



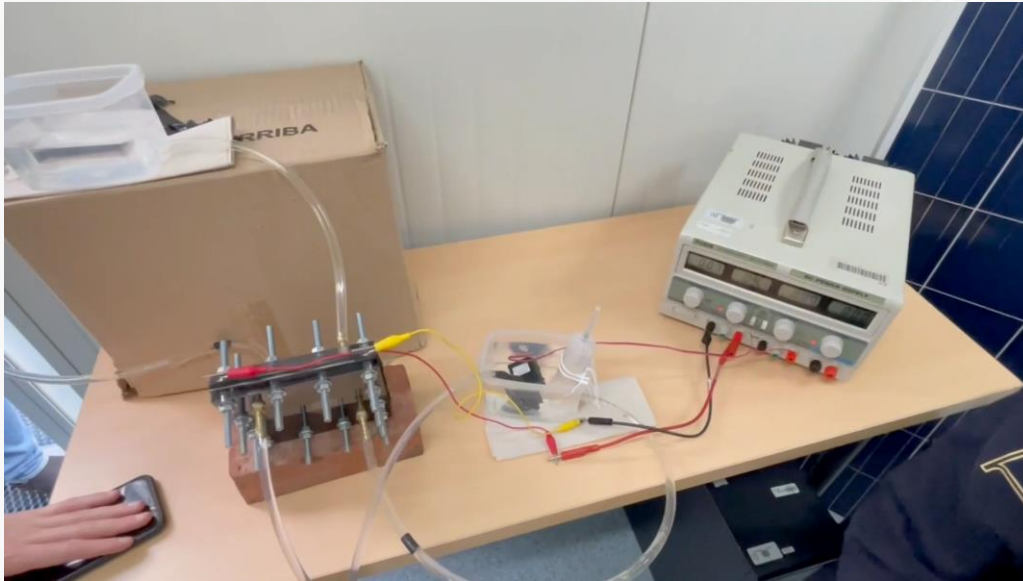
# Desarrollo de un sistema de medición y de control modular para la caracterización de dos electrolizadores PEM y alcalino



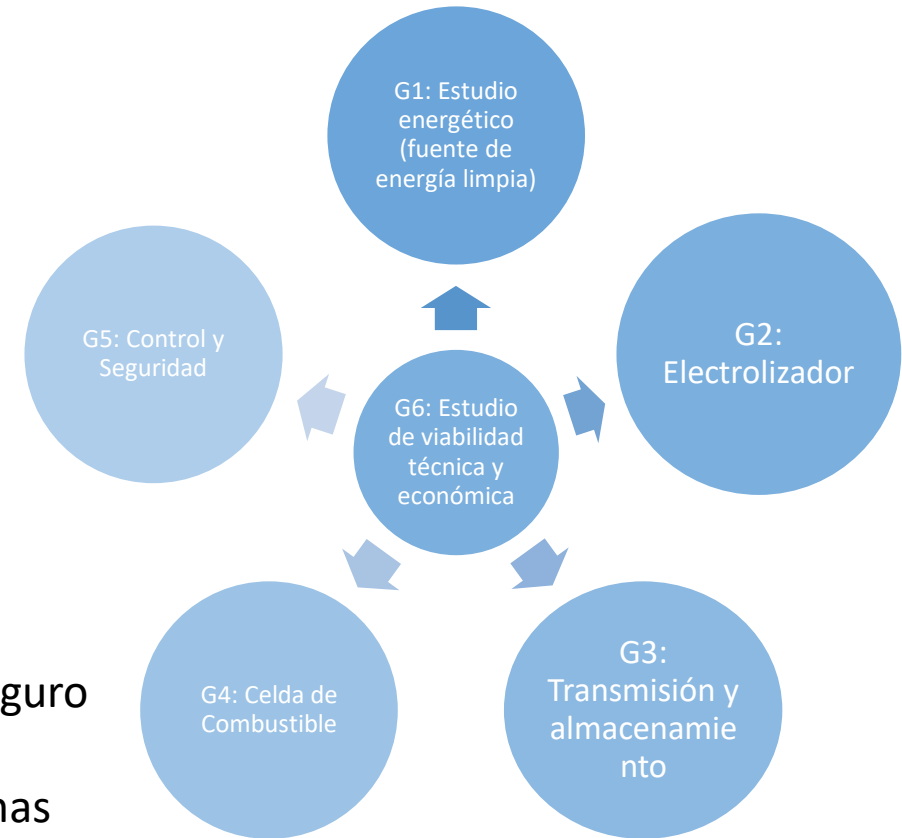
**Jorge Luis Montes Eljach**  
**Michael Bressan**

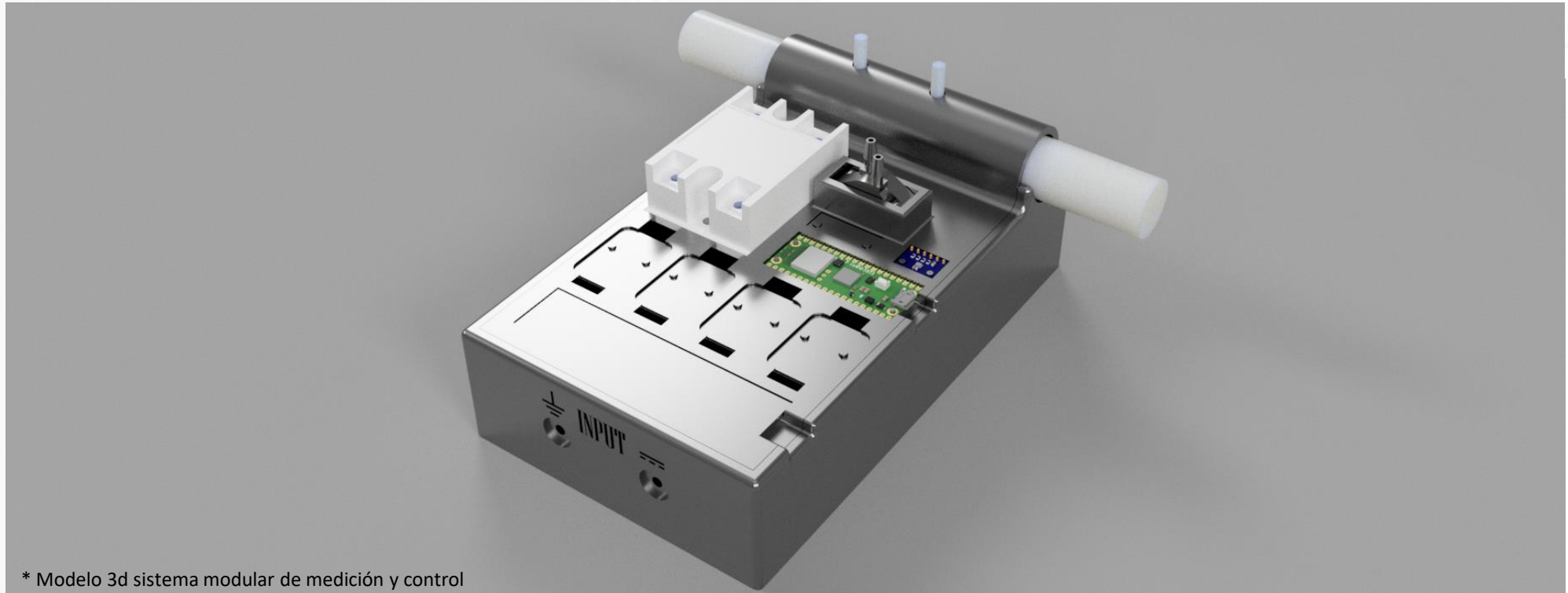
Departamento de Eléctrica y Electrónica  
Universidad De Los Andes  
H2Uniandes

- Contexto
- Objetivo general
- Pregunta central de investigación
- Objetivos específicos
- Sistema de monitoreo y control
- Resultados
- Conclusión y Trabajos Futuros



- Transición hacia economía energética limpia: hidrógeno verde en Colombia
- Construcción de plantas de electrolizadores
- Sistemas de medición y control eficientes para funcionamiento óptimo y seguro
- Supervisión del rendimiento, eficiencia energética y prevención de problemas
- Viabilidad a largo plazo de producción de hidrógeno verde

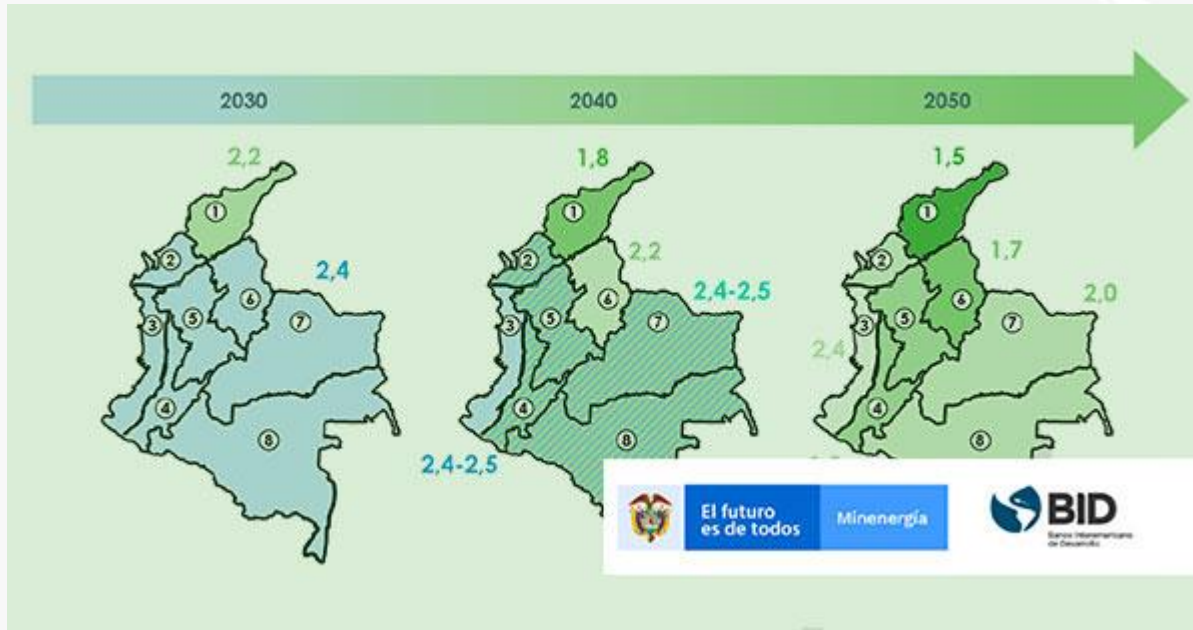




\* Modelo 3d sistema modular de medición y control

Desarrollar un sistema de medición y control modular para la caracterización de electrolizadores, con el fin de obtener mediciones precisas de los parámetros de operación y desempeño, implementar algoritmos de control para optimizar el funcionamiento y maximizar la producción de hidrógeno verde, contribuyendo así al desarrollo de una transición energética sostenible y responsable.

## ¿Cómo contribuye este proyecto al dominio de la investigación y por qué es importante?



- El hidrógeno verde es clave para descarbonizar la economía energética y necesita tecnologías seguras y eficientes para maximizar su potencial.
- El proyecto mejora la eficiencia energética, previene problemas de seguridad y optimiza el rendimiento.
- Los sistemas modulares permiten mayor flexibilidad y adaptabilidad en la producción de hidrógeno verde.
- Es importante para alcanzar las metas de descarbonización a nivel mundial con una producción eficiente y segura de hidrógeno verde.

\*[https://www.minenergia.gov.co/static/ruta-hidrogeno/src/document/Hoja%20Ruta%20Hidrogeno%20Colombia\\_2810.pdf](https://www.minenergia.gov.co/static/ruta-hidrogeno/src/document/Hoja%20Ruta%20Hidrogeno%20Colombia_2810.pdf)

¿Cómo se puede mejorar la eficiencia y la seguridad en la producción de hidrógeno verde a través de la implementación de sistemas modulares de medición y control en plantas de electrolizadores?

A partir de este objetivo, se plantea abordar cinco temas específicos en trabajos de investigación:

1. Diseño y desarrollo de un banco de pruebas modular que permita la integración de diversos sensores.
2. Caracterización e implementación de sensores requeridos para medir parámetros internos de los electrolizadores, tales como voltaje, corriente, temperatura y presión.
3. Caracterización e implementación de sensores necesarios para la medición de parámetros externos a los electrolizadores, como temperatura ambiente, presión atmosférica y humedad ambiental.
4. Caracterización e implementación de sensores para la medición de parámetros del gas generado por el electrolizador, incluyendo flujo, pureza, humedad, presión y temperatura.
5. Desarrollo e implementación de un sistema de control que permita optimizar el punto de operación de distintos electrolizadores y asegurar un funcionamiento seguro y confiable.



- Instrumentación de H2Uniandes
- **Objetivo:** Construir un sistema que permita monitorear en tiempo real las variables eléctricas, físicas y ambientales de un electrolizador con el fin de caracterizarlo y detectar fallas en el sistema.
- Resultados:

Sistema de monitoreo:

Parámetros Internos Electrolizador:

Temperatura Interna  
Presión Interna  
\*Corriente  
\*Voltaje

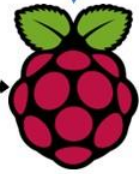
\*Servidor Web Para Monitoreo de  
parámetros y control del  
electrolizador

H2Uniandes Prototype Measurement Module

Nombre	Control	Retorno	Estado
Alcalina	On/Off	0	0
DSAD19	Voltage (V)	Current (mA)	Power (mW)
1	0.856	0.000	0.000
2	0.880	0.976	0.000
3	0.856	-1.973	0.000
4	0.340	0.000	0.000
Total	0.778	-2.927	0.000
Temperature (C)		Pressure (kPa)	
21.810		743.886	
Moving Average (AD91115)			
14111.000			

Parámetros Internos Gas producido:

Temperatura Gas  
Presión Gas  
Humedad Gas  
Pureza Gas  
\*Flujo Gas



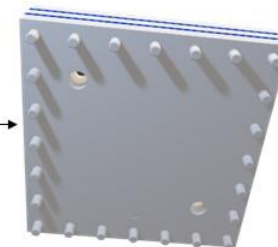
Parámetros Externos:

\*Temperatura Ambiental  
\*Presión Ambiental  
Humedad Ambiental

Sistema de Control:

\*Encendido/Apagado  
Limite de Voltaje/Corriente  
Sistema de refrigeración  
Sistema de seguridad

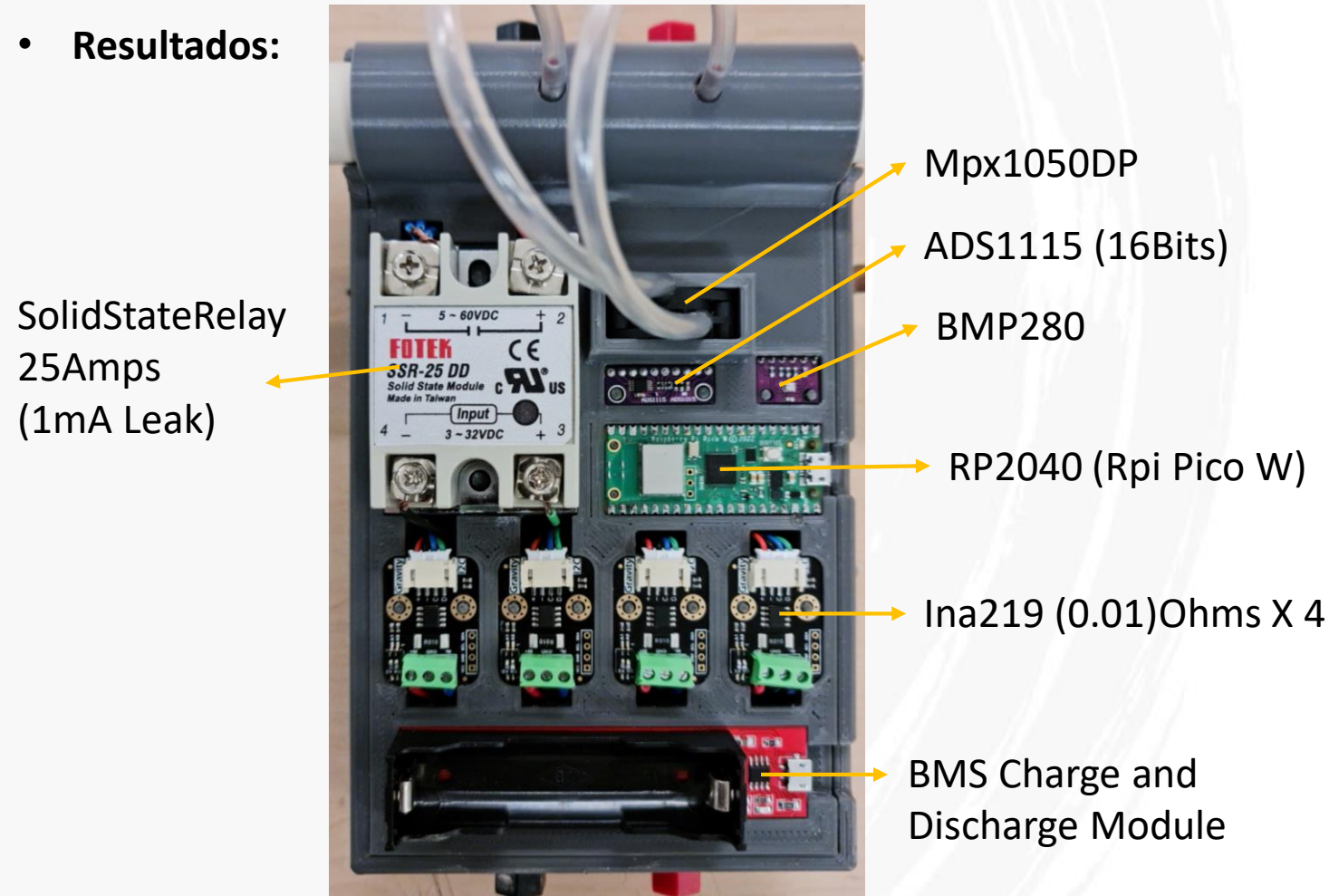
Electrolizador PEM





- **Desarrollo de electrónica de medición y control para sistemas de electrolizadores**
- **Objetivo:** Estudiar el comportamiento de electrolizadores según la corriente y voltaje de entrada con respecto a la producción y otros factores para encontrar su punto de operación óptimo.

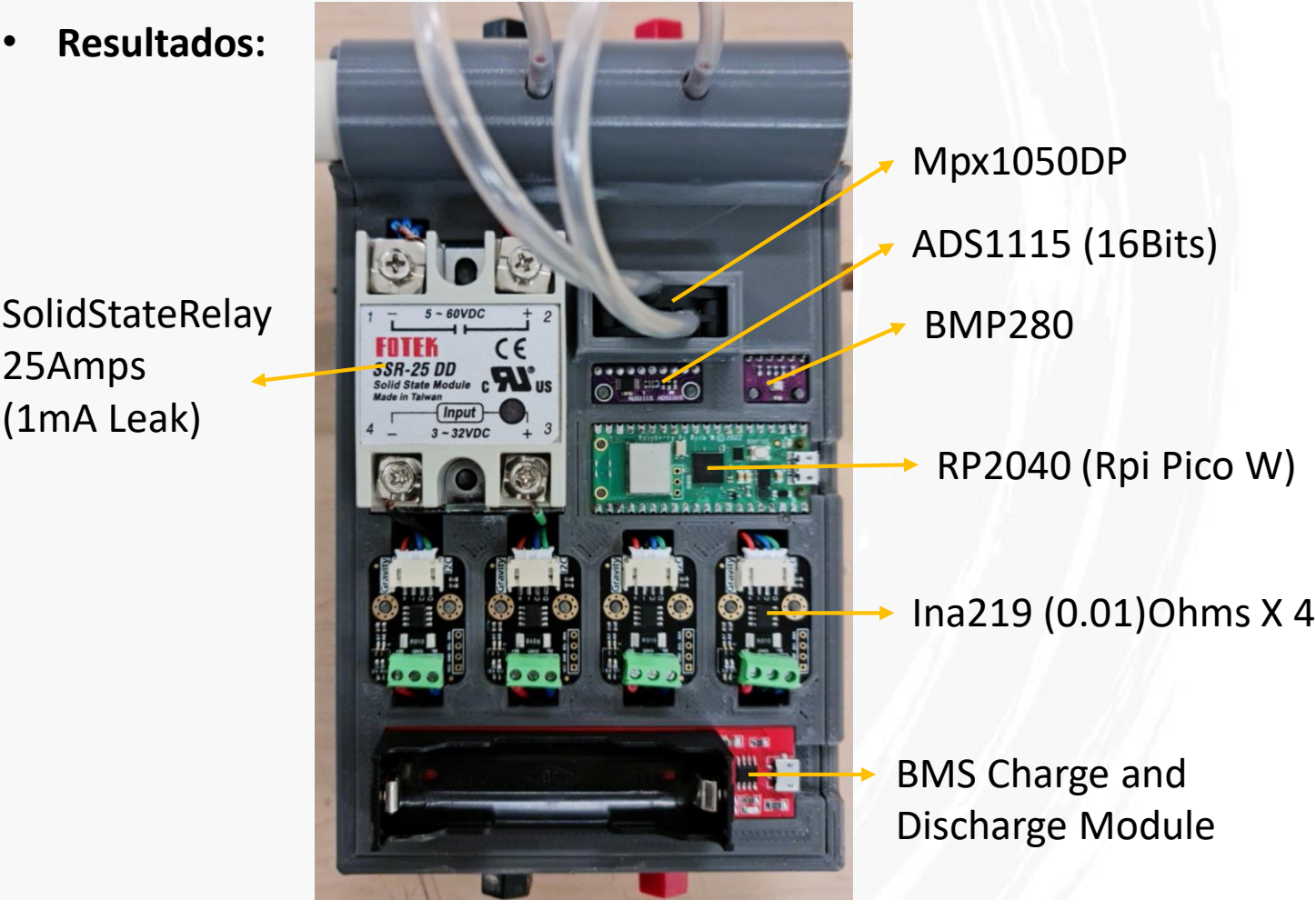
- **Resultados:**



- Desarrollo de banco de prueba para caracterizar los sensores que utilizaremos.
- Implementación de un control mediante una interfaz web usando una Raspberry pi pico W usando el micro controlador RP2040.

- **Desarrollo de electrónica de medición y control para sistemas de electrolizadores**
- **Objetivo:** Estudiar el comportamiento de electrolizadores según la corriente y voltaje de entrada con respecto a la producción y otros factores para encontrar su punto de operación optimo.

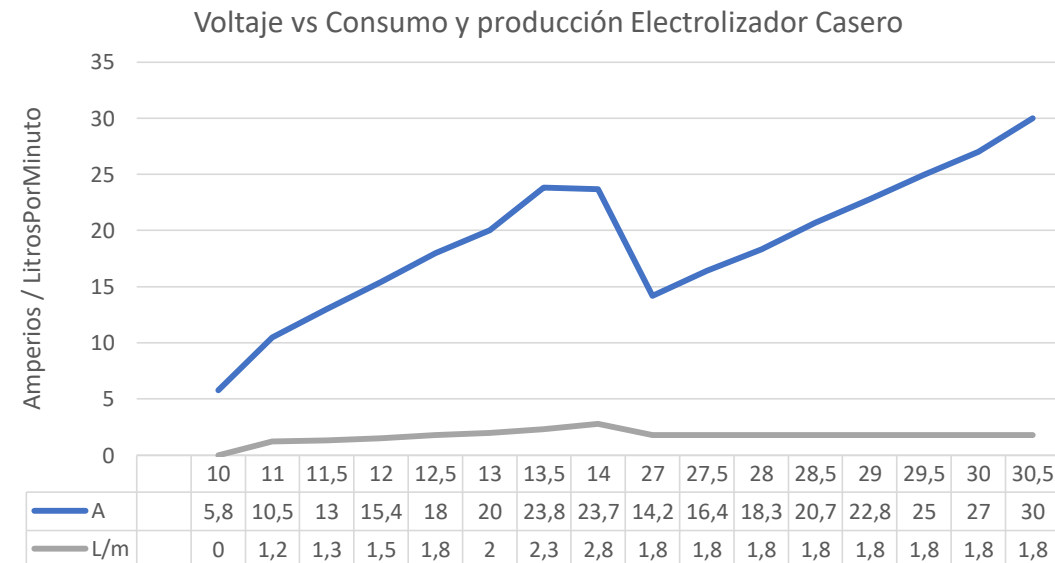
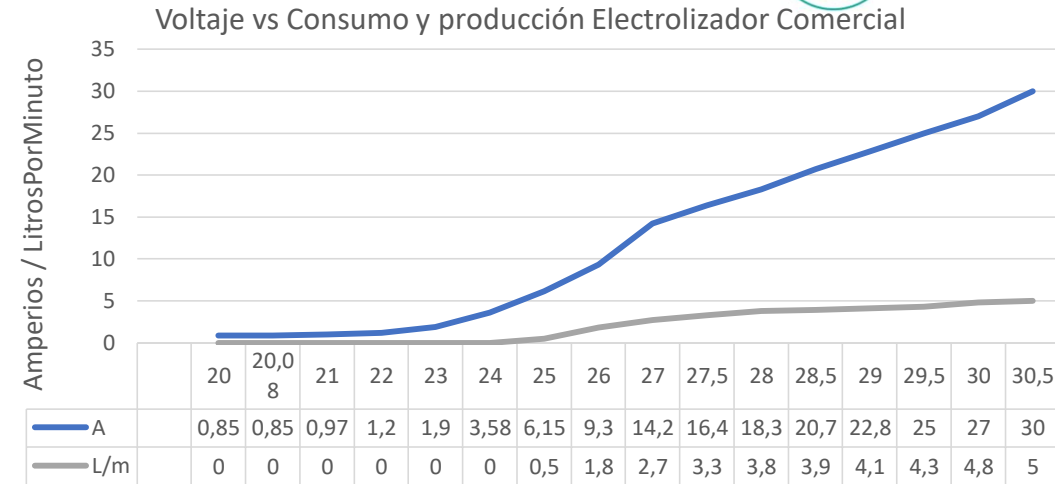
Resultados:



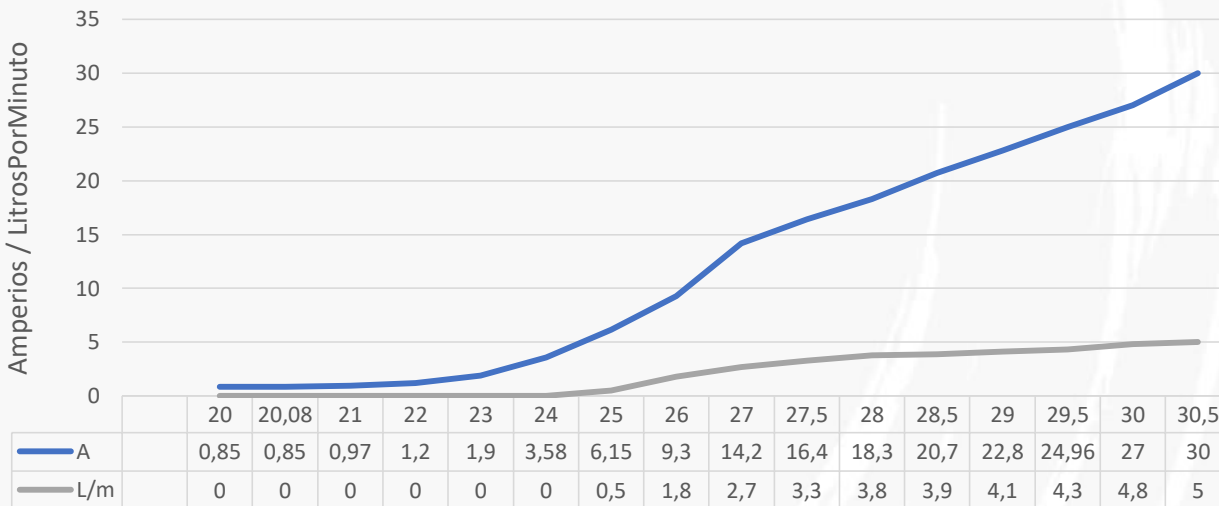
Componentes	Cantidad	Precio(Usd)
Ina219	4	\$ 8.39
Rpi Pico	1	\$ 6.00
BMP280	1	\$ 2.00
MPX2050DP	1	\$ 28.72
ADS1115	1	\$ 10.00
BMS Charge Module	1	\$ 4.50
Estructura Impresión	1	\$ 4.00
SolidStateRelay	1	\$ 7.00
NCR18650B Battery	1	\$ 9.00
PvcStructure	1	\$ 5.00
Total		\$ 84.61

Consumo Energético : 2.5mWh

- Optimización del rendimiento en electrolizadores: Descubriendo el punto óptimo de producción

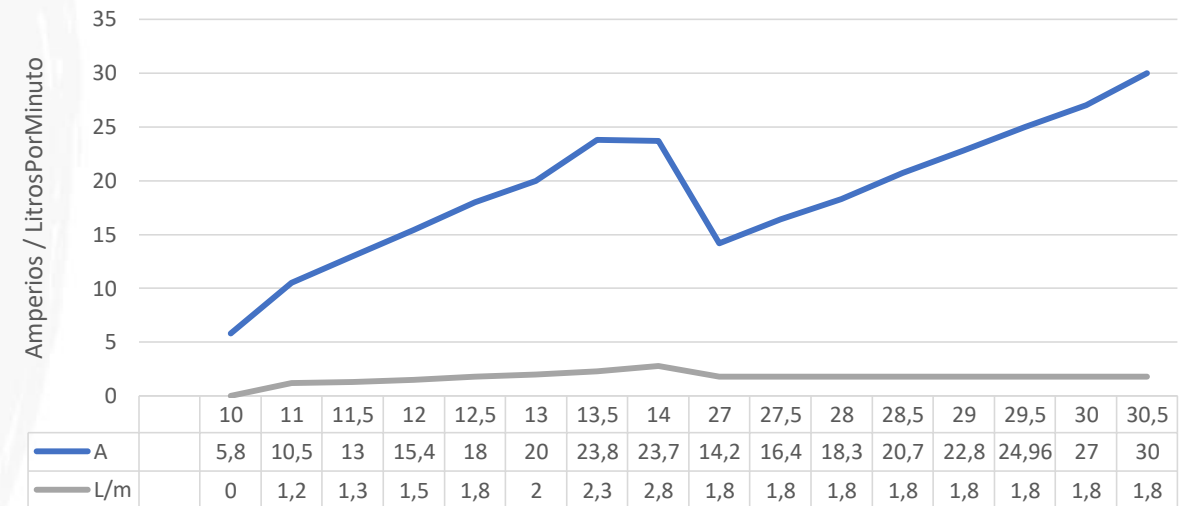


## Voltaje vs Consumo y producción Electrolizador Comercial



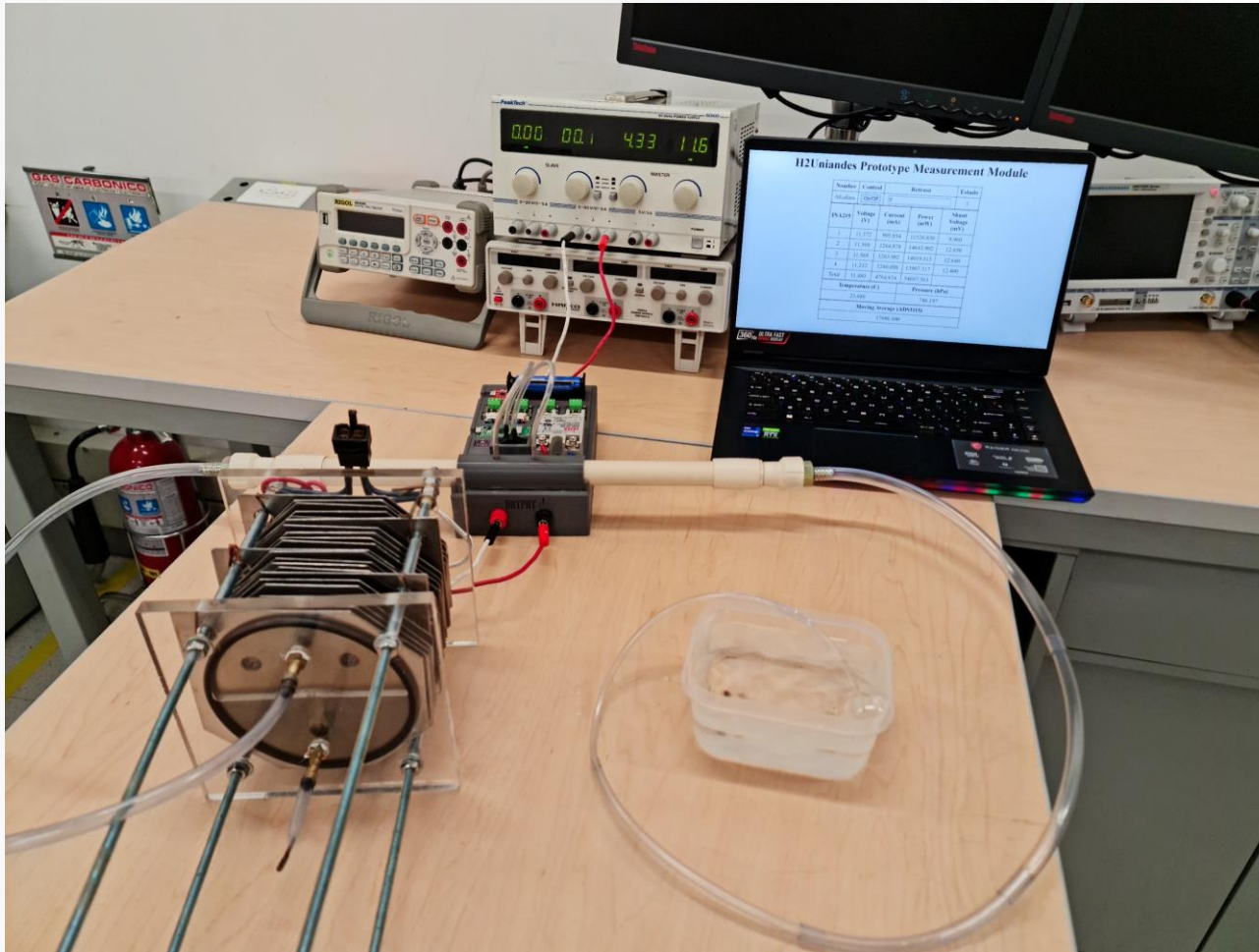
- Luego de cierto punto, el flujo de gas no aumenta considerablemente.

## Voltaje vs Consumo y producción Electrolizador Casero



- Podemos evidenciar la presencia de un punto de operación óptimo.





- Un sistema de medición y control es indispensable para hallar el punto de operación óptimo de un electrolizador.
- Diferentes electrolizadores, aunque del mismo tipo, pueden tener puntos de operación y características eléctricas diferentes.

- Rediseñar el sistema de medición y control utilizando únicamente componentes esenciales en lugar de módulos, lo cual permitirá reducir significativamente los costos.
- Proseguir con los objetivos específicos previamente establecidos, como el desarrollo e integración de sensores no invasivos adicionales para monitorear parámetros internos y externos en el electrolizador.
- Desarrollar un sistema de optimización automática para electrolizadores que controle sus variables de entrada, mejorando la eficiencia y garantizando una producción segura.



# Muchas Gracias

*We do what we must because we can*