

Plan de Investigación (PI)¹

Título: Desarrollo de electrolitos basados en líquidos iónicos para su aplicación en nuevos dispositivos electroquímicos de almacenamiento de energía

Doctorando (Nombre/e-mail): Paula Navalpotro Molina
paula.navalpotro@gmail.com

Tutor: Dra. Pilar Ocón

Director (Nombre/Institución): Dra. Rebeca Marcilla
Investigadora senior- IMDEA Energía

Co-Director (Nombre/Institución): Dr. Jesús Palma
Investigador senior- IMDEA Energía

Matrícula: 02/2017

1 . Antecedentes y estado actual del tema

La necesidad del desarrollo de tecnologías de almacenamiento energético para cubrir la creciente demanda energética de la sociedad actual, se ha convertido en uno de los grandes retos de este siglo. Conseguir soluciones para un almacenamiento de energía escalable y flexible que mitigue la intermitencia y fluctuaciones en la generación de energía de fuentes renovables, como solar o eólica, permitirá que se incorporen de manera masiva en el sistema energético¹, reduciendo así la dependencia de los combustibles fósiles². En este sentido, los sistemas de almacenamiento electroquímico de energía, como son supercondensadores (SCs) y baterías, tienen un papel determinante.

1.1 Sistemas de Almacenamiento Electroquímico de Energía

Existen diversas sistemas de almacenamiento de energía que pueden clasificarse en: i) sistemas mecánicos como son: bombeo hidráulico, aire comprimido y volantes de inercia. ii) sistemas de almacenamiento térmico entre los que se encuentran las sales fundidas o materiales con cambio de fase. iii) sistemas de almacenamiento electroquímico que se dividen en: supercondensadores y baterías. Los primeros están caracterizados por tener alta densidad de potencia, mientras que las baterías son conocidas por su alta densidad de energía. Sus principales características están relacionadas con el mecanismo de almacenamiento que tiene lugar en cada uno de estos dispositivos. En el caso de los supercondensadores, también llamados condensadores electroquímicos de doble capa, la energía se almacena en la doble capa electroquímica que se forma en la interfase electrolito-electrodos debido a fuerzas únicamente de naturaleza electrostática. Esto hace que sea un proceso muy reversible y rápido, y por ello estos dispositivos destacan por su alta potencia y el alto número de ciclos (carga-descarga) que pueden realizar durante su vida útil (~millones de ciclos)³. El otro gran grupo de dispositivos de almacenamiento electroquímico son las baterías. En el mecanismo de almacenamiento de

¹ Este documento deberá tener una extensión orientativa de entre cinco y diez páginas, anexos aparte. No será necesaria la cumplimentación de los subapartados 3.1 y 3.2 en aquellos programas en los que las comisiones académicas así lo establezcan.

las baterías hay involucrados cambios estructurales y/o químicos de las especies activas que sufren reacciones de reducción-oxidación, lo que provoca que la energía almacenada sea mucho mayor que en el caso de los SCs. Sin embargo, esto también provoca que tras cierto número de ciclos puedan producirse procesos de degradación, que limitan la vida útil de la batería (~miles de ciclos)⁴.

Con el objetivo de cubrir los requerimientos de las nuevas aplicaciones y mejorar las prestaciones de estos dispositivos, la comunidad científica está investigando de manera muy activa en los componentes básicos de baterías y supercondensadores que son: los electrodos y el electrolito⁵⁻⁷. En concreto, una de las estrategias que se está llevando a cabo es el estudio de nuevos electrolitos redox que permitan aumentar la densidad de energía y potencia de los dispositivos. Los electrolitos redox se basan en disoluciones de especies activas, habitualmente compuestos de metales de transición. Actualmente este tipo de electrolitos se está aplicando en supercondensadores híbridos⁸ aunque hasta ahora habían sido utilizados principalmente en Baterías de Flujo Redox (BFR).

1.1.1 Supercondensadores híbridos con electrolitos redox. La mayor parte de los métodos utilizados para la mejora de las prestaciones de los SCs se basa en el desarrollo de nuevos materiales para los electrodos, que permitan aumentar su capacitancia. En esos casos el electrolito es lo más electroquímicamente inerte posible. Recientemente, ha aumentado el interés por el estudio de electrolitos que puedan ofrecer actividad redox y así aumentar la carga almacenada a través de reacciones faradaicas. El uso de electrolitos redox se presenta como una forma más económica de mejorar las prestaciones electroquímicas de los SCs⁸. Algunos ejemplos de este tipo de SCs han sido reportados basados en con diferentes especies activas como: complejos de metales de transición, halogenuros y moléculas orgánicas como quinonas y phenylamida⁹⁻¹⁴.

1.1.2 Baterías de Flujo Redox (BFR). A diferencia de las baterías convencionales en las que las especies activas son sólidos anclados en el electrodo, en las BFR las especies electroactivas están disueltas en los electrolitos y éstos están almacenados en dos tanques externos, haciendo posible el desacople total de energía y potencia¹⁵. La tecnología más estudiada y desarrollada de BFR es la batería acuosa de “todo vanadio”, descubierta por Skyllas Kazakos y sus colaboradores en 1980¹⁶. Una de las líneas de investigación más prometedoras es el reemplazo de los caros, tóxicos y escasos compuestos de vanadio por moléculas orgánicas redox las cuales son abundantes, de bajo coste y menos perjudiciales para el medio ambiente. Además la sustitución de los electrolitos acuosos por electrolitos no acuosos más estables electroquímicamente, también está siendo investigada activamente ya que anticipan mayores voltajes de trabajo y mayores densidades de energía para las baterías. Algunos ejemplos pioneros de este tipo de baterías son BFR acuosas con especies redox quinónicas en electrolito ácido¹⁷ y en electrolito alcalino¹⁸ y la basada en electrolito no acuosos con derivados de metoxibenceno y quinoxalina disueltos¹⁹. Después de estos primeros ejemplos, la investigación de BFR basadas en moléculas orgánicas como: quinonas, phenothiazina, nitroxidos, viologenos y piridinas se ha convertido en uno de los temas más fuertes en el almacenamiento electroquímico de energía²⁰. Además de la naturaleza química de las especies electroactivas, todas las baterías de flujo dependen de membranas iónicas selectivas para la separación de los dos electrolitos redox. Éstas deben prevenir el crossover de las especies activas, pero permitir el intercambio iónico entre las disoluciones. Tras décadas de investigación en el campo de las membranas, este elemento continua siendo uno de los grandes obstáculos para la comercialización masiva

de las BFR ya que estas membranas son caras (pueden alcanzar el 40% del coste total del sistema)²¹ y provocan una disminución de la eficiencia y vida útil de la batería^{22,23}.

1.2 Objetivo general, hipótesis planteadas y novedad del trabajo

El **objetivo principal** que persigue la presente tesis doctoral es contribuir en el desarrollo de nuevos electrolitos redox y su aplicación en dispositivos de almacenamiento electroquímico tales como: i) Supercondensadores de altas prestaciones; ii) nuevos conceptos de batería de flujo redox. En concreto, la tesis se centrará en el **estudio de nuevos electrolitos redox basados en líquidos iónicos con moléculas orgánicas como especie activa y su aplicación en supercondensadores híbridos y en un nuevo concepto de batería de flujo sin membrana**.

Las hipótesis que se plantean para alcanzar dicho objetivo se enuncian a continuación:

Hipótesis 1: El uso de electrolitos basados en líquidos iónicos en SCs permite trabajar en una ancha ventana electroquímica y con buena conductividad iónica, además de una alta estabilidad electroquímica y térmica. La incorporación de especies redox activas disueltas aportará un aumento de la capacitancia por medio de reacciones faradaicas que contribuirá a la mejora en las prestaciones de los dispositivos, especialmente la capacidad de almacenamiento de carga.

Hipótesis 2: El empleo de moléculas orgánicas en lugar de metales de transición como especies activas permite la posibilidad de tener dispositivos más baratos y con mejores prestaciones ya que algunas de las propiedades de estas moléculas, como el potencial redox, pueden ser controladas mediante la incorporación de grupos funcionales en su estructura.

Hipótesis 3: El uso de electrolitos no acuosos permite el aumento de la densidad de energía de los dispositivos ya que permiten trabajar a potenciales mayores. Esto sumado a la incorporación de especies orgánicas activas permite desarrollar nuevos electrolitos más estables y con propiedades adecuadas para cada aplicación.

Hipótesis 4: La eliminación de la membrana de intercambio iónico que normalmente se utiliza en las baterías de flujo y su sustitución por un sistema bifásico de electrolitos inmiscibles permite tener baterías de flujo sin separador físico, dando lugar a un concepto totalmente nuevo de baterías de flujo sin membrana.

La **novedad** aportada por la presente tesis doctoral consiste en el desarrollo de nuevos electrolitos basados en líquidos iónicos con especies redox orgánicas que permiten obtener dispositivos de almacenamiento electroquímico con mejores prestaciones, así como el desarrollo de nuevos dispositivos, como por ejemplo, el nuevo concepto de batería sin membrana. Este innovador concepto basado en electrolitos inmiscibles supondrá un avance y una estrategia de investigación totalmente novedosa en la que aspectos termodinámicos e ingenieriles nunca antes tenidos en cuenta en este campo, como los coeficientes de reparto de las moléculas o nuevos diseños de celda, serán claves para su progreso.

1.3 Experiencia previa del Grupo de Investigación

El trabajo realizado en la unidad de Procesos electroquímicos (UPEQ) del Instituto IMDEA Energía se centra en el desarrollo de dispositivos electroquímicos de almacenamiento de energía. Las principales actividades que se realizan están íntimamente con el objetivo de la presente tesis doctoral como:

- Síntesis de materiales avanzados para supercondensadores de alta energía y baterías avanzadas basadas en materiales carbonosos y poliméricos.
- Estudio y caracterización de nuevos electrolitos para baterías metal-aire, baterías de flujo y supercondensadores.
- Diseño y modelización de reactores electroquímicos para su uso en baterías de flujo y desionización capacitiva.
- Caracterización y ensayos de dispositivos electroquímicos de almacenamiento de energía a escalas de laboratorio y planta piloto.

En los últimos 5 años los miembros del grupo han publicado más de 55 artículos en revistas internacionales, cuentan con más de 30 contribuciones a congresos nacionales e internacionales, tienen 6 patentes y participan en 13 contratos con empresas y 8 proyectos internacionales, entre ellos destacan algunos de ellos íntimamente relacionados con la temática de la presente tesis doctoral:

- Desarrollo de Supercondensadores de Altas Prestaciones mediante el uso de Electrolitos Basados en Líquidos Iónicos” (proyecto del Plan Nacional del Ministerio de Economía y Competitividad, con referencia ENE2012-31516)
- Materiales Innovadores Y Su Aplicación En Supercondensadores Avanzados/ MATCAP (Subprograma de investigación fundamental no orientada del MINECO)
- Membrane-Free Redox Flow Batteries (MFreeB)(Consejo Europeo de Investigación ERC Consolidator Grant)

2 . Objetivos y planteamiento

Los objetivos específicos de la presente tesis doctoral se encuentran enumerados a continuación:

Objetivo 1. Formulación de electrolitos redox basados en líquidos iónicos con moléculas orgánicas de tipo quinónico, que permitan una mejora de las prestaciones de los dispositivos finales.

Objetivo 2. Fabricación de electrodos con materiales carbonosos para su aplicación en supercondensadores.

Objetivo 3. Aplicación de los electrolitos formulados y los electrodos fabricados en supercondensadores y análisis de su comportamiento mediante técnicas electroquímicas como voltametría cíclica, ensayos galvanostáticos de carga-descarga y espectroscopía de impedancia

Objetivo 4. Desarrollo de electrolitos inmiscibles redox con moléculas orgánicas aplicables en nuevo concepto de batería sin membrana estática.

Objetivo 5. Caracterización electroquímica de las baterías estáticas sin membranas desarrolladas y cálculo de sus figuras de mérito.

Objetivo 6. Diseño de una nueva celda que permita tener una batería de flujo sin membrana, así como la simulación fluidodinámica de la misma.

Objetivo 7. Montaje y caracterización electroquímica de la batería de flujo sin membrana y obtención de sus figuras de mérito.

Para la consecución del objetivo principal y específicos descritos anteriormente, se plantean los siguientes hitos a conseguir:

Hito 1: Montaje y análisis del comportamiento de supercondensadores híbridos con electrolitos redox basados en líquidos iónicos con especies quinónicas disueltas.

Hito 2: Desarrollo de electrolitos inmiscibles para su aplicación en una innovadora batería sin membrana.

Hito 3: Demostración del concepto de la nueva batería sin membrana en modo estático. Obtención de las figuras de mérito.

Hito4: Diseño, simulación y puesta en marcha de una batería de flujo sin membrana.

3 . Metodología y plan de trabajo

Con el objetivo de realizar una buena planificación temporal de las actividades a continuación se describen las tareas que se llevarán a cabo:

Objetivo 1: Formulación de electrolitos redox.

Tarea 1.1. Selección de las moléculas orgánicas de tipo quinónico más adecuadas para la formulación de los electrolitos, atendiendo a su estabilidad química, solubilidad y potencial redox.

Tarea 1.2 Caracterización electroquímica de los electrolitos formulados mediante ensayos electroquímicos en celda de tres electrodos.

Objetivo 2: Preparación de electrodos con materiales carbonosos.

Tarea 2.1. Preparación de la pasta electródica con dos materiales carbonosos diferentes para el estudio de su influencia en el funcionamiento de los SCs.

Objetivo 3: Montaje y caracterización de SCs híbridos.

Tarea 3.1. Montaje de SCs con los electrolitos formulados y los electrodos fabricados en el atmósfera controlada.

Tarea 3.2. Caracterización electroquímica de los SCs híbridos mediante voltametría cíclica, ensayos galvanostáticos de carga y descarga y espectroscopía de impedancia.

Objetivo 4: Desarrollo de sistemas bifásicos basados en electrolitos redox inmiscibles aplicables en una batería sin membrana.

Tarea 4.1. Selección de las moléculas redox más adecuadas y los disolventes inmiscibles.

Tarea 4.2. Caracterización electroquímica en celda de tres electrodos de los electrolitos formulados.

Objetivo 5: Montaje de baterías estáticas sin membrana y su caracterización electroquímica

Tarea 5.1. Montaje de las baterías estáticas con los electrolitos inmiscibles seleccionados.

Tarea 5.2. Caracterización electroquímica de las baterías y cálculo de sus figuras de mérito.

Objetivo 6: Diseño y simulación de una batería de flujo sin membrana.

Tarea 6.1 Diseño de una nueva celda que permita tener una batería sin membrana con flujo.

Tarea 6.2 Estudio de la fluidodinámica dentro de la celda mediante simulación de la misma con un software especializado COMSOL multyphysics.

Objetivo 7: Montaje y caracterización electroquímica de una batería de flujo sin membrana.

Tarea 7.1. Estudio del comportamiento electroquímico de la batería de flujo sin membrana.

A continuación se presenta el cronograma del plan de trabajo estimado en meses:

Tabla 1. Cronograma del plan de trabajo

	AÑOS	AÑO 1												AÑO 2												AÑO 3												
	MESES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	
OBJETIVO 1																																						
Tarea 1.1.																																						
Tarea 1.2.																																						
OBJETIVO 2																																						
Tarea 2.1.																																						
OBJETIVO 3																																						
Tarea 3.1.																																						
Tarea 3.2.																																						
OBJETIVO 4																																						
Tarea 4.1.																																						
Tarea 4.2.																																						
OBJETIVO 5																																						
Tarea 5.1.																																						
Tarea 5.2.																																						
OBJETIVO 6																																						
Tarea 6.1.																																						
Tarea 6.2.																																						
OBJETIVO 7																																						
Tarea 7.1.																																						

3.1. Impacto previsto

Se prevé que los resultados obtenidos durante la tesis doctoral sean publicados en revistas de alto impacto (factor de impacto >6) debido a su gran novedad, en especial aquellos relacionados con el nuevo concepto de batería sin membrana, nunca reportado antes. El desarrollo de este concepto supondrá un logro de alta importancia, ya que se trata de una nueva tecnología en el campo de las baterías. Así mismo se prevé solicitar una patente y difundir los resultados en Congresos internacionales.

La Unidad de Procesos Electroquímicos de la Fundación IMDEA Energía, lugar donde se realizarán las actividades de investigación de la presente tesis, cuenta con instalaciones perfectamente equipadas para la formulación y síntesis de nuevos materiales así como para su caracterización química-estructural y electroquímica, caracterización físico-química como microscopios de barrido electrónico, difractómetro de rayos-X, equipos para el análisis mediante espectroscopia de infrarrojos y espectroscopía Raman, equipos para el estudio del área superficial como Quadrasorb y Autosorb así como para el análisis termogravimétrico. Además, se cuenta con equipos como una caja de guantes con atmósfera de argón y humedad controlada. Para el diseño y fabricación de celdas o prototipos se dispone de impresora 3D. También están a disposición varios potenciostatos, electrodo de disco rotatorio para poder llevar a cabo la caracterización electroquímica, con material de laboratorio abundante como celdas swagelok y electrodos de referencia, diferentes tipos de celdas electroquímicas, etc

La vasta experiencia en dispositivos de almacenamiento de energía de la Dra. Rebeca Marcilla y del Dr. Jesús Palma hacen que sean las personas idóneas para dirigir y co-dirigir la presente tesis doctoral. Entre ambos suman más de 85 artículos científicos en revistas de reconocido prestigio, han sido directores de varias tesis doctorales defendidas con éxito, así como numerosas aportaciones en congresos internacionales.

Las publicaciones preparadas hasta ahora, relacionadas con la presente tesis doctoral son:

Publicaciones:

- Artículo titulado *High Performance Hybrid Supercapacitors by using para-Benzoquinone Ionic Liquid Redox Electrolyte* publicado en la revista *Journal of Power Sources* (IF 6.3). Volumen 306, 2016, Pág. 711–717. Autores: Paula Navalpotro, Jesús Palma, Marc Anderson, Rebeca Marcilla*.

- Artículo titulado *“Redox-active poly(ionic liquid)s as active materials in energy storage applications”*, cuyos autores son: G. Hernández, M. Işık, D. Mantione, A. Pendashteh, P. Navalpotro, S. Devaraj, R. Marcilla and D. Mecerreyes. Publicado en la revista *Journal of Materials Chemistry A*, Enero 2017. DOI: 10.1039/C6TA10056B (F.I 8.2)

- Artículo titulado *“An Innovative Concept of Membrane-Free Redox Flow Battery by Using Two Immiscible Redox Electrolytes”*, cuyos autores son: Paula Navalpotro, Jesús Palma, Marc Anderson, Rebeca Marcilla*. Se encuentra en revisión en la revista *Angewandte Chemie* (F.I. 11.5)

- Actualmente se está trabajando en otro manuscrito titulado provisionalmente *“Insights into the Energy Storage Mechanism of Hybrid Supercapacitors with Redox Electrolytes by Electrochemical Impedance Spectroscopy”* que será enviado a la revista

Journal of Physical Chemistry C, Cuyos autores son: Paula Navalpotro, Rebeca Marcilla, Marc Anderson, Jesús Palma*

• Actualmente se está trabajando en otro manuscrito titulado provisionalmente “*Versatility of Membrane-Free Battery: an Electrolytes’ Game*”, cuyos autores son: Paula Navalpotro, Jesús Palma, Marc Anderson, Rebeca Marcilla*

Patentes:

• Solicitud de patente nº 201630327, titulada “*Batería Redox con Electrolitos Inmiscibles*”. Fecha de depósito: 21/03/2016. Cuyos inventores son: Paula Navalpotro, Rebeca Marcilla, Jesús Palma, Marc Anderson.

3.2. Plan de financiación y movilidad

La presente tesis doctoral está financiada por el Ministerio de Economía y Competitividad (MINECO) a través de una beca de “Ayuda para la formación de doctores” (antigua FPI) referencia BES-2013-063098 otorgada a través del proyecto “Desarrollo de Supercondensadores de Altas Prestaciones mediante el uso de Electrolitos Basados en Líquidos Iónicos” referencia ENE2012-31516.

De manera similar se prevé una estancia de investigación de tres meses de investigación en el grupo del Prof. João Coutinho “Procesos y Productos de Termodinámica Aplicada” Perteneciente al Instituto de Materiales CICECO de la Universidad de Aveiro en Portugal. En el que se estudiarán los aspectos termodinámicos más importantes en el comportamiento de los sistemas acuosos bifásicos. Los conocimientos adquiridos serán de gran importancia en el estudio de sistemas bifásicos y su aplicación en innovadoras baterías sin membrana. La estancia se financiará con la solicitud de Ayudas para la movilidad asociadas a las becas FPI que concede el MINECO.

4 . Bibliografía inicial

- 1 J. Rugolo and M. J. Aziz, *Energy Environ. Sci.*, 2012, **5**, 7151–7160.
- 2 Z. Yang, J. Zhang, M. C. W. Kintner-meyer, X. Lu, D. Choi and J. P. Lemmon, *Chem. Rev.*, 2011, **111**, 3577–3613.
- 3 M. Conte, *Fuel Cells*, 2010, **10**, 806–818.
- 4 P. Simon, Y. Gogotsi and B. Dunn, *Science*, 2014, **343**, 1210–1.
- 5 F. Béguin, V. Presser, A. Balducci and E. Frackowiak, *Adv. Mater.*, 2014, **26**, 2219–51, 2283.
- 6 W. Zuo, R. Li, C. Zhou, Y. Li, J. Xia and J. Liu, *Adv. Sci.*, 2017.
- 7 P. Alotto, M. Guarnieri and F. Moro, *Renew. Sustain. Energy Rev.*, 2014, **29**, 325–335.
- 8 B. Akinwolemiwa, C. Peng and G. Z. Chen, *J. Electrochem. Soc.*, 2015, **162**, A5054–A5059.
- 9 Q. Li, K. Li, C. Sun and Y. Li, *J. Electroanal. Chem.*, 2007, **611**, 43–50.
- 10 G. Lota and E. Frackowiak, *Electrochem. commun.*, 2009, **11**, 87–90.
- 11 G. Lota, K. Fic and E. Frackowiak, *Electrochem. commun.*, 2011, **13**, 38–41.
- 12 S. Roldan, C. Blanco, M. Granda, R. Menendez, R. Santamaría, S. Roldán, R. Menéndez and R. Santamaría, *Angew. Chem. Int. Ed. Engl.*, 2011, **50**, 1699–701.
- 13 S. Rold, M. Granda, R. Men, R. Santamaría, C. Blanco, S. Roldán and R. Menéndez, *J. Phys. Chem. C*, 2011, **115**, 17606–17611.
- 14 H. J. Yu, J. H. Wu, L. Q. Fan, Y. Z. Lin, S. H. Chen, Y. Chen, J. L. Wang, M. L. Huang, J. M. Lin, Z. Lan and Y. F. Huang, *Sci. China Chem.*, 2012, **55**, 1319–1324.
- 15 G. L. Soloveichik, *Chem. Rev.*, 2015, **115**, 11533–11558.
- 16 M. Skyllas-Kazacos, M. Rychcik, R. G. Robins, A. G. Fane and M. A. Green, *J. Electrochem. Soc.*, 1986, **133**, 1057–1058.
- 17 B. Yang, L. Hooper-Burkhardt, F. Wang, G. K. Surya Prakash and S. R. Narayanan, *J. Electrochem. Soc.*, 2014, **161**, A1371–A1380.
- 18 K. Lin, Q. Chen, M. R. Gerhardt, L. Tong, S. B. Kim, L. Eisenach, A. W. Valle, D. Hardee, R. G. Gordon, M. J. Aziz and M. P. Marshak, *Science (80-.)*, 2015, **349**, 1529–1532.
- 19 F. R. Brushett, J. T. Vaughey and A. N. Jansen, *Adv. Energy Mater.*, 2012, **2**, 1390–1396.
- 20 W. Wang and V. Sprenkle, *Nat. Chem.*, 2016, **8**, 204–206.
- 21 V. Viswanathan, A. Crawford, D. Stephenson, S. Kim, W. Wang, B. Li, G. Coffey, E. Thomsen, G. Graff, P. Balducci, M. Kintner-Meyer and V. Sprenkle, *J. Power Sources*, 2014, **247**, 1040–1051.
- 22 L. Joerissen, J. Garche, C. Fabjan and G. Tomazic, *J. Power Sources*, 2004, **127**, 98–104.

- 23 M. Zhang, M. Moore, J. S. Watson, T. A. Zawodzinski and R. M. Counce, *J. Electrochem. Soc.*, 2012, **159**, A1183–A1188.

Firma Doctorando

Paula Navalpotro



Vº Bº Director

Rebeca Marcilla



Vº Bº Director

Jesús Palma



Vº Bº Tutor

Pilar Ocón



ANEXO I : *Curriculum vitae* del director o directores de la tesis

• *Curriculum vitae* de Dra. Rebeca Marcilla

Parte A. DATOS PERSONALES		Fecha del CVA	13/07/2015
Nombre y apellidos	REBECA MARCILLA GARCÍA		
DNI/NIE/pasaporte	12779535E	Edad	36
Núm. identificación del investigador	Researcher ID	C-5889-2012	
	Código Orcid		

A.1. Situación profesional actual

Organismo	Imdea Energy Institute		
Dpto./Centro	Imdea Energy Institute		
Dirección	Avda. Ramón de la Sagra, 3, Móstoles		
Teléfono	91 737 11 31	correo electrónico	rebeca.marcilla@imdea.org
Categoría profesional	Investigador titular	Fecha inicio	01/10/2010
Espec. cód. UNESCO	2210.05, 2210.06, 2304.13, 3303.09		
Palabras clave	Supercapacitors, electrochemical energy storage, ionic liquid-based electrolytes, electrochemistry		

A.2. Formación académica (*título, institución, fecha*)

Licenciatura/Grado/Doctorado	Universidad	Año
Ingeniería Química	University of the Basque Country (UPV/EHU)	2002
Doctorado en Ciencias Químicas	Polymer Science and Technology Department University of the Basque Country /CIDETEC (Research Centre)	2006

A.3. Indicadores generales de calidad de la producción científica

Nº tesis doctorales dirigidas en los últimos 10 años:	1+3 (1 defendida y 3 en desarrollo)
Nº trabajos postdoctorales dirigidos en los últimos 10 años:	4
Publicaciones:	49 (primera en 2004)
Citas totales	1733 (Web of Science)
Citas/año en los últimos 5 años:	301 (Web of Science)
Publicaciones en el primer cuartil:	40
Índice h:	24

Parte B. RESUMEN LIBRE DEL CURRÍCULUM (*máximo 3500 caracteres, incluyendo espacios en blanco*)

Periodo predoctoral PhD (2002-2006): Durante mi periodo de formación como investigadora predoctoral (2002-2006), participé en varias publicaciones importantes (12 artículos) acerca del Desarrollo de Líquidos Iónicos, tanto poliméricos como funcionales, así como su Aplicación en Electroquímica y en Nanotecnología. Como consecuencia, el grupo especializado de polímeros de la RSEQ-GEP) me otorgó el premio a la "mejor tesis doctoral en polímeros del bienio 2005-2006"

Periodo postdoctoral (2006-2010): Después el doctorado me uní a CIDETEC (centro de investigación especializado en electroquímica) en San Sebastián (2006-2010) como Investigador Junior (Project Manager) obteniendo el puesto de Investigador Asistente Senior después de 18 meses. En este periodo (2007-2008) disfruté de una estancia

investigadora en el grupo del Prof. Franco Cacialli (Londres Centro de nanotecnología del University College London) desarrollando celdas electroquímica emisoras de luz (LECs) y profundizando en la caracterización electro-óptica de estos dispositivos. Durante estos cuatro años en CIDETEC, contribuí con mi experiencia en líquidos iónicos y polímeros en el desarrollo de distintos tipos de dispositivos electroquímicos como dispositivos electrocrómicos, células solares fotoelectroquímicas y baterías de ion-litio. Además, en este período mostré un pensamiento independiente y creativo aceptando el reto de crear una nueva línea de investigación en células solares en el centro. Mi contribución científica durante este período fue muy productivo resultante en 24 artículos científicos, algunos de ellos sin la presencia de mi supervisor de PhD y algunos de ellos ya como autor principal.

Investigación independiente (2010-actualidad): En octubre de 2010 me trasladé a Madrid para trabajar como Investigadora Asistente Senior en la unidad de Procesos Electroquímicos del Instituto IMDEA Energía. Mi principal objetivo era lanzar una nueva línea de investigación sobre el desarrollo de dispositivos de almacenamiento electroquímico de energía, en particulares supercondensadores, mediante el uso de nuevos electrolitos iónicos basados en líquidos iónicos. Desde que me uní a Instituto IMDEA Energía estoy consolidando mi posición como investigadora independiente dirigiendo mis propias líneas de investigación contando con el apoyo de 4 investigadores predoctorales y 2 postdoctorales y numerosos estudiantes de máster. Desde Enero del 2012 cuento con un contrato Ramon y Cajal que ha ayudado a dar estabilidad a mi carrera científica. Recientemente he sido promocionada a Investigadora Senior con un contrato indefinido. En estos años, a pesar de tener a partir de una nueva línea de investigación he publicado 15 artículos científicos, siendo la autora principal y la líder de la línea de investigación en los últimos 8.

Parte C. MÉRITOS MÁS RELEVANTES (ordenados por tipología)

C.1. Publicaciones

Las publicaciones más representativas se detallan a continuación (*corresponding author):

- [1] *"Influence of Ionic Liquids on the Electrical Conductivity and Morphology of PEDOT:PSS Films"* M. Döbbelin, **R. Marcilla**, M. Salsamendi, C. Pozo-Gonzalo, P.M. Carrasco, J.A. Pomposo, D. Mecerreyes, *Chemistry of Materials* 19 (2007) 2147.
- [2] *"Multiresponsive PEDOT-Ionic Liquid Materials for the Design of Surfaces with Switchable Wettability"* M. Döbbelin, R. Tena-Zaera, **R. Marcilla**, J. Iturri, S. Moya, J.A. Pomposo, D. Mecerreyes, *Advanced Functional Materials* 19 (2009) 3326.
- [3] *"Light-emitting electrochemical cells using polymeric ionic liquid/polyfluorene blends as luminescent material"* **R. Marcilla***, D. Mecerreyes, G. Winroth, S. Brovelli, M.D.R. Yebra, F. Cacialli, *Applied Physics Letters* 96 (2010).
- [4] *"Innovative Materials and Applications based on Poly(3,4-ethylenedioxythiophene) and Ionic Liquids"* M. Döbbelin, **R. Marcilla***, C. Pozo-Gonzalo, D. Mecerreyes, M. Döbbelin, *Journal of Materials Chemistry* 20 (2010) 7613.
- [5] *"Woven Electrochemical Transistors on Silk Fibres"* C. Muller, M. Hamed, R. Karlsson, R. Jansson, **R. Marcilla**, M. Hedhammar, O. Inganäs, C. Müller, O. Inganäs, *Advanced Materials* 23 (2011) 898.
- [6] *"Role of Textural Properties and Surface Functionalities of Selected Carbons on the Electrochemical Behaviour of Ionic Liquid based-Supercapacitors"* M.M. Jaramillo, A. Mendoza, S. Vaquero, M. Anderson, J. Palma, **R. Marcilla***, *RSC Advances* 2 (2012) 8439.
- [7] *"Mass-Balancing of Electrodes as a Strategy to Widen the Operating Voltage Window of Carbon/Carbon Supercapacitors in Neutral Aqueous Electrolytes"* S. Vaquero, J. Palma, M.A. Anderson, **R. Marcilla***, *International Journal of Electrochemical Science* 8 (2013) 10293.

- [8] "*Vanadium nitride@N-doped carbon nanocomposites: tuning of pore structure and particle size through salt templating and its influence on supercapacitance in ionic liquid media*" N. Fechler, G. Ayalneh Tiruye, **R. Marcilla***, M. Antonietti, RSC Advances, 4 (51) (2014) 26981-26989
- [9] "All-Solid State Supercapacitors operating at 3.5 V by using Ionic Liquid based Polymer Electrolytes" G. A. Tiruye, D. Muñoz-Torrero, J. Palma, M. Anderson and **R. Marcilla**, J. Power Sources, 279 (2015) 472
- [10] "Nanostructured Porous Wires of Iron Cobaltite: Novel Positive Electrode for High-Performance Hybrid Energy Storage Devices" A. Pendashteh, J. Palma, M. Anderson, **R. Marcilla**. J. Mater. Chem. A. Accepted for publication (2015)

C.2. Proyectos

Los proyectos con administraciones públicas más representativas se muestran en la siguiente tabla:

- 1) Referencia del proyecto: ENE2012-31516
Título: DESARROLLO DE SUPERCONDENSADORES DE ALTAS PRESTACIONES MEDIANTE EL USO DE ELECTROLITOS BASADOS EN LIQUIDOS IONICOS
Investigador principal: Dr. Rebeca Marcilla
Entidad financiadora: MINECO
Duración: 01/01/2013-31/12/2015
Financiación recibida: 180.290 € a nuestro grupo
Estado del proyecto: concedido
- 2) Referencia del proyecto: Project number 289347
Título: TRAINING NETWORK IN INNOVATIVE POLYELECTROLYTES FOR ENERGY AND ENVIRONMENT (RENAISSANCE)
Investigador principal: David Mecerreyes
Entidad financiadora: EUROPEAN COMMISSION: FP7-PEOPLE-2011-ITN Duración: 01/05/2012-31/04/2016
Financiación recibida (en euros): 228.203 € a nuestro grupo
R. Marcilla es la investigadora principal en IMDEA Energy
Estado del proyecto: concedido
- 3) Referencia del proyecto: RYC-2011-08093
Título: APPLICATION OF IONIC LIQUID-BASED MATERIALS IN HIGH PERFORMANCE SUPERCAPACITORS
Investigador principal: Rebeca Marcilla
Entidad financiadora: MINISTERIO DE CIENCIA E INNOVACIÓN, RAMON y CAJAL Program
Duración: 01/01/2012-31/12/2016
Financiación recibida (en euros): 183.600 € a nuestro grupo
Estado del proyecto: concedido
- 4) Referencia del proyecto: Project number 214405
Título: NEW GENERATION, HIGH ENERGY AND POWER DENSITY SUPERCAPACITOR BASED ENERGY STORAGE SYSTEM (HESCAP)
Investigador principal: Dr. José Martín Echeverría
Entidad financiadora: EUROPEAN COMMISSION- FP7-ENERGY
Duración: 01/04/2010-30/09/2013
Financiación recibida (en euros): 400.000 € a nuestro grupo
Estado del proyecto: concedido
- 5) Referencia del proyecto: Project number 229036
Título: ORDERED INORGANIC-ORGANIC HYBRIDS USING IONIC LIQUIDS FOR EMERGING APPLICATIONS (ORION)
Investigador principal: Dr. David Mecerreyes
Entidad financiadora: EUROPEAN COMMISSION - FP7-NMP-2008-LARGE-2
Duración: 01/01/2010-31/12/2013

Financiación recibida (en euros): 900.000 € a nuestro grupo
R. Marcilla es se encargaba de la coordinación de uno de los WPs.
Estado del proyecto: concedido

C.3. Contratos

- 1) Referencia del contrato: Contrato directo con empresa
Título: DESMAN - Development of new structural materials for energy harvesting and Storage
Investigador principal en IMDEA Energy: Dr. Rebeca Marcilla
Entidad financiadora: BE Aerospace (USA)
Duración: 01/08/2014-31/07/2017
Financiación recibida (en euros): 192.100,00 a nuestro grupo.
- 2) Referencia del contrato: Contrato directo con empresa
Título: *DESARROLLO DE UNA BATERÍA METAL-AIRE RECARGABLE*
Investigador principal: Dr. Jesús Palma
Entidad financiadora: *ALBUFERA ENERGY STORAGE* (España)
Duración: 01/01/2014-31/12/2016
Financiación recibida (en euros): 93.385 a nuestro grupo.
- 3) Referencia del contrato: Contrato directo con REPSOL
Título: BAtería de Flujo Orgánica para vehículos eléctricos de recarga ultrarrápida con surtidores convencionales (BAFO)
Entidad financiadora: *REPSOL a través del programa INSPIRE*
Investigador principal: Dr. Jesus Palma
Duración: 01/01/2015-31/12/2017
Financiación recibida (en euros): 400.000 a nuestro grupo.
Estado del proyecto: en negociación
- 4) Referencia del contrato: Contrato directo con la empresa *Adimlift S.A*
Título: *DESARROLLO DE SISTEMAS AVANZADOS DE ACCESO INTELIGENTE PARA EL CONTROL Y SEGURIDAD DE PERSONAL (SMARTLIFT-FOTOVOLTAICA)*
Investigador principal: Dr. Rebeca Marcilla
Entidad financiadora: *ETORGAI Program*
Duración: 01/09/2008-31/12/2010
Financiación recibida (en euros): 165.000 a nuestro grupo.

C.4. Patentes

- 1) INVENTORS (in order of authorship): Cristina Pozo-Gonzalo, Josetxo Pomposo, Hans Grande; Maitane Salsamendi, **Rebeca Marcilla**
TITLE: ELECTROCHROMIC COMPOSITIONS CONTAINING VIOLOGENS, WHICH CAN BE FORMULATED AND USED AT AMBIENT TEMPERATURE
APPLICATION FORM No: US20080865669 20081113
PRIORITY No: ES20080000258 20080131; WO2008ES00703 20081113
PRIORITY COUNTRY: Spain PRIORITY DATE: 31-01-2008
HOLDER ENTITY: CIDETEC
- 2) INVENTORS (in order of authorship): Juan Bisquert, Iván Mora-Sero, Vasko Jovanovski, **Rebeca Marcilla**, Ramón Tena-Zaera, David Mecerreyes, Germán Cabañero
TITLE: IONIC LIQUID BASED ELECTROLYTES CONTAINING SULFIDE/POLYSULFIDE REDOX COUPLE AND USES THEREOF
APPLICATION FORM No: WO2011EP58143 20110519
PRIORITY No: EP20100382132 20100520
PRIORITY COUNTRY: Spain PRIORITY DATE: 20-05-10
HOLDER ENTITY: CIDETEC and University Jaume I (Castellón)

C.5, C.6, C.7... Otros

- “Outstanding Young **Researcher Award** in “XIV International Symposium on Polymer Electrolytes” (ISPE-14)” given by the International Society of Electrochemistry (ISE) in Sep 2014.
- “**Award** for the best PhD thesis in polymer science” in 2005-2006 given by the Spanish Polymer Group (GEP-RSEQ) in 2006.
- 2 Book chapters
- 3 Estancias en centros de excelencia internacional: Technical University of Eindhoven (The Netherlands), University College London (UCL) and Deakin University (Melbourne, Australia)
- Más de 40 contribuciones a congresos, 10 de ellas con charla invitada.

• **Curriculum vitae de Dr. Jesús Palma**

Parte A. DATOS PERSONALES		Fecha del CVA		13/06/2017	
Nombre y apellidos	Jesús Palma del Val				
DNI/NIE/pasaporte	02855892M		Edad	53	
Núm. identificación del investigador		Researcher ID	G-6914-2015		
		Código Orcid	0000-0003-1022-0165		

A.1. Situación profesional actual

Organismo	Fundación IMDEA Energía		
Dpto./Centro	Unidad de Procesos Electroquímicos		
Dirección	Avda. Ramón de la Sagra 3. Parque Tecnológico de Móstoles. 28935 Móstoles (Madrid)		
Teléfono	91 737 1116	correo electrónico	jesus.palma@imdea.org
Categoría profesional	Investigador Senior	Fecha inicio	11/04/2008
Espec. cód. UNESCO	330309; 330418		
Palabras clave	Electroquímica; Almacenamiento de energía; Baterías; Condensadores electroquímicos		

A.2. Formación académica (título, institución, fecha)

Licenciatura/Grado/Doctorado	Universidad	Año
Doctor Ciencias Químicas	Universidad Autónoma de Madrid	1994
Licenciado Ciencias Químicas	Universidad Autónoma de Madrid	1986

A.3. Indicadores generales de calidad de la producción científica (véanse instrucciones)

Número de tesis doctorales dirigidas en los últimos 10 años:	2 + 3 en curso
Datos extraídos de Scopus el 13/06/2017:	
Citas totales:	665
Promedio de citas/año durante los últimos 5 años:	119
Número de publicaciones con índice de impacto:	34
Número de publicaciones en el primer cuartil (Q1):	25
Índice h:	12

Parte B. RESUMEN LIBRE DEL CURRÍCULUM (máximo 3500 caracteres, incluyendo espacios en blanco)

Jesús Palma es Investigador Sénior de la Unidad de Procesos Electroquímicos desde abril de 2008. Desde 2012 también ejerce como profesor asociado a tiempo parcial en la Escuela de Ciencias Experimentales y Tecnología de la Universidad Rey Juan Carlos. Es

Licenciado en Ciencias Químicas por la Universidad Autónoma de Madrid con la especialidad de Electroquímica (1986), Doctor en Ciencias Químicas por la misma universidad (1994) y Executive MBA por el Instituto de Empresa de Madrid (2001). De 1988 a 1991 realizó su tesis doctoral en el Instituto de Cerámica y Vidrio del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC). Entre 1992 y 2008 trabajó en el Centro de I+D de Técnicas Reunidas S.A., desempeñando diversos cargos desde Ingeniero de Procesos, hasta Director del Centro de I+D. Sus campos de actividad principales son la electroquímica aplicada y la ingeniería electroquímica. Entre sus líneas de investigación destacan el almacenamiento de energía en condensadores y baterías, la generación de energía con pilas de combustible, la síntesis y destrucción electroquímica de compuestos orgánicos e inorgánicos, y el tratamiento de residuos y efluentes industriales. Se ha especializado en la investigación industrial, el diseño y escalado de procesos desde el laboratorio hasta escala industrial, pasando por el diseño y operación de prototipos y plantas piloto, y los estudios de viabilidad técnico-económica. Ha participado en unos 20 proyectos de investigación financiados por entidades públicas, de ellos 6 son proyectos europeos. También ha participado en más de 30 contratos de investigación con empresas por valor superior a 5 millones de Euros.

Parte C. MÉRITOS MÁS RELEVANTES *(ordenados por tipología)*

C.1. Publicaciones

P. Leung, T. Martin, M. Liras, A.M. Berenguer, R. Marcilla, A. Shah, L., M.A. Anderson, J. Palma. Cyclohexanedione as the negative electrode reaction for aqueous organic redox flow batteries. *Applied Energy*, 2017, 197, 318–326. Impact factor: 5.746 – Q1 (2015)

P.K. Leung, T. Martin, A.A. Shah, M.R. Mohamed, M.A. Anderson, J. Palma. Membrane-less hybrid flow battery based on low-cost elements. *Journal of Power Sources*, 2017, 341, 36-45. Impact factor: 6.333 – Q1 (2015)

Afshin Pendashteh, Jesus Palma, Marc Anderson, Rebeca Marcilla. NiCoMnO₄ nanoparticles on N-doped graphene: Highly efficient bifunctional electrocatalyst for oxygen reduction/evolution reactions. *Applied Catalysis B: Environmental*, 2017, 201, 241–252. Impact factor: 8.328 – Q1 (2015)

Senokos, E.; Reguero, V.; Palma, J.; Vilatela, J.; Marcilla, R. "Macroscopic Fibres of CNTs as Electrodes for Multifunctional Electric Double Layer Capacitors: from Quantum Capacitance to Device Performance". *Nanoscale*, 2016, 8, 3620-3628. Impact factor: 7.760 – Q1 (2015)

P.K. Leung, T. Martin, A.A. Shah, M.A. Anderson, J. Palma. Membrane-less organic-inorganic aqueous flow batteries with improved cell potential. *Chemical Communications*, 2016, 52, 14270-14273. Impact factor: 6.567 – Q1 (2015)

Enrique Garcia-Quismondo, Cleis Santos, Jorge Soria, Jesús Palma, and Marc A. Anderson. New Operational Modes to Increase Energy Efficiency in Capacitive Deionization Systems. *Environmental Science and Technology*, 2016, 50, 6053-6060. Impact factor: 5.393 – Q1 (2015)

Girum Ayalneh Tiruye; David Muñoz-Torrero; Jesús Palma; Marc Anderson; Rebeca Marcilla. Performance of Solid State Supercapacitors Based on Polymer Electrolytes Containing Different Ionic Liquids. *Journal of Power Sources*, 2016, 326, 560-568. Impact factor: 6.333 – Q1 (2015)

Navalpotro, P.; Palma, J.; Anderson, M.; Marcilla, R. "High performance hybrid supercapacitors by using para-Benzoquinone ionic liquid redox electrolyte". *Journal of Power Sources*, 2016, 306, 711–717. Impact factor: 6.333 – Q1 (2015)

Ayalneh Tiruye, G.; Muñoz-Torrero, D.; Palma, J.; Anderson, M.; Marcilla, R. "All-solid state supercapacitors operating at 3.5 v by using ionic liquid based polymer electrolytes". Journal of Power Sources, 2015, 279, 472-480.

Sanz, L.; Lloyd, D.; Magdalena, E.; Palma, J.; Anderson, M. "Study and characterization of positive electrolytes for application in the aqueous all-copper redox flow battery". Journal of Power Sources, 2015, 278, 175-182.

C.2. Proyectos

Denominación del proyecto: LPT "La Plataforma Fotovoltaica Total. Proyecto para dotar a las plantas fotovoltaicas de una plataforma que permita el máximo de gestionabilidad de las mismas." (RTC-2015-4153-3)

Investigador/es responsable/es: Santiago Arnaltes (U. Carlos III)

Entidad financiadora: MINECO – Programa Retos Colaboración 2015

Fecha de inicio: 01/07/2015, 3 años

Fecha fin: 2018

Entidades participantes: INGENIA Solar Energy, PV Hardware, Grupo Gransolar, IMDEA Energía, U. Carlos III de Madrid

Cuantía total: 417.700 € (IMDEA Energía)

Denominación del proyecto: ALIENA "Almacenamiento Innovador en aplicaciones Estacionarias, basado en Aluminio"

Investigador/es responsable/es: Jesús Palma (IMDEA Energía)

Entidad financiadora: MINECO – Programa Retos Colaboración 2015

Fecha de inicio: 01/01/2015, 3 años

Fecha fin: 2018

Entidades participantes: ALBUFERA Energy Storage (coordinador), ALEASTUR, GFM, ITMA, IMDEA Energía.

Cuantía total: 128.745 € (IMDEA Energía)

Denominación del proyecto: DC-SÓIAS "Desionización Capacitiva para el tratamiento de Salmueras procedentes de plantas de Ósmosis Inversa de Agua Salobre"

Investigador/es responsable/es: Jesús Palma (IMDEA Energía)

Entidad financiadora: MINECO – Programa Retos Colaboración 2015

Fecha de inicio: 01/07/2015, 3 años

Fecha fin: 2018

Entidades participantes: GS Inima, PROINGESA, IMDEA Energía

Cuantía total: 162.400 € (IMDEA Energía)

Denominación del proyecto: Propiedades fundamentales y aplicaciones del grafeno y otros materiales bidimensionales (MAD2D)

Investigador/es responsable/s: Francisco Guinea (ICMM-CSIC)

Entidad/es financiadora/s: Comunidad de Madrid.

Fecha de inicio: 01/10/2014, 4 años

Entidades participantes: ICMM-CSIC ; Universidad Autónoma de Madrid; IMDEA Nanociencia; IMDEA Materiales; IMDEA Energía

Cuantía total: 872.200 € (Total)

Denominación del proyecto: CAPSETA2: "Nanocristales semiconductores diseñados para supercondensadores" (ENE2011-22556)

Investigador/es responsable/es: Raúl Díaz / Jesús Palma

Entidad financiadora: Ministerio de Ciencia e Innovación – PN de investigación Fundamental

Fecha de inicio: 01/01/2012, 3 años

Fecha fin: 31/12/2014

Entidades participantes: IMDEA Energía
Cuantía total: 145.200 € (IMDEA Energía)

Denominación del proyecto: Aplicación de la desionización capacitiva a aguas residuales (ADECAR).

Investigador/es responsable/es: Jesús Palma (IMDEA Energía)

Entidad/es financiadora/s: Ministerio de Ciencia e Innovación - Programa INNPACTO.

Fecha de inicio: 2011, 3 años

Fecha fin: 2014

Entidades participantes: ISOLUX; NANOQUIMIA; PROINGESA; Universidad de Córdoba e IMDEA Energía.

Cuantía total: 222.000 € (IMDEA Energía)

C.3. Contratos

Denominación del proyecto: Preparación de electrolitos de vanadio a partir de V2O5

Calidad en que ha participado: Investigador principal

Entidades participantes: IMDEA Energía

Entidad/es financiadora/s: PVH Energy Storage (España)

Fecha inicio: 06/2016, 1 año

Denominación del proyecto: Almacenamiento de energía en plantas fotovoltaicas por medio de baterías de flujo

Calidad en que ha participado: Investigador principal

Entidades participantes: IMDEA Energía

Entidad/es financiadora/s: INGENIA Solar Energy (España)

Fecha inicio: 06/2015, 1 año

Denominación del proyecto: BAtería de Flujo Orgánica para vehículos eléctricos de recarga ultrarrápida con surtidores convencionales

Calidad en que ha participado: Investigador principal

Entidades participantes: REPSOL e IMDEA Energía

Entidad/es financiadora/s: Programa Inspire de REPSOL (España)

Fecha inicio: 02/2015, 2,5 años

Denominación del proyecto: Development of new structural materials for energy harvesting and storage

Calidad en que ha participado: Investigador

Entidades participantes: BE Aerospace, IMDEA Materiales e IMDEA Energía

Entidad/es financiadora/s: BE Aerospace (Alemania)

Fecha inicio: 07/2014, 3 años

Denominación del proyecto: Development of a Wide Bandwidth Battery System Charger

Calidad en que ha participado: Investigador

Entidades participantes: IMV Corporation e IMDEA Energía

Entidad/es financiadora/s: IMV Corporation (Japón)

Fecha inicio: 06/2014, 2 años

Denominación del proyecto: Desarrollo de una batería metal-aire recargable

Calidad en que ha participado: Investigador principal

Investigador/a responsable: Jesús Palma

Entidades participantes: ALBUFERA Energy Storage e IMDEA Energía.

Entidad/es financiadora/s: ALBUFERA Energy Storage (España).

Fecha inicio: 10/2013, 2 años

C.4. Patentes

Denominación: Material Compuesto Multifuncional

Inventores/autores/obtentores: Vilatela, J.J.; Senokos, E.; Marcilla, R.; Palma, J.

Entidad Titular: Fundación IMDEA Materiales, Fundación IMDEA Energía

N. de solicitud: P201730017

País de prioridad: Spain

Fecha de prioridad: 10/01/2017

Denominación: Batería redox con electrolitos inmiscibles

Inventores/autores/obtentores: Navalporo, P.; Anderson, M.; Palma, J.; Marcilla, R.

Entidad titular: IMDEA Energía

Número de solicitud: P201630327

País de prioridad: España

Fecha de prioridad: 21/03/2016

Denominación: Composite Comprising CNT Fibres and an Ionic Conducting Compound as Part of an Energy Storage Device

Inventores/autores/obtentores: Vilatela, J.J.; Marcilla, R.; Palma, J.; Senokos, E.; Degenhardt, D.; Ashraf, S.

Entidad titular: B/E Aerospace Systems GmbH, IMDEA Materiales, IMDEA Energía

Número de solicitud: PCT/EP2015/071267

País de prioridad: PCT

Fecha de prioridad: 16/09/2015

Denominación: Batería de flujo acuosa con pares redox orgánicos

Inventores/autores/obtentores: Díaz, R.; Isikli, S.; Palma, J.; Carreño, M.C.; Ribagorda, M.; Guillamón, M.A.; Barradas, S.; Lecea, M.

Entidad titular: IMDEA Energía; Universidad Autónoma de Madrid

Número de solicitud: P201330186

País de prioridad: España

Fecha de prioridad: 13/02/2013

ANEXO II: Cuestionario sobre implicaciones éticas

Indicar si la propuesta del plan de investigación contempla alguno/s de los siguientes aspectos:

- | | |
|--|--|
| A: Investigación con seres humanos o uso de datos personales..... | SI ☐ NO ☒ |
| B: Utilización de muestras biológicas humanas o información genética..... | SI ☐ NO ☒ |
| C: Experimentación animal..... | SI ☐ NO ☒ |
| D: Utilización de agentes biológicos de riesgo para la salud humana, animal o para las plantas | SI ☐ NO ☒ |
| E: Uso de organismos modificados genéticamente (OMGs)..... | SI ☐ NO ☒ |

En caso de haber contestado afirmativamente a uno o más ítems, y después de que el Plan de Investigación haya sido evaluado por la Comisión Académica del Programa de Doctorado, el doctorando debe enviar copia de este anexo (junto con la documentación requerida) al Comité de Ética de la Investigación (CEI) de la UAM a la dirección de correo electrónico:

comite.eticainvestigacion@uam.es