



APPICE
Asociación Española
de Pilas de Combustible



conappice
2006

**II CONGRESO
NACIONAL DE
PILAS DE
COMBUSTIBLE**

CONSEJO
SUPERIOR DE
INVESTIGACIONES
CIENTÍFICAS
MADRID

LIBRO DE COMUNICACIONES



II Congreso Nacional de Pilas de Combustible
Madrid, 18-20 Octubre 2006

LIBRO DE COMUNICACIONES



Libro de comunicaciones del
II Congreso Nacional de Pilas de Combustible - **CONAPPICE2006**
Madrid, octubre 2006

Esta publicación ha sido elaborada por la
Asociación Española de Pilas de Combustible - APPICE

Está incluida en el fondo editorial de la serie
“APPICE Formación”

Cualquier reproducción, parcial o total de la presente
publicación debe contar con la aprobación escrita de
APPICE.

La Asociación Española de Pilas de Combustible,
APPICE, no comparte necesariamente las opiniones,
teorías o juicios expuestos en este documento, cuya
responsabilidad corresponde únicamente a los autores.

Asociación Española de Pilas de Combustible - APPICE

C/ Marie Curie 2, Campus Cantoblanco
28049 Madrid
España

www.appice.es
gestion@appice.es

PREFACIO

Este volumen recoge los trabajos presentados en el II Congreso Nacional de Pilas de Combustible, CONAPPICE 2006. Ello supone una muestra muy significativa de los avances de los principales grupos de investigación de España, así como la actividad de los centros tecnológicos y principales empresas involucradas. Es de destacar que esta segunda edición ha registrado un incremento de casi un 20% en el número de trabajos presentados, con respecto de la primera edición (CONAPPICE 2004), lo que refleja el creciente interés de las pilas de combustible en la comunidad investigadora española. También hay que destacar el aumento de la participación internacional, de países como Suiza, Reino Unido, Francia, Alemania, Italia, Hungría, Bélgica, Portugal, Taiwán, Uruguay, Argentina y México, bien a través de colaboraciones con grupos españoles, o bien de grupos de investigación y empresas de los países.

La tecnología de pilas de combustible tiene posibilidades que permitirán paliar los problemas energéticos más acuciantes, como son la alta dependencia del petróleo y los problemas medioambientales que se derivan de su combustión. Sus limitaciones, alto coste y durabilidad, son el objeto de la mayor parte del esfuerzo investigador que se lleva a cabo, principalmente a partir de la búsqueda de nuevos materiales, como electrocatalizadores, sustratos, electrolitos, de nuevos desarrollos de celdas, así como mejoras en el dimensionamiento, control y funcionamiento de los sistemas de generación de energía. Actividades en otras áreas como proyectos de demostración, normalización e identificación de oportunidades de mercado, contribuirán a una más rápida aceptación de la tecnología.

El volumen se ha dividido en las distintas temáticas del congreso, Pilas de Combustible de Alta Temperatura, de Baja Temperatura, Combustibles, Sistemas y General; dentro de cada una se alude a la sesión del Congreso en la que se presenta el trabajo. Se incluyen al principio del mismo las tres conferencias plenarias invitadas. Todos los trabajos presentados fueron sometidos a un proceso de revisión por parte del Comité Científico del Congreso, siguiendo la práctica habitual de las revistas internacionales para publicaciones científicas. Así, cada trabajo fue revisado por dos miembros de dicho Comité, y, a la vista de los informes emitidos, los autores han tenido la oportunidad de enviar una nueva versión. Creemos que este trabajo es un valor añadido con el que se ha beneficiado este Libro del Congreso, y agradecemos por ello el esfuerzo adicional de los autores y la labor desinteresada del Comité Científico.

El Comité Organizador agradece finalmente a los invitados de las conferencias plenarias, a los autores de los trabajos y a los patrocinadores su asistencia y su apoyo a este Congreso. Esperamos que todos obtengan del mismo el interés, la información y los beneficios que esperan.

Loreto Daza Bertrand
Antonio Martínez Chaparro

Comité Organizador

Loreto Daza Bertrand - *Instituto de Catálisis y Petroleoquímica (CSIC)*

Tomás González Ayuso - *CIEMAT*

Javier Brey Sánchez - *Hynergreen*

María Antonia Folgado Martínez - *Olea Madrid*

Antonio Martínez Chaparro - *CIEMAT*

Justo Lobato - *Universidad de Castilla-La Mancha*

María José Escudero Berzal - *CIEMAT*

África Castro Rosende - *Hynergreen*

Rita Valenzuela Balderrama - *CIEMAT*

Comité Científico

Antonio Martínez Chaparro - *CIEMAT*

José Antonio Alonso Alonso - *Instituto de Ciencias de Materiales de Madrid (CSIC)*

Manuel Jesús Benito González - *CIEMAT*

Michel Cassir - *CNRS (Francia)*

Enrique Fatás - *Universidad Autónoma de Madrid*

Paloma Ferreira Aparicio - *CIEMAT*

Pedro García Ybara - *UNED*

Ander Laresgoiti - *IKERLAN*

Justo Lobato - *Universidad de Castilla-La Mancha*

Arturo Martínez Arias - *Instituto de Catálisis y Petroleoquímica (CSIC)*

Pedro Nuñez - *Universidad de La Laguna*

Carmen Rangel - *INETI (Portugal)*

Pedro Sánchez - *AJUSA*

Javier Soria Ruiz - *Instituto de Catálisis y Petroleoquímica (CSIC)*

Steven Trogisch - *PROFACTOR (Austria)*

Loreto Daza Bertrand - *Instituto de Catálisis y Petroleoquímica (CSIC)*

ÍNDICE

pag.

Conferencias Invitadas

Fuelling the future, new anode materials for high temperature fuel cell	3
J.T.S. Irvine – Univ. St Andrews (Reino Unido)	
Materials research for polymer electrolyte fuel cells activities at Paul Scherrer Institute	5
G.G. Scherer, A. Reiner, X. Wei, N.K. Beck, A. Foelske, R. Kötz, S. Alkan-Gürsel, M. Slaski, H. Ben-Youcef, L. Gubler, A. Wokaun – Paul Scherrer Institut (Suiza)	
Stationary fuel cells – an overview	11
J. Hoffmann – Siemens AG (Alemania)	

Pilas de Combustible de Alta Temperatura

Sesión I

Algunas estrategias para el desarrollo de pilas de combustible de óxido sólido	17
J.C. Ruiz-Morales, J. Peña-Martínez, D. Marrero-López, D. Pérez-Coll, M. Amsif, J. Canales, J.T.S. Irvine, P. Núñez – Univ. La Laguna, IER - Albacete, Univ. St. Andrews (Reino Unido)	
Caracterización de pilas de combustible SOFC de una sola cámara fabricadas con electrolitos de base ceria y cátodos de cobaltita	21
S. Piñol, O. Castaño, C. Frontera, J.L. García-Muñoz, M. Morales, F. Espiell – ICMAB-CSIC	
Capas ultrafinas para celdas de combustible de alta temperatura	25
M. Cassir, A. Ringuedé, C. Brahim, F. Chauveau – CNRS (Francia)	
La difracción de neutrones como técnica de caracterización de materiales de SOFC	29
J.A. Alonso, M.J. Martínez-Lope, A. Aguadero, L. Daza – ICMM-CSIC, CIEMAT, ICP-CSIC	

Sesión II

Estructura y propiedades eléctricas de películas de $\text{Pr}_{0,8}\text{Sr}_{0,2}\text{Fe}_{0,8}\text{Ni}_{0,2}\text{O}_3$	35
I. Ruiz de Larramendi, R. López Antón, J.I. Ruiz de Larramendi, S. Baliteau, F. Mauvy, J.C. Grenier, T. Rojo – Univ. País Vasco, ICMCB-CNRS (Francia)	
Optimización de composiciones de sellos vitrocerámicos del sistema MgO-BaO-SiO₂ para pilas de combustible de óxido sólido (SOFC)	39
M.J. Pascual, A. Guillet, A. Durán – ICV-CSIC, Univ. Poitiers (Francia)	
Caracterización del NiO/MgO/Fe₂O₃ como material alternativo para cátodo de pilas de combustible de carbonatos fundidos	43
M.J. Escudero, T. González-Ayuso, L. Daza – CIEMAT, ICP-CSIC	
Efecto del contenido en CO₂ y CO en la alimentación de una SOFC	47
A. Fuerte, R.X. Valenzuela, L. Daza – CIEMAT, ICP-CSIC	
Ánodo para pilas de combustible de óxido sólido (SOFC) de soporte metálico	51
N. Lecanda, I. Villarreal, M. Rivas, L.M. Rodríguez-Martínez, A. Laresgoiti – Ikerlan	
Propiedades de transporte a alta temperatura de capas delgadas de niquelatos de lantano preparadas mediante MOVCD	55
M. Burriel, G. García, M.D. Rossell, J. Santiso – ICMAB-CSIC, Univ. Autónoma Barcelona, Univ. Antwerp (Bélgica)	
Efecto de las tensiones en las propiedades de transporte de capas epitaxiales de Sr₄Fe₆O_{13±d}	59
C. Solís, G. García, J.A. Pardo, J. Santiso – ICMAB-CSIC, Univ. Autónoma Barcelona	

pag.

Modelado de la transferencia de calor por convección en el interior de pilas de combustible de óxido sólido con geometría tubular	63
D. Sánchez, A. Muñoz, T. Sánchez – ETSI Sevilla	
Estudio de cátodos para su aplicación a celdas SOFC tubulares de soporte metálico	67
U. Castro, I. Villarreal, L.M. Rodríguez-Martínez, A. Laresgoiti – Ikerlan	
Estabilidad química y conductividad del $BaPr_{0,7}Gd_{0,3}O_{3-d}$	71
A. Magrasó, J.T.S. Irvine, F. Espiell, M. Segarra – DIOPMA-Univ. Barcelona, Univ. St. Andrews (Reino Unido)	
Mecanismos de conducción iónica en el sistema $Mo_2-Re_2O_3$ analizados mediante dinámica molecular	75
A. Tarancón, A. Morata, G. Dezanneau, F. Peiró, J.R. Morante – EME-Univ. Barcelona, Ecole Centrale Paris (Francia)	
Influencia del método de preparación de materiales anódicos para SOFC basados en Ce-Cu	79
A. Fuerte, R.X. Valenzuela, L. Daza – CIEMAT, ICP-CSIC	
Pilas SOFC: evaluación del medio de dispersión y del dispersante orgánico, para deposiciones por spray, de intercapas cátodo-electrolito	83
A. Martínez-Amesti, A. Larrañaga, U. Castro, I. Villarreal, L.M. Rodríguez-Martínez, J.L. Pizarro, M.L. Nó, T. Rojo, A. Laresgoiti, M.I. Arriortua – Univ. País Vasco/EHU, Ikerlan	
Perovskitas $A_{1-x}Á_xFeO_3$ (A= La, Nd y/o Pr, Á= Sr y/o Ca) para su aplicación como cátodos en pilas SOFC	87
K. Vidal, L.M. Rodríguez-Martínez, L. Ortega-San Martín, A. Larrañaga, M.L. Nó, T. Rojo, A. Laresgoiti, M.I. Arriortua – Univ. País Vasco/EHU, Ikerlan	

Sesión III

Síntesis, caracterización y actividad catalítica de sistemas bimetalicos aplicables como ánodos de pilas de combustible de óxido sólido para la oxidación directa de metano	93
A. Hornés, D. Gamarra, G. Munuera, J.C. Conesa, A. Martínez-Arias – ICP-CSIC, Univ. Sevilla	
Desarrollo de una celda tubular SOFC en Ikerlan	97
I. Antepara, R. Campana, U. Castro, N. Lecanda, X. Montero, M. Rivas, L.M. Rodríguez, I. Villarreal, A. Laresgoiti – Ikerlan	
Electrodos de $(La,Sr)TiO_3$ sustituido con Fe para pilas SOFC simétricas	101
J. Canales-Vázquez, J.C. Ruiz-Morales, D. Marrero-López, J. Peña-Martínez, P. Núñez, P. Gómez-Romero – ICMAB-CSIC, IER-Albacete, Univ. La Laguna	
Evolución térmica de la estructura y propiedades eléctricas de $La_2Ni_{0,6}Cu_{0,4}O_{4+d}$, como posible cátodo para IT-SOFC.....	105
A. Aguadero, M.J. Escudero, J.A. Alonso, L. Daza – CIEMAT, ICMM-CSIC, ICP-CSIC	
Electrolitos multicapa y cátodos nanoestructurados para pilas IT-SOFC.....	109
J.M. Serra, N. Jordan, S. Uhlenbruck, V.A.C. Hanaappel, H. P. Buchkremer – F.Z. Jülich, (Alemania), Univ Pol. Valencia - CSIC	
Modelado de la transferencia calor por radiación en el interior de pilas de combustible de óxido sólido con geometría tubular	113
D. Sánchez, A. Muñoz, T. Sánchez – ETSI Sevilla	

Pilas de Combustible de Baja Temperatura

Sesión V

Pt soportado en nanofibras de carbono como electrocatalizador para pilas combustible PEM	119
E. G. Bordejé, L. Calvillo, M.J. Lázaro, Y. Echeгойen, I. Suelves, R. Moliner – ICB-CSIC	

pag.

Caracterización de catalizadores para reducción de oxígeno basados en electrodepósitos de Pt y Co	123
A.J. Martín, A.M. Chaparro, L. Daza – CIEMAT, ICP-CSIC	
Diseño y modelado de una micro-celda de combustible MEMS en silicio	127
J.J. Brey, I.G. Viera, R.G. Bolea, J.M.M. Quero, A. Luque – Hynergreen Technologies, Univ. Sevilla	
Influencia del contenido en teflón de la capa de difusión de gases en el rendimiento de una celda de combustible de membrana polimérica de alta temperatura	131
J. Lobato, M.A. Rodrigo, P. Cañizares, J.J. Linares, C. Ruiz-López – Univ. Castilla-La Mancha	
Aleaciones amorfas bicatalíticas más tolerantes al CO	135
J. Barranco, A. R. Pierna – Univ. País Vasco	
Preparación y caracterización de electrocatalizadores de platino soportado en nanofibras de carbono. Efecto de los grupos superficiales oxigenados en el soporte	139
F. Zaragoza-Martín, D. Sopeña-Escario, E. Morallón, C. Salinas-Martínez de Lecea – Univ. Alicante	

Sesión VI

Dependence of gas stoichiometry on the uniformity and stability of segmented PEM Fuel Cell	145
F-B. Weng, P-H. Chi, C.-C. Chen, A. Su, S-H Chan – Univ. Yuan Ze (Taiwan)	
The study of medium temperature PTFE/Nafion/Silicate membranes operating at low relative humidity	149
F-B. Weng, A. Su, J. Wang, T. L. Yu – Univ. Yuan Ze (Taiwan)	
Síntesis de polibenzimidazol de alto peso molecular para la fabricación de membranas para celdas de combustible de membrana polimérica de alta temperatura	153
P. Cañizares, M.A. Rodrigo, J. Lobato, J.J. Linares, J.A. Aguilar – Univ. Castilla-La Mancha	
Estudio mediante balanza de cristal de cuarzo del electrodepósito de electrocatalizadores para reducción de oxígeno basados en Pt y Co	157
A.J. Martín, A.M. Chaparro, L. Daza – CIEMAT, ICP-CSIC	
Descripción del fallo en el sellado en una pila PEM de 7 celdas	161
A. Husar, M. Serra, C. Kunusch – Institut de Robòtica i Informàtica Industrial Univ. Pol. Catalunya-CSIC, Univ. Nal. La Plata (Argentina)	
Influencia de la temperatura ambiente en el comportamiento de una pila de combustible PEMFC hidrógeno/oxígeno	165
E. Navarro, T.J. Leo, F. Crespo – ETSI Aeronáuticos Madrid	
Desarrollo de electrocatalizadores soportados sobre carbones mesoporosos ordenados para su uso en pilas de combustible poliméricas	169
L. Calvillo, M.J. Lázaro, E. García, R. Moliner, P.L. Cabot, J. Mendoza, E. Pastor, J.J. Quintana – ICB-CSIC, Univ. Barcelona	
Membranas externamente regulables conteniendo cristales líquidos para DEFC y DMFC	173
A. Martínez Felipe, A. Ribes Greus, C. T. Imrie – Univ. Pol. Valencia, Univ. Aberdeen (Reino Unido)	
Conductividad de membranas de compuestos zeolita-polímero para PEMFC	177
T. Sancho, J. Soler, M.P. Pina – Univ. Zaragoza	
Permeabilidad de metanol en membranas de compuestos zeolita-polímero para DMFC	181
T. Sancho, J. Soler, M.P. Pina – Univ. Zaragoza	
Síntesis de catalizadores cerámica-metal (PtRuNi-TiO₂) mediante el método de combustión	185
B. Moreno, E. Chinarro, J.R. Jurado – ICV-CSIC	

pag.

Micro-structured proton conducting membranes by radiation grafting	189
P. Farquet, C. Padeste, H.H. Solak, S. Alkan-Gürsel, G.G. Scherer, A. Wokaun – Paul Scherrer Institute (Suiza)	
Micro polymer electrolyte fuel cells – a novel, simplified concept	191
B. C. Seyfang, M. Kuhnke, T. Lippert, G.G. Scherer, A. Wokaun – Paul Scherrer Institute (Suiza)	
Los hidruros de boro como almacén de hidrógeno y como elementos integrantes en pilas de combustible	193
F. Teixidor, C. Viñas – ICMB-CSIC	

Sesión VII

Estudio de ensamblajes membrana-electrodo con cátodos preparados por electropulverización	199
A.M. Chaparro, R. Benítez, L. Gubler, G.G. Scherer, L.Daza – CIEMAT, ICP-CSIC, Paul Scherrer Institute (Suiza)	
Síntesis y caracterización de membranas de alta conductividad protónica basadas en el sistema SiO₂-P₂O₅-ZrO₂ para PEMFC	204
J. Mosa, M. Aparicio, G. Larramona, A. Durán – ICV-CSIC, IMRA EUROPE SAS (Francia)	
Caracterización de membranas híbridas organo-inorgánicas mediante la incorporación de materiales inorgánicos fenil sulfonados para su uso en pilas de combustible	208
F.J. Fernández-Carretero, A. Quijano, V. Compañ, E. Riandec – Univ. Pol. Valencia, ITE, ICTP-CSIC	
Polypyrrole encapsulated Pt-nanoparticles for high efficient fuel cell anodes	212
D. Berger, C. Matei, F. Teixidor, C. Viñas – ICMB-CSIC	
Biestabilidad térmica de una pila de combustible PEM en condiciones cuasi-adiabáticas.....	216
S. Martín, P. L. García-Ybarra, J.L. Castillo – UNED	
Desarrollo de un modelo matemático y numérico monofásico para pilas de combustible de metanol directo (DMFC).....	220
M. Vera – Univ. Carlos III	

Combustibles

Sesión II

Producción de hidrógeno a partir de reformado por plasma de descarga barrera.....	225
B. Sarmiento, J.J. Brey; I.G. Viera, A.R. González-Elipse, J. Cotrino, V.J. Rico – Hynergreen Technologies, ICMS-CSIC	
Producción de hidrógeno para pilas de combustible mediante corrosión de aluminio o sus aleaciones	229
L. Soler, J. Macanás, M. Muñoz, J. Casado – Univ. Autónoma Barcelona, MATGAS	
Desarrollo e integración de un catalizador de WGS en un procesador de bioetanol de 1 kW para la producción de hidrógeno	233
M. Benito, R. Padilla, L. Rodríguez, L. Daza – ICP-CSIC	
Generación de hidrógeno a partir de fuentes de energía renovables	237
T. González-Ayuso, M. Labrador, M.A. Folgado, J.L. Serrano, L. Daza – CIEMAT, ICP-CSIC	
Producción de hidrógeno por borohidruros sobre catalizadores soportados	241
C.M. Rangel, V.R. Fernandes, R.A. Silva – INETI (Portugal)	
Producción de hidrógeno mediante descomposición térmica catalítica de metano sobre catalizadores de Ni y Ni-Cu	245
Y. Echegoyen, I. Suelves, M.J. Lázaro, R. Moliner, J.M. Palacios – ICB-CSIC, ICP-CSIC	

pag.

Producción de hidrógeno por reformado de etanol a temperatura moderada con catalizadores de níquel y cobalto	249
J.A. Torres, J. Llorca, A. Casanovas, M. Domínguez, D. Montané – Univ.Rovira, Univ. Pol. Cataluña	
Producción de hidrógeno mediante reformado de bioetanol con catalizadores Ni-La-Zr	253
J. Bussi, N. Bespalko, R. Faccio, M. Benito, R. Padilla, L. Daza – DETEMA (Uruguay), ICP-CSIC	
Catalizadores para oxidación selectiva de CO en un corriente rica en H₂	257
R. Padilla, M. Benito, L. Rodríguez, L. Daza – ICP-CSIC	
Estudio del efecto de la fase activa en catalizadores soportados sobre óxido de zirconio para el reformado de bioetanol	261
M. Benito, R. Padilla, J.L. Sanz, L.Daza – ICP-CSIC	
Desarrollo de un catalizador para producción de hidrógeno por reformado de biogás para su utilización en pilas de combustible.....	265
M. Benito, S. García-Rodríguez, P. Ferreira-Aparicio, L. García Serrano, L.Daza – ICP-CSIC	

Sesión IV

Regeneración de catalizadores carbonosos para la descomposición térmica catalítica de metano	271
J.L. Pinilla, I. Suelves, R. Utrilla, M.J. Lázaro, R. Moliner – ICB-CSIC	
Procesos catalíticos durante la oxidación de CO en corrientes ricas en H₂ sobre catalizadores basados en combinaciones de óxidos de cobre y cerio	275
D. Gamarra, A. Hornés, Zs. Koppány, Z. Schay, J. Soria, A. Martínez-Arias – ICP-CSIC, Hungarian Academy of Sciences (Hungría)	
Hidrogenación de librerías de magnesio-aluminio obtenidas mediante síntesis combinatoria de capas delgadas crecidas por evaporación	279
R. Doménech, G. García, F. Pi, J. Santiso, J. Rodríguez-Viejo – Univ. Autónoma Barcelona, ICMB-CSIC	
Análisis de la eficiencia y operación de un procesador de bioetanol para la producción de hidrógeno	283
M. Benito, R. Padilla, J.L. Sanz, L. Daza – ICP-CSIC	
Producción de hidrógeno a partir de la fermentación de biorresiduos	287
M.J. Cuetos, X. Gómez, A. Escapa, A. Morán – IRENA, Univ. León	

Sistemas

Sesión VI

Control de la respuesta dinámica de la tensión generada y del suministro de aire en sistemas basados en pilas de combustible PEM	293
D. Feroldi, M. Serra, J. Riera – Institut de Robòtica i Informàtica Industrial Univ. Pol. Cataluña-CSIC	
Planta piloto de integración de energía renovable e hidrógeno.....	297
P. M. Mayorga Rubio, M. García Pellicera, P.S. González Moreno – ITE Valencia	
GELSHI: Un sistema híbrido de generación de energía	301
T. González-Ayuso, J.L. Serrano, M.A. Folgado, J.L. Ortiz, L. Daza – CIEMAT, ICP-CSIC	
Diseño, desarrollo y construcción de un vehículo con pila de combustible alimentado con hidrógeno	305
M.B. Gutiérrez García-Arias, E. López González, F. Isorna Llerena, Felipe Rosa Iglesias – INTA	

pag.

Evaluación de automóviles con combustibles alternativos mediante técnicas multicriterio	309
J.J. Brey, A. Castro, I. Contreras, A.F. Carazo, A.G. Hernández-Díaz, R. Brey – Hynergreen Technologies, Univ. Pablo de Olavide	
Gestor de sistema de pilas de combustible	313
A.Vega Leal, R. Palomo, M. Reyes, C. García, C. Rodríguez, J.J. Brey – Univ. Sevilla, Hynergreen Technologies	
Estrategias de control para sistemas de pilas de combustible	317
C. García, J.J. Brey, J.M. Andújar – Hynergreen Technologies, Univ. Huelva	

Sesión VIII

Vehículo eléctrico aeroportuario impulsado por pila de combustible Iberia-Besel-UC3M	323
P. Fontela Martínez, J. Mielgo Carbajo, J.F. Sierra Arévalo – BESEL	
Diseño de un sistema de control para un sistema portátil de pila de combustible	327
C. García, J.J. Brey, A.Vega-Leal, R. Palomo – Hynergreen Technologies, Univ. Sevilla	
Proyecto PILEREN: Demostración de una aplicación de pila de combustible en el sector residencial	331
D. Sopeña, Y. Briceño, A. Melgar – CIDAUT	
Dimensionamiento óptimo de sistemas de producción y suministro de energía para el sistema propulsor de automóviles no contaminantes.....	333
F. Cebrián Alcaine, E. Larrodé Pellicer – Univ. Zaragoza	
Herramienta de optimización de sistemas híbridos con energías renovables y pila de combustible	337
R. Dufo López, J.L. Bernal Agustín, L. Correas Usón, I. Aso Aguarta – Univ. Zaragoza, Fundación Nuevas Tecnologías del Hidrógeno en Aragón.	
Producción de energía eléctrica a partir de la depuración de aguas residuales: celdas de combustible microbiológicas	341
M.A. Rodrigo, P. Cañizares, J. Lobato, R. Paz, C. Sáez, J.J. Linares, A. Sánchez-Pérez – Univ. Castilla-La Mancha	

General

Sesión VI

Programa ENERCAM-CM: Pilas de combustible y conversión de energía	347
L. Daza, A. Fuerte, R.X. Valenzuela, P. Ferreira Aparicio, M. Benito, A. Martínez-Arias, F. Fabero, M. Lambea – CIEMAT, ICP-CSIC, Univ. Pol. Madrid	
Plan de actuación coordinado en tecnologías del hidrógeno y pilas de combustible (PACH2)	351
J. M. Bielza de Ory, J.A. Cabrera Jiménez, M.J. Cuesta Santianes, J.M. García Camús, S. Romo Urroz, M. Sánchez Álvarez – CIEMAT, CINTTEC, CSIC, INTA	
MES-DEA FC technology	355
G. Picciotti, R. Bianchi – Mes-Dea (Suiza)	
Normalización de ensayos de pilas de combustible	359
F. Isorna, R. Rengel, M. Gutiérrez, L. Vargas, E. López, F. Rosa – INTA	
Actividades del comité técnico TC105 sobre normalización de pilas de combustible	363
A.M. Chaparro, L. Daza – CIEMAT, ICP-CSIC	

Sesión IX

Estudio de prospectiva en hidrógeno y pilas de combustible	369
J.A. Cabrera, M. Pérez, G. Azcárate – CIEMAT, INASMET-TECNALIA	
Estudio de la viabilidad de la economía del hidrógeno en España bajo incertidumbre	373
J.J. Brey, A. Castro, A.G. Hernández-Díaz, R. Brey, I. Contreras, A.F. Carazo – Hynergreen Technologies, Univ. Pablo de Olavide	
Búsqueda de oportunidades de mercado para PYMES en el ámbito del hidrógeno y las pilas de combustible. Vigilancia y transferencia tecnológicas	377
A. Laguna, M. Arilla – Ve a Qualitas	
Nuevos desarrollos de pilas de combustible PEM, balances de planta y sus aplicaciones	379
P. Sánchez Díaz – AJUSA	
Proyecto EPICO: desarrollo en España de pilas de combustible	385
I. Cantero, P. Sánchez, A. Castro, F. Isorna, O. Miguel – CEGASA, AJUSA, Hynergreen Technologies, INTA, CIDETEC	
El proyecto “HÉRCULES” transferencia de tecnología en generación de H₂ y pilas de combustible	387
F. J. Macías – Agencia Andaluza de la Energía	
Proyecto HÉRCULES: contribuyendo al desarrollo de la infraestructura del hidrógeno	389
M.M Arxer, L.E. Martínez Calleja – Carburos Metálicos	

Sesión X

HYCHAIN MINI-TRANS	395
J.de Blas – BESEL	
Uso de biogás de diferente procedencia en pilas SOFC: primer proyecto piloto con pruebas en campo.....	399
S. Trogisch, J. Plans, M. Díaz, J. Hoffmann, J. Álvarez – Protecma Energía y Medio Ambiente, HERA, Biogas Fuel Cell, SIEMENS Westinghouse (Alemania), SOGAMA	
Experiencias de la aplicación en campo de la pila de combustible PureCell 200.....	403
A. Sanz-Izquierdo – Carrier España, UTC	
A new cogeneration system producing 30 kW of electrical energy, using PEM fuel cells and a fuel processor for natural gas, in the integrated unit “SIDERA 30”	407
S. Palombi, V. Recchi – ICI Caldaie (Italia)	
“Ecobarrio” San Francisco Javier y Nuestra Sra. De Los Ángeles, Puente De Vallecas, Madrid	411
J. Díaz-Díaz – EMVS	

***El contenido completo del
Libro sólo está disponible
para los Socios de APPICE***