



UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Departamento de Ingeniería Química

2020-2021



**Departamento de Ingeniería Química de la Universidad de Málaga**

**Memoria anual del curso 2020-2021**

**Editores:** María Concepción Herrera Delgado y Juan Manuel Paz García

**Página web:** [Departamento de Ingeniería Química – UMA](#)

ISBN: 978-84-09-38892-9



# Contenido

<b>Presentación .....</b>	<b>2</b>
<b>Organización .....</b>	<b>4</b>
<b>Personal.....</b>	<b>6</b>
<b>Memoria docente .....</b>	<b>8</b>
<b>Proyectos de Doctorado.....</b>	<b>16</b>
<b>Memoria de Investigación .....</b>	<b>28</b>





## Presentación

Me complace presentar la **Memoria del Departamento de Ingeniería Química (DIQUMA)** correspondiente al curso académico 2020/21. En ella se recopilan documentalmente aquellos logros que han constituido los hitos más importantes del Departamento desde el inicio del curso, en septiembre de 2020 hasta el comienzo de las actividades del presente curso. Ha sido un curso marcado por la pandemia, que ha condicionado el desarrollo de la actividad docente e investigadora, en el que, sin embargo, la actividad del DIQUMA se ha logrado sacar adelante gracias al considerable esfuerzo de todos los sectores: estudiantes, personal de administración y servicios (PAS) y personal docente e investigador (PDI); aún en las condiciones sobrevenidas y estando inmersos en unas reformas de las instalaciones del Departamento que no parecen llegar a su fin.

La **misión del DIQUMA** es “**coordinar e impartir las enseñanzas, de acuerdo con la programación docente de la Universidad, apoyar las actividades e iniciativas docentes e investigadoras del profesorado, relacionadas con la Ingeniería Química, y de ejercer aquellas otras funciones que son encomendadas por los Estatutos de la Universidad de Málaga**”. La **docencia** impartida por el profesorado en las materias adscritas al área de Ingeniería Química, lo ha sido en seis Grados y dos títulos de Master, tanto en la Facultad de Ciencias como en la Escuela de Ingenierías. Es importante resaltar la clasificación recientemente publicada por el Shanghai Ranking’s Global Ranking of Academic Subjects 2021, en el que la Ingeniería Química de la UMA se posiciona entre las 301-400 mejores universidades del mundo, escalando puestos a nivel nacional.

La participación del personal del DIQUMA en tareas de **gestión** como coordinadores de Grado y Master y en otras actividades de gestión tanto a nivel nacional como de la propia Universidad ha sido muy intensa.



El DIQUMA cuenta en la actualidad con 15 profesores permanentes: 8 Catedráticos de Universidad, 7 Profesores Titulares de Universidad, y 4 Profesores Sustituto Interino (dos de ellos acreditados a Profesores Ayudantes Doctores); 1 Profesor Asociado. La amplia y puntera investigación del DIQUMA se ha realizado, en su mayoría, dentro de los grupos de investigación consolidados. Los resultados de la **actividad investigadora** del DIQUMA se reflejan en 51 artículos científicos publicados en revistas indexadas durante el año 2020 y hasta septiembre de 2021, y un elevado número de contribuciones a congresos, tanto nacionales como internacionales, 10 proyectos de investigación y transferencia, participación en redes de excelencia y contratos con empresas. Destacar la labor de los doctorandos, para los que se ha incluido en esta Memoria una breve reseña de sus trabajos de Tesis.

Quisiera reconocer la labor de todo el **equipo humano del DIQUMA**, profesores, doctorandos, contratados de proyectos y PAS, por el esfuerzo que hace posible día a día la mejora continua de nuestro Departamento.

**María Concepción Herrera Delgado**  
Directora del Departamento de Ingeniería Química

## Organización

El actual equipo de Dirección del Departamento de Ingeniería Química está constituido por los siguientes profesores:

- **Directora:** Dra. M<sup>a</sup> Concepción Herrera Delgado
- **Secretario Académico:** Dr. Juan Manuel Paz García

Órganos de representación:

### **Comisión asesora del Departamento de Ingeniería Química para la baremación de las plazas de PDI laboral y Profesor Sustituto Interino:**

- Dra. M<sup>a</sup> Concepción Herrera Delgado
- Dr. Juan Manuel Paz García
- Dr. Luis José Alemany Arrebola
- Dr. Tomás Cordero Alcántara
- Dr. César Gómez Lahoz.

### **Participación en órganos de gobierno de la UMA y otros puestos de gestión:**

- **Dr. Tomás Cordero Alcántara**  
**Cargo:** Director de la Escuela de Doctorado  
**Periodo:** desde 2019
- **Dra. M<sup>a</sup> Olga Guerrero Pérez**  
**Cargo:** Vicerrectora Adjunta de Proyección y Cooperación internacional  
**Periodo:** 2016 – 2020  
**Cargo:** Vicerrectora Adjunta de Proyectos Institucionales  
**Periodo:** desde 2020
- **Dra. María Ángeles Larrubia Vargas**  
**Cargo:** Secretaria de la Facultad de Ciencias  
**Periodo:** desde 2020
- **Dra. Juana María Rosas Martínez**  
**Cargo:** Coordinadora Trabajo Fin de Grado de Ingeniería Química  
**Periodo:** desde 2019
- **Dr. Juan Manuel Paz García**  
**Cargo:** Coordinador Grado de Ingeniería Química  
**Periodo:** desde 2021
- **Dr. Luis J. Alemany Arrebola**  
**Cargo:** Coordinador Master Interuniversitario de Ingeniería Química  
**Periodo:** desde 2019

## Consejo de Departamento en el curso académico 2020-21

### PDI Miembros Natos

Nombre	Categoría	Centro de adscripción
Alemany Arrebola, Luis José	CU	Facultad de Ciencias
Cordero Alcántara, Tomás	CU	Facultad de Ciencias
García Delgado, Rafael Antonio	TU	Facultad de Ciencias
Gómez Lahoz, César	CU	Facultad de Ciencias
Guerrero Pérez, María Olga	CU	Escuela de Ingenierías
Herrera Delgado, María Concepción	TU	Facultad de Ciencias
Larrubia Vargas, María Ángeles	CU	Facultad de Ciencias
López Escalante, María Cruz	TU	Facultad de Ciencias
Martín Jiménez, Francisco De Paula	CU	Facultad de Ciencias
Paz García, Juan Manuel	TU	Facultad de Ciencias
Rodríguez Maroto, José Miguel	CU	Facultad de Ciencias
Rodríguez Mirasol, José	CU	Escuela de Ingenierías
Rosas Martínez, Juana María	TU	Facultad de Ciencias
Ruiz Rosas, Ramiro Rafael	TU	Facultad de Ciencias
Vereda Alonso, Carlos	TU	Facultad de Ciencias

### Representantes del colectivo de PDI no permanentes

Nombre	Categoría	Centro de adscripción
Cortés Reyes, Marina	PSI	Facultad de Ciencias
García Mateos, Francisco José	Investigador Posdoctoral	Facultad de Ciencias
Valero Romero, María José	Investigadora Posdoctoral	Facultad de Ciencias

### Personal de Administración y Servicios

Nombre	Categoría	Centro de adscripción
Boronat Sanjurjo, María José	Esc. Administrativa Univ. Málaga	Facultad de Ciencias
Díaz Coca, Pedro Luís	Técnico Especialista de Laboratorio	Facultad de Ciencias
Palomo Jiménez, José	Titulado Superior Investigación	Escuela T.S.I. Industriales

### Representantes del colectivo de estudiantes

Nombre	Ciclo	Centro de adscripción
Casilari Ariza, Alberto	Grado	Facultad de Ciencias
Cerrillo González, María Del Mar	Doctorado	Facultad de Ciencias
Guerrero Alba, Marta	Grado	Facultad de Ciencias
López Bravo, Juan Antonio	Grado	Facultad de Ciencias
Martínez Gómez, Carlos	Máster	Facultad de Ciencias
Tirado Sánchez, Francisco Javier	Grado	Facultad de Ciencias
Tornay Sánchez, Yolanda	Grado	Facultad de Ciencias

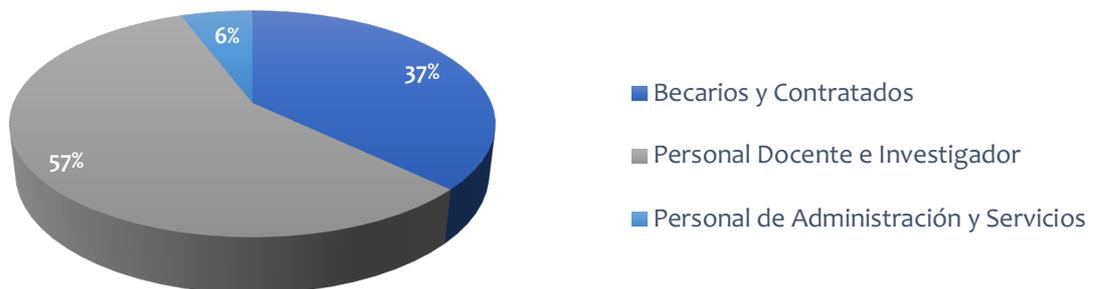


## Personal

### Distribución según colectivos:

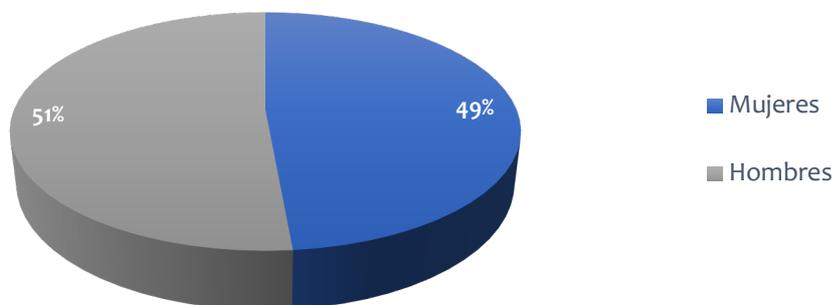
En el curso 2020/2021, el 57% del departamento estuvo formado por Personal Docente e Investigador.

El personal becario y contratado incluye a los estudiantes de doctorado, alumnos de colaboración e investigadores contratados, y suman el 37% de la plantilla.



### Distribución según sexo:

El personal del departamento consta de un total de 35 personas, entre las cuales 17 mujeres y 18 hombres.



Existe paridad entre cada uno de los sectores (PDI, PAS y Becarios y Contratados), y también en la distribución de cargos unipersonales.

## Personal Adscrito al Departamento

Personal Docente e Investigador	
Personal Docente e Investigador	Categoría
Alemany Arrebola, Luis José	CU
Cordero Alcántara, Tomás	CU
Cortes Reyes, Marina	PSI
Domínguez Barroso, María Vanesa	PSI
García Delgado, Rafael Antonio	TU
Gómez Lahoz, César	CU
González Gil, Rafael	PSI
Guerrero Pérez, María Olga	CU
Herrera Delgado, María Concepción	TU
Larrubia Vargas, María Ángeles	CU
López Escalante, María Cruz	TU
Martin Jiménez, Francisco De Paula	CU
Paz García, Juan Manuel	TU
Pérez Muñoz, María Del Pilar	PA (6+6 h)
Rodríguez Maroto, José Miguel	CU
Rodríguez Mirasol, José	CU
Rosas Martínez, Juana María	TU
Ruiz Rosas, Ramiro Rafael	TU
Vereda Alonso, Carlos	TU
Villén Guzmán, María Dolores	PSI

Becarios y Contratados	
Becarios y Contratados	Categoría
Arhoun, Brahim	Investigador contratado
García Mateos, Francisco José	Investigador Postdoctoral
Valero Romero, María José	Investigadora “Juan de la Cierva”
Cerrillo González, María Del Mar	Personal Investigador en Formación
García Rollán, Miguel	Personal Investigador en Formación
Rodríguez Cano, Miguel Ángel	Personal Investigador en Formación
Martínez Gómez, Carlos	Investigador contratado
Molina Ramírez, Sergio	Personal Investigador en Formación
Ruiz Recio, María Carmen	Personal Investigador en Formación
Rivas Márquez, Nerea	Investigadora contratada
Palomo Jiménez, José	Titulado Superior Investigación
Romero Ozamiz, Verónica	Becario de colaboración I Plan Propio UMA
Cabrera Reyes, Paula	Becario de colaboración I Plan Propio UMA

Personal de Administración y Servicios	
Personal de Administración y Servicios	Categoría
Boronat Sanjurjo, María José	Esc. Administrativa Univ. Málaga
Díaz Coca, Pedro Luis	Técnico Especialista de Laboratorio

## Memoria docente

A continuación, se lista la asignación del departamento en los diferentes grados y másteres en los que imparte docencia:

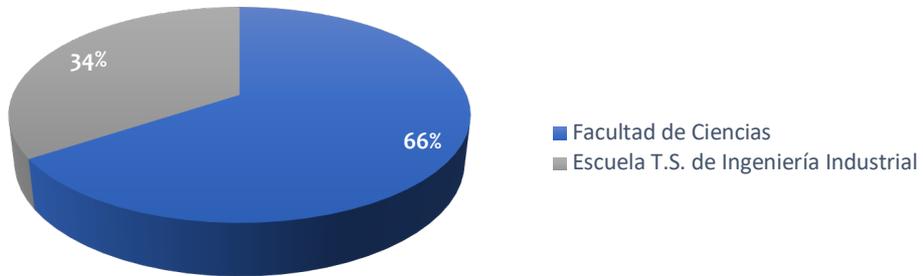
Centro	Titulación	Créditos impartidos	Créditos Ofertados
Facultad de Ciencias	Grado en Ingeniería Química	126	300
Facultad de Ciencias	Grado en Química	33	300
Facultad de Ciencias	Grado en Ciencias Ambientales	22,6	300
Facultad de Ciencias	Máster en Ingeniería Química	37,5	123,7
Escuela T.S. de Ing. Ind.	Grado en Ingeniería de la Energía	28,5	343,5
Escuela T.S. de Ing. Ind.	Grado en Ingeniería de Organización Industrial	18	369
Escuela T.S. de Ing. Ind.	Grado en Ingenierías en Tecnologías Industriales	18	540
Escuela T.S. de Ing. Ind.	Máster en Ingeniería Industrial	50	216

### Distribución de la docencia por centros:

El **Departamento de Ingeniería Química** desarrolla su actividad docente en dos Centros de la UMA:

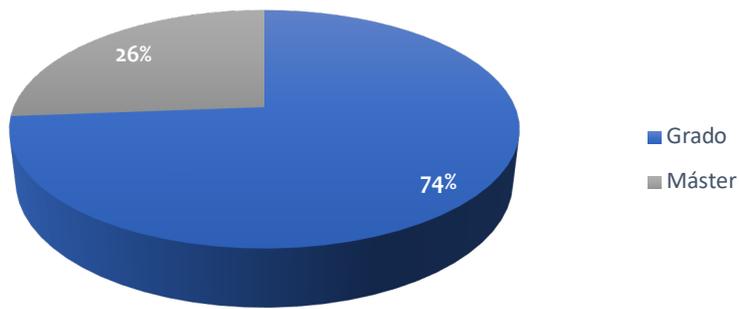
- La Facultad de Ciencias.  
Blvr. Louis Pasteur, 31, 29010 Málaga
- La Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales.  
C/ Dr. Ortiz Ramos s/n. Campus de Teatinos. 29071 Málaga





**Distribución de la docencia por nivel:**

Un 26% de la docencia asignada al departamento se realiza a nivel de máster (MECES-3).



A continuación, se muestra en detalle la docencia impartida por profesores del Departamento de Ingeniería Química en las diferentes titulaciones.

### Docencia a nivel de grado en la Facultad de Ciencias:

Grado Ingeniería Química	ECTS
• Fundamentos de Ingeniería Química	6
• Flujo de Fluidos	6
• Transmisión de Calor	6
• Experimentación en Ingeniería Química I	6
• Operaciones Básicas I	6
• Ingeniería Ambiental	6
• Ingeniería de la Reacción Química I	6
• Operaciones Básicas II	6
• Experimentación en Ingeniería Química II	6
• Ingeniería de la Reacción Química II	6
• Sistemas de Gestión Integrada	6
• Ingeniería de Sistemas Catalíticos	6
• Plantas de Depuración de Aguas	6
• Proyectos de Ingeniería	6
• Simulación y Optimización de Procesos Químicos	6
• Química Industrial	6
• Refinería Sostenible y Biorrefinerías	6
• Trabajo Fin de Grado	12
• Tratamiento de Efluentes Gaseosos	6
• Tratamiento de Suelos Contaminados	6

Grado Química	ECTS
• Ingeniería química	9
• Redacción y ejecución de proyectos	6
• Química industrial	6
• Trabajo Fin de Grado	12

Grado Ciencias Ambientales	ECTS
• Fundamentos de Ingeniería Ambiental	6
• Tecnologías Limpias y Gestión de Residuos	4,5
• Contaminación de Aguas y Suelos	9
• Elaboración de Proyectos	1,3
• Procesos Químico-Ambientales	6
• Trabajo Fin de Grado	12

### Docencia a nivel de grado en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales:

Grado Ingeniería de Organización Industrial	
• Tecnología Química y Ambiental	6
• Trabajo Fin de Grado	12

Grado Ingeniería de la Energía	
• Recursos Energéticos y Tecnología de los Combustibles	6
• Tecnología del Medio Ambiente	6
• Energía de la Biomasa	4,5
• Trabajo Fin de Grado	12

Grado Ingeniería en Tecnologías Industriales	
• Química	6
• Trabajo Fin de Grado	12

### Docencia a nivel de máster:

Máster en Ingeniería Industrial	
• Tecnología Química	5
• Trabajo Fin de Máster	15

Máster en Ingeniería Química	
• Diseño de Experimentos en Ingeniería Química	3
• Diseño de Redes Intercambiadoras de Materia para la Prevención de la Contaminación	3
• Evaluación y Rehabilitación de Suelos Contaminados	3
• I+D+I en Ingeniería Química	3
• Nuevas Tendencias en el Diseño de Procesos: Operaciones de Separación con Reacción Química	3
• Seguridad y Análisis de Riesgos en la Industria Química	3
• Tecnologías de Procesos Catalíticos: Aplicaciones Ambientales y Energéticas	3
• Tecnologías para el Aprovechamiento de la Biomasa	3
• Gestión de la Producción y Sostenibilidad de Procesos Químicos	6
• Trabajo Fin de Máster	15

# Logros Docentes

## Trabajos Fin de Grado

- Alumna:** Itziar González Marcelino  
**Título:** Aprovechamiento de los recursos biomásicos en Andalucía para la generación eléctrica en una planta de combustión  
**Tutora:** María José Valero Romero  
**Fecha de defensa:** Febrero 2021  
**Grado:** Grado en Ingeniería Química
- Alumno:** Juan Camilo Serna Carvajal.  
**Título:** Estudio de la valorización del sarmiento de uva mediante gasificación.  
**Tutora:** María José Valero Romero  
**Fecha de defensa:** Julio 2021.  
**Grado:** Grado en Ingeniería Química
- Alumno:** Marcos Ruíz Tornay.  
**Título:** Tratamientos térmicos para la gestión de residuos: Gasificación e incineración  
**Tutor:** Juan Manuel Paz García  
**Fecha de defensa:** Julio 2021.  
**Grado:** Grado en Ingeniería Química
- Alumno:** Ignacio Barquín Rodríguez.  
**Título:** Diseño del proceso de tratamiento de Gas Natural  
**Tutora:** María Concepción Herrera Delgado  
**Fecha de defensa:** Julio 2021.  
**Grado:** Grado en Ingeniería Química
- Alumno:** Francisco Enrique González Galvez.  
**Título:** Obtención de DME-MeOH por hidrogenación de CO  
**Tutor:** José Miguel Rodríguez Maroto  
**Fecha de defensa:** Julio 2021.  
**Grado:** Grado en Ingeniería Química
- Alumna:** Marta Luque Martín.  
**Título:** Diseño y análisis de parámetros de operación de una columna de destilación atmosférica de crudo de petróleo  
**Tutora:** M<sup>a</sup> Ángeles Larrubia Vargas  
**Fecha de defensa:** Julio 2021.  
**Grado:** Grado en Ingeniería Química
- Alumno:** Álvaro Rivas Bascón.  
**Título:** Implementación en el simulador de STOAT y eliminación de fósforo de la EDAR de Antequera.  
**Tutor:** José Miguel Rodríguez Maroto  
**Fecha de defensa:** Julio 2021.  
**Grado:** Grado en Ingeniería Química
- Alumna:** Verónica Romero Ozamiz.  
**Título:** Diseño de la limpieza de un suelo contaminado mediante extracción de vapores a vacío  
**Tutor:** César Gómez Lahoz  
**Fecha de defensa:** Julio 2021.  
**Grado:** Grado en Ingeniería Química
- Alumna:** Laura Sánchez Sánchez.  
**Título:** Simulación mediante ASPEN HYSYS del reactor de craqueo catalítico fluidizado (FCC) para el procesado de diversas materias primas  
**Tutora:** Marina Cortés Reyes  
**Fecha de defensa:** Julio 2021.  
**Grado:** Grado en Ingeniería Química
- Alumna:** Lucía Infantes Serrano.  
**Título:** Simulación del proceso de Hidrodesulfuración de Gas  
**Tutora:** Marina Cortés Reyes  
**Fecha de defensa:** Julio 2021.  
**Grado:** Grado en Ingeniería Química.
- Alumna:** Cristina Espinosa Contreras.  
**Título:** Análisis de emisiones de mezclas técnicas de combustibles  
**Tutores:** Luis J. Alemany Arrebola y Sergio Molina Ramírez  
**Fecha de defensa:** Julio 2021.  
**Grado:** Grado en Ingeniería Química
- Alumno:** Jacobo Meca Romero.  
**Título:** Análisis de la recuperación selectiva de metales a partir de residuo de baterías de ion-litio mediante extracción ácida  
**Tutores:** María Villén Guzmán  
**Fecha de defensa:** Julio 2021.  
**Grado:** Grado en Ingeniería Química
- Alumna:** Claudia Ariza Fernández.  
**Título:** Simulación de una planta de producción de biodiesel a partir de materias grasas residuales  
**Tutora:** Vanesa Domínguez Barroso  
**Fecha de defensa:** Julio 2021.  
**Grado:** Grado en Ingeniería Química
- Alumno:** Alejandro Reina Rodríguez.  
**Título:** Recuperación de zinc y manganeso a partir de pilas alcalinas usadas  
**Tutor:** José Miguel Rodríguez Maroto  
**Fecha de defensa:** Julio 2021.  
**Grado:** Grado en Ingeniería Química
- Alumna:** Lucía Mara Kestel Pirés.  
**Título:** Simulación de la producción de hidrógeno mediante reformado  
**Tutora:** Vanesa Domínguez Barroso  
**Fecha de defensa:** Julio 2021.  
**Grado:** Grado en Ingeniería Química
- Alumna:** María Vargas Subires.  
**Título:** Diseño sostenible de una planta de producción de ácido acrílico  
**Tutores:** Juana M<sup>a</sup> Rosas Martínez  
**Fecha de defensa:** Julio 2021.  
**Grado:** Grado en Ingeniería Química
- Alumna:** Yaiza Maestro Hurtado.  
**Título:** Ingeniería de una planta para producción de dimetil éter a partir de un syngas  
**Tutores:** María Concepción Herrera Delgado  
**Fecha de defensa:** septiembre 2021.  
**Grado:** Grado en Ingeniería Química
- Alumno:** David Trillo.  
**Título:** Simulación en UniSim Design del proceso de gasificación de biomasaéter a partir de un syngas  
**Tutor:** José Rodríguez Mirasol  
**Fecha de defensa:** septiembre 2021.  
**Grado:** Grado en Ingeniería Química
- Alumna:** Irene González García.  
**Título:** Análisis de la incorporación de convertidores espectrales a una instalación fotovoltaica de 100 kWp  
**Tutora:** María Cruz López Escalante  
**Fecha de defensa:** septiembre 2021.  
**Grado:** Grado en Ingeniería Química
- Alumna:** Andrea Muñoz García  
**Título:** Diseño de un nuevo sistema de descontaminación magnética de aguas. Caso del fósforo.  
**Tutor:** Carlos Vereda Alonso  
**Fecha de defensa:** Septiembre 2021.  
**Grado:** Grado en Química
- Alumno:** Víctor Roura Galán  
**Título:** Viabilidad y diseño de una planta de combustión de biomasa para producir energía eléctrica en Andalucía.  
**Tutor:** María José Valero Romero  
**Fecha de defensa:** Octubre 2021.  
**Grado:** Grado en Ingeniería de la Energía

## Trabajos Fin de Máster

- Alumno:** Ricardo M. Rodríguez Álvarez  
**Título:** Síntesis de gamma valerolactona a partir de ácido levulínico mediante catalizadores de origen biomásico.  
**Tutores:** Ramiro Rafael Ruiz Rosas y Juana María Rosas Martínez.  
**Fecha de defensa:** Diciembre 2020  
**Máster:** Máster Interuniversitario en Ingeniería Química
- Alumno:** Marcos Matilla Cabello  
**Título:** Simulación de la producción de un biocombustible de aviación a partir de biomasa  
**Tutores:** Luis J. Alemany Arrebola y Marina Cortés Reyes  
**Fecha de defensa:** Diciembre 2020  
**Máster:** Máster Interuniversitario en Ingeniería Química
- Alumna:** Tatiana Fernández Vega  
**Título:** Caracterización de los productos obtenidos durante la pirólisis de residuos lignocelulósicos  
**Tutores:** Ramiro Ruiz Rosas y María José Valero Romero.  
**Fecha de defensa:** Marzo 2021  
**Máster:** Máster Interuniversitario en Ingeniería Química
- Alumno:** Damián Fernández Gómez  
**Título:** Producción de hidrógeno mediante el reformado con vapor de compuestos modelos de bio-oil empleando catalizadores de Níquel soportados sobre carbón  
**Tutores:** Juana María Rosas Martínez y José Palomo Jiménez.  
**Fecha de defensa:** Marzo 2021  
**Máster:** Máster Interuniversitario en Ingeniería Química
- Alumna:** Nerea Rivas Márquez  
**Título:** Depolimerización oxidativa de lignosulfonatos para obtención de vainillina empleando catalizadores sostenibles de carbón activo  
**Tutores:** Ramiro Rafael Ruiz Rosas y Juana María Rosas Martínez.  
**Fecha de defensa:** Julio 2021  
**Máster:** Máster Interuniversitario en Ingeniería Química
- Alumna:** Paula Cabrera Reyes  
**Título:** Preparación de catalizadores de base carbonosa a partir de lignina para el proceso Fischer-Tropsch  
**Tutores:** Tomás Cordero Alcántara y José Rodríguez Mirasol.  
**Fecha de defensa:** Julio 2021  
**Máster:** Máster Interuniversitario en Ingeniería Química
- Alumno:** Rafael Iván Fernández Aragón.  
**Título:** Adsorción de Compuestos presentes en bio-oil  
**Tutores:** Tomás Cordero Alcántara y Francisco José García Mateos  
**Fecha de defensa:** Julio 2021  
**Máster:** Máster Interuniversitario en Ingeniería Química
- Alumnos:** Carlos Antonio Fúnez Narváez.  
**Título:** Reducción catalítica de nitratos con catalizadores de base carbonosa de origen lignocelulosico  
**Tutores:** Tomás Cordero Alcántara y Francisco José García Mateos  
**Fecha de defensa:** Julio 2021  
**Máster:** Máster Interuniversitario en Ingeniería Química
- Alumno:** Ibrahim Azaoum El Kahlaoui  
**Título:** Conversión catalítica de CO<sub>2</sub> con H<sub>2</sub> a presión atmosférica con catalizador NiGa no soportado  
**Tutores:** María Ángeles Larrubia Vargas y Marina Cortés Reyes  
**Fecha de defensa:** Julio 2021  
**Máster:** Máster Interuniversitario en Ingeniería Química.
- Alumno:** Ezequiel Seisdedos de la Paz  
**Título:** Catalizadores basados en CeO<sub>2</sub> para oxidación de CO  
**Tutores:** María Concepción Herrera Delgado y Marina Cortés Reyes  
**Fecha de defensa:** Julio 2021  
**Máster:** Máster Interuniversitario en Ingeniería Química
- Alumno:** Jesús Ojeda Roldán  
**Título:** Estudio del proceso de obtención de poliésteres derivados de glicerol empleando catalizadores funcionalizados ácidos  
**Tutores:** Luis J. Alemany Arrebola y María Concepción Herrera Delgado  
**Fecha de defensa:** Julio 2021  
**Máster:** Máster Interuniversitario en Ingeniería Química
- Alumno:** Imane Koufany  
**Título:** Modelado Multifísico de una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales  
**Tutores:** Juan Manuel Paz García y María Villén Guzmán  
**Fecha de defensa:** julio 2021  
**Máster:** Máster Interuniversitario en Ingeniería Química.
- Alumno:** Mohamed Allitou Ahmed  
**Título:** Obtención de Biodiesel a partir de aceite usado de la Ciudad de Ceuta  
**Tutor:** Carlos Vereda Alonso  
**Fecha de defensa:** octubre de 2021  
**Máster:** Máster Interuniversitario en Ingeniería Química
- Alumno:** Juan Antonio Pérez López  
**Título:** Supra-reciclaje de los posos del café  
**Tutores:** Juan Manuel Paz García y Romain Civioc  
**Fecha de defensa:** octubre de 2021  
**Máster:** Máster Interuniversitario en Ingeniería Química
- Alumno:** Isabella Mariana Mallón Marín  
**Título:** Estado del arte: Desarrollo de productos de interés industrial a partir del proceso de HDO del bio-oil obtenido en la pirólisis rápida de la lignina Kraft.  
**Tutor:** José Rodríguez Mirasol  
**Fecha de defensa:** octubre de 2021  
**Máster:** Máster Interuniversitario en Ingeniería Química

## Eventos, cursos y conferencias impartidas

- Título:** MATLAB para la resolución de problemas de ingeniería química  
**Docente:** Ramiro Ruiz Rosas  
**Fecha:** 20-01-2021 a 11-06-2021  
**Lugar:** XI Edición de Cursos Online de la Fundación General de la Universidad de Málaga.
- Título:** Aprovechamiento de la biomasa como recurso energético renovable  
**Docente:** María José Valero Romero  
**Fecha:** 20-01-2020 a 11-06-2021  
**Lugar:** XI Edición de Cursos Online de la Fundación General de la Universidad de Málaga.
- Título:** Formación en Tecnologías del Hidrógeno  
**Director:** Luis J. Alemany Arrebola  
**Fecha:** 20-01-2021 a 11-06-2021  
**Lugar:** XI Edición de Cursos Online de la Fundación General de la Universidad de Málaga.
- Título:** Ingeniería Química y Electroquímica  
**Docente:** Juan Manuel Paz García  
**Fecha:** 2020 -2021  
**Lugar:** Máster Universitario Online en Simulación Numérica en Ciencia e Ingeniería con COMSOL Multiphysics.
- Título:** CO<sub>2</sub> y catalizadores  
**Docente:** María Concepción Herrera Delgado  
**Fecha:** Curso 2020-21  
**Lugar:** Proyecto PIISA Sciences-IES. Iniciación del alumnado de Educación Secundaria en la Investigación y la Innovación.
- Título:** Cátedra de Digitalización de Procesos y Transición Ecológica de Fundación Cepsa de la Universidad de Málaga  
**Coordinador/a:** Luis J. Alemany Arrebola  
**Fecha:** 2021

## Proyectos de Innovación Educativa

- Proyecto:** Fomento e integración de las TICs en el currículum académico y profesional.  
**Fechas:** octubre 2019 – octubre 2021  
**Coordinador/a:** Juan Manuel Paz García  
**Código:** PIE19-234
- Proyecto:** Diseño de una “*escape room*” como actividad de gamificación en Ingeniería Química.  
**Fechas:** octubre 2019 – octubre 2021  
**Coordinador/a:** María Concepción Herrera Delgado  
**Código:** PIE19-182
- Proyecto:** Aprendizaje basado en proyectos (metodología CDIO) mediante Arduino en laboratorio de ingeniería química.  
**Fechas:** octubre 2019 – octubre 2021  
**Coordinador/a:** Juana María Rosas Martínez  
**Código:** PIE19-232
- Proyecto:** Diseño de un protocolo para la gestión sostenible de recursos en laboratorio de alumnos.  
**Fechas:** octubre 2019 – octubre 2021  
**Coordinador/a:** M<sup>a</sup> Cruz López Escalante  
**Código:** PIE19-056
- Proyecto internacional Erasmus+K203:** Blended learning through innovative tools for sustainable and safety engineering and social inclusion (SafeEngine).  
**Coordinador/a:** M<sup>a</sup> Cruz López Escalante  
**Código:** 2020-10-RO01-KA203-080085
- Proyecto:** Transversalidad multidisciplinar entre Arte, Ciencia y Diseño.  
**Fechas:** octubre 2019 – octubre 2021  
**Coordinador/a:** José M. Alonso Calero  
**Código:** PIE19-189
- Proyecto:** A lexicon of educational films on the subject of STEM for primary and secondary school students - films4edu.  
**Fechas:** marzo 2021 – febrero 2023  
**Coordinador/a:** Joanna Stelmaskak  
**Coordinador (UMA):** Olga guerrero-Pérez  
**Código:** Erasmus + KA2 2020-1-PL01-KA226-SCH-096354  
**Universidades Participantes:** Uniwersytet Slaski (coordinadora, Poland), Universidad de Málaga (Spain), Universitaet Innsbruck (Austria), Fundacja Malopolski Uniwersytet dla Dzieci (Poland), Zlinska Univerzita V Ziline (Slovakia) y Akademia Gorniczo-Hutnicza Im. Stanislaw Staszica W Krakowie (Poland).

## Comunicaciones en Congresos Educativos

- Congreso:** ICERI 2020 (13th O13th annual International Conference of Education, Research and Innovation)  
**Autores:** Javier Torres-Liñán, Miguel Angel Rodríguez-Cano, Francisco José García-Mateos, Ramiro Ruiz-Rosas, Juana María Rosas, José Rodríguez-Mirasol, Tomás Cordero  
**Título:** Arduino for Project Based Learning on Experimentatino in Chemical Engineering Laboratory.
- Congreso:** EDULEARN21 (13th annual International Conference on Education and New Learning Technologies).  
**Autores:** Miguel Angel Rodríguez-Cano, Miguel García-Rollán, Francisco José García-Mateos, Ramiro Ruiz-Rosas, Juana María Rosas, José Rodríguez-Mirasol, Tomás Cordero.  
**Título:** The use of Arduino as Educational Tool in Chemical Engineering Laboratory.
- Congreso:** Proceedings of the 15th International Technology, Education and Development Conference. (IATED Academy;) INTED 2021. 8th-9th March 2021. ISBN: 978-84-09-27666-0. ISSN: 2340-1079.  
**Autores:** M.M. Cerrillo-González, M. Villén-Guzmán, P.D. Franco-Caballero, J.M. Paz-García.  
**Título:** Virtual Technical Visitis to Companies. pp. 8256-8260. DOI: 10.21125/inted.2021.1678
- Congreso:** Proceedings of the 15th International Technology, Education and Development Conference. (IATED Academy;) INTED 2021. 8th-9th March 2021. ISBN: 978-84-09-27666-0. ISSN: 2340-1079  
**Autores:** M. Villén-Guzmán, R.M. Sanchez-Varo, M.M. Cerrillo-González, J.J. Fernandez- Valenzuela, J.M. Rodríguez-Maroto, J.M. Paz-García.  
**Título:** Collaborative Working in a Virtual Engineering Laboratory. pp. 8252-8255. Doi: 10.21125/inted.2021.1677.
- Congreso:** Proceedings of the 15th International Technology, Education and Development Conference. (IATED Academy;) INTED 2021. 8th-9th March 2021. ISBN: 978-84-09-27666-0. ISSN: 2340-1079  
**Autores:** R.M. Sanchez-Varo, J.J. Fernandez-Valenzuela, J.M. Paz-García, P.D. Franco- Caballero, A. Gutierrez  
**Título:** Virtual Teaching Digital Histology in the Degree of Biochemistry during COVID-19 Era. pp. 6215-6223. Doi: 10.21125/inted.2021.1247.
- Congreso:** Proceedings of the 15th International Technology, Education and Development Conference. (IATED Academy;) INTED 2021. 8th-9th March 2021. ISBN: 978-84-09-27666-0. ISSN: 2340-1079  
**Autores.** D. Franco-Caballero, J.M. Paz-García, R.M. Sánchez-Varo, J.J. Fernandez- Valenzuela.  
**Título:** Analysis of Digital Literacy of Pedagogy Degree Students at Pre-COVID Era. Were They Prepared? pp. 6248-6251. doi: 10.21125/inted.2021.1253.
- Congreso:** EDULEARN Julio 2021 ISBN: 978-84-09-31267-2 / ISSN: 2340-1117  
**Autores:** Concepción Herrera, María Ángeles Larrubia, Marina Cortés, Sergio Molina, Vanesa Domínguez, Rafael González and Luis J. Alemany  
**Título:** Design of an Escape Room as a gamification activity in Chemical Engineering. A virtual approach



## Proyectos de Doctorado

El Doctorado constituye el tercer ciclo de las enseñanzas universitarias oficiales. Así como los estudios de primer y segundo ciclo (Grado y Máster) proporcionan una formación orientada a la preparación para el ejercicio profesional con diferentes niveles de especialización, la finalidad de los estudios de doctorado es la especialización del estudiante en su formación investigadora.

Los estudios de doctorado se articulan en Programas de Doctorado, conducentes a la obtención del título de Doctor, y culminan con la defensa de una tesis doctoral como trabajo original de investigación.

El personal docente del DIQUMA también participa en los **Programas de Doctorado**:

- [Programa](#) de Doctorado en Química y Tecnologías Químicas. Materiales y Nanotecnología.
- [Programa](#) de Doctorado en Ingeniería Mecánica y Eficiencia Energética.

Los estudios de doctorado consisten en un proceso de entrenamiento para adquirir destrezas relacionadas con el mundo de la investigación. El doctorado consiste en la elaboración de una tesis doctoral, normalmente coordinada con un proyecto de investigación.

Además de aprender a diseñar, planificar y llevar a cabo experimentos, analizar resultados y redactar artículos, los candidatos a doctor han de desarrollar destrezas adicionales que les permitan mejorar como comunicadores, así como generar una red de contactos nacional e internacional que les permita evolucionar profesionalmente.

Hacer un doctorado en tiempos de pandemia limita considerablemente las posibilidades de los candidatos a doctor a participar en congresos, conferencias, seminarios y cursos; así como realizar estancias en otros centros de investigación.

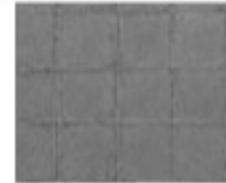
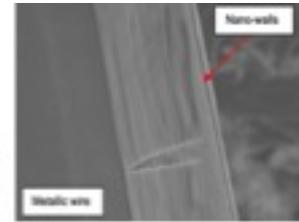
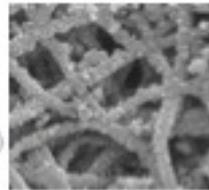
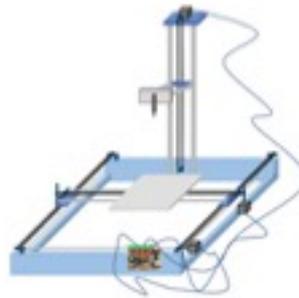
Los/las estudiantes de doctorado del Departamento en Ingeniería Química han sabido lidiar con las dificultades impuestas por la pandemia en estos dos últimos años, y mantener un alto nivel de colaboración nacional e internacional, participar en congresos y actividades de forma remota y reconducir sus proyectos de doctorado para asegurar su continuidad. Para dar visibilidad al gran esfuerzo que están haciendo nuestros doctorandos, se ha reservado en esta memoria un espacio para presentar los proyectos de investigación que están llevando a cabo.

#### **Candidatos al título del Doctor del Departamento de Ingeniería Química:**

- Mar Calzado Delgado
- María del Mar Cerrillo González
- María Vanesa Domínguez Barroso
- Miguel García Rollán
- Rafael González Gil
- Sergio Molina-Ramírez
- Juan José Peinado Pérez
- María del Carmen Recio-Ruiz
- Miguel Ángel Rodríguez Cano
- Javier Torres Liñán

# Synthesis of composite nanofibers for biomedical applications using a novel electrospinning equipment

Mar Calzado Delgado



Nanomateriales, en particular aquellos en forma de nanofibras, son el objeto de un amplio rango de estudio debido a su uso potencial en medicina, electrónica y catálisis entre otros. Así mismo, las nanofibras sirven como elementos de soporte en tejidos y células, siendo así la base de pieles artificiales y tejidos inteligentes. Además de esto, son un sistema eficiente para la liberación de moléculas bioactivas en aplicaciones terapéuticas.

Entre los métodos existentes para la síntesis de nanofibras, la técnica de electrospinning resulta la más apropiada, versátil y económica, la cual permite la producción de micro y nanofibras de un amplio rango de materiales y con morfología, textura y porosidad deseada.

Su versatilidad permite que polímeros naturales, sintéticos y nanofibras compuestas sean electrohiladas no solo en 2-Dimensiones, sino que pueden ser guiadas para la obtención de materiales en 3-Dimensiones, ambos para ser usados como sistemas de liberación de medicamentos de forma controlada, apósitos para cicatrización y desinfección de heridas y otras aplicaciones biomédicas.

El presente trabajo se centra en el diseño y puesta en marcha de un novedoso equipo de electrospinning que permite la síntesis de materiales en 2 y 3-dimensiones, controlando los tres ejes (X,Y,Z) al mismo tiempo y así no solo obtener materiales en 3-Dimensiones sino que también supera las limitaciones que equipos comerciales ofrecen en la producción de masa a nivel de laboratorio.

Además de las síntesis de nanoestructuras, comprobando de esta manera la precisión y versatilidad del equipo, se han sintetizado materiales de 3 capas laminados, combinando diferentes polímeros y cargando la capa interna del mismo con diferentes modificaciones de Amoxicilina. Los materiales, después de demostrar su no-toxicidad y realizar estudios sobre la liberación del medicamento, se han utilizado como apósitos de heridas en ratones, obteniendo resultados en el porcentaje de curación de más de un 99 % en la mayoría de los casos, comparados con nanofibras puras de Polyvinyl alcohol como control.

Además, se sintetizaron materiales en nanofibras para ser usados en sistemas de filtración de aire, que no sólo tienen la funcionalidad de capturar partículas sino que también tienen efecto antibacteriano, pudiendo ser utilizados en la capa interna de mascarillas quirúrgicas.

Por último, nanofibras compuestas fueron sintetizadas cubriendo las mismas con materiales de MOF (Metal-Organic-Frameworks). Estos materiales ofrecen a las nanofibras una mayor área superficial y porosidad que les permite ser usados como portadores de medicamentos y tener un mayor control en la liberación de mismo durante el tiempo.

# Reciclado de baterías de iones de litio mediante técnicas electroquímicas

María del Mar Cerrillo González



Las baterías de ion de litio han supuesto uno de los avances tecnológicos de mayor impacto en la sociedad actual. Desde su puesta en el mercado en los 90, han ido desplazando al resto de baterías en prácticamente todos los aparatos electrónicos portátiles, tales como los móviles, ordenadores y herramientas. Además, su uso en el sector de los vehículos eléctricos y en el del almacenamiento de energías procedentes de fuentes renovables la convierte en un componente clave en la transición hacia un sistema energético descarbonizado y limpio.

Sin embargo, un aumento en la demanda de estas baterías lleva asociadas algunas consecuencias que podrían poner en duda su papel en un sistema de energías limpias. La primera de ellas es que un aumento en la producción trae consigo un aumento en la generación de residuos de baterías, que, en caso de no ser tratadas de forma adecuada, supondría un gran impacto para el medio ambiente. Por otro lado, el auge de esta tecnología conlleva una mayor demanda de algunas materias primas, entre las que se encuentran el litio, cobalto, fósforo o grafito natural, clasificados por la Unión Europea como “**Materias Primas Críticas**” debido a su alto valor económico y a su baja disponibilidad.

Por lo tanto, el uso de las baterías de ion litio será sostenible siempre y cuando se desarrollen procesos de reutilización y reciclado que minimicen su impacto ambiental y permitan recuperar sus componentes para ser reutilizados.

Actualmente, cada vez son más las empresas dedicadas al reciclaje a nivel industrial de estas baterías, siendo los procesos piro- e hidro-metalúrgicos los más empleados. No obstante, estos procesos necesitan ser mejorados para ser más eficientes y rentables, y prueba de ello son las numerosas investigaciones que se están llevando a cabo para encontrar alternativas que permitan alcanzar una economía circular real en el sector.

Este proyecto de doctorado se centra en el reciclaje de baterías secundarias de ion-litio y persigue desarrollar una tecnología basada en la combinación de procesos hidrometalúrgicos y electrocinéticos que permitan la recuperación selectiva de los metales presentes en los residuos de baterías.

Entre los objetivos específicos del proyecto se encuentran: La clasificación y caracterización de baterías con diferentes químicas, el estudio del proceso de extracción haciendo uso de diferentes agentes extractantes y agentes reductores para conocer los mecanismos implicados en la extracción, así como, la optimización de los parámetros más relevantes en la técnica electrodiálítica.

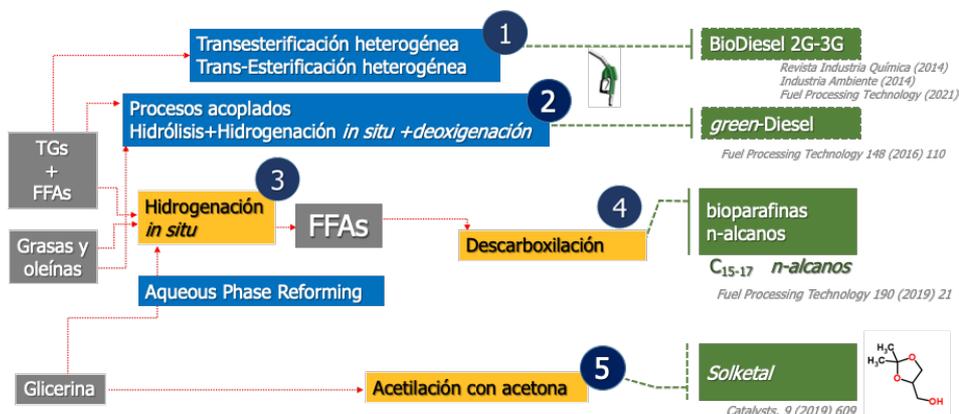
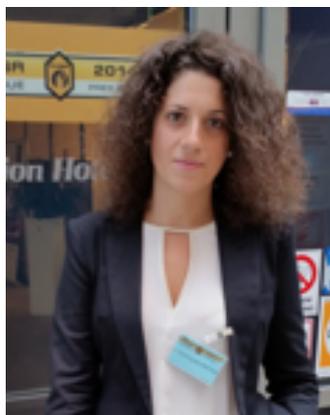
Durante este segundo año de tesis, hay que destacar los resultados obtenidos en los ensayos de extracción en discontinuo que han dado lugar a la publicación del artículo científico "Acid leaching of LiCoO<sub>2</sub> enhanced by reducing agent. Model formulation and validation", donde se ha estudiado la influencia de la concentración del agente extractante (HCl) y del agente reductor (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) en el proceso de extracción de los metales de las partículas de LiCoO<sub>2</sub>, formulando un modelo matemático que permite describir el mecanismo de extracción.

Para que las partículas de LiCoO<sub>2</sub> se puedan disolver en medio ácido, es necesario que tenga lugar la reducción del Co<sup>3+</sup> a Co<sup>2+</sup>, soluble en disoluciones acuosas. En ausencia de un agente reductor externo, el litio y el cobalto se extraen de las partículas formando un residuo de Co<sub>3</sub>O<sub>4</sub> alrededor del núcleo de LiCoO<sub>2</sub> sin reaccionar, que limita la difusión de los reactivos desde la disolución acuosa al núcleo, hasta el punto de detener la reacción. La reacción se mejora utilizando agentes reductores que faciliten la reducción del Co<sup>3+</sup>.

En cuanto a los resultados obtenidos de los ensayos de electrodiálisis hay que destacar la importancia del pH en los diferentes compartimentos de la celda para evitar la precipitación de los metales, que dificulta el transporte de los iones metálicos a través de las membranas y disminuye la eficiencia en la electrodeposición de los metales en la superficie del cátodo.

# Transformaciones catalíticas avanzadas de aceites residuales para la obtención de biocombustibles y aditivos

María Vanesa Domínguez Barroso



La Unión Europea (UE) ha adquirido el compromiso de descarbonizar el transporte en los próximos años. De hecho, éste es un tema central de la estrategia de la UE para 2020 y de la política común de transportes. En base a esto, la Comisión Europea de Transporte y Movilidad ha puesto en marcha una estrategia coherente a largo plazo, Sistemas de Transporte Limpio (Clean Transport Systems, CTS) que trata de satisfacer plenamente la demanda de energía del sector del transporte de fuentes alternativas y sostenibles para el año 2050. Gracias a los sistemas de transporte limpio, la UE tiene el objetivo de que a largo plazo se pueda lograr que el transporte europeo reduzca drásticamente las emisiones y en concreto de CO<sub>2</sub> hasta llegar a una disminución del 80-95% en 2050. Esto implica que la demanda energética actual debe verse satisfecha, en su práctica totalidad, por fuentes energéticas alternativas y sostenibles. Por tanto resulta imprescindible buscar mecanismos de sustitución del petróleo que permitan proteger el medio ambiente y minimizar las posibles consecuencias negativas del cambio climático, a la vez que se asegura el abastecimiento energético; esta búsqueda de fuentes de energía alternativas obliga al desarrollo de nuevos procesos más eficientes y la utilización de nuevas materias primas en el horizonte temporal de 2050.

En este contexto, se genera pues, un claro interés en la búsqueda de nuevas estrategias catalíticas para la producción sostenible de biocombustibles avanzados a través de la valorización de materias primas biogénicas y subproductos, para la producción de combustibles de 2G-3G y aditivos. Lo que también exige el desarrollo de nuevos sistemas catalíticos para la producción de biocarburantes líquidos y aditivos, que de forma paralela revaloriza aquellos subproductos derivados de la plataforma de aceites y grasas.

El trabajo de Tesis Doctoral que se ha desarrollado en el grupo de investigación Tecnologías de Proceso Catalítico-PROCAT y que ha sido financiado por la empresa Bio-Oils Huelva SL se encuadra entre las actividades de I+D+I que pretenden mejorar la sostenibilidad energética y ambiental enfocada al estudio de nuevas rutas de producción de biocarburantes. El programa de investigación de la propuesta de Tesis, se centra en el desarrollo de nuevas tecnologías y catalizadores, híbridos o combinados, que permitan la valorización energética de materias primas industriales subutilizadas, orientadas a la producción de biocombustibles líquidos y aditivos.

El programa de trabajo se ha estructurado en cuatro apartados: en un primer apartado se ha realizado el análisis y selección de materias grasas de distinta procedencia (comerciales y de interés por parte de las empresas del sector como aceites industriales usados, oleínas de proceso y glicerinas cruda) para su adaptación y posible empleo en la producción de biocombustibles y aditivos; en segundo lugar se ha abordado el estudio (y simulación) de las tecnologías catalíticas de transformación escalables para la producción en condiciones subcríticas de biodiésel y Green diésel y el desarrollo de un proceso continuo en una sola etapa sin disolventes, para la producción de un aditivo para gasolinas y biodiésel a partir de glicerina cruda residual, detallándose éstas rutas de transformación se detallan de forma esquemática en la figura adjunta; un tercer bloque de desarrollo y caracterización de catalizadores híbridos y combinados para la heterogeneización de los procesos para escalado en planta piloto y, finalmente, la caracterización y ensayos de los biocombustibles obtenidos, según especificaciones.

Los resultados obtenidos se han presentado en congresos nacionales e internacionales y han dado lugar a cuatro publicaciones en revistas de ingeniería química y a otras dos de carácter divulgativo.

# Valorización de lignina mediante la preparación de catalizadores y productos químicos de interés

Miguel García Rollán



La lignina es, junto a la celulosa y la hemicelulosa, uno de los tres principales biopolímeros que componen la biomasa lignocelulósica. La estructura química de la lignina está compuesta por diferentes monómeros aromáticos, conocidos como monolignoles, los cuales se relacionan entre sí a través de distintos enlaces covalentes. De entre todos ellos, en enlace arilo-éter (b-O-4) es el mayoritario en la lignina nativa (la que se encuentra en la biomasa lignocelulósica sin sufrir alteraciones estructurales) y a su vez éste es el que tiene la mayor capacidad para reaccionar.

Uno de los principales métodos de aislamiento de la lignina es el proceso Kraft, el cual se emplea en la actualidad para producir pasta de celulosa con la que obtener papel. El principal subproducto de este proceso es una solución alcalina concentrada en lignina conocida como lejía negra, la cual se emplea como combustible en calderas para generar toda la energía que consume el proceso.

Considerando lo anterior y siguiendo los principios de la economía circular y la química verde, en la presente tesis doctoral, se pretende valorizar un subproducto como la lignina, de forma más provechosa que a partir de su combustión. La primera vía, es la transformación de la lignina en materiales de alto valor añadido como son los carbones activados o las fibras de carbón.

El grupo de investigación con el que estoy desarrollando mi tesis doctoral, ha investigado durante más de 30 años el proceso de activación química y física de residuos lignocelulósicos para la obtención de carbones activados de porosidad altamente desarrollada. Por tanto, para la consecución de este primer objetivo, lo que se ha hecho hasta la actualidad, es la preparación de carbones activados químicamente con ácido fosfórico a partir de distintas ligninas técnicas. De dichos materiales han sido caracterizadas sus texturas porosas, por las técnicas de adsorción-desorción de  $N_2$  a 77 K y adsorción de  $CO_2$  a 273 K; así como sus químicas superficiales, por desorción térmica programada y Espectroscopia Fotoelectrónica de Rayos X. Toda esta información ha sido recopilada para discernir cuál de todos estos materiales es el que mejor desempeño puede tener como catalizador y/o soporte catalítico para ser empleado como materia prima para obtener de productos de alto valor añadido.

En cuanto a la segunda vía, lo que se pretende es la producción de diversos compuestos de alto valor añadido para la industria y el consumo, como son los BTX (benceno, tolueno y xileno), diversos cicloalcanos (ciclohexano y sus derivados), así como los principales aldehídos derivados de la lignina, la vainillina y el siringilaldehído. Para ello, se van a realizar distintas reacciones en las que se van a ser empleados distintos catalizadores, medios de reacción y materias primas.

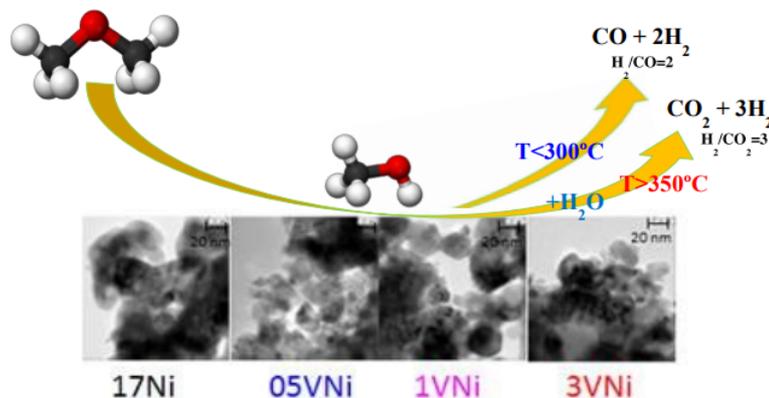
Así, para la obtención de los monómeros aromáticos no oxigenados (BTX) y los cicloalcanos, se va a llevar a cabo la despolimerización reductiva de distintos tipos de lignina. Para ello, se emplearán catalizadores bifuncionales ácido-metal, preparados a partir de los carbones activados obtenidos por la primera vía de valorización de la lignina. Estos catalizadores con metales soportados, se emplearán en un reactor tipo Batch en atmósfera no oxidante.

Por otro lado, los compuestos aromáticos oxigenados, principalmente la vainillina y el siringilaldehído, se van a producir por despolimerización oxidativa de lignina. Para ello se emplearán catalizadores con metales soportados o carbones altamente funcionalizados en un medio de reacción altamente alcalino y con distintos tipos de agentes oxidantes (generalmente oxígeno molecular).

De estos dos objetivos principales, lo que hasta ahora se ha logrado es la producción de carbones activos para la producción de catalizadores; así como, para el estudio pormenorizado de los diversos factores que afectan a la activación química de los lignosulfonatos sódicos. En cuanto a la producción de compuestos de alto valor añadido, cabe destacar, que se han probado varios de los catalizadores preparados para la oxidación catalítica de lignina y que con uno de ellos se han obtenido resultados realmente esperanzadores.

# Efficient Nanocatalysts for Hydrogen Production by Steam Reforming of Oxygenated Compounds – From Catalyst to Scaling

Rafael González Gil



Dentro del Pacto Verde Europeo, en septiembre de 2020 la Comisión propuso elevar el objetivo de reducción de las emisiones de GEI para 2030, incluidas las emisiones y absorciones, hasta menos del 55 % respecto a 1990. Por tanto, desde la Unión Europea se está impulsando diversas líneas en torno al valor del hidrógeno, tanto en la tecnología de producción, como la instalación de hidrogeneras, hasta la construcción de la infraestructura necesaria para el transporte del hidrógeno.

En este contexto, se justifica la puesta en marcha y realización del proyecto bajo el cual se han realizado los trabajos correspondientes para la presentación de la Tesis Doctoral, realizado mediante un contrato otorgado por el Centro Nacional de Ciencias Polaco (Polskiej Akademii Nauk) y ubicado en el Instituto de Química Física, Instytut Chemii Fizycznej (ICfF-PAN, Varsovia) y dentro del programa de Doctorado Química y Tecnologías Químicas. Materiales y Nanotecnología de la Universidad de Málaga. Actualmente la Tesis se encuentra en su estado final, quedando pendiente la defensa oficial.

Las investigaciones actuales sobre el reformado con vapor (SR) se centran principalmente en combustibles como el gas natural, el metano, el metanol, el etanol y el glicerol. Más del 80% de las publicaciones de los últimos años se han dedicado a desarrollar catalizadores activos, muy duraderos y estables, adecuados para aplicaciones estacionarias o en automóviles, como catalizadores de reformado con vapor o Steam Reforming para el suministro continuo de  $\text{H}_2$ .

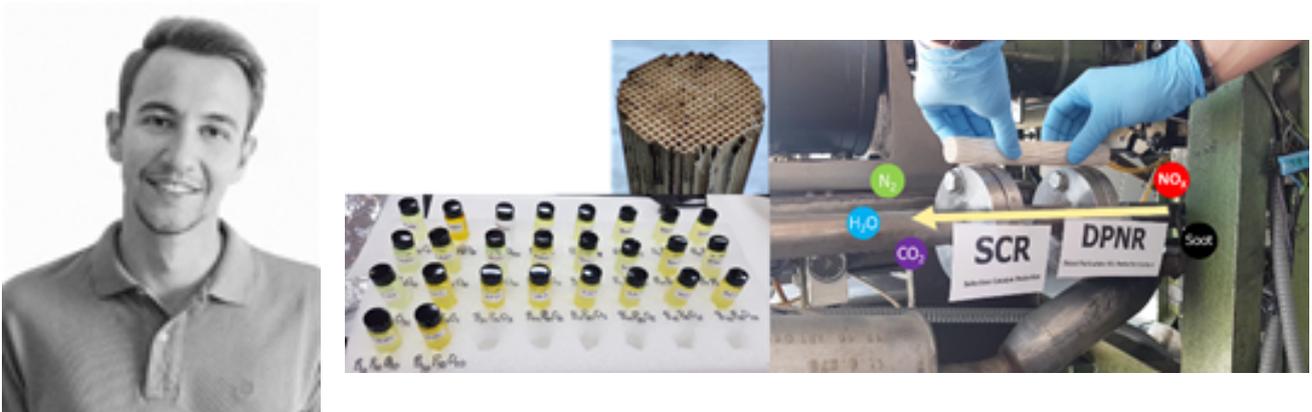
En este sentido, el objetivo que se planteó para el trabajo de Tesis fue formular un sistema nanocatalítico multicomponente capaz de reformar con vapor un compuesto oxigenado (como etanol, acetona, dimetil-éter y metanol) e investigar su rendimiento y correlacionar su actividad con la composición superficial y la distribución de los sitios activos en el catalizador.

Adicionalmente, se deja abierta una nueva línea de investigación centrada en el escalado de los procesos estudiados, proponiendo a partir de los resultados el diseño de catalizadores estructurados y su uso a escala semi-industrial, así como el diseño de un micro-reformador para trabajar a tiempos de contacto ultracortos y que pueda proponerse como reformador in situ que alimente en línea a una pila de combustible en un vehículo.

Adicionalmente, se ha realizado un análisis de sensibilidad paramétrica mediante Matlab para simular los procesos desde el punto de vista termodinámico y cinético. El trabajo incluido en la Tesis Doctoral ha generado varias publicaciones científicas en revistas del primer cuartil del área de Ingeniería Química, en concreto, cuatro artículos científicos, tres de ellos en el International Journal of Hydrogen Energy y uno en Chemical Engineering Journal; a su vez, otros tres trabajos se encuentran en proceso de publicación. Por otra parte, se han presentado 5 contribuciones en Congresos Nacionales y otras 12 en congresos Internacionales.

# Carburantes avanzados y sistemas catalíticos híbridos para mejora de Rendimiento y Reducción de Contaminantes en Motorización Diésel

Sergio Molina-Ramírez



En la búsqueda de mecanismos de sustitución del petrodiesel como combustible en vehículos que equipan motorización diésel, debido a las exigencias en el aumento de la fracción de origen bio en los combustibles líquidos y a la obligada descarbonización a corto plazo a la que está sujeta el sector transporte, se enfoca el estudio de distintas tecnologías primarias y secundarias para alcanzar la emisión cero de gases contaminantes. El Proyecto de Tesis Doctoral se engloba en la evaluación de nuevas mezclas oxigenadas de biocombustibles avanzados con mejoras en el rendimiento energético y menor impacto en las emisiones de escape que combinado con la capacidad de amortiguación de una nueva tecnología catalítica híbrida y la coinyección alternativa de H<sub>2</sub>, pudieran asegurar el control de emisiones de los motores térmicos a corto plazo.

Se pretende la optimización de mezclas ternarias de combustibles BPO- Biodiesel-PetroDiesel-Oxigenados mediante caracterización, según normativa de homologación, físico-química y energética de las mezclas exentas de aditivos de mejora, junto a un estudio de homogeneidad y estabilidad para su empleo como nuevos biocarburantes.

Paralelo al desarrollo de nuevas estrategias catalíticas para la producción de biodiesel 2G, alcoholes superiores y aditivos oxigenados de origen biogénico a usar en las formulaciones de mezclas BPOs. Se realiza un estudio de la combustión de las mezclas, rendimiento y registro de emisiones a escala de laboratorio en distintas condiciones de conducción. Ensayos banco-motor, motor Diesel con un sistema de inyección Common Rail con el que se pretende establecer un mapping y correlación entre combustible-rendimiento motor y mediciones (NO<sub>x</sub>, CO<sub>x</sub>, HC<sub>s</sub> y partículas).

A su vez, la reducción de la emisión de óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>) en los gases de escape de vehículos con motor diésel es uno de los principales problemas de la industria del transporte, debido a la toxicidad, efectos sobre la salud y el medio ambiente que estos provocan ha promocionado la necesidad del desarrollo y aplicación de nuevas tecnologías catalíticas y estrategias de NO<sub>x</sub>.

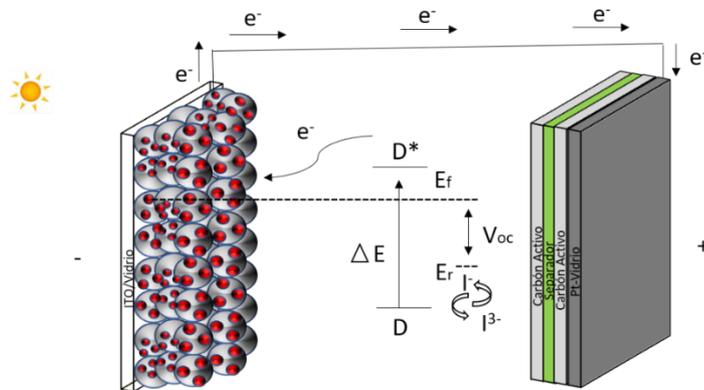
Se desarrolla la mejora de estos catalizadores (DPNR - SCR) variando los elementos presentes en la conformación catalítica y la concentración y/o dispersión de la fase activa.

Se aborda una aproximación intermedia entre el estudio en forma de polvo y la estructura monolítica en operación en banco motor estudiando previamente a escala de laboratorio todas las implicaciones fluidodinámicas en condiciones cercanas a las reales, simulando el nivel de conducción y evaluando la presencia de NO<sub>x</sub> en la fase reductora en función a su vez del agente reductor. Este estudio permite el desarrollo de sistemas catalíticos híbridos y el escalado para evaluar en banco-motor su capacidad de amortiguación de emisión de los gases contaminantes en diferentes modos de conducción.

Se trata de un trabajo de Investigación, Desarrollo y Aplicabilidad de carácter estratégico para el sector energético y del transporte en el que se intenta combinar i) los nuevos bioblends parcialmente descarbonizados desarrollados, eficientes en las motorizaciones actuales sin modificaciones, ii) un sistema de microinyección de corrientes de gas combustible enriquecidas con H<sub>2</sub> producidas a partir del reformado de oxigenados y iii) una tecnología híbrida (DPNR+SCR) de postratamiento con las que se logre emisión cero y que asegure la continuidad de los motores térmicos actuales.

# Desarrollo de nuevos materiales para dispositivos de almacenamiento y producción de energía

Juan José Peinado Pérez



En las últimas décadas ha existido un especial interés de las autoridades mundiales en fomentar la inversión para el desarrollo de nuevas fuentes de energía, como las energías renovables. La finalidad de esta inversión es sustituir a las fuentes de energías convencionales, especialmente el uso de combustibles fósiles, debido a que estos son una fuente de energía limitada y producen graves problemas medioambientales.

Ante esta situación, surgen los denominados supercondensadores o condensadores electroquímicos. Estos sistemas son similares a los condensadores convencionales donde el material dieléctrico ha sido reemplazado por un electrolito de manera que el almacenamiento de energía se produce por separación de cargas y no en los electrodos como en los condensadores convencionales. Los materiales más utilizados para preparar estos

dispositivos son el carbono en sus diferentes formas, óxidos de metales de transición y polímeros conductores. Estos dispositivos se caracterizan por una alta densidad de potencia y de energía, larga estabilidad y alta tasa de carga y descarga. En esta línea de investigación se diseñan, fabrican, optimizan y caracterizan estructural, morfológica óptica, química y electroquímicamente los nuevos materiales (óxidos mixtos de zinc y manganeso, PEDOT) para la fabricación de dichos dispositivos a nivel de laboratorio pero que a su vez puedan ser transferidos industrialmente con éxito.

Así mismo, a raíz de los supercondensadores, y con el fin de desplazar a las células solares de silicio debido a la gran cantidad de residuos que originan, surgen los denominados fotocondensadores. Son dispositivos integrados capaces de generar y almacenar energía. Para ello se

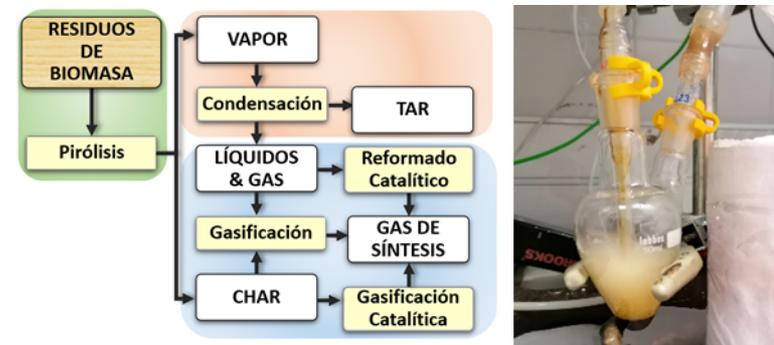
componen de un sistema de generación de energía, denominado fotoánodo y un supercondensador. En la presente tesis, se desarrollan y caracterizan fotoánodos de distintos óxidos transparentes como el  $\text{TiO}_2$  y el  $\text{ZnO}$ .

Una vez caracterizados y optimizados tanto el fotoánodo como el supercondensador por separado, se integran formando un único dispositivo como se ha comentado anteriormente. En este proyecto se tratará de diseñar y construir dispositivos novedosos y con una alta eficiencia tanto energética como de almacenamiento.

En definitiva, estudiar y optimizar cada una de las partes del fotocondensador para formar un único dispositivo que sea capaz de desplazar a los sistemas de producción y almacenamiento de energía actuales.

# Estudio de la pirólisis catalizada de residuos lignocelulósicos para obtener líquidos y gas de síntesis con propiedades mejoradas

María del Carmen Recio-Ruiz



Hoy en día, los principales combustibles utilizados proceden de materias primas fósiles. Una de las alternativas energéticas es la derivada de la biomasa residual. Existen 3 importantes vías para la conversión de biomasa en energía, vías químicas, biológicas y termoquímicas.

Dentro de los procesos termoquímicos para el aprovechamiento de biomasa como recurso energético, habría que destacar la combustión, la gasificación y la pirólisis, siendo la termodinámica y la cantidad de oxígeno empleada las principales diferencias entre estos procesos.

Centrándonos en el proceso de pirólisis, se puede decir que es un proceso termoquímico de descomposición de la biomasa que se lleva a cabo a menores temperaturas que la combustión y la gasificación, entre 380 y 530 °C, con presiones próximas a las atmosféricas y en ausencia de oxígeno.

Durante el proceso de pirólisis se generan 3 productos, un sólido con alto contenido en carbono, conocido como carbonizado (o char, en terminología inglesa), líquidos, como bio-aceites (o bio-oil) y alquitranes, estando este

último formado por compuestos orgánicos de mayor peso molecular que el bio-oil, y gases no condensables, como CO, CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, H<sub>2</sub>, e hidrocarburos de cadena corta.

La proporción en la que se producen estos tres productos, sólido, líquido y gas, depende en gran medida de las condiciones de operación empleadas. Los principales factores que afectan el mayor o menor rendimiento en estas fracciones son la temperatura, la velocidad de calentamiento y el tiempo de residencia de los gases en el interior del reactor.

Es por ello que, para favorecer la producción de sólido, se deben emplear bajas temperaturas y rampas de calentamiento (pirólisis convencional), y un largo tiempo de residencia. Si, por el contrario, se requiere obtener una mayor cantidad de líquidos o gases, se deben utilizar altas temperaturas y altas velocidades de calentamiento (pirólisis rápida o “flash”), así como un corto tiempo de residencia.

En concreto, en esta tesis se plantea llevar a cabo un estudio de procesos de pirólisis convencional y pirólisis rápida o flash, catalizada y no catalizada de

diferentes residuos biomásicos, como el hueso de aceituna, la cáscara de almendra, el cáñamo y la lignina, estableciendo un procedimiento de obtención de líquidos de pirólisis y gas de síntesis con propiedades mejoradas. En la Tabla 1, se pueden ver las principales diferencias existentes entre los procesos de pirólisis convencional, rápida y flash.

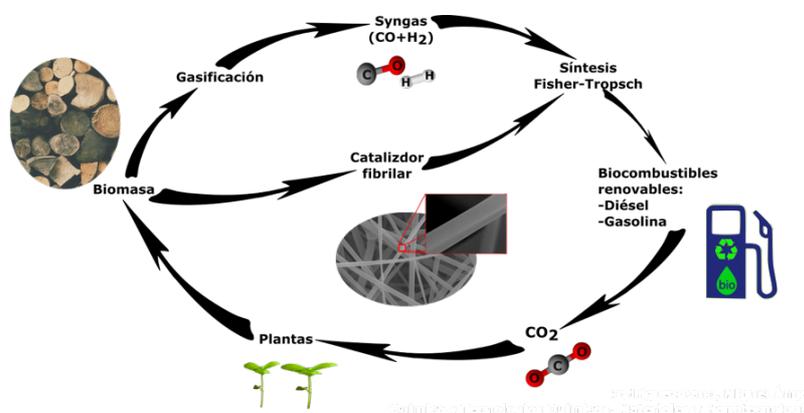
Durante este primer año de tesis se ha realizado la caracterización de todas las biomásas residuales, y se ha comenzado con la experimentación de la pirólisis convencional, a bajas temperaturas de reacción y con lentas rampas de calentamiento. Para ello se ha utilizado un reactor discontinuo de lecho fijo, en el que se han empleado diferentes condiciones de operación, como son distintas rampas de calentamiento (10 y 20 °C/min) o distintas temperaturas (400, 500, 600 y 800 °C), pudiéndose así establecer la distribución de productos sólidos, líquidos y gaseosos y el rendimiento. Se ha llevado a cabo una caracterización de cada una de estas fases y un estudio cinético de este proceso de pirólisis.

Tabla 1: Características de algunos procesos de pirólisis.

Proceso	Tiempo de residencia	Rampas de calentamiento	Temperatura final (°C)	Productos principales
Pirólisis convencional	5-30 min	Baja (0.1-2 °C/s)	600	Char, Bio-oil, gas
Pirólisis Fast	<2 s	Alta (10-200 °C/s)	~500	Bio-oil
Pirólisis Flash	<1 s	Muy Alta (2500 °C/s)	<650	Bio-oil, Productos químicos, gas

# Catalizadores eficientes en forma de fibra para la reacción de Fischer-Tropsch con gas de síntesis de biomasa residual

Miguel Ángel Rodríguez Cano



En la actualidad vivimos una situación cada vez más grave de cambio climático y escasez de fuentes de energía provocado por el creciente uso de combustibles fósiles, que suman un 86 % de la energía primaria consumida en todo el mundo.

Aunque no hay una única solución a este problema, los biocombustibles pueden jugar un papel importante en este proceso. Si se producen a partir de biomasa, esos combustibles no van a contribuir de forma neta a los gases de efecto invernadero puesto que el carbono ha de ser previamente fijado desde la atmósfera por alguna planta. Este proceso de generación de combustibles líquidos a partir de biomasa se conoce como *Biomass-to-liquid* (BTL).

Mi proyecto de investigación está centrado en el proceso Fischer-Tropsch, que consiste en hacer reaccionar gas de síntesis a alta presión y temperatura, para producir hidrocarburos lineales, tales como gasolina, diésel o ceras. Además, hacen falta catalizadores que llevan a cabo la hidrogenación del CO, los más activos son el hierro, el cobalto y el rutenio. En el mejor de los casos, los catalizadores también se producen a partir de biomasa. Desde este punto de vista, este proceso tiene una doble ventaja, no sólo se producen biocombustibles con bajo impacto para el medio ambiente.

Esta reacción es fuertemente exotérmica, por lo que hay que evacuar todo el calor generado en el proceso, resultando en muchos casos en la formación de puntos calientes en el interior del reactor, que deteriora los catalizadores. Además, los catalizadores que se usan industrialmente son partículas granulares y esto, en muchos casos, lleva asociados problemas de pérdidas de carga o bien, si se aumenta el tamaño, de difusión de los reactivos y productos en la partícula.

En mi tesis, se propone la preparación de catalizadores en forma fibrilar, usando para ello la técnica del “*electrospinning*”, que consiste en bombear una disolución polimérica a través de una aguja hacia un colector metálico, entre los que se aplica un campo eléctrico de alto voltaje. De ese modo, en la punta de la aguja, por equilibrio de las fuerzas viscosas y electrodinámicas se forma un “cono de Taylor”, que da lugar a una fibra continua con diámetro del orden de cientos nanómetros. Al ser partículas tan pequeñas se mejora el contacto entre los gases y la fase activa, así como la evacuación del calor, puesto que hay una mayor superficie expuesta.

Sin embargo, no se tienen problemas de pérdida de carga ya que se alcanzan porosidades de lecho mucho más grandes que con partículas granulares.

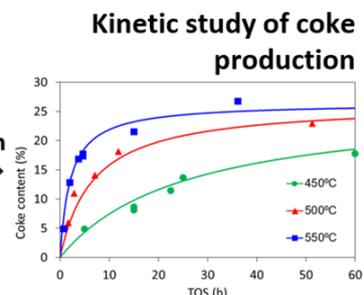
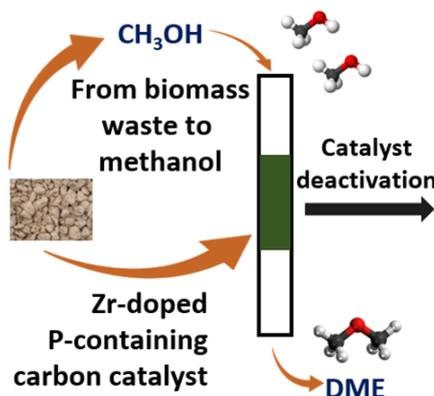
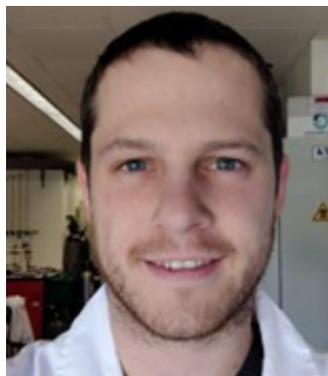
El objetivo es la preparación de fibras tanto de origen inorgánico ( $ZrO_2$ ,  $Al_2O_3$ ,  $TiO_2$ ,  $SiO_2$ ...) como orgánico, de carbono (usando lignina como precursor). La preparación de las fibras se puede llevar a cabo en un solo paso, mediante disoluciones con los precursores de los materiales soportes y de los metales que componen la fase activa (Fe o Co). De esta forma, tras calcinarlos se tienen los materiales fibrilares con las fases activas dispersas en su superficie, que se caracterizan mediante técnicas convencionales.

Por último, esos catalizadores se prueban en condiciones de reacción industriales en un equipo de alta presión (20 bar) de lecho fijo. Para los de hierro se emplean condiciones de Fischer-Tropsch de alta temperatura - HTFT- (320-340 °C), que permite obtener hidrocarburos de cadena corta, mientras que para el cobalto se usan condiciones de baja temperatura- LTFT- (220-240 °C), que permite obtener hidrocarburos de cadena larga, fundamentalmente ceras.

El objetivo final es realizar un modelado del funcionamiento del reactor que permita su escalado, así como un estudio de la desactivación de los catalizadores para tiempos largos de reacción. El trabajo ha derivado por el momento en una publicación científica y diferentes comunicaciones a Congresos.

# Estudio de la desactivación de catalizadores bifuncionales para la producción de dimetiléter

Javier Torres Liñán



El objetivo de mi tesis se centra en el estudio del proceso de desactivación de catalizadores para la obtención de dimetiléter (DME) a partir de gas de síntesis. Para ello, se analizarán los motivos que provocan dicha desactivación y las posibles vías para su regeneración. Todo ello encuadrado en un contexto de sostenibilidad.

El interés del DME radica en su posible uso como sustituto renovable del diésel convencional, ya que, presenta un mayor número de cetano y emite menos partículas y NOx en comparación con el diésel, lo que lo hacen una alternativa bastante atractiva. Por otro lado, el DME también se puede usar como propelente de gases o como reactivo en la producción de olefinas y otros compuestos químicos de alto interés industrial.

Hoy en día, la producción de DME se lleva a cabo por dos vías principales. La primera de ellas es la vía directa, en la cual se emplean catalizadores bifuncionales, compuestos de una fase metálica que transforme el gas de síntesis en metanol, y una fase ácida que deshidrate el metanol a dimetil éter. Los catalizadores más comúnmente usados son las mezclas físicas de cobre-zinc-alumina (CZA) con  $\gamma$ -alumina o zeolitas modificadas. Por otra parte, se presenta la vía indirecta o en dos pasos, en la que en un primer proceso se sintetiza el

metanol con catalizadores metálicos, y en una segunda etapa, ese metanol se convierte a DME mediante catalizadores ácidos. El DME se obtiene industrialmente, hoy en día, a partir de la deshidratación de metanol. El carácter renovable del DME proviene de que el gas de síntesis usado para su obtención procede de la gasificación de biomasa.

La tesis que presento se puede dividir en tres partes fundamentales. En primer lugar, se han preparado carbones activados por activación química con ácido fosfórico que se emplearán como soportes carbonosos. De esta manera, se ha analizado el comportamiento de estos soportes carbonosos en diferentes atmósferas oxidantes. Estos carbones activados presentan ciertos grupos superficiales de fósforo que permanecen unidos químicamente al soporte carbono y le confieren estabilidad química y térmica, así como, una elevada resistencia a la oxidación.

Por otra parte, ese soporte carbonoso impregnado con zirconio presenta una buena conversión y selectividad a DME a temperaturas inferiores 400 °C. Sin embargo, a temperaturas superiores, sufre de una lenta desactivación. Por lo tanto, en esta tesis se ha evaluado el efecto de diferentes condiciones de reacción y como se relaciona con las diferentes características del catalizador

(área superficial, concentración atómica superficial, etc) tras cierta desactivación. Se determinó la deposición de coque como la principal causa de pérdida de actividad, por lo que también se planteó la regeneración de los sitios activos mediante la gasificación del coque.

Por último, se plantea el estudio cinético de la reacción de deshidratación de metanol a dimetiléter, incluyendo la desactivación del catalizador, sobre el catalizador de zirconio soportado sobre un carbón activado químicamente con fósforo.

Paralelamente, he realizado una estancia predoctoral en la Universidad Noruega de Ciencia y Tecnología (NTNU), estando bajo la supervisión de la profesora Hilde Johnsen Venvik. Durante dicha estancia, he estudiado el proceso de obtención de formaldehído, otro de los productos obtenidos a partir de metanol que presenta un mayor interés industrial. La producción de este formaldehído se puede obtener a altas temperaturas y bajas concentraciones de oxígeno sobre catalizadores no soportados de plata; o a bajas temperaturas y altas concentraciones de oxígeno sobre catalizadores de óxidos metálicos, como el vanadio. Para llevar a cabo este proceso, se plantearon catalizadores fibrilares de plata sobre zirconio.



## Memoria de Investigación

## Grupos de Investigación:

### TERMA (Tecnología de Residuos y del Medio Ambiente, TEP-184):

- Procesos de pirólisis y gasificación (catalizados y no catalizados) de residuos biomásicos e industriales para su revalorización
- Procesos de adsorción y de catálisis heterogénea para la reducción o eliminación de compuestos contaminantes en efluentes líquidos y gaseosos
- Desarrollo de sistemas catalíticos a partir de biomasa vegetal para la producción de compuestos químicos de interés industrial (Biorrefinería)
- Preparación de fibras y esferas másicas y huecas de tamaño submicrométricas (de carbono y cerámicas) mediante la técnica de electrospinning/electrospraying.
- Diseño y preparación de electrodos de base carbonosa, metálica y de óxidos metálicos para procesos electrocatalíticos y de almacenamiento de energía.

### PROCAT (Tecnología de Procesos Catalíticos, RNM-111):

- Biocombustibles. Integración Refinería-Biorrefinería
- Gestión del CO<sub>2</sub>.
- Generación y usos in situ de Hidrógeno.
- Depuración Catalítica de efluentes gaseosos. Eliminación de NOx en fuentes móviles y eliminación simultánea de partículas (DeSoot) y DeNOx.

### GIGA – (Grupo de Ingeniería y Gestión Ambiental, RNM-281)

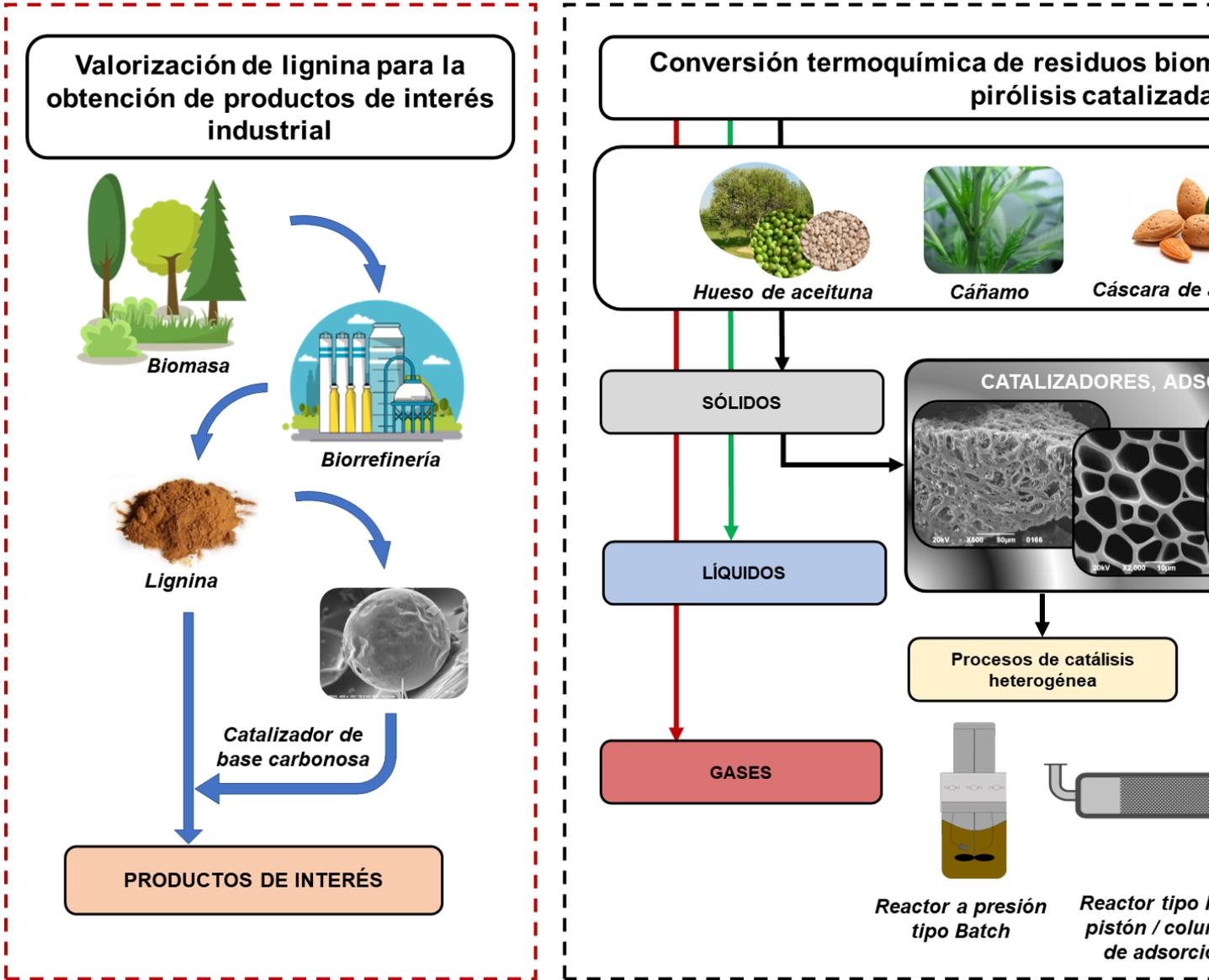
- Descontaminación de suelos.
- Gestión de residuos.
- Valorización de residuos.
- Tratamiento de aguas.
- Modelado y simulación de procesos.

### Grupo Ingeniería de Materiales y Superficies (FQM 192)

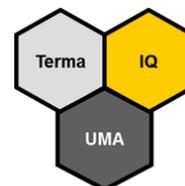
- Desarrollo de materiales y dispositivos para la generación de energía a partir de la radiación solar y su almacenamiento
- Propiedades ópticas, eléctricas, térmicas y mecánicas de recubrimientos y superficies.



# LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN DEL GRUPO TERMA



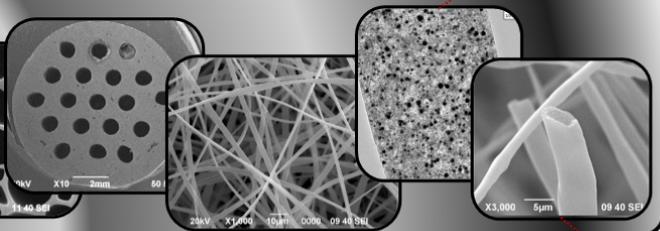
# “TECNOLOGÍA DE RESIDUOS Y MEDIOAMBIENTE”



másicos mediante procesos de pirólisis, y gasificación

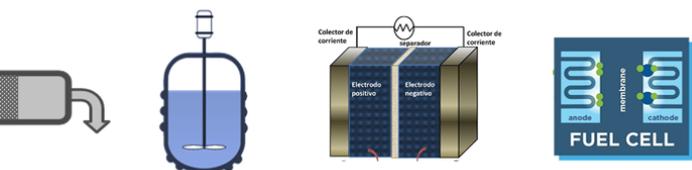


SORBENTES Y ELECTRODOS DE BASE CARBONOSA



Procesos de adsorción

Procesos electroquímicos



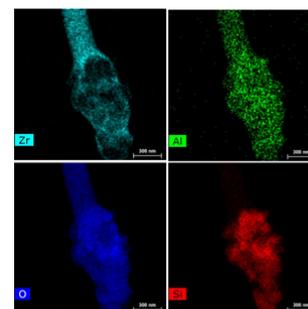
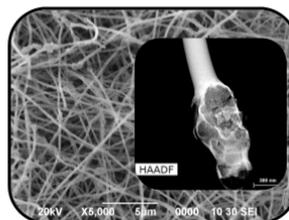
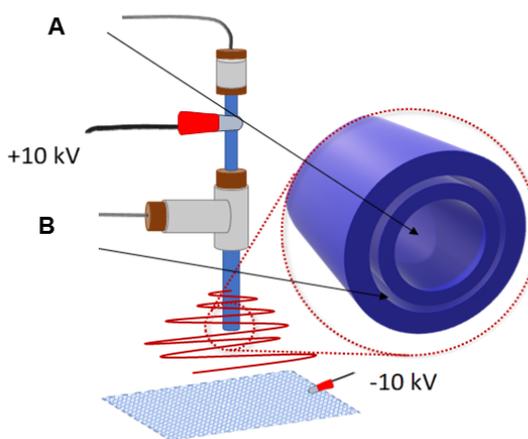
Flujo  
mna  
ción

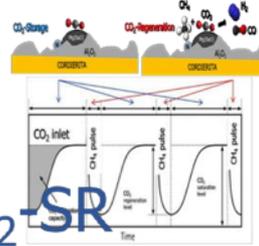
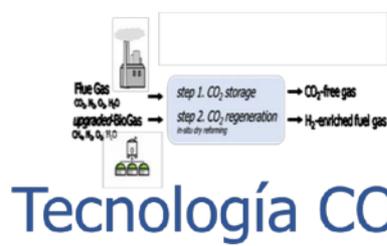
Reactor tipo  
Batch

Supercondensador

Preparación de catalizadores de base orgánica e inorgánica

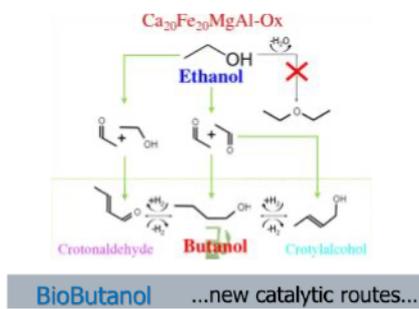
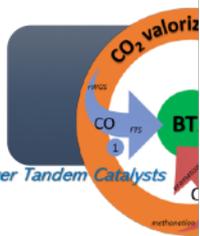
Preparación de catalizadores fibrilares de tamaño micro-nanométrico por la técnica de ELECTROHILADO





### CO<sub>2</sub> to BTX

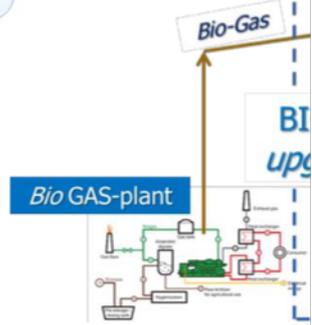
Highly Selective Conversion of Carbon Dioxide to Aromatics over Tandem Catalysts



MT < 500°C  
 MeOH/DME  
 Steam μ-reformer

LT < 200°C  
 MeOH f(O<sub>2</sub>/C, T, cat)  
 POx μ-Reactor  
POM-Partial Oxidation Methanol

Coinyección de H<sub>2</sub> en motores térmicos



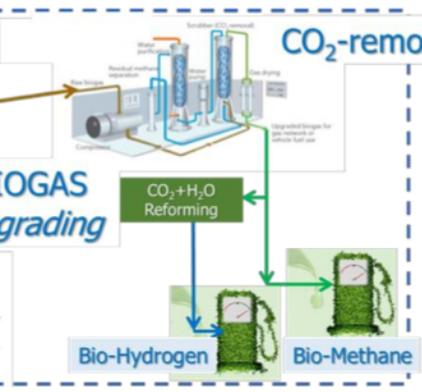
*Procesado de materias primas de origen biogénico en refinería. Biocombustibles 2G-3G*



*Conversión de CO<sub>2</sub>*



*NOx-blends (Biobutanol)*



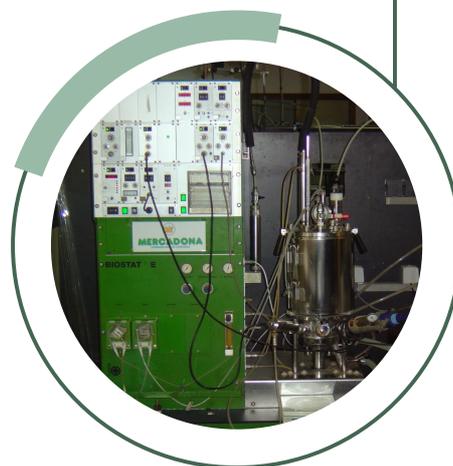
*Producción Hidrógeno*

## LINEAS DE INVESTIGACIÓN DEL GRUPO



### DESCONTAMINACIÓN DE SUELOS

Electrodescontaminación



### GESTIÓN DE RESIDUOS

Codigestión anaeróbica de residuos  
con lodos de depuradora



### VALORIZACIÓN

Recuperación de  
revalorizables de  
baterías de

## DE INGENIERÍA Y GESTIÓN AMBIENTAL



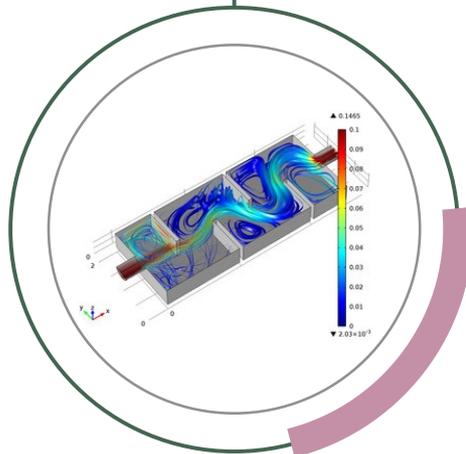
### DE RESIDUOS

de elementos  
de residuos de  
e ion-litio



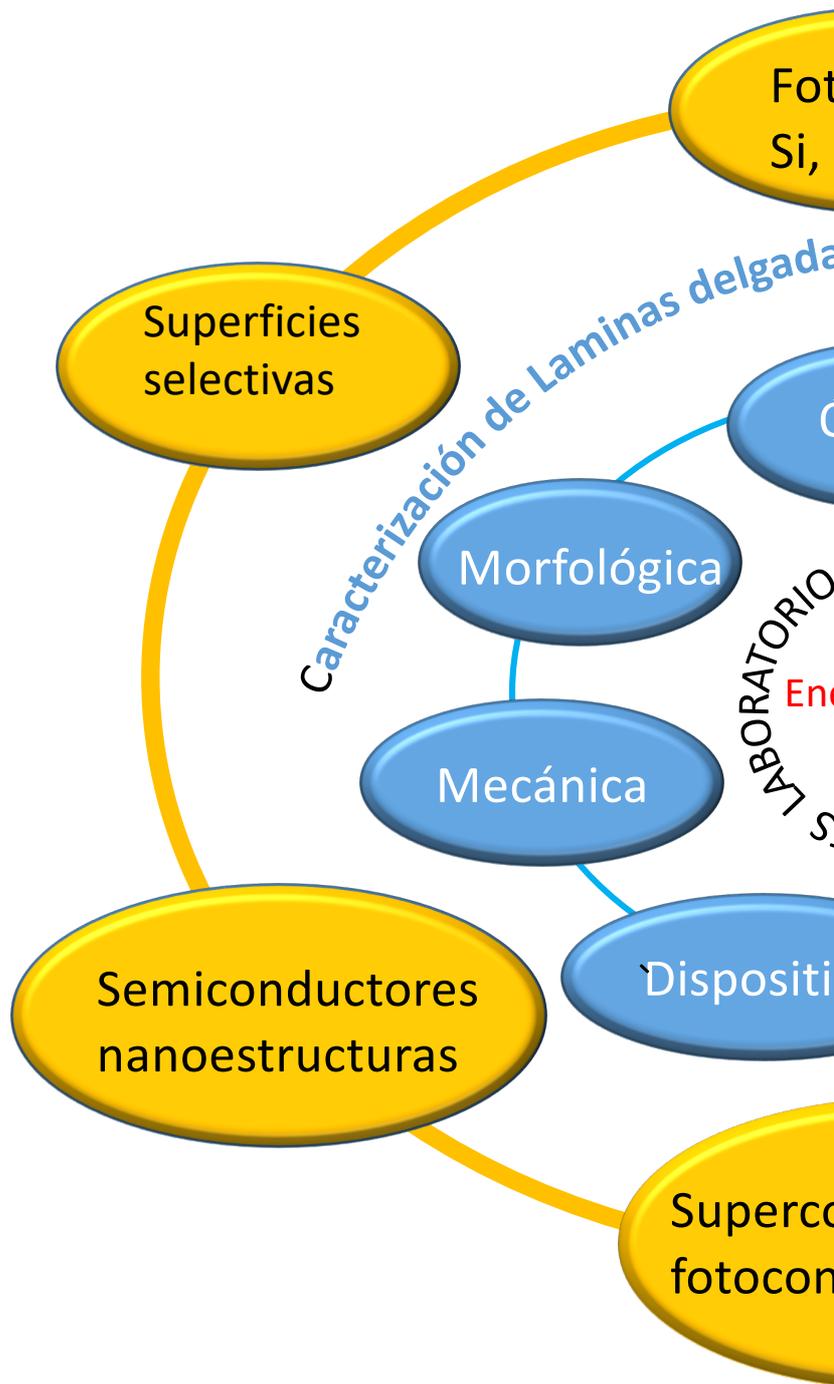
### TRATAMIENTO DE AGUAS

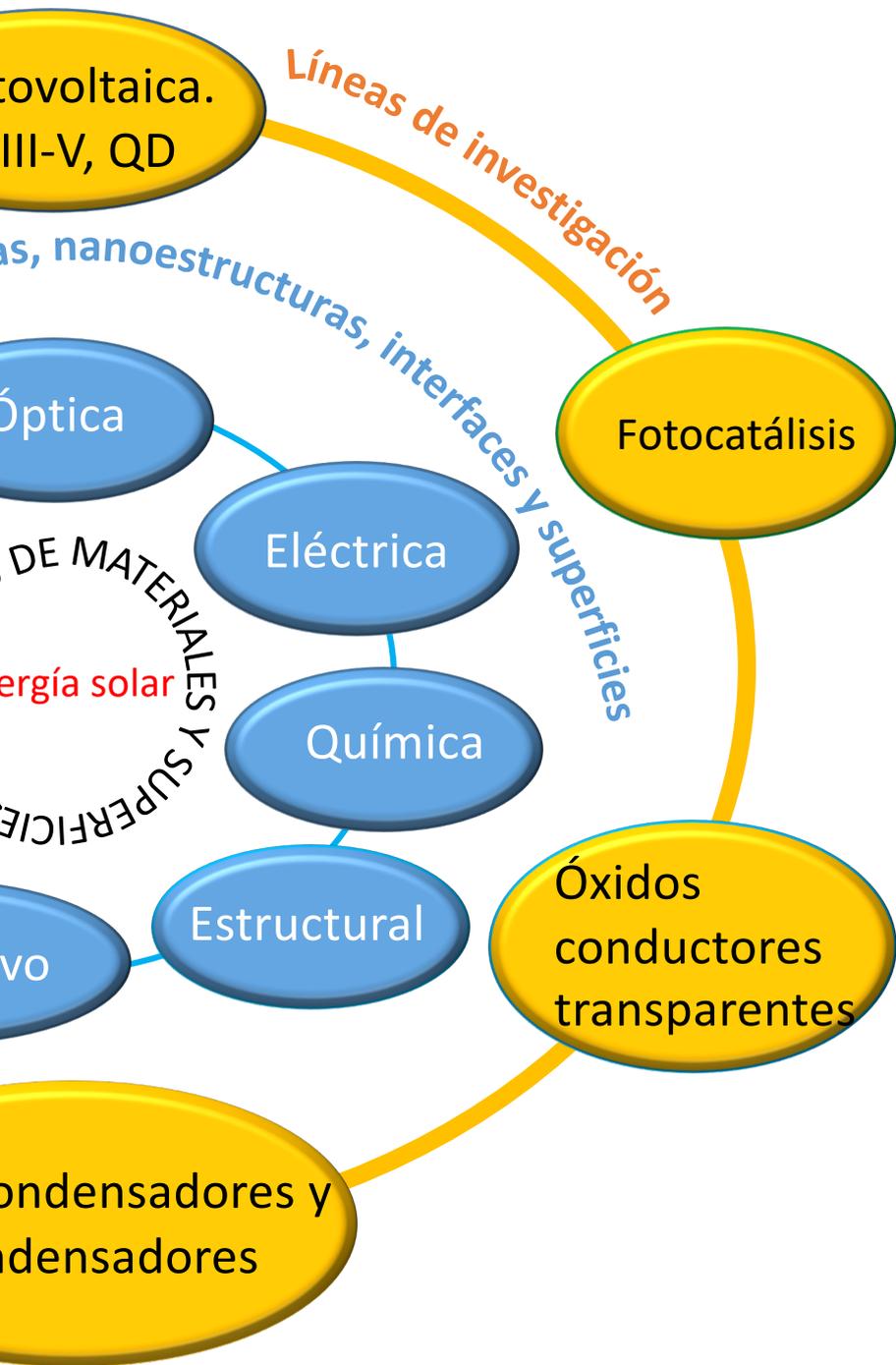
Eliminación de fenol en agua por  
oxidación avanzada  
(fenton y uv-vis)



### MODELADO

Modelización de sistemas para la  
prevención y descontaminación





## Proyectos de Investigación subvencionados (europeos, nacionales, regionales)

- Título:** Propiedades Electroquímicas y Mecánicas de los Componentes Esenciales en las Nuevas Generaciones de Baterías Secundarias. UMA18-FEDERJA-279  
**Coordinador/es:** J.M. Paz-García  
**Institución/Programa:** Junta de Andalucía Ayudas a proyectos I+D+i, en el Programa Operativo FEDER Andalucía 2014-2020.  
**Fechas:** 15/11/2019-14/11/2022
- Título:** eTHROUGH- Thinking Rough Towards Sustainability. H2020-MSCA-RISE-2017-778045  
Internal ID UMA: 8.06.UE/32.8034  
**Coordinador/es:** A.B. Ribeiro.  
**Coordinador/es in UMA:** C. Gómez-Lahoz.  
**Fechas:** 01/01/2018 – 31/12/2021  
**Institución/Programa:** European Union. Horizon 2020. MSCA-RISE – Marie Skłodowska-Curie Research and Innovation Staff Exchange.
- Título:** Combustibles a partir de gas de síntesis mediante catalizadores derivados de la biomasa (SynFuelBioCat). RTI2018-097555-B-I00  
**Coordinador/es:** José Rodríguez Mirasol, Tomás Cordero Alcántara  
**Institución/Programa:** Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades. Programa I+D+i generación del conocimiento y retos investigación 2018  
**Fechas:** 01/01/2019 – 31/12/2022.
- Título:** Procesos sostenibles de valorización de lignina.UMA18-FEDERJA-110  
**Coordinador/es:** José Rodríguez Mirasol, Tomás Cordero Alcántara  
**Institución/Programa:** Junta de Andalucía. Ayudas a proyectos I+D+i, en el Programa Operativo FEDER Andalucía 2014-2020  
**Fechas:** 15/11/2019-14/11/2021
- Título:** Materiales nanoestructurados y/o funcionalizados para aplicaciones químicas. P18-RT-4592  
**Coordinador/es:** Tomás Cordero Alcántara  
**Institución/Programa:** Junta de Andalucía Plan andaluz de investigación, desarrollo e innovación (PAIDI 2020)  
**Fechas:** 01/01/2020-31/12/2022
- Título:** Dispositivos con generación y almacenamiento integrados de energía solar. PID2020-117832RB-I00  
**Coordinador/es:** Francisco de Paula Martín Jiménez.  
**Fechas:** 01/09/2021-01/09/2024  
**Institución/Programa:** Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades. Programa estatal de generación de Conocimiento y fortalecimiento científico y tecnológico del sistema de I+D+i 2020 RETOS
- Título:** Hacia emisión cero: Combinación de carburantes avanzados y sistemas catalíticos híbridos para mejora de rendimiento y reducción de contaminantes en motorizaciones Diesel. CTQ2017-87909R.  
**Coordinador/es:** Luis J. Alemany Arrebola y María Concepción Herrera Delgado  
**Institución/Programa:** Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades. Programa I+D+i generación del conocimiento y retos investigación 2017  
**Fechas:** 01/01/2018-31/12/2021
- Título:** Gestión Sostenible de Recursos y Valorización Energética de Residuos con balance cero en CO<sub>2</sub>. PY20\_00243  
**Coordinador/es:** Luis J. Alemany Arrebola.  
**Fechas:** 01/01/2018 – 31/12/2021  
**Institución/Programa:** Junta de Andalucía. Ayudas Proyectos I+D+i destinadas a universidades y entidades públicas de investigación  
**Fechas:** octubre 2021-septiembre 2024

## Proyectos de Transferencia

- Project ID:** AT17\_5576\_UMA  
**Título:** Recuperación de Fósforo de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Urbanas  
**Fechas del proyecto:** 01/11/2020 – 31/05/2021  
**Coordinador/es:** J.M. Rodríguez-Maroto.  
**Programa:** AT – Junta de Andalucía
- Project ID:** AT17\_5529  
**Título:** Prototipo para la adsorción de NH<sub>3</sub> producido por digestores anaerobios de EDAR y granjas de producción animal, empleando un adsorbente obtenido a partir de la valorización de un residuo procedente de ETAP  
**Fechas del proyecto:** 01/01/2018 – 28/02/2021  
**Coordinador/es:** José Jiménez Jiménez.  
**Programa:** AT – Junta de Andalucía

## Contratos con empresas (Art. 83 LOU)

- Contrato:** 8.06/5.32.5362  
**Actividad:** Investigación y desarrollo (Intenational) Colaboración en un proyecto cuyo objeto es realizar una simulación y evaluación económica de diferentes procesos para la producción industrial del zincato de calcio.  
**Entidad:** EASYL S.A.  
**Fechas:** 15/05/2019 – 31/01/2020  
**Coordinador/a:** C. Vereda Alonso
- Contrato:** 8.06/5.57.3877-1  
**Actividad:** Continuación de la colaboración para la realización de actividades de asesoramiento especializado, cursos de especialización, seminarios, conferencias y otros eventos  
**Entidad:** Addlink Software Científico S.L.  
**Fechas:** 09/07/2017 – 08/07/2022  
**Participantes:** Emilio Ruiz Reina y Juan Manuel Paz García
- Contrato:** 8.06/5.32.4380-2  
**Actividad:** Realización de un estudio sobre aditivos para hormigones, morteros y pastas  
**Entidad:** Dosificadores García Fernández, S.L.  
**Fechas:** 12/03/2021 – 11/03/2024  
**Coordinador/a:** J.M. Rodríguez Maroto
- Contrato:** 8.06/5.32.5431 CDTI  
**Investigador Principal:** Luis José Alemany Arrebola.  
**Actividad a Contratar:** Realización de trabajos de investigación y desarrollo en el proyecto titulado "Procesamiento más sostenible para la obtención de biocombustibles de alto valor añadido", en el marco de las ayudas a proyectos del CDTI  
**Empresa Contratante:** Bio-Oils Huelva S.L.  
**Duración del contrato:** de 01/08/2019 a 09/02/2021

## Redes de excelencia y colaborativas

- Título:** RECOCAT. Red Iberoamericana de Cooperación en Catálisis  
**Entidad subvencionadora:** Asociación Universitaria Iberoamericana de Posgrado  
**Investigador Principal:** Luis J. Alemany  
**Investigadores:** María Ángeles Larrubia Vargas y María Concepción Herrera Delgado  
**Periodo:** 2020-2022
- Título:** H2TRANSEL. Red de Hidrógeno. Producción y usos en el transporte y el sector eléctrico  
**Entidad subvencionadora:** CYTED  
**Investigador Principal:** Luis J. Alemany  
**Investigadores:** María Ángeles Larrubia Vargas  
**Periodo:** 2020-2022

- **Título:** Red de Excelencia Biorrefinerías Sostenibles  
**Entidad subvencionadora:** CYTED  
**Investigador Principal:** Luis J. Alemany  
**Investigadores:** María Ángeles Larrubia Vargas  
**Periodo:** 2020-2022

## Participación en Institutos de Investigación

- **Instituto IBYDA.** Instituto de Biotecnología y desarrollo azul.  
**Grupos Participantes:** TERMA, GIGA y PROCAT

## Investigadores del Departamento de Ingeniería Química en otros Centros

- **Investigador:** Javier Torres Liñán.  
**Centro:** Departamento de Ingeniería Química de la Universidad Noruega de Ciencia y Tecnología  
**Periodo:** septiembre 2020 a diciembre 2020
- **Investigador:** Sergio Molina Ramírez  
**Centro:** Departamento de Ingeniería Química de la Escuela de Ingeniería y Ciencias Aplicadas de la Universidad de Virginia  
**Periodo:** agosto 2021 a diciembre 2021
- **Investigador:** María del Mar Cerrillo González.  
**Centro:** Ecorecycling, Spin-off de la Universidad Politécnica de Marche, Ancona (Italia)  
**Periodo:** septiembre 2021 a noviembre 2021

## Investigadores extranjeros en el Departamento de Ingeniería Química

- **Investigadora:** Sandra Pioquinto García  
**Origen:** Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Ciencias Químicas.  
**Periodo:** Enero 2020 a Julio 2020.
- **Investigador:** Behnam Hosseinzadei  
**Origen:** Universidad de Shiraz (Iran)  
**Periodo:** Enero 2020 a Septiembre 2020.
- **Investigador:** Eduardo A. Poggio Fraccari  
**Origen:** ITHES-CONICET Universidad de Buenos Aires  
**Periodo:** Julio 2021-Julio 2022
- **Investigador:** João Brinco  
**Origen:** universidade Nova de Lisboa, Portugal  
**Periodo:** Octubre 2020-Noviembre 2020

## Tesis Doctorales leídas

- **Doctor/a:** Imane Moulefera  
**Tesis:** The preparation of carbon-based materials from biomass by-product for application in adsorption and heterogenous catalytic processes.  
**Institución:** Universidad de Málaga  
**Directores:** José Rodríguez Mirasol, Juana María Rosas Martínez  
**Fecha defensa:** 12/09/2020

## Tesis Doctorales en fase de realización

- **Doctoranda:** M. M. Cerrillo González  
**Tema:** Reciclado de baterías de iones de litio.  
**Institución:** Universidad de Málaga  
**Supervisors:** J.M. Rodríguez-Maroto and J.M. Paz-García
- **Doctorando:** Paul Ibeh  
**Tema:** Preparación de monolitos de carbono y zeolíticos para aplicaciones energéticas y medioambientales.  
**Institución:** Universidad de Málaga  
**Directores:** Tomás Cordero Alcántara, Juana María Rosas Martínez
- **Doctorando:** Javier Torres Liñán  
**Tema:** Estudio de la desactivación de catalizadores en la producción de Dimetiléter.

**Institución:** Universidad de Málaga  
**Directores:** Tomás Cordero Alcántara, José Rodríguez Mirasol

- **Doctorando:** Miguel Ángel Rodríguez Cano  
**Tema:** Catalizadores eficientes en forma de fibra para la reacción de Fischer-Tropsch con gas de síntesis de biomasa residual.  
**Institución:** Universidad de Málaga  
**Directores:** Tomás Cordero Alcántara, José Rodríguez Mirasol
- **Doctorando:** Miguel García Rollán  
**Tema:** Valorización de lignina mediante la preparación de catalizadores y productos químicos de interés.  
**Institución:** Universidad de Málaga  
**Directores:** Tomás Cordero Alcántara, José Rodríguez Mirasol
- **Doctorando:** Sandra Pioquinto García  
**Tema:** Characterizing adsorption and mass transfer of octamethylcyclotetrasiloxane onto electrospun nanofibers for biogas purification.  
**Institución:** Universidad de Málaga  
**Directores:** José Rodríguez Mirasol, Juana María Rosas Martínez
- **Doctorando:** José Luis Toro Tróchez  
**Tema:** Desoxigenación del aceite pirolítico mediante el uso de fibras con zeolita fabricado por electrospinning  
**Institución:** Universidad de Málaga  
**Directores:** José Rodríguez Mirasol, Ramiro Rafael Ruiz Rosas
- **Doctorando:** María del Carmen Recio Ruiz  
**Tema:** Estudio de la pirólisis catalizada de residuos lignocelulósicos para obtener líquidos y gas de síntesis con propiedades mejoradas.  
**Institución:** Universidad de Málaga  
**Directores:** José Rodríguez Mirasol
- **Doctorando:** Vanesa Domínguez Barroso  
**Tema:** Transformaciones Catalíticas Avanzadas para la obtención de biocombustibles y aditivos..  
**Institución:** Universidad de Málaga  
**Directores:** Luis J. Alemany, Concepción Herrera
- **Doctorando:** Rafael González Gil  
**Tema:** Hydrogen Production by Steam Reforming.  
**Institución:** Universidad de Málaga  
**Directores:** Luis J. Alemany, Izabela S. Pieta
- **Doctorando:** Sergio Molina Ramírez  
**Tema:** "Carburantes Avanzados y Sistemas Catalíticos Híbridos para mejora de Rendimiento y Reducción de Contaminantes en Motorización Diésel"  
**Institución:** Universidad de Málaga  
**Directores:** Luis J. Alemany
- **Doctorando:** José Antonio García García  
**Tema:** Captura y Utilización de CO<sub>2</sub>  
**Institución:** Universidad de Málaga  
**Directores:** Juan Manuel Paz García y María Villén Guzmán

## Capítulos de libros

1. **Electrochemically Assisted Dewatering.** Authors: M. Villén-Guzman, J.M. Rodríguez-Maroto. (Pages 401-437), Chapter in Electrochemically Assisted Remediation of Contaminated Soils. Edited by M.A. Rodrigo, E.V. Dos Santos. Springer. ISBN: 978-3-030-68139-5. 2021. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-68140-1>
2. **An overview on the modelling of electrokinetic remediation.** Authors: M. Villén-Guzman, M.M. Cerrillo-Gonzalez, J.M. Paz-García and J.M. Rodríguez-Maroto. (Pages 1-34), Chapter 1 in Electrokinetic Remediation for Environmental Security and Sustainability. Edited by A.B. Ribeiro and M.N.V. Prasad. © 2021 John Wiley & Sons Ltd. ISBN: 978-1119670117. Online ISBN: 9781119670186. Published Online: 19 March 2021. Print: 16 August 2021. <https://doi.org/10.1002/9781119670186.ch1>.
3. **Hydrogen Recovery in Electrodialytic-Based Technologies Applied to Environmental Contaminated Matrices.** Catia Magro, Joana Almeida, J.M. Paz-García, Eduardo P. Mateus and Alexandra B. Ribeiro. (Pages 251-270)

Chapter 1 in *Electrokinetic Remediation for Environmental Security and Sustainability*. Edited by A.B. Ribeiro and M.N.V. Prasad. © 2021 John Wiley & Sons Ltd. ISBN: 978-1119670117. Online ISBN: 9781119670186. Published Online: 19 March 2021. Print: 16 August 2021. <https://doi.org/10.1002/9781119670186.ch11>.

4. **Mixed-Oxide Nanocatalysts for Light Alkane Activation**, M.O. Guerrero Pérez. A chapter in the book "Nanocatalysis: application and technologies" edited by V. Calvino-Casilda, A.J. López-Peinado, R. Martín-Aranda and E. Pérez-Mayoral. CRC Press 2019. ISBN 978-1-138-70379-7
5. **Molecularly Dispersed Vanadium Oxide: Structure-Reactivity Relationships for Reducibility and Hydrocarbon Oxidation**, M. O. Guerrero Pérez, M.V. Martínez Huerta, M.A. Bañares, chapter in the book "Vanadium Catalysis", Royal Society of Chemistry 2021. ISBN 978-1-78801-857-9. doi: 10.1039/9781839160882-00321

## Artículos científicos

1. Activation of electrospun lignin-based carbon fibers and their performance as self-standing supercapacitor electrodes. García-Mateos, F.J., Ruiz-Rosas, R., María Rosas, J., Morallón, E., Cazorla-Amorós, D., Rodríguez-Mirasol, J., Cordero, T. (2020) *Separation and Purification Technology*, 241, 116724. <https://doi.org/10.1016/j.seppur.2020.116724>
2. Stabilization of polyacrylonitrile nanofiber mats obtained by needleless electrospinning using dimethyl sulfoxide as solvent. Sabantina, L., Klöcker, M., Wortmann, M., Mirasol, J.R., Cordero, T., Moritzer, E., Finsterbusch, K., Ehrmann, A.(2020) *Journal of Industrial Textiles*, 50 (2), pp. 224-239. <https://doi.org/10.1177/1528083718825315>
3. ZSM-5-decorated CuO/ZnO/ZrO<sub>2</sub> fibers as efficient bifunctional catalysts for the direct synthesis of DME from syngas. Palomo, J., Rodríguez-Cano, M.Á., Rodríguez-Mirasol, J., Cordero, T. (2020) *Applied Catalysis B: Environmental*, 270, 118893. <https://doi.org/10.1016/j.apcatb.2020.118893>
4. Adaptable kinetic model for the transient and pseudo-steady states in the hydrodeoxygenation of raw bio-oil. Cordero-Lanzac, T., Hita, I., García-Mateos, F.J., Castaño, P., Rodríguez-Mirasol, J., Cordero, T., Bilbao, J. (2020) *Chemical Engineering Journal*, 400, 124679. <https://doi.org/10.1016/j.cej.2020.124679>
5. Operando Reactor-Cell with Simultaneous Transmission FTIR and Raman Characterization (IRRaman) for the Study of Gas-Phase Reactions with Solid Catalysts. Ternero-Hidalgo, J.J., Guerrero-Perez, M.O., Rodríguez-Mirasol, J., Cordero, T., Banares, M.A., Portela, R., Bazin, P., Clet, G., Daturi, M. (2020) *Analytical Chemistry*, 92 (7), 5100-5106. <https://doi.org/10.1021/acs.analchem.9b05473>
6. Effect of Co-solution of Carbon Precursor and Activating Agent on the Textural Properties of Highly Porous Activated Carbon Obtained by Chemical Activation of Lignin With H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>. Moulefera, I., García-Mateos, F.J., Benyoucef, A., Rosas, J.M., Rodríguez-Mirasol, J., Cordero, T. (2020) *Frontiers in Materials*, 7, 153. <https://doi.org/10.3389/fmats.2020.00153>
7. Electrochemical regeneration of spent activated carbon from drinking water treatment plant at different scale reactors. Ferrández-Gómez, B., Ruiz-Rosas, R., Beaumont, S., Cazorla-Amorós, D., Morallón, E. (2021) *Chemosphere*, 264, 128399. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2020.128399>
8. In-Depth Analysis of Raw Bio-Oil and Its Hydrodeoxygenated Products for a Comprehensive Catalyst Performance Evaluation. Hita, I., Cordero-Lanzac, T., Kekäläinen, T., Okafor, O., Rodríguez-Mirasol, J., Cordero, T., Bilbao, J., Jänis, J., Castano, P. (2020) *ACS Sustainable Chemistry and Engineering*, 8 (50), pp. 18433-18445. <https://doi.org/10.1021/acssuschemeng.0c05533>
9. Carbon-Based Materials as Catalyst Supports for Fischer-Tropsch Synthesis: A Review. Valero-Romero, M.J., Rodríguez-Cano, M.Á., Palomo, J., Rodríguez-Mirasol, J., Cordero, T. (2021) *Frontiers in Materials*, 7, 617432. <https://doi.org/10.3389/fmats.2020.617432>
10. Exploring the possibilities of carbon materials as catalytic supports for partial oxidation reactions. Martín-Jiménez, F.J., Yang, C.-M., García-Mateos, F.J., Guerrero-Pérez, M.O., Rodríguez-Mirasol, J., Cordero, T. (2020) *Catalysis Today*, 356, 38-48. <https://doi.org/10.1016/j.cattod.2020.06.021>
11. Phosphorus containing carbon (submicron)fibers as efficient acid catalysts. García-Mateos, F.J., Ruiz-Rosas, R., Rosas, J.M., Rodríguez-Mirasol, J., Cordero, T. (2020) *Catalysis Today*, . <https://doi.org/10.1016/j.cattod.2020.10.025>
12. Valorization of lemon peel waste as biosorbent for the simultaneous removal of nickel and cadmium from industrial effluents. M. Villén-Guzman, M.M. Cerrillo-Gonzalez, J.M. Paz-García, J.M. Rodríguez-Maroto, B. Arhoun. *Environmental Technology & Innovation* 21 (2021) 101380 (1–11). <https://doi.org/10.1016/j.eti.2021.101380>
13. Gholamreza Asadollahfardi, Mohammad Sina Sarmadi, Milad Rezaee, Ahmad Khodadadi-Darban, Mahdie Yazdani, J.M. Paz-García. Comparison of Different Extracting Agents for the Recovery of Pb and Zn through Electrokinetic Remediation of Mine Tailings. *Journal of Environmental Management*. (2021) 279, 111728 (1–12). <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.111728> (Q1)
14. M. Cerrillo-Gonzalez, M. Villén-Guzman, L.F. Acedo-Bueno, J.M. Rodríguez-Maroto and J.M. Paz-García. Hydrometallurgical Extraction of Li and Co from LiCoO<sub>2</sub> Particles – Experimental and Modeling. *Applies Sciences* 2020, 10(18), 6375; <https://doi.org/10.3390/app10186375> (Q2)
15. Remediación Electrocinética de un Suelo Real Contaminado con Plomo asistida con la Adición de un Agente Complejante. M. Villén-Guzman, M.M. Cerrillo-Gonzalez, J.M. Paz-García, C. Vereda-Alonso, C. Gómez-Lahoz y J.M. Rodríguez-Maroto. *Quim. Nova*, XY, 1-8, 2020. <http://dx.doi.org/10.21577/0100-4042.20170585> (Q4)
16. M.M. Cerrillo-Gonzalez, M. Villén-Guzman, C. Vereda-Alonso, C. Gómez-Lahoz, J.M. Rodríguez-Maroto & J.M. Paz-García. Recovery of Li and Co from LiCoO<sub>2</sub> via Hydrometallurgical-Electrodialytic Treatment. *App Sci* 2020, 10, 2367; doi:10.3390/app10072367 (Q2)
17. M. Villén-Guzman, J. M. Paz-García, B. Arhoun, M. M. Cerrillo-Gonzalez, J. M. Rodríguez-Maroto, C. Vereda-Alonso, C. Gómez-Lahoz. Chemical reduction of nitrate by zero-valent iron: Shrinking-core versus surface kinetics models. *Int. J. Environ. Res. Public Health* 2020, 17(4), 1241; [doi.org/10.3390/ijerph17041241](https://doi.org/10.3390/ijerph17041241) (Q2)
18. C. Magro, E.P. Mateus, J.M. Paz-García, A.B. Ribeiro. Emerging organic contaminants in wastewater: Understanding electrochemical reactors for triclosan and its by-products degradation. *Chem.* 247 (2020) 125785 [doi.org/10.1016/j.chemosphere.2019.125758](https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2019.125758) (Q1)
19. Rodrigo Parra, Dietmar Leinen, José R. Ramos-Barrado, Francisco Martín. Spray-grown highly oriented antimony-doped tin dioxide transparent conducting film. *Journal of the European Ceramic Society.* 40 (4) (2020) 1361-1367 DOI: 10.1016/j.jeurceramsoc.2019.11.052 (Q1, D1)
20. Rodrigo Henriquez, Cesar Vásquez, Eduardo Muñoz, Paula Grez, Francisco Martín Jimenez, José R. Barrado, Enrique Dalchiele. Phase-pure iron pyrite (FeS<sub>2</sub>) micro- and nano-sized crystals synthesized by simple one-step microwave-assisted hydrothermal method. *Physica E: Low-dimensional Systems and Nanostructures.* 118 (2020) 113881 DOI: 10.1016/j.physe.2019.113881 (Q1)
21. Juan Agustín Badán, ElenaNavarrete-Astorga, Rodrigo Henriquez, Francisco Martín, Ricardo E. Marotti, José Ramón Ramos-Barrado. Enrique A. Dalchiele. Optical properties of silver nanoparticles deposited onto silicon substrates by different soft-solution processing techniques. *Optical Materials.* 100 (2020) 109651 .DOI: 10.1016/j.optmat.2020.109651 (Q1)

22. D. Solís-Cortés, E. Navarrete-Astorga, R. Schrebler, J. J. Peinado-Pérez, F. Martín, J. R. Ramos-Barrado, and E. A. Dalchiele. A solid-state integrated photo-supercapacitor based on ZnO nanorod arrays decorated with Ag<sub>2</sub>S quantum dots as photoanode and PEDOT charge storage counter-electrode. *RSC Advances*. 10 (2020) 5712-5721. DOI: 10.1039/c9ra10635a (Q1)
23. Adrián Pastor, Fredy Rodríguez-Rivas, Gustavo de Miguel, Manuel Cruz-Yusta, Francisco Martín, Ivana Pavlovic, Luis Sánchez. Effects of Fe<sup>3+</sup> substitution on Zn-Al layered double hydroxides for enhanced NO photochemical abatement. *Chemical Engineering Journal*. 387 (2020) 124110. DOI: 10.1016/j.cej.2020.124110 (Q1)
24. María Cruz López-Escalante, Francisco Martín Jiménez, Mercedes Gabás Pérez, Dietmar Leinen, José Ramón Ramos Barrado. Shunt resistance criterion: Design and implementation for industrial silicon solar cell production. *Solar Energy* 206 (2020) 269-278 DOI: 10.1016/j.solener.2020.05.092 (Q1)
25. Solís, Daniel; Martín Jiménez, Francisco de Paula; Schrebler, Ricardo; Navarrete Astorga, Elena; López Escalante, María Cruz; Peinado Pérez, Juan José; Ramos Barrado, José Ramón; Dalchiele, Enrique. Electrochemical growth of ZnO nanorod arrays onto transparent conductive IZO:Ga substrates. *Journal of The Electrochemical Society* 167 (2020) 112504. DOI: 10.1149/1945-7111/aba33c (Q1)
26. G. Riveros<sup>1</sup>, M. León, D. Ramírez, L. Hernández, F. Martín, R. Romero and E. A. Dalchiele. Study of the Nucleation and Growth Mechanisms of Copper Electrodeposition on Bare and Nitrogen-Doped Reduced Graphene Oxide Modified SnO<sub>2</sub>:F/glass Substrates. *Journal of the Electrochemical Society*. 167 (2020) 122508 DOI: DOI: 10.1149/1945-7111/abb281 (Q1)
27. M.C. Lopez-Escalante, E. Navarrete-Astorga, M. Gabas Perez, J.R. Ramos- Barrado , F. Martín Photovoltaic modules designed for architectural integration without negative performance consequences. *Applied Energy* 387. 1 (2020) 115741 DOI: 10.1016/j.apenergy.2020.115741 (Q1)
28. Loreto A. Hernández, Francisco Martín; Eduardo Berrios; Gonzalo Riveros; Darío M. González; Ernesto González; Susy Lizama; Franco Hernández. Novel electrosynthesis of CdS/FeS nanocomposite-modified poly(o-phenylenediamine) with views to their use as a biosensor for Escherichia coli. *Arabian Journal of Chemistry*. 13 (2020) 8758-8767. DOI: 10.1016/j.arabjc.2020.10.006 (Q1)
29. J.Fragoso, M.A.Oliva, L.Camacho, M.Cruz-Yusta, G.de Miguel, F.Martín, A.Pastor, I.Pavlovic, L.Sánchez. Insight into the role of copper in the promoted photocatalytic removal of NO using Zn<sub>2-x</sub>Cu<sub>x</sub>Cr-CO<sub>3</sub> layered double hydroxide. *Chemosphere* (275) (2021) 130030 DOI: 0045-6535 (Q1)
30. C. J. Pereyra, L. Campo, E. Navarrete-Astorga, A. Cuevas, R. Romero, D. Ariosa, R. Henríquez, E. Muñoz, F. Martín, J. R. Ramos-Barrado, E. A. Dalchiele, and R. E. Marotti. Scattering of light by ZnO Nanorods Arrays. *Optics Letters* 46 (2021) 2360-2363 DOI: 10.1364/OL.422706 (Q1)
31. Solís, Daniel; Martín Jiménez, Francisco de Paula; Jauregui, Guillermo; Gau, Daniel; Pereyra, Javier; Henríquez, Rodrigo; Marotti, Ricardo E.; Ramos Barrado, José Ramón; Dalchiele, Enrique. Optimization of Ag<sub>2</sub>S quantum dots decorated ZnO nanorod array photoanodes for enhanced photoelectrochemical performance. *JES Journal of the Electrochemical Society*. 168 (2021) DOI: 10.1149/1945-7111/ac001a (Q1)
32. M. Cortés-Reyes, C. Herrera, M.A. Larrubia, L.J. Alemany. Hybrid Technology for DeNOxing by LNT-SCR System for Efficient Diesel Emission Control: Influence of Operation Parameters in H<sub>2</sub>O + CO<sub>2</sub> Atmosphere. *Catalysts* 2020, 10(2), 228; <https://doi.org/10.3390/catal10020228>
33. R. Granados-Fernández, M. Cortés-Reyes, E. Poggio-Fracari, C. Herrera, M.A. Larrubia, L.J. Alemany. Biomass catalytic gasification performance over unsupported Ni-Ce catalyst for high-yield hydrogen production. *Biofuels, Bioproducts and Biorefining*, Volume 14, Issue 1, 1 January 2020, Pages 20-29
34. Sergio Molina-Ramírez, Marina Cortés-Reyes, Concepción Herrera, María Angeles Larrubia, Luis J. Alemany; "CO<sub>2</sub>-SR Cyclic Technology: CO<sub>2</sub> Storage and in situ Regeneration with CH<sub>4</sub> over a new dual function NiBa unsupported catalyst", *Journal of CO<sub>2</sub> utilization*, Volume 40, 29 May 2020, Pages 101201. <https://doi.org/10.1016/j.jcou.2020.101201>.
35. Ca-based bifunctional acid-basic model-catalysts for n-butanol production from ethanol condensation Marina Pinzón, Marina Cortés-Reyes, Concepcion Herrera , María Á. Larrubia, Luis J. Alemany, Departamento de Ingeniería Química, Facultad de Ciencias, Campus de Teatinos, Universidad de Málaga, Málaga, Spain Received June 08 2020; Revised August 18 2020; Accepted September 01 2020; View online at Wiley Online Library ([wileyonlinelibrary.com](http://wileyonlinelibrary.com)); DOI: 10.1002/bbb.2155; *Biofuels*, Bioprod. Bioref. (2020)
36. The role of Lewis acidic vanadium centers in DME steam reforming over V-Ni catalysts R.González-GilabP.KowalikK.Antoniak-JurackA.Lewalska-GraczykaC.HerrerabM.Á.LarrubiabP.PietaarR.NowakowskiA.S.PietaalL.J.Alemanyb. *Chemical Engineering Journal*, Volume 423, 1 November 2021, 129996
37. Eco-friendly hybrid Paper-AgBr-TiO<sub>2</sub> for efficient photocatalytic aerobic mineralization of ethanol. M. Sboui, M. Cortés-Reyes, M. Swaminathan, L.J. Alemany. *Chemosphere* 269 (2021) 128703; DOI: 10.1016/j.chemosphere.2020.128703
38. Understanding of soot removal mechanism over DeNO<sub>x</sub>-Catalysts as passive converters. Cortés-Reyes, M., Herrera, C., Larrubia, M.A., Alemany, L.J. *Industrial and Engineering Chemistry Research* 60(18) (2021) 6501-6511; DOI: 10.1021/acs.iecr.0c05363
39. Influence of the calcination temperature on the activity of hydroxyapatite-supported palladium catalyst in the methane oxidation reaction. Boukha, Z., Choya, A., Cortés-Reyes, M., de Ribas, B., Alemany, L.J., González-Velasco, J.R., Gutiérrez-Ortiz, J.I., López-Fonseca, R. *Applied Catalysis B: Environmental* 277 (2020) 119280; DOI: 10.1016/j.apcatb.2020.119280
40. Advance in the scaling up of a hybrid catalyst for NSR-SCR coupled systems under H<sub>2</sub>O + CO<sub>2</sub> atmosphere. Cortés-Reyes, M., Herrera, C., Larrubia, M.Á., Alemany, L.J. *Catalysis Today* 356 (2020) 292-300; DOI: 10.1016/j.cattod.2019.05.010
41. Catalytic upgrading of ethanol to n-butanol over a novel Ca-Fe modified mixed oxide Mg-Al catalyst from hydrotalcite-base precursor *Catalysis Today*, 10.1016/j.cattod.2021.07.029 S. Molina Ramírez, M. Cortés Reyes, C. Herrera, M.A. Larrubia, L.J. Alemany
42. Isotopic study of the influence of oxygen interaction and surface species over different catalysts on the soot removal mechanism, MarinaCortés-ReyesaJuan CarlosMartínez-MunuerabConcepciónHerreraaM. ÁngelesLarrubiaaLuis J.AlemanyAvelinaGarcía-Garcíab *Catalysis Today*, <https://doi.org/10.1016/j.cattod.2021.07.015>
43. Heterogeneization of Biodiesel production by simultaneous esterification and transesterification of oleins, Vanesa Domínguez-Barrosoa, Concepción Herreraa\*, María Ángeles Larrubiaa, Virginia Obregónb, María Conde Limónb and Luis J. Alemany, *Fuel Processing Technology*
44. M. Villén-Guzman, M. M. Cerrillo-Gonzalez, J. M. Paz-García, C. Vereda-Alonso, C. Gómez-Lahoz and J. M. Rodríguez-Maroto, Sequential extraction procedure: A versatile tool for environmental research. *Dentrutus: Multidisciplinary Journal for Waste Resources and Residues*. 13 (2020) 23-28. <https://doi.org/10.31025/2611-4135/2020.14036>.
45. "The fascinating effect of niobium as catalytic promoting agent", M.O. Guerrero-Pérez, *Catal. Today* 354 (2020) 19-25 <https://doi.org/10.1016/j.cattod.2019.04.008>
46. "Experimental methods in Chemical Engineering: Fourier transform infrared spectroscopy - FTIR", M.O. Guerrero-Pérez, G. S. Patience, *Canadian J. Chem. Eng.* 98 (2020) 25-33. DOI: 10.1002/cjce.23664

47. "SiO<sub>2</sub> supported niobium oxides with active acid sites for the catalytic acetalization of glycerol", L.C. Kao, W.C. Kan, R.M. Martín-Aranda, M.O. Guerrero-Pérez, M.A. Bañares, S.Y.H. Liou, Catal Today 356 (2020) 80-87.
48. "Enhanced cyclic CO<sub>2</sub>/N<sub>2</sub> separation performance stability on chemically modified N-doped ordered mesoporous carbon", R.W. Chang, C.J. Lin, S.Y.H. Liou, M.A. Bañares, M.O. Guerrero-Pérez, R.M. Martín Aranda, Catal Today 356 (2020) 88-94.
49. "Rapid scan FTIR reveals propane (am)oxidation mechanisms over Vanadium based catalysts", M. O. Guerrero-Pérez, Alan J. McCue, J.A. Anderson, Journal of Catalysis 390 (2020) 72-80
50. "Nanomaterials in Dentistry: State of the art and Future Challenges", V. Bonilla-Represa, C. Abalos-Labruzzi, M. Herrera-Martínez, M.O. Guerrero-Pérez, Nanomaterials 10(9) (2020) 1-27
51. "Experimental methods in Chemical Engineering: Raman Spectroscopy", M.O. Guerrero-Pérez, M.A. Bañares, G. S. Patience, Canadian J. Chem. Eng. 99 (1), 97-107 (2021)
52. García-Mateos, F.J., Ruiz-Rosas, R., Rosas, J.M., Rodríguez-Mirasol, J., Cordero, T. Phosphorus containing carbon (submicron)fibers as efficient acid catalysts (2022) Catalysis Today, 383, pp. 308-319.  
<https://doi.org/10.1016/j.cattod.2020.10.025>
53. Cordero, T., Torres-Liñán, J., García-Rollán, M., Rosas, J.M., Rodríguez-Mirasol, J. Deactivation of a biomass-derived zirconium-doped phosphorus-containing carbon catalyst in the production of dimethyl ether from methanol dehydration (2021) Energy and Fuels, 35 (21), pp. 17225-17240.  
<https://doi.org/10.1021/acs.energyfuels.1c01721>
54. Cordero-Lanzac, T., Rodríguez-Mirasol, J., Cordero, T., Bilbao, J. Advances and challenges in the valorization of bio-oil: Hydrodeoxygenation using carbon-supported catalysts (2021) Energy and Fuels, 35 (21), pp. 17008-17031.  
<https://doi.org/10.1021/acs.energyfuels.1c01700>
55. Ternero-Hidalgo, J.J., Daturi, M., Clet, G., Bazin, P., Bañares, M.A., Portela, R., Guerrero-Pérez, M.O., Rodríguez-Mirasol, J., Cordero, T. A simultaneous operando FTIR & Raman study of propane ODH mechanism over V-Zr-O catalysts (2021) Catalysis Today, <https://dx.doi.org/10.1016/j.cattod.2021.06.012>
56. Ferrández-Gómez, B., Ruiz-Rosas, R., Beaumont, S., Cazorla-Amorós, D., Morallón, E. Electrochemical regeneration of spent activated carbon from drinking water treatment plant at different scale reactors (2021) Chemosphere, 264, art. no. 128399, <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2020.128399>
57. Porous SiO<sub>2</sub> Nanospheres Modified with ZrO<sub>2</sub> and Their Use in One-Pot Catalytic Processes to Obtain Value-Added Chemicals from Furfural. Maderuelo-Solera R, Richter S, Jiménez-Gómez C P., García-Sancho C, García-Mateos, F.J., Rosas, J.M., Moreno-Tost R., Cecilia, J.A., Maireles-Torres, P. IECR 2021, en prensa.  
<https://doi.org/10.1021/acs.iecr.1c02848>

## Artículos no JCR

1. Preparation of Pt/CNT Thin-Film Electrodes by Electrochemical Potential Pulse Deposition for Methanol Oxidation. J Quintero-Ruiz, R Ruiz-Rosas, J Quílez-Bermejo, D Salinas-Torres, D. Cazorla-Amorós, E. Morallón. (2021) C 7 (2), 32.  
<https://doi.org/10.3390/c7020032>
2. Nitrogen Doped Superactivated Carbons Prepared at Mild Conditions as Electrodes for Supercapacitors in Organic Electrolyte. Mostazo-López, MJ, Ruiz-Rosas R, Tagaya T, Hatakeyama Y, Shiraiishi S, Morallón E, Cazorla-Amorós D. C 2020 6 (3), 56; <https://doi.org/10.3390/c6030056>
3. Preparation of Pt/CNT Thin-Film Electrodes by Electrochemical Potential Pulse Deposition for Methanol Oxidation. Quintero-Ruiz, J, Ruiz-Rosas R, Quílez-Bermejo, J, Salinas-Torres, D, Cazorla-Amorós D, Morallón, E. C 2021 7 (2), 32;  
<https://doi.org/10.3390/c7020032>

## Conferencias impartidas

- **Conferenciante:** María José Valero Romero  
**Título:** Combustibles limpios a partir de biomasa  
**Contexto:** La Noche Europea de los Investigadores, Entrevistas UMA Directo. 27 de Noviembre 2020
- **Conferenciante:** Miguel Ángel Rodríguez Cano.  
**Título:** Ingeniería Química, ¿eso también se divulga?  
**Contexto:** Divulgación y Comunicación Científica, CEC Facultad Ciencia. 20 de Mayo 2021
- **Conferenciante:** M<sup>a</sup> Olga Guerrero-Pérez  
**Título:** "Reskilling and upskilling for new jobs and demand training courses in the European Innovation Area"  
**Contexto:** Startup Cities Summit on line event. 25 de noviembre de 2020.
- **Conferenciante:** M<sup>a</sup> Olga Guerrero-Pérez  
**Título:** "Operando and time-resolved spectroscopic methods to uncover propane (am)oxidation mechanisms",  
**Contexto:** invited talk at the "Operando characterization of Catalysts at Work (OperCat)", on line event, 17-18 December 2020.
- **Conferenciante:** M.O. Guerrero-Pérez  
**Título:** "¿Será el agua el combustible del futuro?"  
**Contexto:** Festival Fancine 2021. Málaga 15 de noviembre de 2021.
- **Conferenciante:** Juana María Rosas y Ramiro Ruiz Rosas  
**Título:** La biomasa como recurso energético renovable  
**Fecha:** 11/09/2021  
**Lugar:** Entrevistas UMA, Noche de los Investigadores 2021
- **Conferenciante:** Francisco José García Mateos  
**Título:** La valorización de residuos lignocelulósicos para la preparación de materiales de carbón  
**Fecha:** 16/09/2021  
**Lugar:** Entrevistas UMA, Noche de los Investigadores 2021

## Ponencias y comunicaciones orales a Congresos (Nacionales e Internacionales)

1. V Workshop de la Red E3TECH 'Aplicaciones Medioambientales y Energéticas de la Tecnología Electroquímica'.  
**Título:** Recuperación Electrodiálítica de Metales de las Baterías de Ion-Litio.  
**Autores:** María del Mar Cerrillo-González, María Villén Guzmán, César Gómez Lahoz, Carlos Vereda Alonso, José Miguel Rodríguez-Maroto, Juan Manuel Paz-García.  
**Fecha:** 28-30 Octubre 2020
2. International Conference on Environmental Catalysis 2020.  
**Título:** Transient Response Method to delve into NO<sub>x</sub> removal process using a hybrid NSR-SCR system.  
**Autores:** M. Cortés-Reyes; C. Herrera; M.A. Larrubia; L.J. Alemany.  
**Fecha:** 06-09 septiembre 2020
3. International Conference on Environmental Catalysis 2020.  
**Título:** Influence of oxygen interaction and surface species present over different catalysts on the soot removal mechanism studied by pulse experiments with labeled oxygen.  
**Autores:** M. Cortés-Reyes; J.C. Martínez-Munuera; C. Herrera; M.A. Larrubia; L.J. Alemany, A. García-García.  
**Fecha:** 06-09 septiembre 2020
4. IV Encuentro de Jóvenes Investigadores de la SECAT.  
**Título:** Mejora catalítica del proceso de condensación de etanol a n-butanol utilizando una hidrotalcita modificada con Fe y Ca.  
**Autores:** S. Molina-Ramírez; M. Cortés-Reyes; C. Herrera; M.A. Larrubia; L.J. Alemany,  
**Fecha:** 21-23 septiembre 2020
5. IV Encuentro de Jóvenes Investigadores de la SECAT.  
**Título:** Oxidación selectiva fotoasistida de metanol empleando un catalizador híbrido TiO<sub>2</sub>/C.  
**Autores:** M.L. García-Albarracín; M. Cortés-Reyes; C. Herrera; M.A. Larrubia; L.J. Alemany,  
**Fecha:** 21-23 septiembre 2020

6. IV Encuentro de Jóvenes Investigadores de la SECAT.  
**Título:** Oxidación de propano con CO<sub>2</sub> empleando catalizadores bimetálicos no soportados: combinación del proceso de reformado con el de deshidrogenación oxidativa.  
**Autores:** A. Rielves-Luque; M. Cortés-Reyes; C. Herrera; M.A. Larrubia; L.J. Alemany.  
**Fecha:** 21-23 septiembre 2020
7. IV Encuentro de Jóvenes Investigadores de la SECAT.  
**Título:** Heterogeneización del proceso de obtención de polímeros hiperramificados empleando glicerina y ácidos dicarboxílicos.  
**Autores:** D. Gallego-García; M. Cortés-Reyes; C. Herrera; M.A. Larrubia; L.J. Alemany,  
**Fecha:** 21-23 septiembre 2020
8. XXVII Congreso Ibero-Americano de Catálisis.  
**Título:** Catalytic upgrading of bioethanol to n-butanol over a novel hydrotalcite-base-modified catalyst.  
**Autores:** S. Molina-Ramírez; M. Cortés-Reyes; C. Herrera; M.A. Larrubia; L.J. Alemany.  
**Fecha:** 26-28 octubre 2020
9. XXVII Congreso Ibero-Americano de Catálisis.  
**Título:** Elucidation of soot removal mechanism by isotopic oxygen.  
**Autores:** M. Cortés-Reyes; J.C. Martínez-Munuera; C. Herrera; M.A. Larrubia; A. García-García; L.J. Alemany.  
**Fecha:** 26-28 octubre 2020
10. XXVII Congreso Ibero-Americano de Catálisis.  
**Título:** Mechanistic approach of CO<sub>2</sub>-storage and regeneration process using Ni modified unsupported model catalyst.  
**Autores:** D. Peltzer; S. Molina-Ramírez; L. Cornaglia; M. Cortés-Reyes; C. Herrera; M.A. Larrubia; L.J. Alemany.  
**Fecha:** 26-28 octubre 2020
11. XXVII Congreso Ibero-Americano de Catálisis  
**Título:** CeO<sub>2</sub>-NiO catalyst for carbon monoxide oxidation active under substoichiometric oxygen conditions for passive DOC system  
**Autores:** S. Molina-Ramírez; E. Poggio-Fraccari; M. Cortés-Reyes; C. Herrera; M.A. Larrubia; F. Mariño; L.J. Alemany,  
**Fecha:** 26-28 octubre 2020
12. **Título:** "Operando and time-resolved characterization catalysts methods during propane (am)oxidation reactions"  
**Autores:** M. O. Guerrero-Pérez, A.J. McCue, J.A. Anderson.  
**Congreso:** ACS Spring 2021 meeting (on line).
13. **Título:** "Improvement of electrospinning equipment for the synthesis of nanofibers in 2 and 3 dimensions"  
**Autores:** M. Calzado, K.L. Yeung, M.O. Guerrero-Pérez.  
**Congreso:** 71st Canadian Chemical Engineering Conference, 24-27 Octubre 2021, Montreal (Canada)
14. **Título:** "Experimental methods in chemical engineering: Fourier transform infrared spectroscopy FTIR"  
**Autores:** M. O. Guerrero-Pérez, G. Patience  
**Congreso:** 71st Canadian Chemical Engineering Conference, 24-27 Octubre 2021, Montreal (Canada).
15. 13th European Congress of Chemical Engineering and 6th European Congress of Applied Biotechnology.  
**Título:** Fischer Tropsch synthesis over cobalt containing lignin carbon fiber catalysts prepared in a single step by electrospinning  
**Autores:** M.J. Valero-Romero, M. García-Rollán, F.J. García-Mateos, S. Xiaohui, F. Kapteijn, J. Rodríguez-Mirasol, T. Cordero  
**Fecha:** 20-23 Septiembre 2021
16. 13th European Congress of Chemical Engineering and 6th European Congress of Applied Biotechnology  
**Título:** Vanillin production by oxidative depolymerization of Kraft Lignin over functionalized activated carbon prepared by chemical activation of sodium lignosulfonate with H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>  
**Autores:** N. Rivas, M. García-Rollán, R. Ruiz-Rosas, J.M. Rosas, J. Rodríguez-Mirasol, T. Cordero  
**Fecha:** 20-23 Septiembre 2021
17. Symposium of the Spanish Royal Society of Chemistry 2021: Online Conference  
**Título:** Yields and composition of the gas, liquid and solid fractions obtained by conventional pyrolysis of almond shell.  
**Autores:** M.C. Recio-Ruiz, R. Ruiz-Rosas, J.M. Rosas, J. Rodríguez-Mirasol, T. Cordero.  
**Fecha:** 27 Septiembre – 1 Octubre 2021
18. Symposium of the Spanish Royal Society of Chemistry 2021: Online Conference  
**Título:** Catalytic performance of Zr-loaded p-containing activated carbon in the methanol to dimethyl ether process at high temperatures  
**Autores:** J. Torres-Liñán, R. Ruiz-Rosas, J.M. Rosas, J. Rodríguez-Mirasol, T. Cordero.  
**Fecha:** 27 Septiembre – 1 Octubre 2021
19. Symposium of the Spanish Royal Society of Chemistry 2021: Online Conference  
**Título:** Controlling the porosity of activated carbons produced by chemical activation of sodium lignosulfonate.  
**Autores:** M. García-Rollán, R. Ruiz-Rosas, J.M. Rosas, J. Rodríguez-Mirasol, T. Cordero.  
**Fecha:** 27 Septiembre – 1 Octubre 2021
20. Symposium of the Spanish Royal Society of Chemistry 2021: Online Conference  
**Título:** Hydrogen production via Steam Reforming of bio-oil model compounds on Ni-based catalysts supported by activated carbon.  
**Autores:** J. Palomo, F.J. García-Mateos, R. Ruiz-Rosas, J.M. Rosas, J. Rodríguez-Mirasol, T. Cordero.  
**Fecha:** 27 Septiembre – 1 Octubre 2021
21. Symposium of the Spanish Royal Society of Chemistry 2021: Online Conference  
**Título:** Catalytic flash pyrolysis of soybean hulls.  
**Autores:** J.L. Toro-Tróchez, E.S. Carrillo-Pedraza, J.M. Rosas, J. Rodríguez-Mirasol, T. Cordero.  
**Fecha:** 27 Septiembre – 1 Octubre 2021

### Premios y reconocimientos externos:

- **Premiado:** Francisco José García Mateos  
**Título:** 9º Premio Jóvenes Investigadores del Grupo Español del Carbón  
**Fecha:** 4 Diciembre 2020
- **Premiada:** M<sup>a</sup> Olga Guerrero-Pérez  
**Título:** Premio "Reconocidas 2020",  
**Institución:** Excm. Diputación Provincial de Málaga.  
**Fecha:** 8 de marzo de 2020

### Colaboradores

- Universidad Complutense de Madrid. Persona de contacto: Arturo Romero Salvador y Aurora Santos López.  
Temática de colaboración: Caracterización de catalizadores para AOP's y remediación de suelos.
- Universidad Autónoma de Madrid. Persona de contacto: Juan José Rodríguez Jiménez.  
Temática de colaboración: Empleo de desechos madereros y hortofrutícolas para la producción de carbones activos con fines de adsorción.
- Universidad de Alicante. Persona de contacto: Diego Cazorla Amorós (Dpto. Química Inorgánica) y Emilia Morallón (Dpto. Química Física).  
Temática de colaboración: Caracterización electroquímica de materiales carbonosos, supercondensadores y pilas de combustible.
- Universidad de País Vasco. Persona de contacto: Javier Bilbao Elorriaga.  
Temática de colaboración: Uso de catalizadores bifuncionales de base carbonosa para el hidropcesado de corrientes no convencionales de refinería.

- Universidad Mustapha Stambouli de Mascara. Persona de contacto: Abedelghani Benyoucef.  
Temática de colaboración: Preparación de materiales carbonosos a partir de residuos lignocelulósicos.
- American Science and Technology company. Persona de contacto: Ali Manesh.  
Temática de colaboración: Valorización de Lignina Organosolv.
- Delft University of Technology. Persona de contacto: Atsushi Urakawa.  
Temática de colaboración: Reducción de CO<sub>2</sub>. Reacción de Fischer-Tropsch. Descomposición de óxidos de nitrógeno.
- Universidad Autónoma de Nuevo León. Persona de contacto: Nancy Elizabeth Dávila Guzmán.  
Temática de colaboración: Depuración de biogás mediante procesos de adsorción.
- Shiraz University. Persona de contacto: Mohammad Jafar Hadianfard.  
Temática de colaboración: revalorización termoquímica de residuos agroforestales mediante producción de bio-oil e hidrógeno.
- Universidad Autónoma de Nuevo León. Persona de contacto: Eileen Susana Carrillo-Pedraza.  
Temática de colaboración: revalorización de residuos lignocelulósicos mediante pirólisis e hidródeoxigenación.
- Universidad de Córdoba (España). Luis Sánchez Granados.  
Temática de colaboración: Fotocatalisis para la eliminación de óxidos de nitrógeno.
- Universidad de la República de Montevideo (Uruguay). Persona de contacto: Enrique. A Dalchiele. Temática de colaboración: Electroquímica
- Universidad de Valparaíso (Chile): Persona de Contacto: Gonzalo Riveros. Temática de la colaboración: electrodos para dispositivos
- Universidad del Plata (Argentina): Persona de contacto: Rodrigo Parra. Temática de colaboración: óxidos conductores transparentes
- Wrocław University of Technology (Polonia). Persona de contacto: Marek Tlaczala (emerito) Regina Pazkiewicz.  
Temática de colaboración: fotovoltaica.
- Politécnico de Milano (Italia). Laboratory of Catalysis and Catalytic Processes. Persona de contacto: Prof. Luca Lieti
- Universidad de Genova (Italia). Dipartimento de Ingegneria Chimica, Civile e Ambientale. Persona de Contacto: Prof. Guido Busca.
- Departamento de Ingeniería Química de la Escuela de Ingeniería y Ciencias Aplicadas de la Universidad de Virginia. Persona de contacto: Prof. Will S. Epling
- Universidad de Buenos Aires. ITES-CONICET. Departamento de Ingeniería Química. Persona de contacto: Fernando Mariño.
- CENSE, Department of Sciences and Environmental Engineering, NOVA School of Science and Technology NOVA University Lisbon, Caparica Campus, Caparica, Portugal. Persona de Contacto: Alexandra Ribeiro
- Department of Civil and Environmental Engineering. Northeastern University. Boston, Massachusetts; USA: Persona de Contacto: Akram N. Alshawabkeh.
- Department of Life and Environmental Sciences, Università, Politecnica Delle Marche, Ancona, Italy. Persona de contacto: Francesca Beolchini.
- Technical University of Denmark. Persona de Contacto: Lisbeth M. Ottosen. Temática de la colaboración: Electroosmosis in masonry.

ISBN: 978-84-09-38892-9