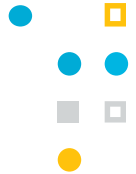


# Hidrógeno, aportes de INTI

Graciela Abuin | 25 de noviembre 2021



### 2003-2004

- ✓ El Centro de Energía de INTI, dirigido por Mario Ogara, consciente de la importancia del tema, designa a Alberto Berset para realizar una **vigilancia tecnológica**, quien ingresa al **Comité ISO TC 197 IRAM** sobre Tecnologías del hidrógeno, cuyo alcance es la normalización en el campo de los sistemas y dispositivos para la producción, almacenamiento, transporte, medición y uso del hidrógeno.
- ✓ Graciela Abuin comienza su **tesis de doctorado** en UNSAM, en Celdas de Combustible, dirigida por Horacio Corti.

### 2007

- ✓ **Seminario de Generación Distribuida de Energías Renovables (ER) – Panel Hidrógeno y Celdas de Combustible.**
- ✓ A instancias de Enrique Martínez, se abren líneas de trabajo en el marco de un **Programa ER**, con hidrogeno como una de estas líneas. **Proyecto de desarrollo de electrodos**, financiado por INTI.

### Panel Hidrógeno y Celdas de Combustible

Berset, Alberto (INTI - Energía)  
Biscotti, Mauricio (COOP. ELÉCTRICA CHACABUCO)  
Fasoli, Héctor y Franco, Juan (CITEFA)  
Kisielnicki, Ricardo (SIECO S.A.)  
Laborde, Miguel (UBA - Fac. de Ingeniería)  
Louge, Carlos (MOV. ARG. DE PROD. ORGÁNICA)  
Medina, Alberto (TC197 IRAM-ISO - UNLZ)  
Orbaiz, Pedro (ITBA)  
Quispe, Ruben (CORP. MERCADO CENTRAL DE B.A.)  
Reyes, Carlos Héctor (COASIN)  
Rocchi, Pablo (INTI - RAFAELA)  
Rodríguez, Ramiro (UNIV. EMPRES. SIGLO XXI)  
Moderadora: G. Abuin

Se coincidió en señalar la **falta de una política nacional de desarrollo de tecnologías y aplicaciones en el área de las ER**, y la necesidad de impulsarla, habida cuenta de la **considerable y variada disponibilidad de recursos energéticos** de este tipo con que cuenta nuestro país.

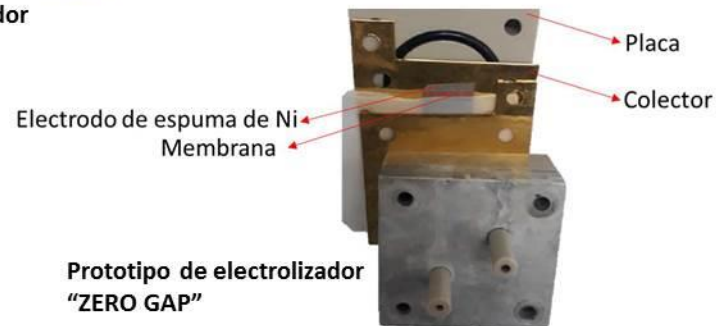
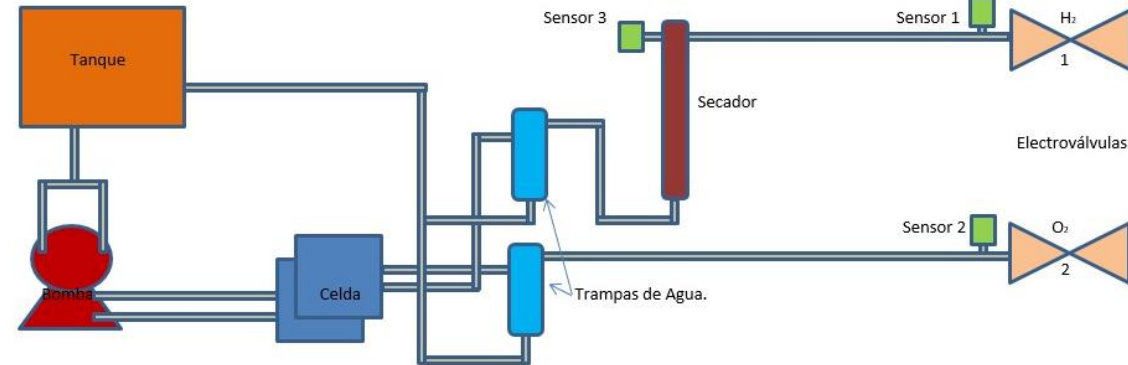
- ✓ **Desarrollo Tecnológico.** Materiales, componentes y dispositivos de producción de  $H_2$  por electrólisis. Membranas conductoras de iones utilizadas en celdas de combustible y electrolizadores. Electrocatalizadores de la reacción de evolución de  $H_2$ . Prototipos de electrolizadores.
- ✓ **Formación de RRHH.** Ejecución y dirección de tesis de doctorado y post doc, formación de técnicos y profesionales.
- ✓ **Vínculos nacionales.** Comité ISO TC 197 IRAM, AAH, Planta Experimental de Pico Truncado, grupos del Sistema Científico Tecnológico dedicado a la temática de CNEA, CONICET, YTEC, UTN, CITEDEF, y Universidades Nacionales. Trabajos en cooperación.
- ✓ **Vínculos internacionales.** Universidad Autónoma de Madrid, Ontario Tech University, CINVESTAV (México), University of Chemistry and Technology of Prague, University of Surrey (UK), red CYTED. Proyectos financiados.
- ✓ **Asistencia técnica al Estado, sociedad, industrias y emprendedores.** Sistemas HHO para alimentación de motores de combustión interna, electrolizadores.

- ✓ **Escalado de un prototipo de electrolizador.** PIP ESMERALDA Hidrógeno verde por electrólisis Sustentable Mediante ER y Almacenamiento en baterías de Litio Dentro de Argentina. INTI, UNC.
- ✓ **Hoja de ruta para la certificación de origen de  $H_2$  verde y bajo en C.** PITES Estudios estratégicos para el desarrollo de la economía del  $H_2$  Argentina. YTEC, INTI, CONICET, CENADIF, ITBA, Universidades del Sur y de Río Negro.
- ✓ **Estudios técnico económicos sobre producción, demanda y normativa de  $H_2$ .** Convocatoria Secr. Asuntos Estratégicos. Red CNH2SUR coordinada por Planta Pico Truncado.
- ✓ **INTI, Mesa Estratégica de Hidrógeno.** Relevamiento de capacidades de INTI, en el territorio.

# DESARROLLO DE ELECTROLIZADORES ALCALINOS



**Prototipo de electrolizador  
alcalino HYDROEL-1**



**Prototipo de electrolizador  
"ZERO GAP"**

Hydroel 1	0.0018 Nm <sup>3</sup> /h H <sub>2</sub>	10 W
Escalado MOVE/ESMERALDA	0.018 Nm <sup>3</sup> /h H <sub>2</sub>	100 W
Objetivo	1 Nm <sup>3</sup> /h H <sub>2</sub>	5 kW



Instituto  
Nacional  
de Tecnología  
Industrial

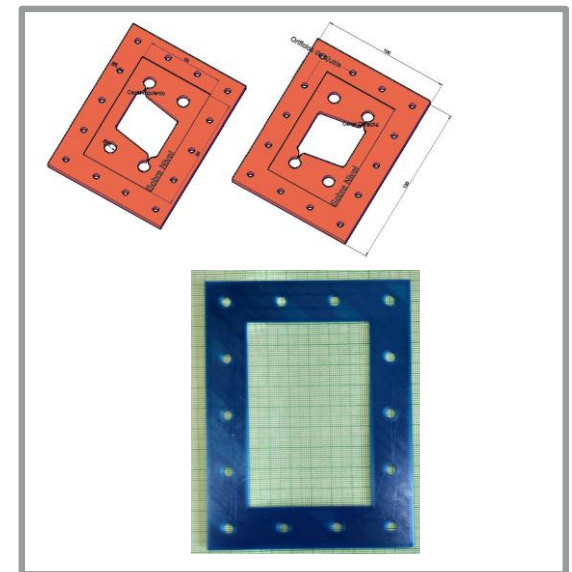
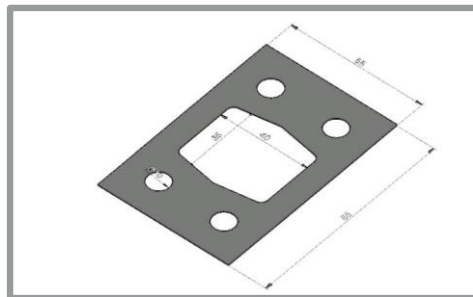
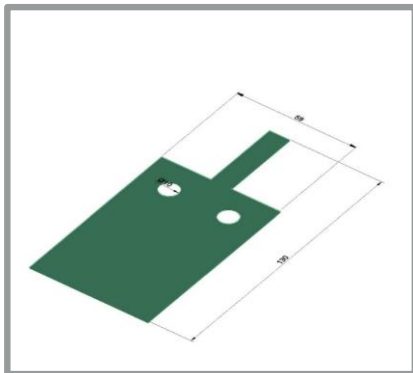
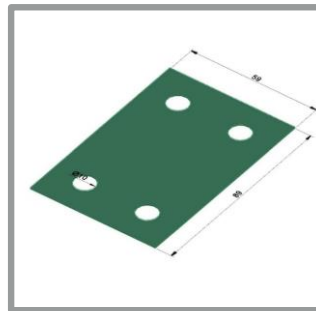
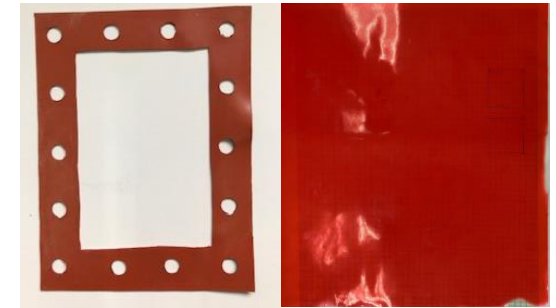
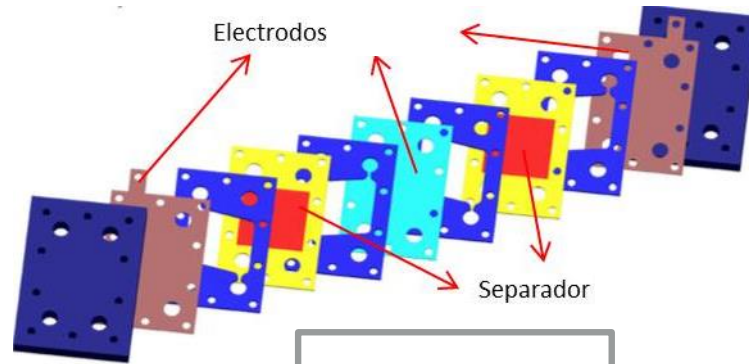
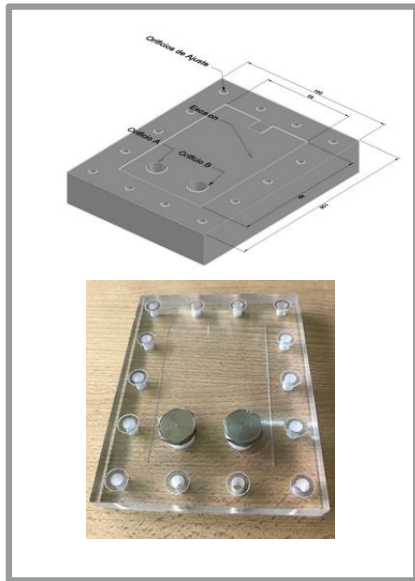
INTI

## ESCALADO DE ELECTROLIZADOR ALCALINO

*Motivación: desarrollo de una cadena de valor con contenido nacional*

*Escalado proyectado 1 kW, 5 kW*

*Dispositivos periféricos: compresión, almacenamiento, transporte, provisión*



# DESARROLLO DE MEMBRANAS POLIMÉRICAS CONDUCTORAS PROTÓNICAS Y ANIÓNICAS



Membranas  
PEM  
AEM

Conductividad iónica,  
Estabilidad (mecánica,  
térmica, química), Baja  
permeabilidad,  
Homogeneidad,  
Performance, Durabilidad,  
Escalabilidad, Costo

Sistemas Alcalinos,  
catalizadores de metales  
no nobles, polímeros de  
bajo costo

1

## NAFION (PEM)

G.C.Abuin, M.C.Fuertes, H.R.Corti. Substrate effect on the swelling and water sorption of Nafion membranes. *J. of Membr. Sci.* 428 (2013) 507.

2

## PBI-ABPBI H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> doped (PEM)

L. Diaz, H. Corti, et al., Spray-casting ABPBI membranes for high temperature PEM fuel cells, Patent INPI-ARG:180.100-013/2018.

Diaz L.A., Abuin G.C., Corti H.R. Acid-Doped ABPBI Membranes Prepared by Low-T casting: Proton Conductivity and Water Uptake Properties Compared with Other Polybenzimidazole-Based Membranes. *J. of the Electrochem. Soc.* 163, 6 (2016) 485.

Diaz L.A., Abuin G.C., Corti H.R. Methanol sorption and permeability in Nafion and acid-doped PBI and ABPBI membranes, *Journal of Membrane Science*, 411 - 412 (2012) 35 - 44.

L. Diaz, G. Abuin, H. Corti. Water and phosphoric acid uptake of poly [2,5-benzimidazole] (ABPBI) membranes prepared by low and high temperature casting. *J. Power Sources* 188 (2009) 45.

3

## Quaternized Polysulfone, PS-N(CH<sub>3</sub>)<sup>+</sup> (AEM)

G. Abuin, P. Nonjola, E. Franceschini, F. Izraelevitch, M. Mathe, H. Corti.

Characterization of an anionic-exchange membrane for direct methanol alkaline fuel cells. *International J. of Hydrogen Energy* 35 (2010) 5849.

G. Abuin, E. Franceschini, M. Mathe, H. Corti. A high selectivity quaternized polysulfone membrane for alkaline DM fuel cells, *J.P.Sources*, 279 (2015) 450.

4

## PBI-ABPBI linear and BZ crosslinked, KOH doped (AEM)

L. Diaz, H. Corti, K. Bouzek, G. Abuin et al. Alkali doped poly (2,5-benzimidazole) membrane for alkaline water electrolysis. *J. of Power Sources* 312 (2016) 128-136.

5

## PBI-ABPBI-PVA blend linear and crosslinked, KOH doped (AEM)

L. Diaz, R. Coppola, G. Abuin, P. Ocón et al. Alkali-doped PVA-Polybenzimidazole membranes for alkaline water electrolysis. *J. of Membrane Science* 535 (2017) 45.

6

## PBI-ABPBI PVBC crosslinked with DABCO (AEM)

R. Coppola, G. Abuin, P. Ocón, N. D'Accorso et al. Polybenzimidazole-crosslinked poly(vinylbenzyl chloride) as anion exchange membrane for alkaline electrolyzers, *Elsevier Renewable Energy* (2020) DOI: 10.1016/j.renene.2020.04.140.

7

## Patent in Progress: Electrospun fibers PBI/PVA (AEM)

R. Coppola, G. Abuin, F. Molinari (INTI), N. D'Accorso (UBA-FCEN).

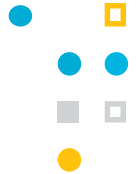
8

## Silico-phosphoric gel (High Temperature PEM)

G. Abuin, L. Trevani (UOIT Ontario), H. Corti (CNEA), Vaca Chávez, Y. Garro (UNC).

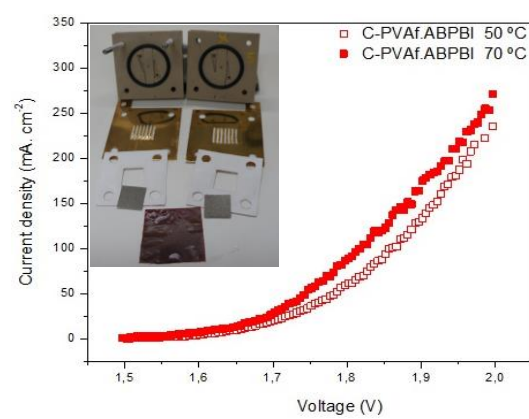
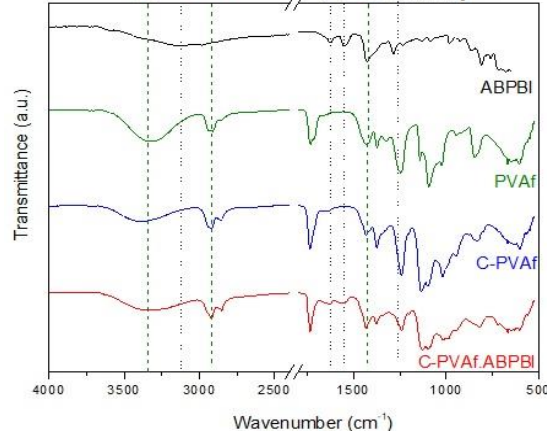
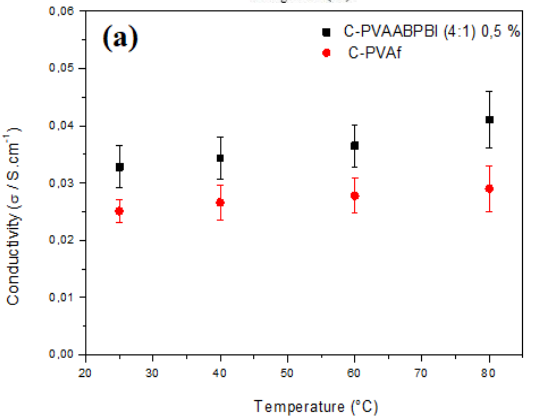
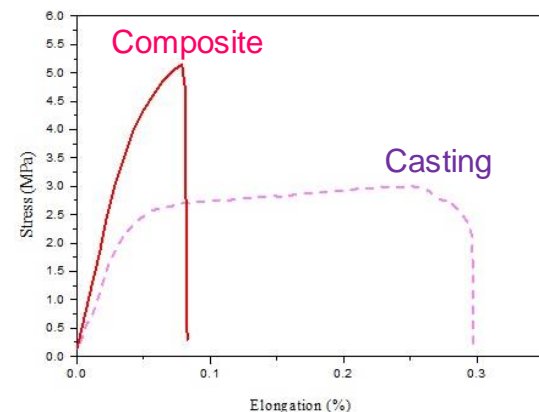
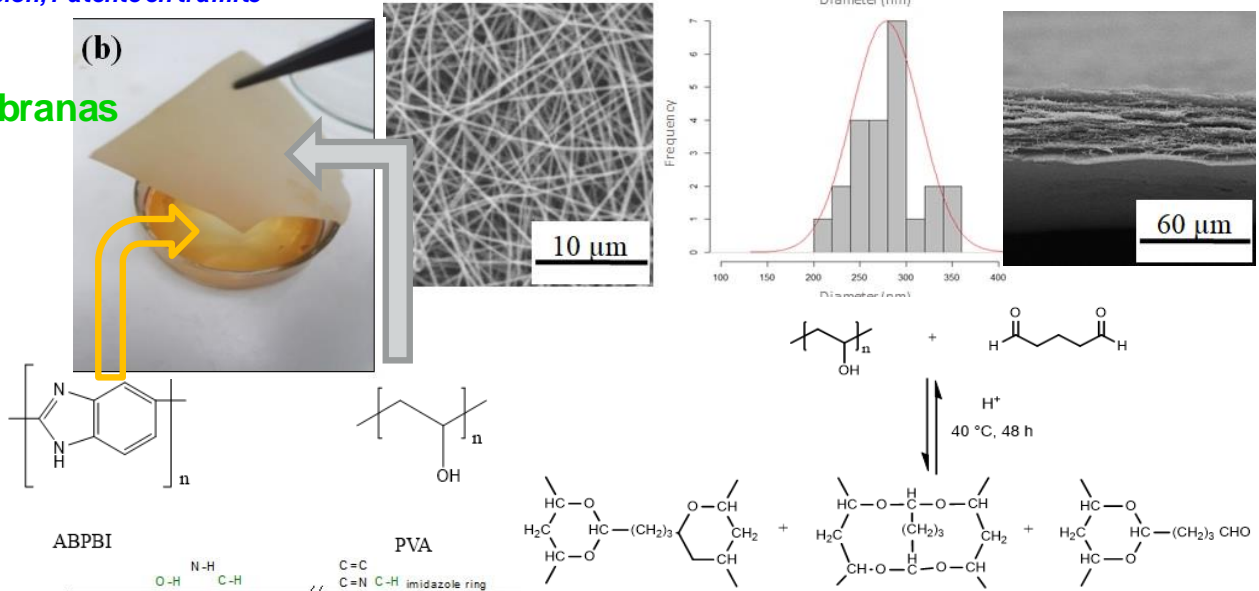


# DESARROLLO DE MEMBRANAS POLIMÉRICAS CONDUCTORAS PROTÓNICAS Y ANIÓNICAS



Roxana Coppola, Fabricio Molinari, N.D'Accorso, G.Abuin, Membrana conductora de aniones y su método de fabricación, Patente en trámite



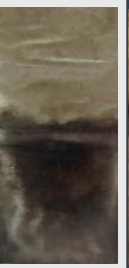

## Membranas

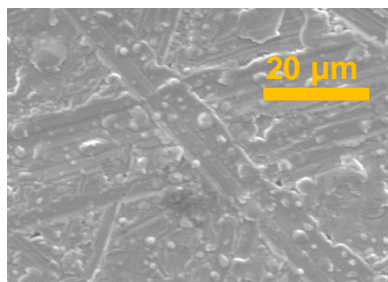
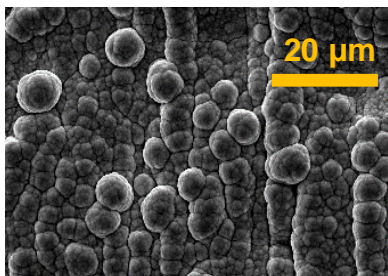


Membrana	VSR/%	TSR/%	LSR/%
ABPBI*	49 ± 2	13 ± 6	18 ± 3
C-PVaf	3 ± 1	1 ± 1	1.5 ± 0.5
C-PVaf·ABPBI	28 ± 9	17 ± 8	4 ± 1
C-PVA·ABPBI	84 ± 12	14 ± 8	27 ± 6

# DESARROLLO DE ELECTROCATALIZADORES DE LA REACCIÓN DE EVOLUCIÓN DE H<sub>2</sub> EN MEDIO ALCALINO

## Electrocatalizador de la reacción de evolución de H<sub>2</sub> en medio alcalino

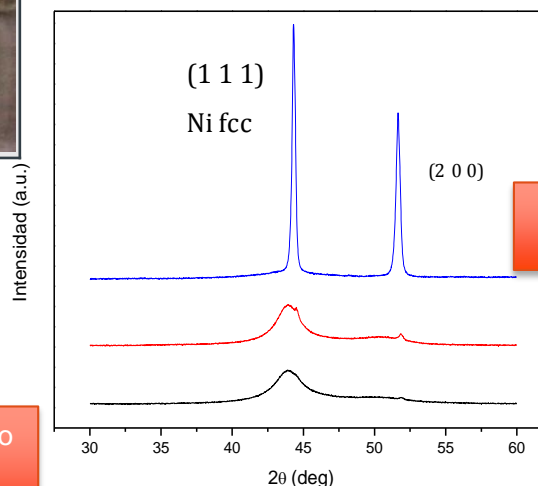
i, Ip/mA·cm <sup>-2</sup>	i 300	ip 200	ip 200	ip 280
tpp / ms	C.Cont.	tpp 350	tpp 3.5	tpp 3.5
Baño NF ip (corriente de pico) tpp (período de pulso) Ciclo útil (CU) 35%				



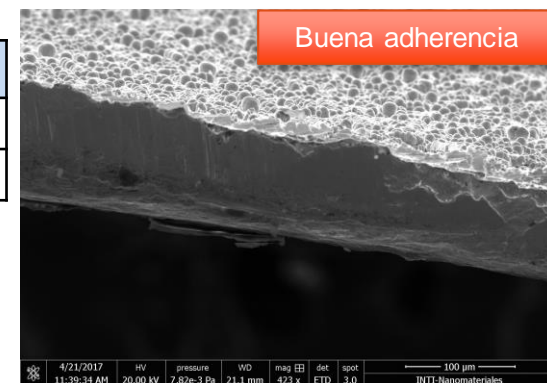
Mo 18 a 28 At.% rango amorfo = buenas propiedades catalíticas

Graciela Abuin, Roxana Coppola, Liliana Diaz, Ni-Mo alloy electrodeposited over Ni substrate for HER on water electrolysis, *Electrocatalysis* (2018) DOI: 10.1007/s12678-018-0490-2.

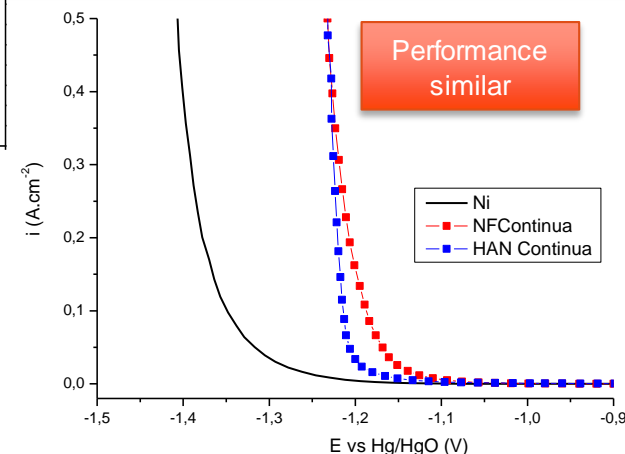
C. Continua		Ni:Mo	Cit:Ni
Baño NF	Ni 0.3 M	1.5:1	1:1
Baño Han	Ni 0.1 M	1:2	2:1



Condición	Mo At. %
NF Continua	22.0
Han Continua	23.9



Soluciones sólidas de estructura fcc rica en Ni. Fase α (Mo disuelto sustitucionalmente en Ni)



## Electrodeposición de metales



## Certificación de Origen de H<sub>2</sub> verde y bajo en carbono

<b>VERDE</b>	Generado por el proceso de electrólisis de agua con alimentación eléctrica proveniente de fuentes renovables. Emisiones GEI < 36,4 gCO <sub>2eq</sub> /MJ <sub>H<sub>2</sub></sub> .
<b>AZUL</b>	Caso particular del H <sub>2</sub> bajo en C, obtenido por reformado de gas natural, con técnicas de captura y almacenamiento de las emisiones GEI generadas en el proceso (Carbon Capture and Storage, CCS). GEI < 36.4 gCO <sub>2eq</sub> /MJ <sub>H<sub>2</sub></sub> ~ 4 gCO <sub>2eq</sub> /g <sub>H<sub>2</sub></sub>



**INTI** elaborará la *hoja de ruta* para delinear un esquema de **certificación de origen de hidrógeno verde y/o bajo en carbono** producido en Argentina, basada en esquemas internacionales.

Para ello se elaborará un Protocolo de Certificación correspondiente a un sistema tipo 6, que incluya la evaluación de la **fracción de energía renovable utilizada en el proceso de producción de hidrógeno verde**, y el **cálculo de las emisiones GEI generadas durante la producción de hidrógeno azul**, incluyendo el CO<sub>2</sub> generado como subproducto y gas de combustión y las fugas de metano del proceso completo, incluidas las etapas de captura y almacenaje de CO<sub>2</sub>.



**Proyecto:** Estudios estratégicos para el desarrollo de la economía del hidrógeno en la Argentina, Coordinador: YTEC

**Participantes:** YTEC, INTI, CONICET, CENADIF, ITBA, Universidades del Sur y de Río Negro

**MODELADO DE ELECTROLIZADORES.** Desarrollar un primer modelo dinámico 0D que permita predecir las respuestas temporales ante cambios de la operación de clústeres de electrolizadores para su acoplamiento en la red eléctrica. CONICET.

**CONVERSIÓN DE LOCOMOTORAS DIÉSEL A HIDRÓGENO.** Estudio de viabilidad técnico-económica. Analizar las diferentes tecnologías de conversión de locomotoras diésel-eléctricas para utilizar hidrógeno como combustible. CENADIF, ITBA.

**CERTIFICACIÓN DEL ORIGEN DEL HIDRÓGENO.** INTI.

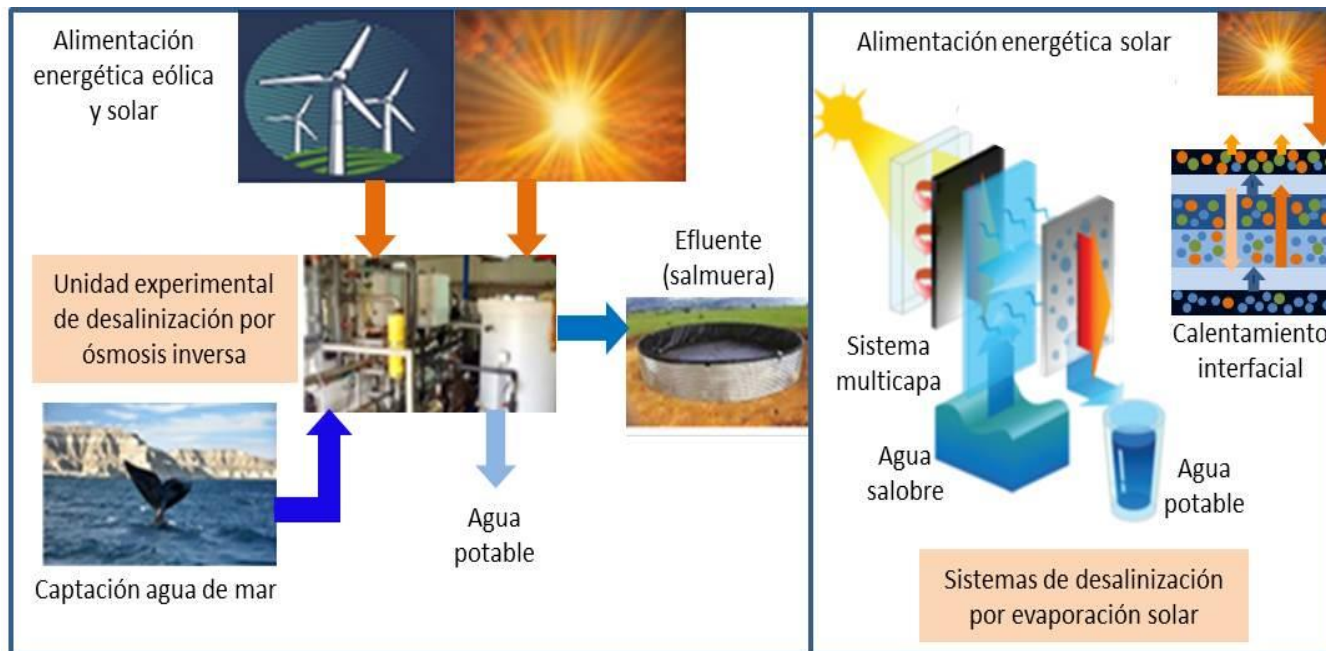
**ATLAS AR-CO<sub>2</sub>.** Desarrollar una primera versión de un atlas que indique el potencial de las formaciones geológicas del territorio argentino para el almacenamiento de CO<sub>2</sub>. UNIVERSIDAD DEL SUR, UNIVERSIDAD DE RÍO NEGRO.

## Desalinización de agua

**H<sub>2</sub> verde → 1 kg H<sub>2</sub> 10 kg de agua**

**Muchas zonas del país tienen actualmente situaciones de stress hídrico.**

**PITES** Desalinización de agua de mar alimentada por energía eólica y solar, con bajo impacto ambiental, para la provincia de Chubut. UTN, INTI, CONICET, CITEDEF, Universidades Nacionales, OntarioTech (Canadá) y RICE (Estados Unidos). .





Instituto  
Nacional  
de Tecnología  
Industrial

## INTI, Mesa Estratégica de Hidrógeno

### *Relevamiento de capacidades*

**Mendoza**, hidrógeno azul.

**Patagonia**,  
desarrollo de  
cadena de valor.

**Misiones**, hidrógeno verde.

**Santa Fe**, hidrógeno de  
biomasa, celdas de  
combustible de óxido sólidos.

**Parque  
Tecnológico  
Miguelite**,  
articulación de  
áreas, desarrollo  
de cadena de valor.

### *Convergencia de áreas:*

- Centros Regionales
- Desarrollo Tecnológico e Innovación
- Energía Renovable y Movilidad
- Metalmecánica
- Organismo de Certificación
- Desarrollo Sustentable
- Envases
- Metrología
- Seguridad
- Especificaciones, ensayos
- Vinculación con industrias



# MUCHAS GRACIAS

Si querés saber más del INTI  
te esperamos en

-  INTIArg
-  @INTIargentina
-  INTI
-  @intiargentina
-  canalinti

[www.inti.gob.ar](http://www.inti.gob.ar)  
[consulta@inti.gob.ar](mailto:consulta@inti.gob.ar)  
0800 444 4004

