



Hidrofobización de contactos rejilla para pilas de combustible PEMFC “air breathing”

*Julio J. Conde, M. Antonia Folgado, Paloma Ferreira Aparicio,
Antonio M. Chaparro*

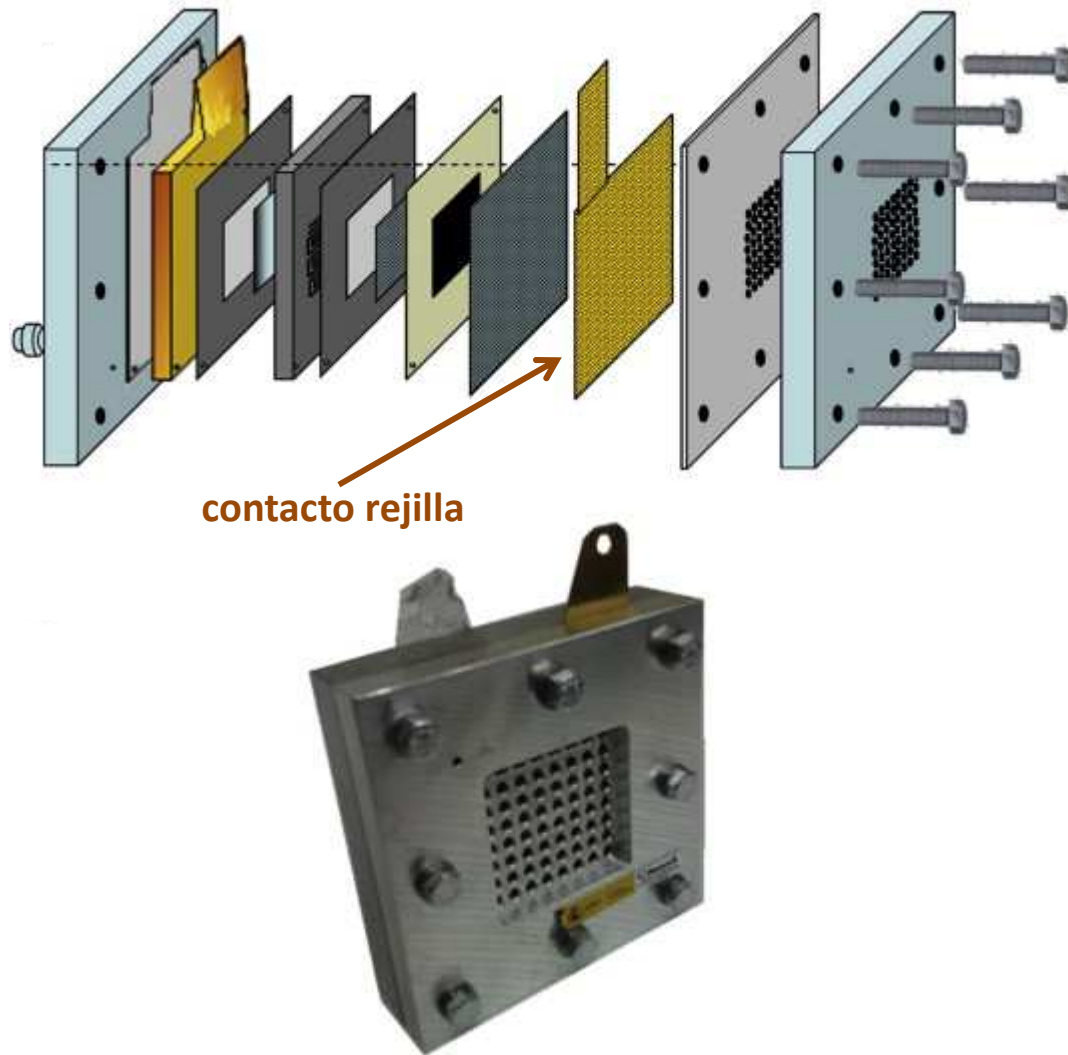
*Departamento de energía, CIEMAT
Av. Complutense 40, 28040 Madrid, Spain*

Torremolinos (Málaga), Abril 2016

ÍNDICE

- **Introducción:**
 - Contactos rejilla en pila PEMFC “air breathing”
 - Hidrofobización de contactos rejilla
- **Experimental**
 - Rejillas
 - Electropulverización
- **Resultados**
 - Películas hidrófobas
 - Recubrimientos de rejillas
 - Tratamiento térmico
 - Medidas electroquímicas
- **Conclusiones**

INTRODUCCIÓN – CONTACTOS REJILLA



- En las pilas *air-breathing*, el oxígeno del cátodo se recoge del ambiente utilizando métodos activos o pasivos.
- Para permitir la eliminación de agua y la difusión de oxígeno, se han utilizado contactos rejilla como colectores catódicos de corriente.
- Un colector de corriente en una pila *air-breathing* debe poseer las siguientes propiedades:
 - Buen conductor electrónico
 - Químicamente estable
 - Permitir una buena difusión de oxígeno y agua a su través

INTRODUCCIÓN - HIDROFOBIZACIÓN

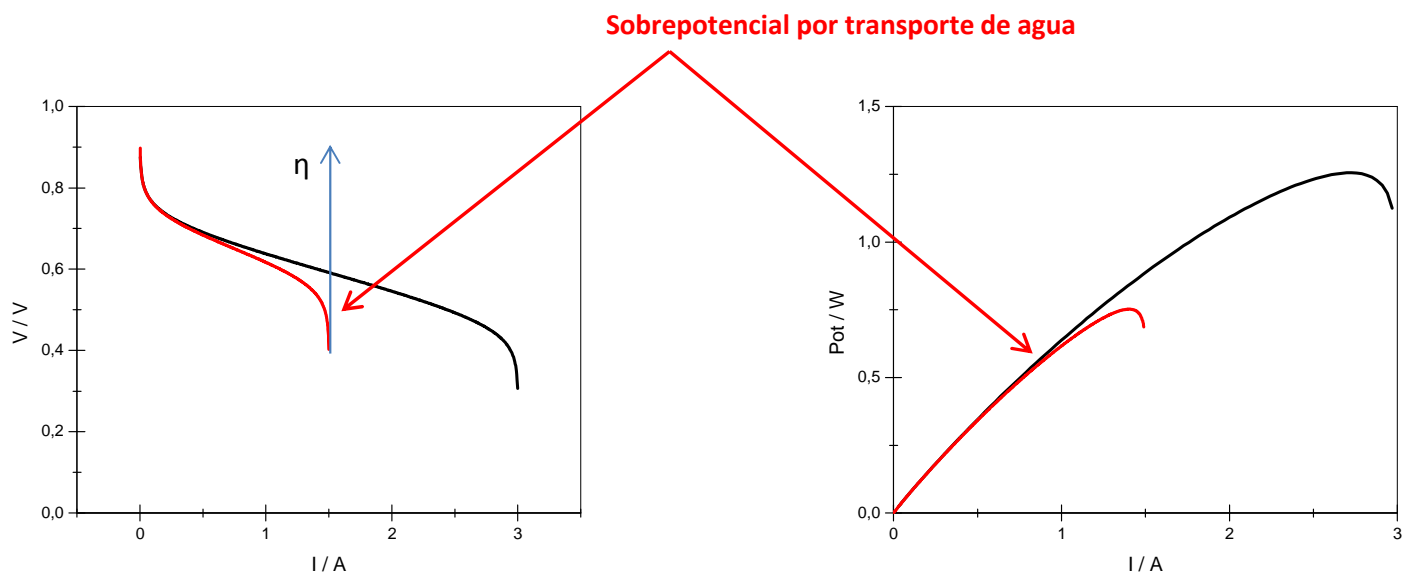
La eliminación del agua en pilas *air-breathing* es un factor crítico para lograr una operación adecuada



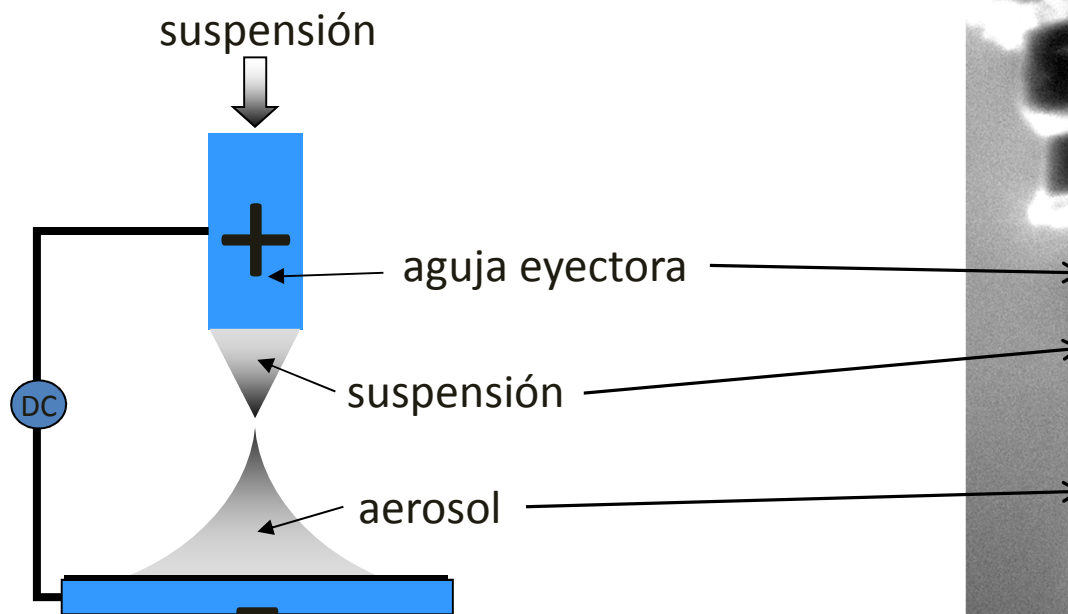
El agua producida ocluye el acceso de oxígeno a la capa catalítica, dando lugar a un aumento del sobrepotencial por transporte



La hidrofobización del contacto rejilla en el cátodo puede facilitar la eliminación del agua producida por la pila

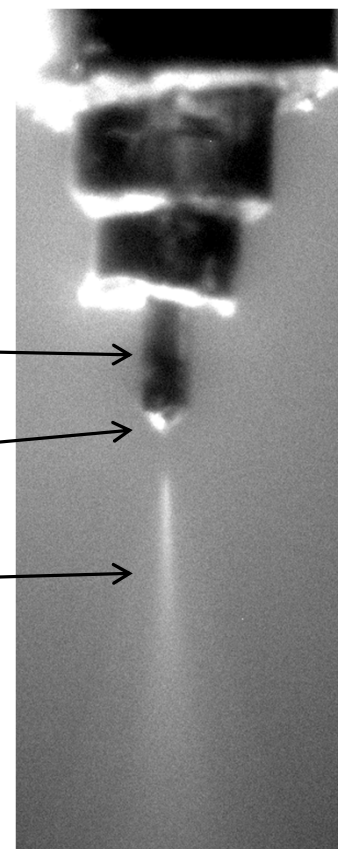


EXPERIMENTAL – ELECTROPULVERIZACION



Párametros electropulverización

Tintas	Vulcan + aglomerante / Isopropanol
Potencial DC	7000 - 12000 kV
Distancia aguja - sustrato	2,5 - 4,0 cm
Diámetro capilar	150 μm
Presión N ₂	0,1 - 0,2 bar
Temperatura sustrato	25 - 50 °C



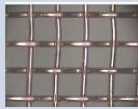
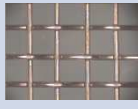






EXPERIMENTAL – CONTACTOS REJILLA

El estudio en marcha engloba diferentes tipos de contactos rejilla:

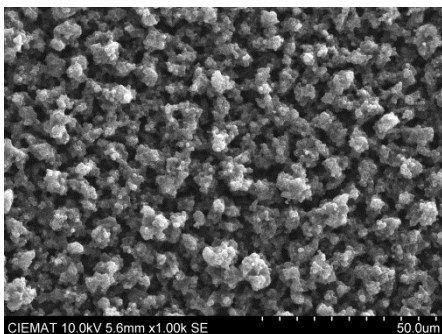
- **Material:**
 - Níquel, Nickelply
 - Acero
- **Tamaño de malla**
- **Tamaño de hilo**
- **Conformación**
 - Trenzada
 - *Cold bonded*
 - Metal expandido

Los tipos de rejillas estudiados hasta el momento se presentan en la tabla

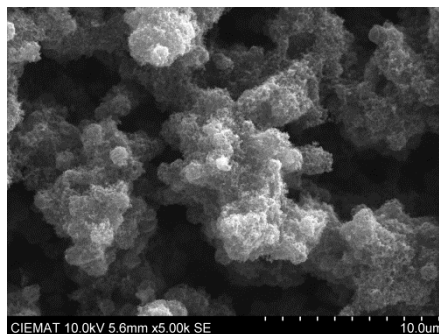
	Características	Fotografía
1	Malla 40x40 hilos por pulgada) Hilo .005x.005 pulgadas Material: nickel Remarks double cold bonded	
2	Mesh 30x30 Wire .006x.006 Material: nickel Remarks cold bonded	
3	Mesh 40x40 Wire .006x.006 Material: 20% nickelply Remarks as woven	
4	Mesh 40x40 Wire .005x.005 Material: nickel Remarks as woven	
5	Mesh 20x20 Wire .007x.007 Material: nickel Remarks as woven	
6	Mesh 20x20 Wire .007x.007 Material: nickel Remarks cold bonded	
7	Mesh 20x20 Wire .007x.007 Material: 12% nickelply Remarks as woven	
8	Mesh 20x20 Wire .007x.007 Material: 12% nickelply Remarks cold bonded	

RESULTADOS – PELÍCULAS HIDRÓFOBAS

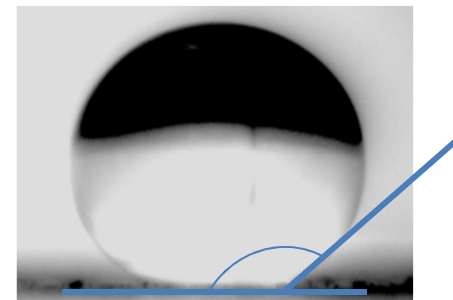
ELECTROPULVERIZACIÓN



SEM x 1000 aumentos

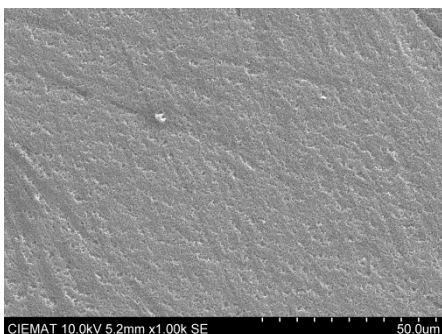


SEM x 5000 aumentos

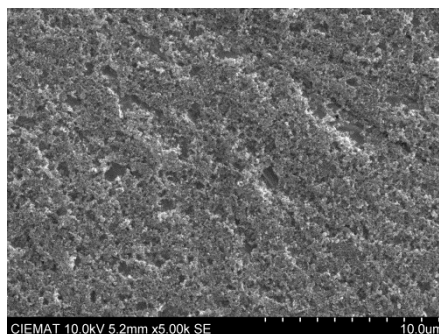


$$\theta = 155^\circ$$

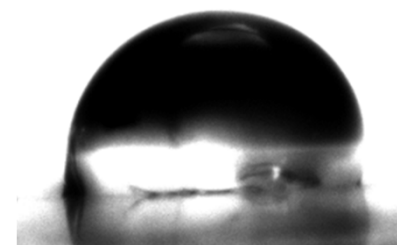
IMPREGNACIÓN



SEM x 1000 aumentos



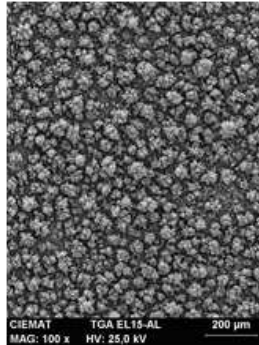
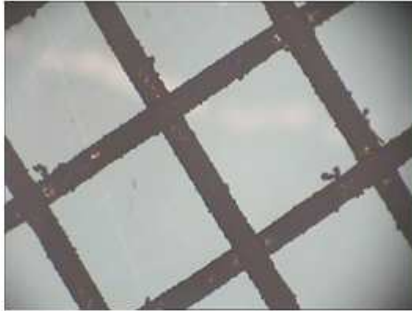
SEM x 5000 aumentos



$$\theta \approx 90^\circ$$

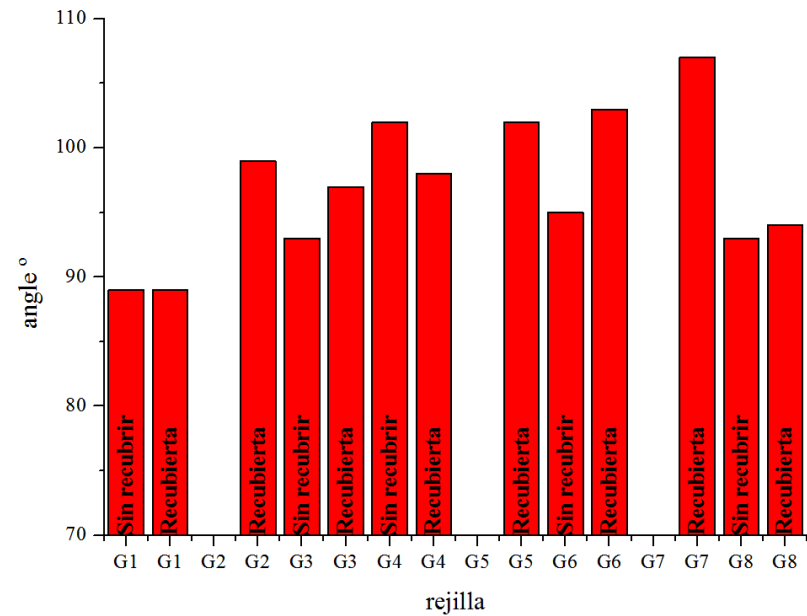
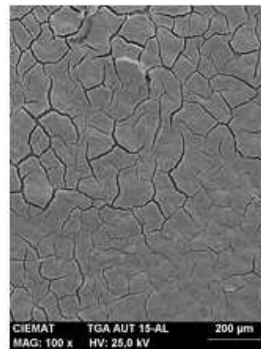
RESULTADOS – RECUBRIMIENTO DE REJILLAS

ELECTROPULVERIZACIÓN



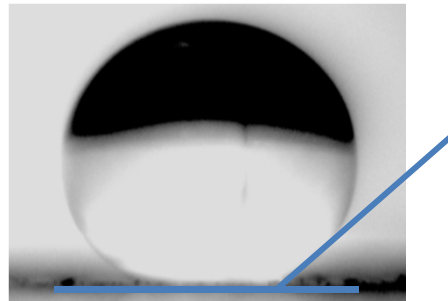
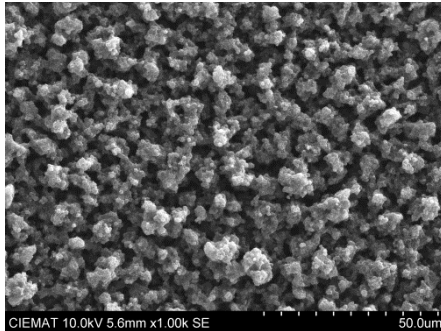
- El recubrimiento con electropulverización conforma al sustrato metálico
- Se han realizado estudios preliminares de hidrofobicidad en rejillas recubiertas

IMPREGNACIÓN



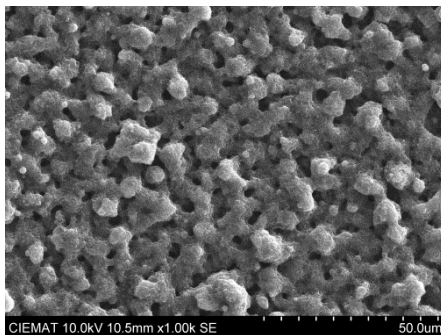
RESULTADOS – TRATAMIENTO TÉRMICO

SIN TRATAR



$$\theta = 154^\circ$$

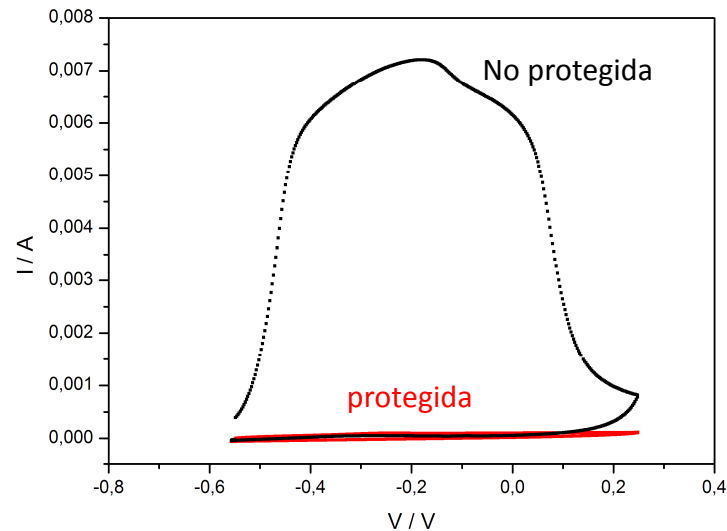
300 °C



$$\theta = 75^\circ$$

- Al ensayar el reconformado de la película por tratamiento térmico se observa un gran cambio en la morfología acompañado de una gran pérdida de la hidrofobicidad de la película
- La hidrofobicidad de los recubrimientos podría estar generada por la morfología

RESULTADOS – MEDIDAS ELECTROQUÍMICAS



- Los procesos de corrosión del níquel en medio ácido se eliminan gracias al recubrimiento.
- La intensidad de corriente de la rejilla recubierta se debe a la carga de la doble capa.
- Se observa que la hidrofobicidad del recubrimiento apenas permite al electrolito contactar con la rejilla, por lo que proporciona una protección adicional contra la corrosión.

CONCLUSIONES

- Se ha llevado a cabo un estudio de hidrofobización de contactos rejilla para pilas de combustible “air breathing”
- Los recubrimientos de negro de carbón llevados a cabo por electropulverización tienen buena adherencia son continuos y conforman el sustrato
- Recubrimientos con negro de carbón dan lugar a una hidrofobización de superficies metálicas de carácter “superhidrófobo” ($\theta > 150^\circ$).
- Rejillas recubiertas de negro de carbón por electropulverización muestran un carácter “superhidrófobo”, que protege completamente el contacto entre el metal y el líquido electrolito, y que perdura tras procesos acelerados de degradación.
- Las rejillas recubiertas serán probadas como colectores de corriente en pilas de combustible de tipo “air breathing”.



Hidrofobización de contactos rejilla para pilas de combustible PEMFC “air breathing”

*Julio J. Conde, M. Antonia Folgado, Paloma Ferreira Aparicio,
Antonio M. Chaparro*

*Departamento de energía, CIEMAT
Av. Complutense 40, 28040 Madrid, Spain*

Torremolinos (Málaga), Abril 2016