

INSTITUTO TECNOLÓGICO Y DE ESTUDIOS SUPERIORES DE OCCIDENTE
Centro Interdisciplinario para la Formación y Vinculación Social

Sustentabilidad y tecnología

PROYECTO DE APLICACIÓN PROFESIONAL (PAP)
Sustentabilidad socioambiental para el desarrollo inclusivo



**ITESO, Universidad
Jesuita de Guadalajara**

**1P02 San Pedro Valencia: Renovación Urbana, Saneamiento Ambiental y
Emprendimientos Turísticos
Biofábrica de Ahuisculco (análisis de biogas).**

PRESENTAN

Programas educativos y Estudiantes

Ing. en Nanotecnología, Alejandro Mirones González
Ing. en Nanotecnología, Mario Alberto Chávez Delgado

Profesores PAP

Jesica Nalleli de la Torre Herrera
Andrea Carolina Levario Anchondo
Héctor Morales Gil de la Torre
Andrés Zuloaga Cano

Tlaquepaque, Jalisco, septiembre de 2023

ÍNDICE

Contenido

REPORTE PAP	2
Presentación Institucional de los Proyectos de Aplicación Profesional	2
Resumen	0
1. Ciclo participativo del Proyecto de Aplicación Profesional	0
1.1 Entendimiento del ámbito y del contexto	0
1.2 Caracterización de la organización	2
1.3 Identificación de la(s) problemática(s)	2
1.4 Planeación de alternativa(s)	2
1.5 Desarrollo de la propuesta de mejora	4
1.6 Valoración de productos, resultados e impactos	8
1.7 Bibliografía y otros recursos.....	8
1.8 Anexos generales	10
2. Productos	10
3. Reflexión crítica y ética de la experiencia	12
3.1 Sensibilización ante las realidades	12
3.2 Aprendizajes logrados	12

REPORTE PAP

Presentación Institucional de los Proyectos de Aplicación Profesional

Los Proyectos de Aplicación Profesional (PAP) son experiencias socio-profesionales de los alumnos que desde el currículo de su formación universitaria- enfrentan retos, resuelven problemas o innovan una necesidad sociotécnica del entorno, en vinculación (colaboración) (co-participación) con grupos, instituciones, organizaciones o comunidades, en escenarios reales donde comparten saberes.

El PAP, como espacio curricular de formación vinculada, ha logrado integrar el Servicio Social (acorde con las Orientaciones Fundamentales del ITESO), los requisitos de dar cuenta de los saberes y del saber aplicar los mismos al culminar la formación profesional (Opción Terminal), mediante la realización de proyectos profesionales de cara a las necesidades y retos del entorno (Aplicación Profesional).

El PAP es un proceso acotado en el tiempo en que los estudiantes, los beneficiarios externos y los profesores se asocian colaborativamente y en red, en un proyecto, e incursionan en un mundo social, como actores que enfrentan verdaderos problemas y desafíos traducibles en demandas pertinentes y socialmente relevantes. Frente a éstas transfieren experiencia de sus saberes profesionales y demuestran que saben hacer, innovar, co-crear o transformar en distintos campos sociales.

El PAP trata de sembrar en los estudiantes una disposición permanente de encargarse de la realidad con una actitud comprometida y ética frente a las disimetrías sociales. En otras palabras, se trata del reto de “saber y aprender a transformar”.

2

El Reporte PAP consta de tres componentes:

El primer componente refiere al ciclo participativo del PAP, en donde se documentan las diferentes fases del proyecto y las actividades que tuvieron lugar durante el desarrollo de este y la valoración de las incidencias en el entorno.

El segundo componente presenta los productos elaborados de acuerdo con su tipología.

El tercer componente es la reflexión crítica y ética de la experiencia, el reconocimiento de las competencias y los aprendizajes profesionales que el estudiante desarrolló en el transcurso de su labor.

Resumen

Para este PAP de la Biofábrica de Ahuiscúlco en San Pedro Valencia se realizó un estudio cuantitativo del biogas producido en los contenedores con los bioles y lixiviados. La problemática para resolver es un desaprovechamiento de biogas producido por los contenedores de bioles en la biofábrica de Ahuisculo. Este estudio fue enfocado a las PPM

de metano que contiene cada receta de los distintos contenedores. Tanto el Lixiviado Mineral y el Biol Supermagro Enriquecido presentaron cantidades muy bajas de metano a comparación con la receta original. A partir de este estudio nacen distintas propuestas a futuro sobre como se puede aprovechar el mismo.

1. Ciclo participativo del Proyecto de Aplicación Profesional

El PAP es una experiencia de aprendizaje y de contribución social integrada por estudiantes, profesores, actores sociales y responsables de las organizaciones que, de manera colaborativa, construyen sus conocimientos para dar respuestas a problemáticas de un contexto específico y en un tiempo delimitado. Por tanto, la experiencia PAP supone un proceso en lógica de proyecto, así como de un estilo de trabajo participativo y recíproco entre los involucrados.

1.1 Entendimiento del ámbito y del contexto

La Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER) estableció colaboraciones con el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) con el objetivo principal de fundar escuelas orientadas hacia la educación campesina. Estas instituciones tienen como finalidad proporcionar las herramientas y conocimientos necesarios para que los agricultores puedan producir sus propios insumos destinados al

autoconsumo. Este innovador proyecto, denominado "biofábrica" en Ahuisculco, ha demostrado ser exitoso con el paso del tiempo, creando oportunidades que se inclinan hacia la posibilidad de comercializar estos insumos a una escala mayor. A través de múltiples visitas realizadas a estas escuelas, expertos y profesionales han identificado diversas áreas de oportunidad en las que se podría mejorar el proceso. Estas áreas de mejora se caracterizan por la necesidad de un enfoque menos técnico, priorizando la simplificación de procesos. Además, se visualiza que en el futuro se podría considerar la incorporación de nuevas tecnologías para optimizar aún más las operaciones y actividades de estas biofábricas.

Dentro de la biofábrica se encuentra el proceso de la producción del biol (supermagro) que vendría siendo el foco principal de esta fábrica, dentro de este proceso se tiene información de los materiales, ingredientes para la elaboración de los bioles, tiempo de elaboración, liberación de "biogás". Este último mencionado es clave para la elaboración de este proyecto, ya que, no existe información cuantitativa del biogás que es liberado por la producción de los bioles, no obstante, se tiene un conocimiento general de qué está compuesto este gas:

- Metano (CH_4) 50-70%
- Dióxido de carbono (CO_2) 30-50%
- Nitrógeno (N_2) 0.5 – 3%
- Ácido sulfhídrico (H_2S) 0.1 – 2%
- Hidrógeno (H_2) 1 – 2%,

Se tiene como objetivo principal caracterizar por primera vez el metano generado por los contenedores donde se produce el biol xpor medio de unos sensores de gas de la familia "MQ", ya que de los diferentes gases producido de este biogas, el más aprovechable es el metano; a través de este objetivo se puede generar literatura, obteniendo desarrollos de propuestas de mejora para la producción del biol, además, al utilizar el biogás en lugar del gas común, se logran reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, que son responsables del calentamiento global. Esto busca generar efectos beneficiosos tanto para el entorno ambiental como para la calidad de vida de los agricultores que forman parte del proyecto de la biofábrica.

1.2 Caracterización de la organización

Dentro de los actores clave del proyecto se destaca el técnico Pedro M., quien participa activamente en el programa de escuelas campesinas. Este programa ofrece orientación y cursos para facilitar la transición hacia prácticas agroecológicas en diversas áreas rurales. Pedro M. funge como asesor de un grupo compuesto por 15 productores localizados en Ahuisculco. Aunque su principal ocupación es la producción de caña de azúcar, también están incursionando en la producción de agave. Estos agricultores cuentan con su propia organización en la que distribuyen sus responsabilidades de manera definida.

1.3 Identificación de la(s) problemática(s)

Luego de una visita a la biofábrica junto a los productores de la zona, se analizó la biofábrica y se observó que el biogas producido en los bioreactores no era aprovechado. El gas se estaba desperdiciando al ser vaciado al aire libre, no se tenía información ni había literatura previa sobre el biogas que se estaba generando ahí mismo. La falta de manipulación hacia este gas nos da la oportunidad de implementar un sistema de detección y monitoreo del gas para que después pueda ser aprovechado. Cuando se platicó con los productores a cerca de esta área de oportunidad, se mostraron interesados en trabajar con el biogas para su venta y aprovecharlo en hogares.

1.4. Planeación de alternativa(s)

<i>Tabla 1</i>	
PROBLEMÁTICA GENERAL	<i>Desconocimiento cuantitativo del biogás.</i>
FIN U OBJETIVO ESPECÍFICO	<i>Medir los gases que se producen en la biofábrica, para conocer el alcance del biogás.</i>

OUTPUT	<i>Obtener un registro con datos reales para asignarle en un futuro una función a ese gas y que los productores de la zona puedan aprovecharlo.</i>		
OUTCOME	<i>Para construir el outcome o uso, considera las siguientes preguntas: ¿Quién lo usa? ¿Cómo lo usa? Los productores de la zona conocerán que tipo de gases están produciendo sus bioreactores.</i>		
OBJETIVO ESPECÍFICO	<i>Puede haber más de un resultado, para poder construirlos debes tener siempre presente el fin y responder a las siguientes preguntas: ¿producto? ¿estado del producto? ¿Dónde o cuándo? Conocer la composición exacta del gas, para buscar un proceso viable para filtrar el gas y aprovecharlo al máximo.</i>		
	RESULTADO 1	RESULTADO 2	RESULTADO N
LUGAR EN EL QUE SE REALIZA	<i>Se estará trabajando en la zona de Ahuiculco.</i>		
DESTINATARIOS FINALES	<i>Productores de Ahuiculco, quienes podrán utilizarlo para uso doméstico, negocios, o inclusive para la venta.</i>		
DESTINATARIOS DIRECTOS	<i>Productores encargados de la biofábrica, quienes tendrán un beneficio económico con la venta del mismo.</i>		
ORGANIZACIONES ALIADAS	<i>Grupo de Productores de la zona de Ahuiculco.</i>		

<i>Tabla 2</i>	
PROBLEMÁTICA GENERAL	Liberación del biogás a la atmósfera y desaprovechamiento del mismo.
FIN U OBJETIVO ESPECÍFICO	Proponer un sistema de compresión del biogás generado a partir de la producción de biol para que pueda ser aprovechado en distintas áreas. Además, se busca informar a los participantes de la biofábrica sobre los beneficios que posee su uso, así como de las recomendaciones y precauciones del manejo del biogás.
OUTPUT	Informar a los colaboradores de la biofábrica acerca del uso del biogás para diferentes finalidades, de manera que su producción sea similar en composición a la del gas natural.
OUTCOME	Los contribuyentes de la biofábrica podrán hacer uso del biogás en actividades domésticas, como en quemadores de cocina o bien, en motores de gas.
OBJETIVO ESPECÍFICO	Biogás purificado a alta presión, almacenado en un tanque cilíndrico de fácil traslado, y producido dentro de las instalaciones de la biofábrica.

1.5. Desarrollo de la propuesta de mejora

Implementación de un sensor en un sistema de compresión para el biogás.

Se busca implementar un sensor MQ-4 para conocer el porcentaje real del gas que se produce en cada lote de biol (PPM) o(mg/l). En primera instancia sería medirlo desde varias muestras de biofertilizante, lixiviado mineral, biol supermagro y biol supermagro enriquecido (*Tabla 1*) con sus respectivos tiempos de fertilización para obtener datos preliminares del gas metano.

<i>Biol supermagro</i>	<i>Biol supermagro enriquecido</i>	<i>Lixiviado de minerales</i>
Estiércol de res	Estiércol de res	Rastrojo
Melaza	Melaza	Estiércol semicompostado

Suero	Suero	Ceniza
Levadura	Levadura	Polvos de roca
Ceniza	Ceniza	Melaza
Silicio	Silicio	Humus de lombriz
Agua	Sulfato de cobre	
	Roca postasica	
	Ácido cítrico	
	Microorganismos	
	Agua	

Tabla 1. Ingredientes de los diferentes biofertiizantes.

A continuación, se presenta la tabla sobre los diferentes modelos y aplicaciones más comunes:

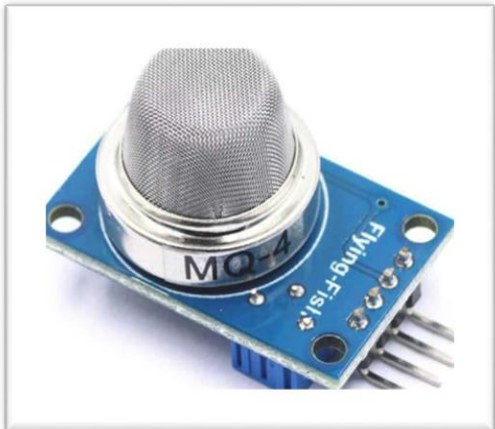
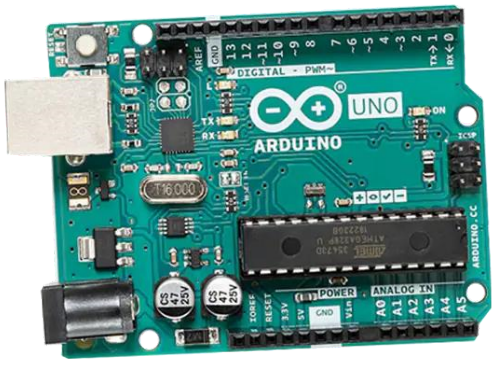
MQ-2	Gases combustibles y humos
MQ-3	Vapor de alcohol
MQ-4	Gas natural, metano
MQ-5	Gas natural
MQ-6	Propano
MQ-7	Monóxido de carbono
MQ-8	Hidrógeno
MQ-9	Monóxido de carbono, gases combustibles.
MQ-135	Amoníaco Benceno Vapor de alcohol Humo

Tabla 2. Modelos de nano arduinos y aplicaciones comunes

Se sugiere emplear el modelo "MQ-4" debido a que, en relación con el biogás, se sabe que su composición principal es de metano y dióxido de carbono, y este modelo detecta ambos componentes.

La idea es adquirir este sensor, una placa Arduino, protoboard, cables de conexión para los 6 depósitos de supermagro en la biofábrica. Posteriormente, programar estos dispositivos usando el lenguaje arduino (c++). Aunque el sensor ya viene preparado para identificar los gases que el modelo indica, también detecta otros gases en menor medida, por lo que es necesario calibrarlo para lograr una lectura más precisa.

A continuación, una **tabla de los componentes y materiales para el desarrollo del sensor:**

Sensor "MQ-4"	 A blue PCB-based MQ-4 gas sensor module. It features a silver metal mesh sensor element mounted on a circular base. The PCB is labeled "MQ-4" and "Flying-Fish". It has four pins extending from the bottom.
Placa/tarjeta Arduino.	 An Arduino Uno R3 microcontroller board. It is a green PCB with a USB Type-B port, a DC power jack, and a reset button. The board is labeled "ARDUINO UNO" and "ARDUINO CC". It has digital and analog pin headers.

<p>Protoboard.</p>	
<p>Cables de conexión de colores para protoboard.</p>	
<p>Instalación de la aplicación “Arduino” para programación.</p>	
<p>Cables dupont jumpers (Opcional).</p>	

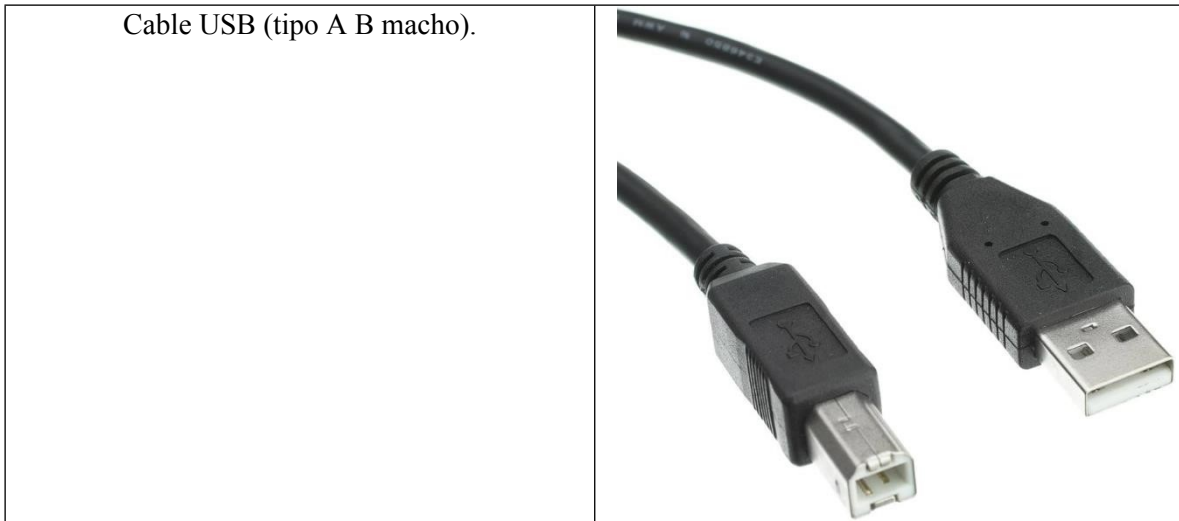


Tabla 2. Materiales para el desarrollo del sensor.

Costos:

<i>Componente</i>	<i>Costo (MXN)</i>
Sensor MQ-4	66.0
Placa Arduino	130.0
40 jumpers	40.0
Protoboard	45.0

Tabla 3. Costos de los componentes

Precio total para la fabricación de un biosensor Arduino: 281 MXN.

Desarrollo experimental

Se obtuvieron 3 diferentes muestras de los bioles con sus respectivos tiempos de fermentación:



Imagen 1. Muestra de lixiviado mineral.



Imagen 2. Muestra de Biol supermagro enriquecido.



Imagen 3. Muestra de Biol supermagro.

Teniendo los componentes y muestras necesarios, se procedió a la instalación y funcionamiento:

1. Montaje del sensor:

- Se conectó el sensor MQ-4 a la placa de desarrollo utilizando cables. El MQ-4 generalmente tiene cuatro pines: VCC, GND, AO (salida analógica)
- VCC se conectó a 5V en la placa de desarrollo.
- GND se conectó a un pin de tierra (GND) en la placa.
- AO se conectó a un pin analógico en la placa de desarrollo.

2. Configuración de la placa de desarrollo:

- Se conectó la placa de desarrollo a la computadora mediante un cable USB.

- Se abrió el software de programación (Arduino IDE) y se seleccionó el tipo de placa y el puerto correspondiente.

4. Programación del sensor:

- Se escribió un código para leer los valores del sensor. Ver (*Anexo 1*).

5. Pruebas y calibración:

- Se subió el código a la placa de desarrollo y se abrió el monitor serial para ver los valores leídos por el sensor.
- Se expuso el sensor a diferentes concentraciones de metano y se observaron los cambios en las lecturas.
- Se ajustó la calibración en el código según fue necesario para obtener lecturas precisas. Ver (*Anexo 2*).

6. Experimentación:

- Una vez calibrado, se utilizó el sensor para la medición de las tres muestras (Lixiviado mineral, biol supermagro, biol supermagro enriquecido), ver (*Anexo 3*)

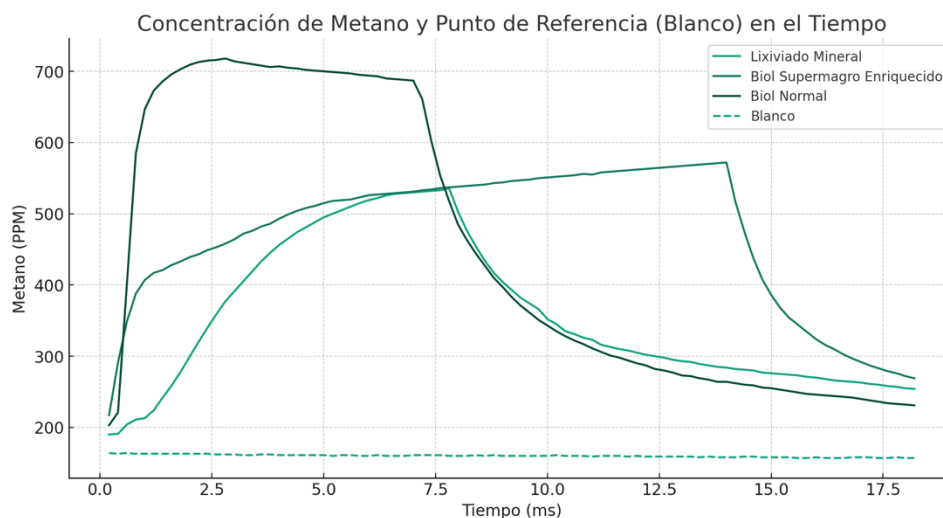
Análisis de datos

Para poder darle forma a los datos luego de realizar la medición de cada muestra, se registraron y se limpiaron, ya que tenían diferencias en su rango de medición. Se creó un archivo ‘.csv’ con los valores obtenidos, incluyendo el blanco, y se cargó a un código en Python para que lea el archivo y genere la gráfica (*anexo 4*).

Ya graficados los datos, se visualizó principalmente el punto máximo de cada muestra, para conocer el ‘brinco’ que da cada muestra en cuanto a PPM. Como referencia, se tenía que una

eficiencia media-baja cuando se trata de 300 PPM. Los valores máximos obtenidos son los siguientes:

- Lixiviado Mineral (LM): 536 PPM
- Biol Supermagro Enriquecido (BSE): 572 PPM
- Biol Supermagro Normal (BSN): 718 PPM



Gráfica 1. Concentración de Metano (PPM) vs Tiempo (segundos).

A estos valores todavía se les resta el valor promedio de nuestro blanco, el cual es de 160 PPM, que es la medición del aire con el sensor. La fórmula que presentó mejores resultados fue la del BSN, dando como resultado una concentración de 558 PPM.

Comparando nuestros valores con los que se tenían de referencia del artículo de la composta, obtuvimos valores muy similares en la muestra 1 y muestra 2, con un rango de valores de entre 250 – 300 PPM. Para la muestra 3 notamos un valor muy elevado el cual nos indica que el Biol Supermagro normal es el que más metano produce, esto representa una mayor presencia de microorganismos metanógenos y mayor cantidad de compuestos de carbono.

1.6. Valoración de productos, resultados e impactos

El propósito de esta propuesta es poder aportar las herramientas necesarias para poder empezar a darle un uso al biogás producido en la biofábrica. Darle estructura a este proyecto nos da la esperanza de poder estudiar este biogás y que en un futuro se pueda almacenar, lo cual facilite su manejo y manipulación. Los productores de la zona siguen mostrando un gran interés en darle utilidad a esta fuente de gas que no se está aprovechando. Este producto puede utilizarse para el uso comercial debido a su gran valor y su reducido costo de producción, y también para el uso personal.

¿Qué sigue?

Después de haber obtenido el análisis cuantitativo del gas metano de las 3 muestras de los biofertilizantes lo que sigue es el desarrollo de un sistema de almacenamiento para cada tanque biodigestor donde se produce el biogás, esto con el fin de obtener una lectura de metano más precisa y con valores más reales a comparación de los datos preliminares, se cree que es posible optimizar el monitoreo del biogás y aprovechar el biogás almacenado para aplicaciones en la comunidad de Ahuisculco, por ejemplo, generación de energía eléctrica, calefacción y refrigeración, combustible para cocinas, reducción del efecto invernadero.

Se tienen 2 propuestas para un sistema de almacenamiento para el biogás basándonos en 2 literaturas donde se ha trabajado con biogás y creemos que son buenos sistemas potenciales para aplicarlo para los biodigestores.

Según Vázquez, L., Moreira, J., Iglesias, R., Rojas, L. (2015). El primer sistema de almacenamiento propuesto se desglosa de la siguiente manera:

El sistema de purificación y compresión de biogás (SPCB) descrito en el documento funciona a través de cuatro fases fundamentales:

Primera Fase - Filtrado de H₂S:

- Se utiliza un filtro primario construido de PVC hidráulico, lleno de limaduras de óxido férrico (Fe₂O₃), para eliminar el ácido sulfhídrico (H₂S) del biogás.

Segunda Fase - Disminución de CO₂ y Eliminación Residual de H₂S:

- Se emplea un filtro secundario, similar al primario, donde el biogás interactúa con agua a contracorriente y por burbujeo. Esto ayuda a disminuir la concentración de dióxido de carbono (CO₂) y eliminar cualquier H₂S residual.

Tercera Fase - Eliminación de Humedad:

- El biogás pasa por un tercer filtro, el filtro de humedad, para absorber cualquier agua o humedad residual que aún contenga.

Cuarta Fase - Compresión de Biogás:

- Finalmente, un compresor de refrigeración succiona el biogás desde el filtro primario, lo pasa por el filtro secundario y el de humedad, y luego lo comprime. El biogás comprimido se almacena en un tanque de alta presión diseñado originalmente para gas LP, a una presión de 1620.26 kPa.

Este sistema resulta en la obtención de biogás de mayor calidad, con un mayor porcentaje de metano, y su almacenamiento en tanques de alta presión facilita su transporte y manejo en múltiples aplicaciones, incluyendo la generación de energía eléctrica.

Según *Iswanto et al. (2021)*. El segundo sistema de almacenamiento propuesto se desglosa de la siguiente manera:

Tanques de biogás:

- Tanque Digestor: Aquí ocurre la reacción que produce el biogás.
- Tanque de Almacenamiento: Almacena el gas producido en el tanque digestor. El gas se transporta del tanque digestor al tanque de almacenamiento a través de un tubo de conexión equipado con una válvula.

Sistema de sensores:

- En cada tanque se instalan cuatro sensores.
- En el Tanque Digestor: Los sensores monitorean la concentración de biogás y la temperatura producida por el reactor de biogás.
- En el Tanque de Almacenamiento: Los sensores están diseñados para detectar cualquier fuga de gas o cambios en el gas cuando fluye desde el tanque digestor.

Tipos de sensores y procesamiento de Datos:

- Los sensores instalados incluyen:
- Sensor MQ-4 para detectar metano (CH₄)
- Sensor MG-811 para detectar dióxido de carbono (CO₂)
- Sensor MQ-136 para detectar gas ácido sulfhídrico (H₂S)
- Termopar Tipo-K para detectar la temperatura
- Estos sensores envían señales a una unidad de control en Arduino Mega 2560.
- Los datos recogidos por los sensores son procesados y luego se muestran en una pantalla LCD.

Este sistema permite un monitoreo eficiente y preciso de la composición y calidad del biogás producido, así como la detección temprana de fugas o anomalías en el proceso de almacenamiento.

1.7. Bibliografía y otros recursos

10pcs mQ-4 methane Natural gas Sensor module Shield Liquefied Electronic Detector module. (n.d.). Elecbee Factory.

Arriols, E. (2018). Qué es el biogás y sus usos. Ecología Verde. Recuperado de <https://www.ecologiaverde.com/que-es-el-biogas-y-sus-usos-1568.html>

Bitwise Ar. (10 de octubre, 2017). Arduino desde cero en español - Capítulo 28 - Sensor de gas natural MQ-5 (y combustibles) [Video]. YouTube.

Fachverband Biogas e. V. (Noviembre, 2016). Directrices para el uso seguro de la tecnología del biogás. <https://www.giz.de/en/downloads/Guia%20%20Seguridad%20Biogas%20GIZ.PDF>

Sensor De Gas Natural Mq4 Metano, Arduino - \$ 128.99. Artículo.mercadolibre.com.mx. Consultado el julio 11 de 2023.

OKY sensor para detección de gas MQ-4 Metano, 5V, 300 - cyberpuerta.mx.

Mettler-Toledo International Inc. all rights reserved. (2023, May 16). Analizadores de gas de proceso industriales. Mettler-Toledo International Inc. All Rights Reserved.

Montañez, L. J. B. (2020). Cuantificación de azúcares reductores del sustrato en residuos de piña con el método del ácido 3, 5-dinitrosalicílico. *Revista de Investigación*, 13(1), 57-66.

Vázquez, L., Moreira, J., Iglesias, R., Rojas, L. (2015). Diseño, construcción y evaluación de un sistema de purificación y compresión para biogás. Recuperado de: <https://repositorio.unicach.mx/handle/20.500.12753/1912>

Uno microcontroller board. (s. f.). <https://www.mouser.mx/new/arduino/arduino-uno/>

MQ-4 detector De Gas Metano. UNIT Electronics. (2023, October 6). <https://uelectronics.com/producto/mq-4-detector-de-gas-metano/>

Aguirre, R. (2020, August 21). ¿Qué es una protoboard y cómo se USA? *Eléctronica. Blog Arduino, LabVIEW y Electrónica*. <https://electronicamade.com/protoboard-placa-de-prueba/>

CableWholesale 1-Foot USB Type A Male/Type B Male Cable, 2.0 Version, Black (10U2-

02201BK) : Amazon.com.mx: Electrónicos. (s. f.).

<https://www.amazon.com.mx/CableWholesale-1-Foot-Cable-Version-10U2->

[02201BK/dp/B000JC00UO](https://www.amazon.com.mx/CableWholesale-1-Foot-Cable-Version-10U2-02201BK/dp/B000JC00UO)

Iswanto, I., Ma'arif, A. M., Kebenaran, B. K., & Megantoro, P. M. (2021, May). Design of gas concentration measurement and monitoring system for biogas power plant. *Semantic Scholar*. Retrieved August 20, 2023,

from <https://pdfs.semanticscholar.org/2be3/904a3c137be7d5d20b837046da4a09173815.pdf>

f

1.8. Anexos generales

Anexo 2.

```
int valor_limite = 200; // Fija el valor límite en el que se reporta la presencia de metano

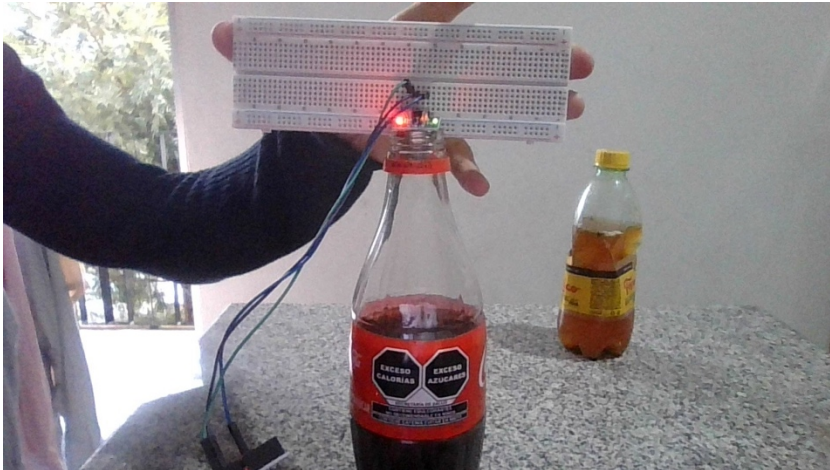
void setup() {
  Serial.begin(9600); // Activa el puerto Serial a 9600 Baudios
}

void loop() {
  int valor_metano = analogRead(A0); // Lee el valor del Sensor MQ4
  Serial.println(valor_metano); // Envía al Serial el valor leído del Sensor MQ4

  if(valor_metano > valor_limite) { // Si la medida de gas metano es mayor del valor límite
    Serial.print("Alerta de Metano: ");
    Serial.println(valor_metano); // Muestra el valor del metano que excede el límite
  }

  delay(300); // Espera 300ms para realizar la próxima medida
}
```

Anexo 3.



Anexo 4.

Código para graficar nuestros valores.

```
import matplotlib.pyplot as plt
```

```
# Extrayendo las columnas necesarias
```

```
tiempo = data["TIEMPO (MS)"]
```

```
lixiviado = data["Lixiviado Mineral"]
```

```
biol_enriquecido = data["Biol Supermagro Enriquecido"]
```

```
biol_normal = data["Biol Normal"]
```

```
# Calculando los valores máximos
```

```
max_lixiviado = lixiviado.max()
```

```
max_biol_enriquecido = biol_enriquecido.max()
```

```
max_biol_normal = biol_normal.max()
```

```
# Creando el gráfico
```

```
plt.figure(figsize=(12, 6))
```

```
plt.plot(tiempo, lixiviado, label="Lixiviado Mineral (Max: {} PPM)".format(max_lixiviado))
```

```
plt.plot(tiempo, biol_enriquecido, label="Biol Supermagro Enriquecido (Max: {} PPM)".format(max_biol_enriquecido))
```

```
plt.plot(tiempo, biol_normal, label="Biol Normal (Max: {} PPM)".format(max_biol_normal))
```

```
# Personalización del gráfico
```

```
plt.xlabel("Tiempo (ms)")
```

```
plt.ylabel("Metano (PPM)")
```

```
plt.title("Concentración de Metano en el Tiempo")
```

```
plt.legend()
```

```
plt.grid(True)
```

```
# Mostrando el gráfico
```

```
plt.show()
```

```
# Devolviendo los valores máximos
```

```
max_lixiviado, max_biol_enriquecido, max_biol_normal
```

2. Productos

- *Otros*

El producto a presentar es aquel que esperamos le de inicio a un buen aprovechamiento del biogas que se produce en la zona y no se aprovecha.

Ficha técnica	
Plan	Medición del biogas mediante un sensor para conocer su eficiencia.
Producto	Nano Arduino para un sistema el estudio del biogas producido en la biofábrica.
Modelo o prototipo	Sistema de biosensor arduino MQ-4
Metodología	1
Estrategia	Tomar diferentes m uestras de biol para darle un estudio analítico al biogas producido
Reporte	
Diagnóstico	Propuesta bien recibida.
Manual	Instalación y funcionamiento del sistema arduino
Técnica herramienta	o Arduino IDE, circuito.
Producto aplicación digital	y Resultados del estudio y propuestas
Otros	Ninguna observación

3. Reflexión crítica y ética de la experiencia

Además de documentar la experiencia y dar cuenta de los productos y resultados a los que se llegó en el PAP, el RPAP también tiene como propósito documentar la reflexión sobre los aprendizajes en sus múltiples dimensiones, las implicaciones éticas y los aportes sociales del proyecto para compartir una comprensión crítica y amplia de las problemáticas en las que se intervino.

3.1 Sensibilización ante las realidades

De principio uno se siente distanciado con la gente, porque llegas a conocerlos desde cero y escuchar sus problemáticas que llevan cargando años o incluso generaciones. A partir de conocer sus necesidades ya se empieza a crear un vínculo, y eso hace mucho más fácil el proyecto desde el inicio. Conocer su capacidad de cooperar en cualquier cosa, con tal de enfrentar distintas problemáticas crea un compromiso con nosotros de querer apoyar y darles la mejor herramienta posible para que puedan seguir generando ideas ellos mismos. La ventaja de la nanotecnología es que tiene una amplia variedad de aplicaciones que apoyarían a las necesidades de los productores de la zona en cuanto a la industria.

3.2 Aprendizajes logrados

- Fundamentos de Biosensores y Arduino: Aprender sobre los principios básicos de los biosensores, incluyendo cómo detectan y miden compuestos específicos, y la funcionalidad básica de Arduino como plataforma para prototipos electrónicos.
- Programación y Electrónica Básica: Adquirir habilidades en programación (especialmente en C/C++ que es utilizado en el entorno de Arduino) y en electrónica básica, esenciales para el diseño y operación de biosensores.
- Gestión de Proyectos y Trabajo en Equipo: Desarrollar habilidades de gestión de proyectos y trabajo en equipo, especialmente en un contexto interdisciplinario donde diferentes especialidades deben colaborar efectivamente.
- Solución de Problemas y Diseño Experimental: Aprender a abordar problemas técnicos y científicos complejos, incluyendo el diseño experimental, la calibración del biosensor, y la interpretación de datos.
- Comprensión de Biogás y sus Componentes: Adquirir conocimientos específicos sobre biogás, incluyendo sus componentes principales (metano, dióxido de carbono, etc.) y cómo estos pueden ser detectados y medidos de manera efectiva.

- **Análisis de Datos y Interpretación:** Desarrollar habilidades en análisis de datos y su interpretación, crucial para validar la eficacia y precisión del biosensor.