 Otros

Otros proyectos:

- Red Temática de Ingeniería de Control. Acción especial del Plan Nacional. DPI2014-51731-REDT. IP. Ramon Vilanova, 01/2015-01/2017.
- Laboratorio de investigación en percepción y reconstrucción digital 3D (3DLAB). Proyecto de Infraestructura Científico-Tecnológica 2012-2013. Ministerio de Economía y Competitividad – Fondo Europeo de Desarrollo Regional. UNAM13-IE-1991 (72.482,10 €). IPs. Manuel Berenguel, Fernando Aguilar, 01/2013-12/2015.
- Plataforma Tecnológica Española de Robótica HISPAROB (<http://www.hisparob.es>)
- European Robotics Research Network EURON (<http://www.euron.org/>)
- Comité Español de Automática (www.ceautomatica.es)

Colaboradores del grupo en CIESOL:

- Sebastián Dormido Bencomo (UNED)
- Carlos Rodríguez Contreras (UNED)
- Andrzej Pawlowski (UNED)
- Pilar Martínez Ortigosa (UAL)
- Juana López Redondo (UAL)
- Nicolás Calvo Cruz (UAL)
- Fernando Bienvenido Bárcena (UAL)
- Juan Carlos López (CAJAMAR)
- José María Cámara (UMH).
- Ramón Costa Castelló (UPC)
- Carlos Bordóns (US)
- Eduardo F. Camacho (US)
- Manuel G. Ortega (US)
- Manuel R. Arahal (US)

Alumnos en prácticas curriculares:

- Aparicio, A.; ayudas para el desarrollo de herramienta Heatrec en Labview, Grado en Ingeniería Electrónica Industrial
- Claudiu Suci. Modelado del consumo de agua en entornos energéticamente eficientes. Grado en Ingeniería Electrónica Industrial.
- Mario Alberto López Alonso. Modelado y control de fan-coil.
- Castillo, D.; Sistema de control de iluminación de una habitación optimizando los criterios de sostenibilidad y eficiencia energética; Grado en Ingeniería Electrónica Industrial
- Gustavo José Martín de Dios. Desarrollo en entorno Labview de un entorno de entrenamiento de operadores de una planta híbrida solar. Grado en Ingeniería Electrónica Industrial.
- Rocío García Hernández. Análisis de instalación eléctrica y electrónica de un invernadero de alta tecnología. Grado en Ingeniería Electrónica Industrial.

Trabajos fin de estudios:

- Bretones Castillo, Laura. Desarrollo de Trabajo Fin de Grado: Control de temperatura en invernadero mediante ventilación natural: Compensación de perturbaciones por medio de control *Feedforward*.
- Gil Vergel, J.D. Desarrollo de Trabajo Fin de Máster "Generador de consignas para una planta de destilación por membranas alimentada con energía solar" en el Máster en Informática Avanzada e Industrial de la Universidad de Almería (23/09/2016).
- Guerrero, J.; 2016; Análisis e instalación de un sistema fotovoltaico en el vehículo eléctrico UAL-eCARM; TFG Grado en Ingeniería Mecánica; Universidad de Almería, España; 175 pp.
- Lozano López, María del Mar. Desarrollo de Proyecto Fin de Máster: Implementación del motor de simulación de una herramienta para la ayuda a la toma de decisiones (DSS) sobre la gestión del clima, producción y coste económico aplicado a un polígono de invernaderos.
- Martínez, J.; 2016; Desarrollo de un sistema de control automático de riego basado en modelos de transpiración y contenido de humedad del sustrato; TFM Máster en Horticultura Mediterránea bajo invernadero; Universidad de Almería, España; 25 pp.
- Rivera Hernández, Leonardo. Desarrollo de Proyecto Fin de Máster (Master en Innovación y tecnología de Invernaderos): Análisis de viabilidad técnica y económica de la utilización de robots en invernaderos. Propuesta para el modelo Almería.
- Tomillero Urrutia, M.A. Desarrollo de Trabajo Fin de Grado: Instalación y análisis de funcionamiento de una máquina de deshumidificación por condensación para invernaderos de clima mediterráneo
- Zanini, Paolo. Desarrollo de Proyecto Fin de Máster: *Rule-based fuzzy logic control of visual comfort*. Ha colaborado en el desarrollo de un modelo y un sistema de control del confort visual en la sala de seminarios del edificio CIESOL.

Colaboraciones internacionales:

- Antonio Visioli y Domenico Gorni (University of Brescia, Italy)
- Tore Häggglund (Lund University, Sweden)
- Antonio Ruano y Hamid Khosravani (Universidade del Algarve, Portugal)
- Julio Normey, Daniel Pagano, Gustavo Andrade (Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil)

Estancias

- J.L. Torres. National Engineering Research Center for IT in Agriculture (NERCITA). Beijing, China. 12/08/2016- 14/09/2016.

Estancias en CIESOL de investigadores de otros centros de investigación:

- Paolo Zanini, Universidad de Brescia, Italia (15/02/2016-30/07/2016).
- Luis Orlando Polanco Vasques (01/01/2016-30/06/2016), Cristian Andrés Carreño Meneses (01/01/2016-30/04/2016), Crisithiam Jesid Gutiérrez Lozano (01/05/2016-31/07/2016). Universidad de Guanajuato (México), Departamento de Ingeniería Eléctrica. CONACYT becas mixtas 2016.

Organización de congresos:

- Francisco Rodríguez Díaz (IPC Chair). II Simposio de Ingeniería Hortícola. Universidad de Almería. 10-12/02/2016. <http://www2.ual.es/SNIH16/>
- Manuel Berenguel: IPC member de los congresos ACE2016, MED2015, MED2016, COGINFOCON2016 y EBCCSP2016.
- El investigador Luis Yebra, ha organizado un minisimposio en el Congreso Eurosím2016 (Finlandia): "S5: Modeling and simulation in solar thermal power plants". Difusión en: "<http://www.ciemat.es/cargarAplicacionNoticias.do?idArea=-1&identificador=1036>". Las contribuciones se han realizado con grupos de las Universidades de Cádiz, Sevilla, UPM y UNED. Los tres artículos publicados se publicarán en los *proceedings online* a través la IEEE Computer Society.

Tesis doctorales en proceso de realización por personal no becario (no citado previamente):

- Francisco José Gómez Navarro (supervisores Luis José Yebra y Antonio Giménez).
- César Hernández Hernández (supervisores Francisco Rodríguez y José Carlos Moreno).
- Ana Paola Montoya (supervisores José Luis Guzmán y José Carlos Moreno).

Premios

- Medalla "Agustín de Betancourt" de la Real Academia de Ingeniería en su 7ª Edición de Premios Investigadores y Profesionales para el investigador de CIESOL José Luis Guzmán Sánchez. Estos premios de investigación están destinados a investigadores en ingeniería y a profesionales jóvenes que hayan realizado labores de innovación, contribuciones profesionales notorias u obra singular en cualquiera de los ámbitos profesionales de la ingeniería española.
- Premio al mejor trabajo en Ingeniería del congreso SNIH16 II Simposio Nacional de Ingeniería Hortícola "Automatización y TICS en agricultura", otorgado por la Sociedad Española de Agroingeniería a la comunicación titulada "Control predictivo para satisfacer la demanda de agua en un invernadero mediante un sistema de desalación solar", realizado por L. Roca, J.A. Sánchez, F. Rodríguez, J. Bonilla, A. de la Calle y M. Berenguel

Asistencia a Jornadas de Transferencia

Además, uno de los investigadores del grupo asistió a una de las Jornadas de Transferencia de Tecnología Sector TIC – TAndalucía sector Smart Cities: 17/06/2016. Sala Gran Forum. Hotel AC Málaga. Los perfiles ofertados por el grupo fueron:

- Desarrollo de sistemas de control para mejorar la eficiencia energética en *Smart buildings*.
- Gestión y control de energía en *Smart grids* con apoyo de energías renovables.
- Gestión y control del agua en *Smart cities*.
- Desarrollo de aplicaciones software para la adquisición de datos en *Smart buildings* e integración de sistemas.

Otras actividades científicas:

- Gestión energética en entornos productivos agrícolas con apoyo de energías renovables: Jornadas Técnicas Agroalimentarias "Aplicación de Energías renovables a la agricultura intensiva", Organizadas por la Fundación Cajamar, 29 de noviembre de 2016.
- Organización de la Jornada "Confort y Edificación Sostenible, una respuesta desde la Automática y las Micro-Redes Energéticas", 20 octubre de 2016.
- Noticias en prensa generalista y de divulgación científica sobre resultados del proyecto OPTICONES. Título: El confort sostenible, número 125 de la revista Novaciencia correspondiente a noviembre de 2016.
- "Control de climatización e iluminación en edificación sostenible. Resultados del proyecto OPTICONES". En: Jornada "Confort y Edificación Sostenible, una respuesta desde la Automática y las Micro-Redes Energéticas". 20 octubre de 2016, Conferencia Invitada.
- Participación en la Semana Europea de la Robótica, 25 noviembre 2016.
- Creación y actividades asociadas al Club de Robótica de la UAL: Participación en la Semana de la Ciencia, charlas en Institutos, 2016.
- Participación en el proyecto europeo Researcher's Square (RESSQUA) para la organización de la Noche Europea de los Investigadores, 26 septiembre 2016.
- Participación en el XIV Simposio CEA de Ingeniería de Control. Universidad de la Rioja, 12-11 marzo de 2016.
- Participación en el 1st IEEE International Conference on Event-Based Control, Communication, and Signal Processing, 13-15 June 2016, Krakow, Poland.
- Participación en Jornadas de Automática 2016 (Madrid) y organización de grupo temático de Ingeniería de Control, 7-9 septiembre 2016.
- Participación en Eurosun 2016, Mallorca España, 14 octubre 2016.
- Participación en Eurosím 2016, Oulu, Finland. 12-16 septiembre 2016.
- Participación en Workshop on Past, Present and Perspectives of MPC, Gent, Belgium, 26 agosto 2016.
- Participación en 24th Mediterranean Conference on Control and Automation MED 2016, Athens, Greece, July 2016.
- Participación en Desalination for the Environment: Clean Water and Energy, Rome, Italy, May 2016.

2.5 ACTIVIDADES EN EVALUACIÓN DEL FRÍO SOLAR

2.5.1 Descripción de la unidad

La Unidad de Recurso Solar y Frío Solar está compuesta por los miembros del grupo "Recursos Energético Solares y Climatología (TEP165)". 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 y doctores del área de Física Aplicada, del área de Máquinas y Motores Térmicos y del área de Lenguajes y Sistemas Informáticos y tres becarios de investigación también doctores.

2.5.2 Líneas estratégicas del grupo

Las principales líneas estratégicas del grupo 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 Investigador principal del grupo

Francisco Javier Batlles Garrido (Scopus Author 6602731047)

Profesor Titular de Universidad y acreditado al Cuerpo de Catedráticos de Universidad por el 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. 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 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 2016

Durante 2016 se ha trabajado en el proyecto de infraestructura científica en ejecución titulado "Módulo piloto polivalente para evaluación optimización y mejora de los sistemas de frigoconservación agroalimentaria con energías renovables, UNAM13-1E-2532". Se construyó el módulo Piloto compuesto 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. En Diciembre 2016 acabó la ejecución del proyecto.

Durante el año 2016 se ha trabajado sobre la caracterización térmica de materiales de cambio de fase sólido-líquido (PCM). Para ello se ha contado con tres colaboraciones, por un lado la Profesora Svetlana Ushak, de la Universidad de Antofagasta (Chile), Profesor Antonio Manuel Puertas López, el miembro del Departamento de Química y Física Aplicada (Universidad de Almería) y por otro lado la empresa Phase Change Technologies S.L. Los principales objetivos de esta colaboración es desarrollar una metodología para la caracterización térmica de materiales utilizados en la fabricación de PCM.

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. Se han desarrollado trabajos de modelización de la radiación solar con medidas extremas de temperatura diaria en zonas desérticas y estudios de atenuación atmosférica en el desierto de Atacama (Chile). Se desarrolló una campaña de medidas de aerosoles atmosféricos en el desierto de Atacama. También se ha desarrollado una caracterización e influencia del polvo en la producción de paneles fotovoltaicos.

2.5.5 Incorporación de personal: becas, contratos pre y post doctorales

- Estancia internacional. Mauricio Trigo González (13/09/2016 – 07/12/2016).
- Estancia internacional. Daniel Reyes Guerrero (11/01/2016 – 08/04/2016).

2.5.6 Producción Científica

Artículos

- The application of Bayesian network classifiers for cloud classification in satellite images. 2016, Renewable Energy, 97, pp 155-161.
- Identification of cloud contamination in sun photometric data using ground-based sky imagery. 2016, J Aeronaut Aerospace Eng, 5:2(Suppl).
- Direct normal irradiance forecasting on one hour-ahead under partially-cloudy sky conditions through Meteosat second generation satellite images. 2016, J Aeronaut Aerospace Eng 5:2(Suppl).
- Cloud detection in the sun area of total sky images using a conventional and a low-cost sky camera. 2016, J Aeronaut Aerospace Eng 5:2(Suppl).

Congresos

- Water JPI Conference, Rome, 19th of May 2016.
- 11th ISES EuroSun Conference, 11 – 14 octubre 2016, Palma de Mallorca, España.
- 2nd International Conference and Exhibition on Satellite & Space Missions, 21 – 23 julio 2016, Berlin Germany.
- 9^a Asamblea Hispano Portuguesa de Geodesia y Geofísica, 28 – 30 junio 2016, Madrid, España.

2.5.7 Miembros del grupo

Francisco Javier Batlles Garrido



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

Francisco Javier Barbero Francisco



Profesor Titular de Universidad
UAL
jbarbero@ual.es
(+34) 950 015 307
www.tep165.com

Sabina Rosiek



Doctora
UAL
srosiek@ual.es
(+34) 950 014082

Mercedes Martínez Durbán



Profesor Titular de Universidad
UAL
mdurban@ual.es
(+34) 950 015 676
www.tep165.com

Joaquín Alonso Montesinos



Doctor contratado
UAL
joaquin.alonso@ual.es
(+34) 950 014430
www.tep165.com

2.5.8 Proyectos vigentes durante 2016

2.5.8.1. Módulo piloto polivalente para evaluación, optimización y mejora de los sistemas de fríoconservación agroalimentaria con energías renovables

Participantes:

Grupo de Inv. "Recursos Energético Solares y Climatología". Universidad de Almería (TEP-165)

Contactos:

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

Fuente de financiación:

N.A.

Duración prevista:

Septiembre 2014 – Diciembre 2016

Situación:

Finalizado

Resumen:

El objetivo fundamental del proyecto consiste en analizar la eficiencia energética de un sistema de fríoconservación basado en almacenamiento de energía en cambio de fase y un sistema de refrigeración basado en "frío solar", sistema de absorción, para diferentes necesidades energéticas y ambientales. Las líneas de investigación en las que se utilizarán serán: almacenamiento de frío en cambio de fase, modelización de sistemas de acumulación de hielo ligado a las energías renovables, caracterización y modelización de modelos óptimos de fríoconservación, eficiencia energética en sistemas de fríoconservación.

Objetivos:

- Evaluación y modelización energética del sistema de fríoconservación instalado en el edificio CIESOL. Implementación y pruebas experimentales de nuevos algoritmos de control propuestos para mejora de la instalación.
- La realización de múltiples ensayos sobre aprovechamiento de frío solar acumulado, aportando aún más funcionalidad y ahorro energético a la actual instalación del edificio CIESOL.
- Análisis del impacto energético y ambiental teniendo en cuenta varios factores como por ejemplo: ahorro de energía primaria, emisiones de CO₂, costes de inversión, operación y mantenimiento anual y finalmente el periodo de amortización de la instalación estudiada.

2.5.8.2. Mejora de procesos agroalimentarios de fríoconservación y postcosecha desde el punto de vista cualitativo, energético y económico

Participantes:

Grupo de Inv. "Recursos Energético Solares y Climatología". Universidad de Almería (TEP-165)

Contactos:

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

Fuente de financiación:

Savia Biotech

Duración prevista:

Noviembre 2014 – Diciembre 2016

Situación:

En curso

Resumen:

El objeto del proyecto es el suministro e instalación de un Módulo Piloto Polivalente para ensayos de Evaluación, Optimización y Mejora de los sistemas de Producción y Conservación del sector

Agroalimentario Almeriense. El Módulo se instalará en una ubicación privilegiada como es el edificio "CIESOL" de la UAL en Almería. El módulo Piloto polivalente estará compuesto de tres partes o módulos principales que a su vez serán complementarios entre sí, y de una sala de supervisión y control común en donde se instalará un sistema de adquisición de datos, monitorización y control remoto flexible que va a permitir la gestión, supervisión y evaluación de los diferentes ensayos a realizar dirigidos a mejorar el sector agroalimentario estatal y en concreto su caracterización sobre el entorno Almeriense.

Objetivos:

- Estudiar la eficiencia y ahorro energético en cámaras de frigoconservación.
- Validar y cuantificar el ahorro energético del nuevo sistema frente al convencional.
- Comparar los sistemas de acumulación de energía por cambio de fase y reconocer el sistema óptimo para el entorno almeriense.
- Evaluar y optimizar el modelo de acumulación de hielo ligado a renovables.
- Validar y cuantificar el ahorro energético del nuevo sistema.
- Realizar ensayos de postcosecha con diferentes tipos de frutas y verduras para validar y optimizar su conservación con las nuevas tecnologías.
- Divulgar y presentar los resultados trasladables al sector agroalimentario Almeriense.
- Concretar y caracterizar el futuro modelo óptimo de frigoconservación Almeriense mediante una herramienta de simulación tangible.

2.5.8.3. Recuperación de energía de una planta piloto de reactor batch secuencial de biofiltro granular (THERBIOR)**Participantes:**

Grupo de Inv. "Recursos Energético Solares y Climatología". Universidad de Almería (TEP-165)

Contactos:

F.J. Battles (fbattles@ual.es).

Fuente de financiación:

Comisión Europea (ERA-NET Cofund WaterWorks2014 Call, Water JPI), MINECO (Ref. PCIN-2015-258)

Duración prevista:

Abril 2016 – Abril 2018

Situación:

En curso

Resumen:

THERBIOR se centra en el desarrollo, aplicación y difusión de tecnologías para mejorar la eficiencia energética en plantas de tratamiento de aguas residuales utilizando una bomba de calor (HP) asistida con energía solar, sistema híbrido, aplicable para toda Europa, pero con especial interés en países de la región mediterránea. El objetivo del proyecto THERBIOR es proporcionar una solución para el sector turístico, que se caracteriza por una intensa demanda de agua así como una gran producción de aguas residuales. La integración de los paneles fotovoltaicos (PV) y de la HP en el sistema pionero Sequencing Batch Biofilter Granular Reactor (SBBGR) va a suponer un gran valor añadido a la reutilización de aguas residuales. Esta tecnología va contribuir a mejorar la gestión de las aguas residuales, dando a las personas un mayor acceso al agua potable, y contribuir así a mejorar el bienestar social a través de una mayor calidad de vida como consecuencia de una mejora en la calidad del agua. Los problemas derivados del cambio climático así como los debidos al agotamiento de los recursos naturales y la escasez del agua van

a suponer en un futuro un grave impacto, tanto medioambiental como socioeconómico. Los cambios globales actuales (tales como el cambio climático y la expansión urbana) requieren prácticas innovadoras para minimizar los riesgos asociados con la distribución del agua así como las instalaciones de almacenamiento de agua en zonas urbanas. En consecuencia es necesario realizar grandes esfuerzos para fomentar la participación pública y concienciar a la sociedad sobre la responsabilidad de hacer un uso racional del agua y la energía, especialmente con los recursos del agua dulce, y adaptarse a las amenazas antes mencionadas. La industria del agua necesita tecnologías innovadoras para desarrollar productos y servicios de abastecimiento de agua, que mejoraran la economía europea. El proyecto desarrollará un sistema de recuperación de energía de la mencionada planta SBBGR, implementando una bomba de calor que utiliza energía solar como fuente de energía primaria. El calor almacenado en uno de los tanques de la planta SBBGR, se va a utilizar para un sistema de climatización y agua caliente sanitaria de un caseta de ensayos, desarrollándose así un sistema totalmente innovador. Una vez desarrollada y puesta en marcha la instalación se va realizar un estudio de viabilidad para su incorporación a la red de instalaciones turísticas de las ciudades Almería y Bari que forman el consorcio. Nuestro principal objetivo es evaluar la cantidad de energía que podemos obtener de las aguas residuales urbanas y cuantificar la reducción de energía fósil necesaria para los sistemas de climatización de los edificios turísticos de las ciudades estudiadas. El proyecto también tiene la intención de crear nuevas oportunidades de negocio, en particular mediante el apoyo a la participación de las PYMES, tanto en lo que se refiera al abastecimiento de agua como la utilización de la energía solar. THERBIOR es un consorcio de 4 organizaciones europeas de España, Italia y Dinamarca, que combinan una amplia experiencia técnica, institucional y empresarial. THERBIOR pretende reunir especialistas altamente cualificados con el fin de apoyar y promover una solución tecnológica innovadora para mejorar la eficiencia de los procesos de tratamiento de aguas residuales urbanas haciendo especial énfasis en la aplicación del modelo desarrollado en el marco de la Unión Europea.

Objetivos:

- Evaluar la cantidad de energía que podemos obtener de las aguas residuales urbanas y cuantificar la reducción de energía fósil necesaria para los sistemas de climatización de los edificios turísticos de las ciudades estudiadas.

2.5.8.4. Predicción de la radiación solar en el receptor de una planta termosolar de torre central.

Participantes:

Grupo de Inv. "Recursos Energético Solares y Climatología". Universidad de Almería (TEP-165)

Contactos:

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

Fuente de financiación:

Ministerio de Economía y Competitividad.

Duración prevista:

Enero 2015 – Diciembre 2017

Situación:

En curso

Resumen:

La predicción de la irradiancia solar directa (DNI) es un tema de investigación de creciente interés en campos como agricultura o la producción de potencia solar. La producción de electricidad a partir de

Centrales solares de Receptor Central (CRC), para las que la DNI es una entrada crítica, experimenta un crecimiento vertiginoso a nivel mundial. Esta tecnología será una de las que contribuya de forma más significativa al futuro puzzle de energías renovables. El mayor reto que plantean estas grandes instalaciones solares es su integración en las redes de distribución de energía. Para ello, el conocimiento de predicciones precisas de los niveles de DNI en el receptor es crucial, influyendo no sólo en el funcionamiento de la planta, sino en el propio mercado de precios.

La nubosidad es la principal fuente de variabilidad de la DNI en el campo de helióstatos. En caso de que la radiación solar no sea interceptada por las nubes, los aerosoles son el constituyente atmosférico que mayor variabilidad introduce en la DNI. Las CRC suelen estar en zonas áridas o semiáridas, con un elevado porcentaje de cielos despejados y mayor frecuencia de episodios de elevada turbiedad. La necesidad de su predicción resulta así vital. No obstante, ninguna de las técnicas de predicción, a corto o medio plazo, proporcionan explícitamente la DNI en superficie. Por otra parte, los aerosoles de las capas más bajas de la atmósfera pueden reducir hasta un 40% la potencia solar que llega al receptor, reflejada por los helióstatos. Aunque la atenuación real es un campo actualmente desconocido, es altamente demandado. Los códigos de diseño de las CRC (HLFCAL o SolTRACE) no pueden reproducir tales efectos.

El objetivo del proyecto es PREDECIR A CORTO PLAZO la DNI que alcanza el receptor de una CRC. Para ello se plantea predecir la DNI que alcanza la superficie, y desarrollar técnicas para determinar y predecir la atenuación de la radiación solar reflejada por el campo de helióstatos en su camino hasta el receptor.

Objetivos:

- Estimación de la radiación solar directa en tierra utilizando imágenes de satélite.
- Estimación de la radiación solar directa en tierra utilizando imágenes de cámara de cielo.
- Diseño, implementación y ejecución de un sistema en tiempo real, para una recogida de datos síncrona de ceilómetro, visibilímetro y radiación.
- Instalación, orientación y puesta en marcha de las cámaras CCD. Diseño e implementación de algoritmos para la adquisición y procesamiento de imágenes.
- Desarrollo de un sistema de modelado atmosférico en las capas más próximas a la superficie, utilizando las técnicas basadas en el coeficiente de extinción obtenido con datos de ceilómetro y visibilímetro, así como con cámaras CCD. Comparación de resultados de ambas metodologías.
- Diseño, implementación y desarrollo de un sistema de predicción de la radiación solar directa a una hora vista, combinando los estudios de estimación y predicción de radiación junto con los desarrollos concernientes a la atenuación atmosférica.
- Evaluación de la predicción de radiación solar con datos medidos procedentes de la estación radiométrica.
- Diseño de una interfaz de usuario, con la correspondiente implementación de algoritmos de control y de procesamiento de datos, donde se presente, en tiempo real, la predicción de radiación final estimada en la torre central de las plantas termosolares.

2.5.9 Transferencia y Actividades Complementarias

- Varias reuniones con la empresa Hedera Helix Ingeniería y Biotecnología S.L., Phase Change Technologies S.L., para la elaboración de un proyecto común.
- Estancia en el mes de julio en la Universidad de Antofagasta (Chile) para presentar, entre otros, el sistema de predicción de nubosidad y radiación en tiempo real utilizando imágenes de cámaras de cielo de bajo coste y el sistema de refrigeración y calefacción solar instalado en el edificio CIESOL. Campaña de medidas en el desierto de Atacama
- Seminario "Modelización del recurso solar utilizando redes neuronales artificiales". Impartido en el Centro de Desarrollo Energético de Antofagasta, Antofagasta (Chile). Julio de 2016.
- Conferencia: "Evaluación y predicción del recurso solar utilizando imágenes de satélite". Impartida en la Escuela Politécnica Superior de Ingeniería de la Universidad de Antofagasta, Chile.
- Conferencia: "Evaluación y predicción del recurso solar con imágenes de cámara de cielo". Impartida en la Escuela Politécnica Superior de Ingeniería de la Universidad de Santiago, Santiago de Chile (Chile).
- Energía Solar: un futuro asegurado, Joaquín Alonso-Montesinos. Proyecto Researchers' Square (RESSQUA) – Marie Skłodowska-Curie Actions, Noche Europea de los Investigadores, 30 septiembre 2016.
- Participación como expositor en la Escuela Internacional: Fundamentos Teóricos de la Energía Termosolar – FUPSE 2016, 7 al 18 de noviembre 2016, Universidad de Antofagasta (Chile).
- Curso impartido: Predicción de la radiación solar y redes neuronales, noviembre 2016, Universidad de Antofagasta (Chile).

2.5.10 Proyectos solicitados durante 2016

- Convocatoria ERANET-LAC Joint Call 2015-2016, de la unión Europea. "PCMSOL: Thermal Energy Storage with Phase Change Materials for Solar Cooling and Heating Applications: A technology viability analysis". Liderada por la Universidad de Almería. Participantes: Phase Change Technologies, S.L. (España), Wroclaw University of Science and Technology (Polonia), Catholic University of Bolivia (Bolivia) junto a University of Antofagasta (Chile). Concedido.
- Convocatoria de la Unión Europea ERC-2017-STG (TOPIC ERC-2017-STG). "CoolGreenCommunity".

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. Se trata de un grupo de trabajo en proceso de conformación como grupo de investigación independiente. Actualmente sus investigadores 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. El grupo 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 del grupo

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 usualmente 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 del grupo

Jose M. Fernández Sevilla (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 publicaciones científicas en revistas internacionales.

Guillermo Zaragoza del Águila (Scopus Author 6701505211)

Científico contratado del CIEMAT. Departamento 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. En la actualidad su actividad se centra en la desalación solar y coordina el Action Group "Renewable Energy Desalination" de la European Innovation Partnership on Water (Comisión Europea), así como el Working Group "Renewable Energy and Desalination" de la plataforma europea del agua WssTP.

2.6.4 Resumen de la actividad desarrollada en CIESOL durante 2016

En la línea relacionada con la producción de microalgas durante la anualidad 2016 se han finalizado dos proyectos europeos, (i) el proyecto MANAGER enfocado al tratamiento de aguas de mina para la eliminación de las mismas de metales pesados, y (ii) el proyecto CO2ALGAEFIX enfocado a la puesta en marcha de una planta de producción de microalgas acoplada a una central de gas natural en Arcos de la Frontera. Así mismo, durante este año 2016 se han continuado otros proyectos relacionados con microalgas previamente en vigor durante 2015 como son (i) el proyecto nacional PURALGA en colaboración con la Universidad de Valladolid y el Instituto Tecnológico Agrario de Castilla y León (ITACyL), (ii) el proyecto nacional EDARSOL en colaboración con la Universidad Politécnica de Cataluña (UPC), (iii) el proyecto ERANET-LAC GREENBIOREFINERY en colaboración con universidades y centros de investigación de Portugal, Argentina y Colombia, y (iv) el proyecto Retos colaboración BACAGRO en colaboración con la empresa Biorizon Biotech y la Fundación Cajamar. Los tres primeros tienen relación con la producción de microalgas acoplada al tratamiento de aguas residuales, ya sean animales, como urbanas o de industria cervecera. El último se relaciona con la producción de bacterias de uso agrícola para su aplicación comercial. Por último, durante el año 2016 se han puesto en marcha dos nuevos proyectos relacionados con la depuración de biogás a biometano por métodos biológicos como el proyecto (i) GREENUPGAS coordinado por Estrella Levante y (ii) el proyecto METINGREEN liderado por Sacyr y Biorizon Biotech. Además, se ha iniciado (iii) el contrato SETEC en colaboración con la empresa SETEC de Francia enfocado al desarrollo de un proceso biológico de producción de biopolímeros a partir de gases de combustión con microalgas. Cabe también añadir que a finales de 2016 se han puesto en marcha dos nuevos proyectos: (iv) el proyecto BIOREFINA coordinado por AZUD y enfocado a la valorización de residuos agrícolas mediante sistemas de digestión anaerobia y microalgas, y (v) el proyecto Europeo SABANA liderado por la Universidad de Almería y enfocado a la implantación de una instalación demostrativa de producción de microalgas para aplicaciones agrícolas y acuicultura en Almería. En todos estos proyectos se continua trabajando en la puesta en marcha de nuevos procesos basados en microalgas sobre todo para aplicaciones de gran mercado como biopolímeros, biofertilizantes y piensos para acuicultura, especialmente integrando con el tratamiento de aguas residuales de origen urbano y/o ganadero. También cabe resaltar la apertura de una nueva línea de trabajo por petición de algunas empresas interesadas en ella, como es la depuración de biogás a biometano, especialmente por métodos biológicos empleando microalgas.

En cuanto a la desalinización, la actividad en el proyecto RED Heat-to-Power continuó. El objetivo del proyecto es generar electricidad a partir de un gradiente de salinidad utilizando un proceso de electrodialisis inversa en circuito cerrado en el que se utiliza energía térmica para regenerar el gradiente de salinidad. Nuestra tarea en el proyecto es evaluar sistemas de regeneración térmica con diferentes

sales. Se han realizado simulaciones para la destilación multi-efecto (MED) y la destilación por membranas (MD) utilizando diferentes soluciones de NaCl, LiCl y KCH₃COO, mostrando que el consumo específico de energía térmica aumenta con la salinidad más en MD que en MED, siendo el efecto de cambiar las sales no tan importante, ya que la actividad del agua es similar en las disoluciones de estas sales. En el marco del proyecto Zero Carbon Resorts (ZCR2), las actividades continuaron con una evaluación de los informes de auditoría de los resorts y la participación en una conferencia en Tailandia. También han continuado las actividades del proyecto nacional EFFERDESAL, subproyecto del proyecto coordinado ENERPRO, que tiene como objetivo principal el análisis, diseño y aplicación de técnicas de modelado, control y optimización para la gestión eficiente de energía, agua y generación de CO₂ en sistemas productivos basados en energías renovables y sistemas de almacenamiento.

En 2016 comenzaron tres nuevos proyectos europeos del H2020. El proyecto WASCOP es coordinado por el instituto de investigación CEA (Francia) y su objetivo principal es desarrollar una innovación revolucionaria en la gestión del agua (tanto para el enfriamiento del bloque de potencia como para la limpieza de las superficies ópticas del campo solar) en plantas de generación de energía termoeléctrica por concentración solar (CSP). Durante el año 2016, los socios han estado trabajando en el modelo general de la planta CSP y en el diseño de diferentes tecnologías de enfriamiento para el bloque de potencia que permiten el ahorro de agua. Estos dispositivos serán fabricados por la empresa francesa Hamon d'Hondt e instalados en diferentes centros de investigación (por ejemplo, la Plataforma Solar de Almería) para su prueba en condiciones reales. Otro nuevo proyecto H2020 es REWACEM, coordinado por el Instituto Fraunhofer y con el objetivo de reducir el uso del agua y energía, disminuir la generación de aguas residuales y recuperar valiosos recursos metálicos en la industria del galvanizado y de producción de tarjetas de circuitos impresos. Nuestra tarea particular es implementar una combinación de diálisis por difusión y destilación de membranas en un proceso de galvanoplastia de cobre en estrecha colaboración con la PYME española Electroniquel y la empresa alemana SolarSpring.

El Proyecto NESTER está coordinado por el Cyprus Institute (Cyl) y tiene como principal objetivo el incorporar a la división de energía solar de este instituto como un miembro más de la comunidad de grupos de investigación punteros en el campo de la electricidad solar térmica (STE) y conseguir que se convierta en el líder regional del Mediterráneo Oriental y Oriente Medio (Región EMME). Durante 2016 las actividades más destacadas han sido el establecimiento de una agenda para la celebración de escuelas de invierno, workshops de temática específica, estancias y actividades de tutorización durante los próximos tres años del proyecto. Del 7 al 17 de noviembre, investigadores de CIEMAT-PSA participaron como ponentes en la primera Escuela de Invierno que se celebró en Nicosia (Chipre) donde el tópico de desalación solar fue uno de los dos temas especiales cubiertos por este curso.

2.6.5 Incorporación de personal: becas, contratos pre y post doctorales

No se han producido nuevas incorporaciones al grupo de trabajo, si bien se han mantenido todas las anteriormente contratadas además de incorporar frecuentes estancias de investigadores de otros centros de investigación y universidades tanto nacionales como internacionales.

2.6.6 Producción Científica

Artículos

- Distributed Sliding Mode Control of pH in Tubular Photobioreactors. 2016, IEEE Transactions on Control Systems Technology, vol. 24, issue 4.
- Optimization of biomass production in outdoor tubular photobioreactors. 2015, Journal of Process Control, 37 pp 58–69.
- Integration of microalgae production with anaerobic digestion of dairy cattle manure: an overall mass and energy balance of the process. 2016, Journal of Cleaner Production 112 pp 103–112.
- Modeling of photosynthesis and respiration rate for *Isochrysis galbana* (T-Iso) and its influence on the production of this strain. 2016, Bioresource Technology 203 pp 71–79.
- Light regime optimization in photobioreactors using a dynamic photosynthesis model. 2016, Algal Research 16 pp 399–408.
- Outdoor production of *Tisochrysis lutea* *Isochrysis galbana* (T-iso) in industrial pilot-scale tubular photobioreactors. 2016, Appl Phycol 28: pp 3159.
- Heaven. Optimization of carbon dioxide supply in raceway reactors: influence of carbon dioxide molar fraction and gas flow rate. 2016, Bioresource Technology, vol. 212.
- Hierarchical control for microalgae biomass production in photobioreactors. CONTROL ENGINEERING PRACTICE, 54: 246-255 (2016).
- Outdoor pilot production of *nannochloropsis gaditana*: influence of culture parameters and lipid production rates in flat-panel photobioreactors. Algal Research, vol. 18 (2016).
- Wastewater treatment using microalgae: how realistic a contribution might it be to significant urban wastewater treatment? 2016, Appl Microbiol Biotechnol. 100(21), pp 9013-9022.
- Dynamic model of an industrial raceway reactor for microalgae production. 2016, Algal Research Vol 17 pp 67–78.
- Mechanistic model for design, analysis, operation and control of microalgae cultures: Calibration and application to tubular photobioreactors. 2017, Algal Research 21, pp 236–246.
- Dynamic modeling and simulation of a double-effect absorption heat pump. 2016, International Journal of Refrigeration 72 pp 171-191
- Experimental parametric analysis of a solar pilot-scale multi-effect distillation plant. 2016, Desalination & Water Treatment 57 pp 23097-23109.
- Quasi-steady state simulations of multi-effect distillation plants coupled to parabolic trough solar thermal power plants. 2016, Desalination and Water Treatment 57 pp 23085-23096.
- Thermo-economic comparison of integrating seawater desalination processes in concentrating solar power plant of 5 MWe. 2016, Desalination 392, pp. 102-117.
- Two-stage FO-BWRO/NF treatment of saline waters. 2016, Desalination and Water Treatment, 57 (11), pp 4842-4852.
- Dual Stage PRO Process: Impact of the Membrane Materials on the Process Performance. 2016, Desalination and Water Treatment, 57 (14), pp 6172-6183.
- Integration and Optimization of Pressure Retarded Osmosis with Reverse Osmosis for Power Generation and High Efficiency Desalination. 2016, Energy, 103, pp 110-118.
- Solar desalination by air gap membrane distillation: a case study from Algeria. 2016, Desalination and Water Treatment, 57 (48-49), pp 22718-22725.
- Forward Osmosis Process for Supply of Fertilizer Solutions from Seawater Using a Mixture of Draw Solutions. 2016, Desalination and Water Treatment, 57 (58), pp 28025-28041.
- Energy Efficiency of RO and FO-RO system for High Salinity Seawater Treatment. 2016, In Press, Clean Technologies and Environmental Policy.
- Comparative characterization of three commercial spiral-wound membrane distillation modules. 2016, In Press. Desalination and Water Treatment.

- Optimal operating conditions analysis of a multi-effect distillation plant. 2017, In Press, Desalination and Water Treatment.
- Preliminary evaluation of the use of vacuum membrane distillation for the production of drinking water in Arica (Chile). 2017, In Press, Desalination and Water Treatment.

Capítulos de Libros

- Libro: Prospects and Challenges in Algal Biotechnology Capítulo Event-based control systems for microalgae culture in industrial reactors. A. Pawlowski, J. L. Guzman, M. Berenguel, F. G. Acien and S. Dormido.
- Libro: Water Filtration Systems: Processes, Uses and Importance Desalination Capítulo Forward Osmosis Pretreatment of Seawater for Thermal Desalination. Altaee, A., A. Sharif and G. Zaragoza. Water Resource Planning, Development and Management, NovaScience Publishing, 2016. ISBN: 978-1-63484-039-2.

Congresos

- 11th IFAC Symposium on Dynamics and Control of Process Systems. Norway, 2016.
- Clean Water and Energy. Rome, Italy, 2016.
- Congreso Nacional del Color. Orense, España, 2016.
- Congress on the Management of Mining Wastes and Post-mining, GESRIM Marrakech, Marrocco 2016.
- 10th ISEB Conference Barcelona, España 2016.
- 1st EUALGAE workshop of algae bioproducts for early career Valladolid, España 2016.
- 3rd EABA, EC Algae Contractors' Conference & the 10th International Algae Congress. Madrid, España 2016.
- XI International Conference Aedyr, Valencia, Spain, 2016
- 2nd International Conference on Desalination and the Environment, Doha (Qatar), 23-26 enero 2016.
- Desalination for the Environment Clean Water and Energy. Rome (Italy), 22-26 mayo 2016.
- 9th International Desalination Workshop. Abu Dhabi (UAE), 13-15 noviembre 2016.

Patentes

TÍTULO: Sistema de carbonatación para cultivo de microalgas en reactores abiertos

NÚMERO DE PATENTE: P201231485

FECHA: 26.09.2012.

SOLICITANTE: HIDROTEC TECNOLOGIA DEL AGUA, S.L.

PATENTE EUROPEA: 2712917

FECHA: 18.11.2015

TÍTULO: Method for the valorisation of photosynthetic microorganisms for integral use of biomass

NÚMERO DE PATENTE: WO2014/122331

FECHA: 23.07.2014.

SOLICITANTE: ALGAENERGY S.A., Universidad de Almeria

TÍTULO: Sistema de eliminación de metales pesados en aguas mediante microalgas.

NÚMERO DE PATENTE: P201500861

FECHA: 20.11.2015.

SOLICITANTE: Universidad de Almeria

2.6.7 Miembros del grupo

José María Fernández Sevilla



Profesor Titular de Ingeniería Química
UAL
jfernand@ual.es
(+34) 950 015 899
www.jfernand.es

Guillermo Zaragoza del Águila



Investigador contratado
CIEMAT – PSA
guillermo.zaragoza@psa.es
(+34) 950 387941

Francisco Gabriel Acién Fernández



Profesor Titular de Ingeniería Química
UAL
facien@ual.es
(+34) 950 015 443

Diego César Alarcón Padilla



Investigador titular de OPI
CIEMAT – PSA
diego.alarcon@psa.es
(+34) 950 387800 Ext. (960)

Cintia Gómez Serrano



Investigadora contratada
Ingeniería Química – UAL/Las Palmerillas
cinti4201@hotmail.com
(+34) 950 580 488

Alba Ruiz Aguirre



Investigadora en formación
CIEMAT – PSA
alba.ruiz@psa.es
(+34) 950 387800 (Ext. 998)

Azahara Martínez García



Contratado de investigación
Ingeniería Química - UAL
azahara.mart@gmail.com
(+34) 950 015 899

Juan Antonio Andrés Mañas



Investigador en formación
CIEMAT – PSA
juanantonio.andres@psa.es
(+34) 950 387800 Ext. (812)

Pablo Fernández del Olmo



Contratado de investigación
Ingeniería Química - UAL
pfd793@ual.es
(+34) 950 015 914

Patricia Palenzuela



Investigadora contratada
CIEMAT – PSA
patricia.palenzuela@psa.es
(+34) 950 387800 Ext. (909)

Jose Peña Martín



Contratado de investigación
Ingeniería Química - UAL
josepema.ual@gmail.com
(+34) 950 015 914

Ismael Martín Cara



Contratado de investigación
Ingeniería Química - UAL
ismael.martin.cara@gmail.com
(+34) 950 015 914

2.6.8 Proyectos vigentes durante 2016

2.6.8.1 Desarrollo de una tecnología de upgrading biológico para la producción de biometano en entornos agroindustriales (GREENUPGAS)

Participantes:

ESTRELLA DE LEVANTE, AQUALGAE, ENEVIA, BIONET, AINIA, AIJU, Universidad de Almería, AROSA I+D

Contactos:

Dr. F. Gabriel Acien Fernandez (facien@ual.es)

Fuente de financiación:

INTERCONNECTA, CDTI EXP - 00083180 / ITC-20151346

Duración prevista:

Enero 2016 – Diciembre 2017.

Situación:

En curso

Resumen:

El proyecto tiene como principal objetivo desarrollar la tecnología GreenUpGas o proceso biológico de purificación de biogás agroindustrial para la obtención de biometano apto para inyección en redes de gas o uso como biocarburante en vehículos. La tecnología GreenUpGas consta de tres módulos: acondicionamiento del biogás con un cultivo de microalgas, producción de H₂ por electrólisis del agua a partir de energía solar fotovoltaica, y metanización biocatalítica con microorganismos metanogénicos hidrogenotróficos.

Objetivos:

El objetivo general de GreenUpGas es el desarrollo de una nueva tecnología de upgrading biológico para la producción de biometano en entornos agroindustriales..

2.6.8.2 Zero Carbon Resorts towards Sustainable Development of the Tourism Sector in the Philippines and Thailand (ZCR2)

Participantes:

Gruppe Angepaste Technologie GrAT (AT) (Coord.)
Palawan Council for Sustainable Development PCSD (PH)
Green Leaf Foundation GLF (TH)
Health Public Policy Foundation HPPF (TH)
PSA-CIEMAT (ES).

Contactos:

G. Zaragoza (gzaragoza@psa.es)

Fuente de financiación:

Comisión Europea, programa SWITCH-ASIA

Duración prevista:

Mayo 2014 – Abril 2018.

Situación:

En curso

Resumen:

El desarrollo del turismo en el sureste asiático lleva asociado elevados consumos de agua y energía y se ha convertido en uno de los sectores que mayor impacto medioambiental causa en la región. Es frecuente el uso de sitios aislados, como es el caso de las islas, donde el abastecimiento energético depende en la actualidad fuertemente de energías fósiles (fundamentalmente se utilizan generadores de gas-oil). El objetivo principal del proyecto es reducir el uso de combustibles fósiles y las emisiones de CO₂ en pequeñas y medianas empresas relacionadas con el sector turístico en Filipinas y Tailandia. Para ello, se promueven mejoras en la eficiencia en el uso de la energía y la incorporación de energías renovables. El proyecto parte de uno anterior desarrollado entre 2010 y 2014 en Filipinas (centrado fundamentalmente en la isla de Palawan) y pretende extender el éxito de la metodología a Tailandia y otras zonas de Filipinas. La acción propuesta pretende estimular la economía local, permitiendo a las Pymes locales de la industria del turismo desarrollar la capacidad para lograr tales objetivos. Para ello, se plantea la aplicación de una metodología en tres fases: Reducir, Reemplazar y Rediseñar. El grupo de Desalación Solar de la PSA-CIEMAT participa como experto tecnológico europeo, junto a socios locales como Green Leaf Foundation y Healthy Public Policy Foundation de Tailandia y el Palawan Council for Sustainable Development de Filipinas. A lo largo del proyecto se pretende formar mediante cursos y talleres, además de llevar a cabo ejemplo de demostración de tecnologías sostenibles en energía y agua.

Objetivos concretos de la participación del grupo:

- Diseño de un sistema autónomo de abastecimiento de energía y agua basado en energía solar para establecimientos turísticos aislados.
- Estudio y caracterización del proceso de destilación por membranas con energía solar.
- Evaluación de sistemas comerciales de destilación por membranas.
- Investigación sobre la aplicación de la destilación por membranas al tratamiento de aguas con contaminación biológica.
- Difusión de los resultados y elaboración de informes científicos.

2.6.8.3 Processing of brewery wastes with microalgae for producing valuable compounds (GREENBIOREFINERY)"

Participantes:

Departamento de Ingeniería, Universidad de Almería (España)
Laboratorio Nacional de Energía y Geología (LNEG) Portugal
Universidad de Antioquia (Colombia)
Universidad Nacional Tecnológica (Argentina)
Cervecería la Unión (Colombia)
Mahou-San Miguel (España)

Contactos:

F. Gabriel Acién (facien@ual.es)

Fuente de financiación:

ERANET LAC 2014

Duración prevista:

Octubre 2015 – Septiembre 2018.

Situación:

En curso

Resumen:

El objetivo del proyecto GREENBIOREFINERY es desarrollar nuevas estrategias para generar bioproductos mediante la integración del tratamiento de los residuos de cervecería con la producción de biomasa de microalgas, incrementando de esta forma la sostenibilidad económica y medioambiental del proceso en su conjunto. Esta integración permitirá la transformación de los desechos de las fábricas de cerveza en biomasa de interés, permitiendo no sólo la reducción del impacto ambiental de los procesos de fabricación de cerveza, sino también la recuperación de los nutrientes (C, N, P) contenidos en los residuos generados, y su transformación en compuestos de valor. Para lograr este objetivo, los residuos (líquidos y gases) generados a partir de la producción de cerveza, por empresas previamente seleccionadas, se caracterizarán para ser utilizados como materia prima para la producción de microalgas. Se compararán diferentes procedimientos de aprovechamiento de estos desechos para identificar los más adecuados para ser acoplados con la producción de microalgas. A continuación, diferentes cepas de microalgas serán evaluadas para determinar la más interesante de acuerdo con su capacidad de crecimiento y composición bioquímica. Dicha caracterización se llevará a cabo en condiciones de laboratorio pero simulando condiciones reales en externo, mientras que la cepa de mayor interés seleccionada será ensayada también en externo utilizando diferentes sistemas de cultivo y modos de operación. Se analizará tanto la producción y calidad de la biomasa producida, como la depuración de los efluentes de cervecería utilizados (líquidos y gases). A partir de la caracterización de la biomasa se desarrollarán procesos adecuados para la valorización completa de la misma. Se considera la producción de compuestos valiosos como pigmentos y ácidos grasos, además de la utilización de la biomasa en alimentación animal y en la producción de biofertilizantes. Por último, la tecnología desarrollada se escalará a escala piloto, hasta bioreactores de 1 m³, para validar y evaluar el proceso en su conjunto. En este proyecto participan cuatro instituciones de gran experiencia en ingeniería de bioprocesos, biotecnología de microalgas y en cultivos celulares in vitro, con el objetivo de desarrollar bioprocesos innovadores de producción de biomasa de alto interés a partir de desechos ricos en nutrientes (C, N, P) no utilizados por el momento en la industria cervecera. Como resultado se espera desarrollar procesos flexibles y adaptables de aprovechamiento integral de biomasa de microalgas que puedan ser aplicables en diferentes fábricas de cerveza de acuerdo con las necesidades y posibilidades locales.

Objetivos:

- Caracterización de residuos líquidos y gaseosos provenientes de la industria de la cerveza con el fin de evaluar en qué medida pueden ser usados como sustratos para el crecimiento de microalgas
- Diseño de estrategias para el uso de residuos de cerveceras para el cultivo de microalgas.
- Evaluación de la productividad, composición y capacidad de depuración de los cultivos de microalgas sobre los residuos de cerveceras a escala piloto.
- Desarrollo de un concepto de biorrefinería para la valorización integral de la biomasa generada y la minimización de los residuos.
- Demostración del proceso propuesto a escala piloto y evaluación económica y de viabilidad.

2.6.8.4 Tecnología eficiente para la biometanización del biogás (METINGREEN)"**Participantes:**

Biorizon Biotech, Universidad de Almería

Contactos:

F.G. Ación (facien@ual.es)

Fuente de financiación:

CDTI

Duración prevista:

Junio 2016 – Diciembre 2017.

Situación:

En curso

Resumen:

Se trata de desarrollar un nuevo producto, una serie de prototipos (en el METinGREEN se alcanzará la escala de demostración) que permitirán tratar el biogás producto de la digestión anaerobia. Para ello se desarrollará tecnología y prototipos para el (1) Refino y (2) Afino. De forma paralela en el proyecto presentado por VALORIZA Agua, denominado SMART-Met-Value, se buscará optimizar el proceso de valorización del biometano, adicionando un nuevo prototipo basado en mezcla de gases (blending). El producto final obtenido será un biometano, con propiedades similares al Gas Natural a un coste competitivo para su comercialización.

Objetivo:

El objetivo del proyecto es desarrollar un conjunto de prototipos capaces de refinar y afinar el biogás procedente de Estaciones de Depuración de Aguas Residuales (EDARs) y/o de plantas de tratamiento de Residuos Sólidos Urbanos (RSU). El objetivo general del proyecto en este caso es testar en una escala suficiente (cercana a la escala demostrativa) el principio de limpieza del biogás, en condiciones reales, y producir biometano en condiciones de calidad suficiente para su comercialización (inyección en la red de distribución o biocombustible).

2.6.8.5 Conversion of Low Grade Heat to Power through closed loop Reverse Electro-Dialysis (RED-Heat-to-Power)

Participantes:

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

Contactos:

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

Fuente de financiación:

European Commission, Horizon 2020 programme

Duración prevista:

Mayo 2015 – Abril 2019.

Situación:

En curso

Resumen:

El concepto se basa en la generación de electricidad a partir de gradientes de salinidad usando la tecnología de la Electrodialisis Inversa en un ciclo cerrado con una solución salina artificial. Para ello, es necesario contar con un proceso de regeneración del gradiente de salinidad original de ambas corrientes, para lo que se pretende utilizar calor residual entre 40 y 100°C.

Objetivos:

El objetivo general del proyecto es desarrollar los materiales necesarios, componentes y conocimiento para demostrar esta tecnología que produzca energía eléctrica con calor residual a una eficiencia superior a las tecnologías actuales. Los objetivos específicos son:

- Seleccionar las tecnologías más adecuadas para la regeneración y las combinaciones de sales y disolventes que maximicen el rendimiento del proceso.
- Generar conocimiento para desarrollar membranas para las soluciones elegidas, sistemas de producción que permiten escalarse a grandes volúmenes de producción con bajo coste, módulos eficientes y procesos de regeneración de alto rendimiento térmico.
- Implementar y evaluar una herramienta de simulación que permita evaluar el sistema para diferentes configuraciones y condiciones de operación.
- Evaluar y mejorar el rendimiento del sistema a través de ensayos en prototipos de laboratorio, identificando el potencial de escalado.

El objetivo específico de la participación del grupo de Desalación y Fotosíntesis del CIESOL es seleccionar las tecnologías más adecuadas para el proceso de regeneración y la combinación de sales, centrando la investigación en procesos avanzados de evaporación para temperaturas superiores a 70°C, así como de ósmosis directa regenerando la solución extractiva con energía térmica a más baja temperatura.

2.6.8.6 Biorefinería sostenible de algas para la agricultura y la acuicultura (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

Contactos:

F. Gabriel Acién (facien@ual.es)

Fuente de financiación:

Este proyecto ha recibido financiación del programa de investigación e innovación Horizonte 2020 de la Unión Europea en virtud del Acuerdo de subvención nº 727874

Duración prevista:

Diciembre 2016 – Noviembre 2020

Situación:

En curso

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).

2.6.8.7 Control and energy management strategies in production environments with support of renewable energy (ENERPRO). Subproject title: Efficient energy control and management of solar thermal desalination systems (EFFERDESAL)

Participantes:

Universidad de Almería (ENERPRO)
CIEMAT-PSA (EFFERDESAL)

Contactos:

Dr. Diego-César Alarcón-Padilla, diego.alarcon@psa.es

Fuente de financiación:

Ministerio de Economía y Competitividad, Plan Estatal. I+D+i 2013-2016 orientada a los retos de la sociedad.

Duración prevista:

Enero 2015 – Diciembre 2017.

Situación:

En curso

En coordinación con la Unidad de Modelado y Control Automático. Ver sección XXX

Resumen:

Debido a la creciente demanda de energía y agua, la mayoría de los países promueve el uso eficiente de estos recursos para reducir costes y mejorar la sostenibilidad. Por lo general, la eficiencia energética no solo se asocia a mejoras tecnológicas, sino en los procesos de control y gestión de su uso. Este es el contexto del proyecto ENERPRO, evolución natural de un Proyecto anterior (POWER) en el que la UAL y CIEMAT-PSA tenían subproyectos centrados en calefacción/refrigeración y gestión de agua.

Objetivos:

Los principales objetivos del subproyecto EFFERDESAL son:

- Modelado dinámico de plantas de desalación híbridas gas-solar alimentadas con nuevos captadores solares para aplicaciones industriales
- Desarrollo de modelos predictivos para variables medioambientales, perturbaciones, fuentes y cargas.
- Análisis de sistemas de acumulación energética y otros auxiliares para reducir el coste energético.
- Diseño de modelos simplificados de control
- Desarrollo de estrategias de control predictivo por modelo (MPC) para plantas de desalación
- Acoplamiento de plantas de desalación solar para suministrar agua a invernaderos y edificios.
- Ensayo de algoritmos de control tanto en simulaciones como en instalaciones reales.

2.6.8.8 Valorización de efluentes agroindustriales mediante producción y aprovechamiento integral de microalgas para la obtención de bioproductos (PURALGA)

Participantes:

Proyecto de investigación coordinado financiado por el INIA (Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria) a través de fondos FEDER. Participan el Instituto Tecnológico Agrario de Castilla y León (ITACyL) (coordinador) la Universidad de Valladolid y la UAL con el subproyecto RTA 2013-00056-C03.

Contactos:

Jose María Fernandez Sevilla (UAL), jfernand@ual.es

Fuente de financiación:

Financiado por el INIA (Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria) a través de fondos FEDER. referencia RTA 2013-00056-C03.

Duración prevista:

Septiembre de 2014 – Septiembre 2017.

Situación:

En curso

Resumen:

El proyecto propone el aprovechamiento de los nutrientes presentes en aguas residuales agroalimentarias para la obtención de forma económica y ambientalmente sostenible de bioproductos. Con este objetivo, se estudiarán las condiciones de tratamiento de las aguas residuales empleando consorcios de microalgas y bacterias que proporcionen un efluente que cumpla con los límites de vertido, optimizando la producción de biomasa algal y se investigarán diferentes alternativas de valorización de dicha biomasa. Se integrarán así el tratamiento de las aguas residuales agroalimentarias, la producción de biomasa y su valorización bajo el concepto de biorrefinería, y se determinará la sostenibilidad económico-ambiental de los procesos propuestos mediante el análisis de ciclo de vida.

Objetivos:

El proyecto plantea el aprovechamiento de la biomasa algal completa, como pienso en acuicultura, fertilizante o en la producción de biogás, así como el aprovechamiento de cada una de las fracciones que la componen en procesos integrados. La biomasa algal está compuesta principalmente de proteínas, carbohidratos y lípidos por lo que los bioproductos objetivo serán:

- Obtención de proteínas que se utilizarán para alimentación animal a través de su incorporación en piensos especiales;
- Producción de alcoholes que se obtendrán a partir de pre-tratamientos, hidrólisis y fermentación de la biomasa algal;
- Producción aceites de uso en alimentación animal a partir de la fracción lipídica;
- Conversión de la biomasa residual en biogás que se obtendrá a partir de la digestión anaerobia del residuo.

Para cerrar el ciclo de producción de biomasa se utilizará el CO₂ generado a partir de la digestión anaerobia para el crecimiento de las microalgas, actuando por tanto los sistemas de producción como sumidero de CO₂ y reduciendo la emisión de gases de efecto invernadero del proceso en su conjunto. Se trata, por lo tanto, de estudiar diferentes alternativas de obtención de bioproductos a partir del reciclado de los nutrientes que contienen las aguas residuales agroindustriales, al mismo tiempo que se contribuye a la depuración de dichas aguas contaminantes y se minimiza la producción de gases de efecto invernadero.

2.6.8.9 Valorización de aguas residuales mediante consorcios microalgas-bacteria (EDARSOL)**Participantes:**

Universidad de Almería.
Universidad politécnica de Cataluña

Contactos:

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

Fuente de financiación:

Proyecto RETOS INVESTIGACIÓN, Ministerio de Economía y Competitividad CTQ2014-57293-C3

Duración prevista:

Enero de 2015– Diciembre 2017.

Situación:

En curso

Resumen:

El objetivo del proyecto EDARSOL es desarrollar procesos sostenibles de depuración de aguas residuales, empleando consorcios de microalgas y bacterias, que transformen los contaminantes contenidos en dichas aguas (C, N, P, etc.) en productos de interés, obteniéndose un agua regenerada apta para su reutilización. Los productos definidos son biofertilizantes y biogás. No se plantea dar una solución única al problema si no el desarrollo de un catálogo de herramientas que permitan abordar la implantación de este tipo de procesos con mayor eficiencia y seguridad.

Objetivos:

- Caracterizar y modelizar los consorcios de microalgas-bacterias que se desarrollan en el tratamiento de aguas residuales con estos microorganismos.
- Desarrollar procesos de tratamiento de aguas residuales empleando reactores de bajo coste, tanto abiertos (raceway y capa fina) como cerrados (tubulares en polietileno).
- Desarrollar métodos industriales adecuados de separación y concentración de la biomasa producida, como electrocoagulación/flotación, que además de concentrar la misma hasta valores de 100 g/L, mejore la calidad del agua recuperada obtenida para que sea apta para vertido y cumpla la normativa 91/271/CE.
- Desarrollar procesos de valorización de la biomasa. Se propone producir biofertilizantes, aprovechando la fracción nitrogenada, y biogás, utilizando la fracción carbonada.
- Analizar la viabilidad técnico-económica de los procesos desarrollados. Se analizarán los puntos críticos de las tecnologías desarrolladas, así como su coste y posibilidad de escalado. Se analizará además la sostenibilidad del proceso óptimo completo puesto a punto mediante el análisis del ciclo de vida (ACV).

2.6.8.10 Producción de bacterias para uso agrícola como mejoradores de la fertilidad del suelo y agentes protectores frente a fitopatógenos (BACAGRO)

Participantes:

Universidad de Almería.
Biorizon Biotech S.L.
Fundación Cajamar

Contactos:

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

Fuente de financiación:

Proyecto RETOS COLABORACIÓN, Ministerio de Economía y Competitividad

Duración prevista:

Octubre de 2015– Septiembre 2017.

Situación:

En curso

Resumen:

El proyecto BACAGRO tiene como objetivo el desarrollo de bioproductos basados en bacterias para su uso agrícola como mejoradores de la fertilidad del suelo y agentes protectores frente a fitopatógenos. Se trata de un proyecto de investigación aplicada liderado por la empresa biotecnológica Biorizon Biotech S.L. en el que participan además dos organismos de investigación como la Universidad de Almería y la Fundación Cajamar. Biorizon Biotech S.L. está interesada en el desarrollo y comercialización de nuevos

productos de uso agrícola que permitan mejorar la sostenibilidad y rentabilidad de la producción intensiva bajo plástico, y otros cultivos más extensivos, y en esta línea ha desarrollado y está comercializando diversos biofertilizantes, bio-estimulantes y agentes protectores frente a fitopatógenos. En esta línea la empresa está interesada en desarrollar productos basados en bacterias beneficiosas para los suelos y las plantas. Este tipo de bacterias beneficiosas han sido ampliamente reportadas en bibliografía pero su producción y comercialización es muy limitada. Ello se debe a que se trata de un material costoso de producir y difícil de conservar, y cuyo efecto positivo no ha sido suficientemente contrastado y demostrado en condiciones reales. Es por ello que en el proyecto BACAGRO se pretende resolver estos problemas mediante el abordaje de todas las etapas de caracterización, producción y utilización de este tipo de bacterias, demostrando finalmente las ventajas de este tipo de bioproductos tanto en la rentabilidad como en la sostenibilidad de la producción agrícola.

Objetivos:

- Selección e identificación de bacterias beneficiosas para suelos y plantas:.
- Desarrollo de procesos productivos escalables a partir de las bacterias seleccionadas que sean competitivos con su aplicación agrícola:
- Desarrollo de métodos de preservación y aplicación de los bioproductos obtenidos de forma que se garantice su seguridad y eficacia:
- Evaluación del efecto en suelos y plantas de la aplicación de los bioproductos estabilizados.

2.6.8.11 Bioplastics production from carbon capture in household waste incineration fumes (SETEC)**Participantes:**

Universidad de Almería.
SETEC Environnement (France)

Contactos:

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

Fuente de financiación:

Contrato privado

Duración prevista:

Mayo 2016– Mayo 2017.

Situación:

En curso

Resumen:

Setec Environnement ha firmado un contrato de investigación y desarrollo (en lo sucesivo denominado «PRINCIPAL CONTRATO») con Sycdom, el Sindicato Intercomunitario de Tratamiento y Reciclaje de Residuos Intercomunales (denominado en lo sucesivo «Sycdom»), 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.

2.6.8.12 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 Ación Fernández (UAL), facien@ual.es

Fuente de financiación:

INTERCONNECTA 2016, Ministerio de Economía y Competitividad

Duración prevista:

Noviembre de 2016– Noviembre 2018.

Situación:

En curso

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.

2.6.8.13 Water saving for solar concentrated power (WASCOP)

Participantes:

CEA
DLR
CIEMAT
Cranfield University
Fundación Tekniker
Moroccan Agency for Solar Energy SA
Rioglass Solar S.A
Archimede Solar Energy S.r.l.
OMT Solutions B.V
Hamon d'Hondt
AMIRES s.r.o.

Contactos:

Dra. Patricia Palenzuela (CIEMAT), patricia.palenzuela@psa.es

Fuente de financiación:

European Commission, Horizon 2020 programme

Duración prevista:

Enero 2016-Febrero 2020

Situación:

En curso

Resumen:

El proyecto tiene por objeto desarrollar tecnología innovadora en la gestión del agua en plantas termosolares de concentración para producción de electricidad. En concreto, se pretende desarrollar una solución flexible integrada que conste de diferentes tecnologías innovadoras y estrategias optimizadas para la refrigeración del bloque de potencia y la limpieza de los espejos que constituyen el campo solar. La principal ventaja de este proyecto reside en el desarrollo de tecnologías que reflejen y se adapten a las condiciones específicas que prevalecen en las plantas CSP de forma individual, a diferencia de otras propuestas competitivas que proponen una solución simple genérica aplicable sólo en algunos casos de referencia. La solución global de WASCOP proporciona una combinación efectiva de tecnologías que permiten una reducción significativa en el consumo de agua (de hasta 70%-90%) y una mejora también significativa en la gestión del agua de plantas termosolares de concentración para producción de electricidad. Para demostrar los beneficios (económicos o medioambientales), el sistema desarrollado será probado y validado bajo condiciones reales de cuatro sitios de ensayo en Francia, España y Marruecos después de una demostración preliminar a nivel de laboratorio.

Objetivos:

Los principales objetivos de este proyecto son:

- Desarrollo y optimización de un depósito de almacenamiento térmico acoplado a la salida de calor exhausto de turbina y anterior al lazo de refrigeración del bloque de potencia, para reducir la pérdida de eficiencia de la refrigeración en seco por debajo del 5% pero manteniendo el potencial de ahorro de agua del 100%.
- Desarrollo de un sistema de refrigeración híbrido seco/húmedo y de una estrategia de operación avanzada para su uso cuando la temperatura ambiente es alta, el cual proporcione un aumento en la eficiencia global de la planta del 5%.
- Desarrollo de un concepto único de enfriador adiabático versátil, basado en la tecnología de refrigeración en seco con ajustable cantidad de agua añadida, rediseño del intercambiador de calor y del control de aire. Esta tecnología conduciría a un ahorro total de agua del 90%.
- Optimización de los métodos tradicionales de limpieza de espejos para reducir el consumo de agua.
- Desarrollo de un dispositivo de limpieza basado en el efecto de cavitación por ultrasonidos que no consuma prácticamente nada de agua (98% de reducción en comparación con métodos de limpieza comunes) para eliminar partículas adherentes de superficies reflectoras.
- Desarrollo de un dispositivo de limpieza que no consuma agua adicional sino que utilice el rocío condensado en los reflectores.

- Validación del sistema global bajo condiciones reales, siendo cada sub-sistema probado en al menos uno de las cuatro instalaciones existentes sobre tecnologías termosolares de concentración.

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

Participantes:

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

Contactos:

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

Fuente de financiación:

European Commission, Horizon 2020 programme

Duración prevista:

Octubre 2016-Octubre 2019

Situación:

En curso

Resumen:

El proyecto ReWaCEM tiene como objetivo reducir el uso de agua, el consumo de energía y la generación de aguas residuales, así como recuperar valiosos recursos metálicos y disminuir la huella hídrica entre un 30-90% en la industria del galvanizado y de la producción de placas de circuitos impresos. Para alcanzar estos objetivos, ReWaCem adoptará dos tecnologías de membrana de vanguardia adecuadas a los requisitos de los planteamientos de ciclos cerrados de materiales y conceptos de recuperación en la industria de procesamiento de metales: Diálisis por Difusión (DD) y Destilación de Membrana (MD) como un proceso híbrido integrado.

Objetivos:

El objetivo principal del proyecto es la aplicación y demostración de tecnologías innovadoras y eficientes de tratamiento de aguas con el efecto de una reducción significativa del uso de agua, la producción de aguas residuales, el consumo de productos químicos y el uso de energía en las industrias de producción, procesamiento y recubrimiento de metales. Mediante la combinación e integración de tecnologías existentes pero altamente innovadoras, se recuperarán recursos valiosos como metales y fluidos de proceso, lo que reducirá el consumo de materias primas, cerrará los bucles de cadena de procesos y acercará los procesos existentes en la industria metalúrgica a la sostenibilidad.

Otros objetivos específicos del proyecto son:

- Adaptación de un sistema de tratamiento combinado que incluya tecnologías probadas de separación selectiva de membrana para su 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, ocasionando beneficios ambientales y económicos.
- Utilización del calor residual de baja entalpía disponible a 70-90 °C para procesos térmicos de membranas
- Ensayo y evaluación de la tecnología en condiciones reales e integración en el proceso de producción demostrando la mejora del rendimiento técnico y económico
- Facilitar la implementación en el mercado de los resultados del proyecto mediante una participación activa de la industria desde una fase temprana, considerando en primer lugar su retroalimentación durante la fase de desarrollo y luego comunicándoles efectivamente los logros del proyecto y nuevas oportunidades para la explotación de los resultados del proyecto
- Aplicación de una estrategia eficaz de comunicación y transferencia de conocimientos orientada a las entidades de regulación, a las empresas y al público en general

2.6.8.15 Networking for excellence in solar thermal energy research (NESTER)

Participantes:

The Cyprus Institute (Cyl)
CIEMAT-PSA
ENEA-UTRINN
CNRS-PROMES
RWTH Aachen

Contactos:

Dr. Diego Alarcón (CIEMAT), diego.alarcon@psa.es

Fuente de financiación:

European Commission, Horizon 2020 programme

Duración prevista:

Enero 2016-Diciembre 2018

Situación:

En curso

Resumen:

El Proyecto NESTER tiene como objeto la mejora del rendimiento científico y la capacidad innovadora del Cyprus Institute (Cyl) en el campo de la Energía Solar Térmica (STE) y tecnologías relacionadas. Esta mejora está previsto conseguirla mediante la integración de las actividades del instituto en una red de excelencia, la cual proveerá de acceso al estado actual de la tecnología, permitirá la formación del personal científico y técnico del Cyl, y permitirá establecer contactos con la industria europea del sector. En el marco de esta red, las sustanciales inversiones realizadas por el Cyl en este campo, así como otras planteadas en el futuro, darán como resultado una armonización y optimización de las actividades en el ámbito de STE con otras instituciones punteras en este campo, de manera que se pueda alcanzar la excelencia internacional. La red de excelencia propuesta está definida por cuatro instituciones con probada experiencia en el campo de la investigación en energía solar térmica (ENEA-UTRINN, CNRS-PROMES, CIEMAT-PSA y RWTH – Aachen), socios de este proyecto. El consorcio NESTER posee, en su conjunto, un formidable know-how en el área STE y cuenta con las instalaciones experimentales más relevantes a nivel mundial. Este consorcio de instituciones conjuntamente con sus socios y conexiones en el campo de la investigación, educación e innovación definen una red de oportunidades inigualables para Cyl con objeto de crecer y convertirse en un centro de excelencia por derecho propio..

Objetivos:

El objetivo principal del Proyecto NESTER es incorporar a la división de energía solar del Cyprus Institute como un miembro de la comunidad de grupos de investigación punteros en el campo de la Energía Solar Térmica (STE), y permitir que pueda convertirse en líder regional de la región del Mediterráneo Oriental y Oriente Medio (Región EMME) en este campo.

Los objetivos específicos del proyecto son:

- Mejorar la producción científica del Cyl, en términos de calidad y cantidad.
- Reforzar y crear contactos permanentes entre Cyl y socios académicos relevantes así como las redes existentes.
- Incrementar el prestigio y visibilidad de Cyl, en particular en el campo de STE.
- Establecimiento de Cyl como eje regional para la transferencia de conocimiento en el campo de la STE en el Mediterráneo Oriental.
- Mejora de la ratio de éxito de Cyl en convocatorias competitivas europeas en el campo de STE.
- Incorporación de candidatos predoctorales, investigadores y profesores.
- Colaboración de la industria local, regional y europea.
- Mejora de la interacción con responsables políticos a nivel local y regional, asociaciones y prensa.

2.6.8.16 Management of mine water discharges to mitigate environmental risks for post-mining period (MANAGER)**Participantes:**

Główny Instytut Górnictwa, Poland
Hulleras del Norte S.A., Spain
Asociación Para La Investigación Y Desarrollo Industrial de Los Recursos Naturales, Spain
DMT GmbH & CO. KG, Germany
Universidad de Almería, Spain
Centre for Research and Technology Hellas, Greece
Institut National de l'Environnement Industriel et des Risques , France
IXSANE S.A.S, France
The Coal Authority, United Kingdom
TAURON Wydobycie S.A., Poland

Contactos:

F. Gabriel Acién (facien@ual.es)

Fuente de financiación:

European Commission, Research Programme of the Research Fund for Coal and Steel

Duración prevista:

Julio 2013 – Junio 2016

Situación:

Finalizado

Resumen:

El proyecto MANAGER tiene por objetivo desarrollar y evaluar diferentes tecnologías de tratamiento de aguas de mina contaminadas con metales pesados para su aplicación en escenarios posteriores al cierre de las actividades mineras. En este proyecto participan diversos centros de investigación y empresas europeas y el plan de trabajo se divide en cuatro etapas correspondientes al grado de desarrollo y aplicación de las distintas tecnologías, desde ensayos de laboratorio a la demostración en condiciones reales.

Objetivos:

- Evaluación de riesgos e impacto asociado a la contaminación de aguas de mina en escenarios posterior al cierre de actividad.
- Desarrollo de tecnologías de tratamiento de aguas de mina.
- Aplicación y validación de las tecnologías desarrolladas.
- Demostración a escala piloto de las mejores tecnologías desarrolladas.
- Coordinación y difusión de resultados.

2.6.9 Transferencia y Actividades Complementarias

- Conferencias por invitación: F.G. Acien-Fernandez TITULO: Products and processes with microalgae. International Workshop Biotechnology in Energy Production, Madrid, España 2016.
- Conferencia por invitación: F.G. Acien-Fernandez TITULO: Contribution of microalgae to wastewater treatment processes. IWA Leading edge conference on water and wastewater technologies. Jerez, España 2016.
- Conferencia por invitación: F.G. Acien-Fernandez. TITULO: Producción de microalgas sobre digerido de plantas de biogás. Jornada Biorefinerías Agroalimentarias (AINIA). Madrid, España 2016.
- Conferencia por invitación: F.G. Acien-Fernandez. TITULO: Desarrollo de una tecnología de upgrading biológico para la producción de biometano en entornos agroindustriales. Jornada Biorefinerías Agroalimentarias (AINIA). Madrid, España 2016.
- Conferencia por invitación: F.G. Acien-Fernandez TITULO: Success stories: SABANA Project. Infoday and proposal workshop on WP2016-2017 calls 2017 (CDTI). Madrid, España 2016.
- Conferencia por invitación: G. Zaragoza TITULO: Desalación de agua de mar mediante destilación por membrana. Jornadas "Obtención de agua potable mediante tecnologías de desalación acopladas a energía solar" (Solar Energy Research Center, Chile). Arica, Chile, Julio 2016.
- Conferencia por invitación: G. Zaragoza. TITULO: Applications of membrane distillation to water treatment. Desalination for the Environment Clean Water and Energy. Sitges, Barcelona (Spain), Septiembre 2016.
- Conferencia por invitación: G. Zaragoza. TITULO: State of the art of solar desalination. MIT "Low Carbon Desalination" Workshop. Cambridge, Boston (USA), Octubre 2016.
- Conferencia por invitación: G. Zaragoza. TITULO: Uso de energía solar térmica para refrigeración y riego de invernaderos. Jornadas "Aplicación de energías renovables a la agricultura intensiva". El Ejido, Spain, Noviembre 2016.
- Conferencia por invitación: G. Zaragoza. TITULO: Membrane distillation: a review of commercial modules and their performance. International Membrane Science and Technology Conference. Adelaide (Australia), Diciembre 2016.

2.6.10 Proyectos solicitados durante 2016

--

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.

Se ha realizado un estudio de la instalación eléctrica del centro para detectar los puntos críticos del mismo e implementar las acciones de mejora necesarias. Tras la evaluación de dicho estudio, se ha presupuestado y aprobado por parte de la Dirección General de Infraestructuras, un nuevo cuadro eléctrico que corregirá las carencias detectadas y además contará con los requisitos suficientes para soportar futuros requerimientos por parte de las unidades o infraestructuras del centro.

- Se han instalado salidas de emergencia y se ha señalizado el centro para proporcionar un entorno de trabajo seguro.
- Se ha realizado un curso de riesgos laborales específico para CIESOL.
- Aprovechando la estructura necesaria para la instalación de los paneles fotovoltaicos de las cámaras piloto de fríoconservación se ha habilitado un pequeño taller/almacén en el patio de CIESOL.
- Se han adquirido unos aumentadores de presión para los compresores de aire del centro para incrementar la presión de las líneas de aire comprimido.
- Se ha sustituido la máquina de ósmosis de la nave.
- Se ha adquirido un nuevo ordenador para el control de la climatización del centro.

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

Durante 2016 el centro ha adquirido diversos equipos que merecen mención, como son:

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.

Por otro lado, describimos de modo resumido el equipamiento del que dispone el área de aprovechamiento químico de la energía solar:

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 mediadas 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 2016 se ha ido implementado el módulo piloto del en el patio de CIESOL corespondiente al proyecto de infraestructura científica titulado "Módulo piloto polivalente para evaluación optimización y mejora de los sistemas de frigoconservación agroalimentaria con energías renovables" (UNAM13-IE-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.



Cámaras piloto de frigoconservación y la cámara de control (vista frontal) instaladas en el patio del edificio CIESOL.



Sistema híbrido que consiste en un aerogenerador (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 1/2", 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, década 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	José Antonio Sánchez Pérez Catedrático de Ingeniería Química, Universidad de Almería jsanchez@ual.es
Subdirector	Sixto Malato Rodríguez Investigador de O.P.I. CIEMAT sixto.malato@psa.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	Manuel I. Maldonado Investigador de O.P.I. CIEMAT mignacio.maldonado@psa.es
Modelado y Control Automático	Manuel Berenguel Catedrático la UAL beren@ual.es	Luis Yebra Investigador de O.P.I. CIEMAT luis.yebra@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

Vicerrector de Investigación de la Universidad de Almería

vinvest@ual.es

Manuel Berenguel (Catedrático de la Universidad de Almería)

beren@ual.es

Director de la Plataforma Solar de Almería, CIEMAT

sixto.malato@psa.es

Eduardo Zarza (Profesor de Investigación de CIEMAT)

eduardo.zarza@psa.es

4.4 COMITÉ CIENTÍFICO

Sebastián Dormido

sdormido@dia.uned.es

Catedrático de Informática y Automática de la UNED

María Luisa Castaño

mluisa.castano@micinn.es

Directora General de Innovación y Competitividad.

dgic@mineco.es'

MINECO-Gobierno de España.

Rafael van Grieken

rafael.vangrieken@urjc.es

Catedrático de Ingeniería Química de la Universidad Rey Juan Carlos

David Serrano

david.serrano@imdea.org

Catedrático de Ingeniería Química y Director de IMDEA-Energía