

**Universidad Tecnológica La Salle  
León-Nicaragua**



Descripción del sistema actual.

Proyecto: Automatización de biodigestor.

<b>Introducción.</b>	<b>1</b>
<b>Contexto general del sistema.</b>	<b>2</b>
<b>Procesos principales del sistema actual.</b>	<b>3</b>
<b>Actores del sistema actual.</b>	<b>4</b>
<b>Tecnologías y recursos utilizados.</b>	<b>5</b>
<b>Problemas y limitaciones detectadas.</b>	<b>6</b>
<b>Conclusiones del análisis.</b>	<b>7</b>

## **Introducción.**

El presente documento tiene como objetivo describir el estado actual del biodigestor instalado en el Centro de Investigación e Innovación para el Desarrollo Tecnológico de Energías Alternativas (CIDTEA) de la Universidad Tecnológica La Salle, León. A través de este análisis se busca comprender el funcionamiento, los procesos involucrados, los actores participantes y los recursos empleados en la operación del sistema. Asimismo, se identifican las limitaciones técnicas y organizativas que afectan su eficiencia, confiabilidad y valor pedagógico. Esta caracterización constituye la base para plantear posteriormente propuestas de mejora orientadas a la automatización y optimización del biodigestor, con el fin de fortalecer su utilidad en la formación académica y en la investigación aplicada

## **Contexto general del sistema.**

La Universidad Tecnológica La Salle (ULSA), ubicada en la ciudad de León, Nicaragua, cuenta con un biodigestor de tipo embalse instalado en el Centro de Investigación e Innovación para el Desarrollo Tecnológico de Energías Alternativas (CIDTEA). Este se localiza en la parte este de las instalaciones, entre el taller y el área boscosa.

El sistema está conformado por:

- Una bolsa principal, donde se lleva a cabo el proceso de fermentación anaeróbica.
- Una pila de preparación para la mezcla de la materia prima antes de ser introducida en la bolsa.
- Un contenedor de biol, que almacena el subproducto líquido del proceso.
- Una salida de gases, equipada únicamente con una válvula de cierre manual.

En condiciones óptimas de operación, el biodigestor alcanza una producción nominal de 8 m<sup>3</sup> de gas metano. Actualmente, las mediciones se realizan de forma manual mediante un manómetro de tubo en U y un gasómetro analógico.

El llenado del biodigestor consiste en preparar soluciones con proporciones aproximadas entre soluto y solvente, sin un control volumétrico exacto. La alimentación del sistema está a cargo de miembros de la Brigada Ambiental y de estudiantes en cumplimiento de horas sociales, ya que no existe personal exclusivo para esta tarea.

La coordinación de la operación está a cargo de la Dra. Xiomara Castillo, ingeniera ambiental, quien organiza la alimentación del biodigestor en función de la producción obtenida, sin seguir un calendario fijo.

La documentación de los eventos relacionados con el sistema se encuentra dispersa en informes semanales de actividades, lo que dificulta un registro unificado y accesible para el análisis técnico.

### **Procesos principales del sistema actual.**

El funcionamiento del biodigestor en su estado actual se desarrolla a través de procesos manuales y con limitaciones en la instrumentación disponible:

**Medición de variables:** Los instrumentos instalados permiten medir la presión manométrica y el volumen de gas producido cuando la válvula de escape se encuentra abierta. Dichas mediciones se realizan de forma visual, sin que exista un registro sistemático de los valores obtenidos.

**Control del sistema:** El biodigestor cuenta con un único elemento de control: una válvula de cierre manual ubicada en la salida de gases. No existen mecanismos automáticos de regulación ni sistemas de control en lazo cerrado.

**Registro de eventos:** Las actividades relacionadas con el biodigestor se documentan de manera indirecta en informes periódicos del CIDTEA, sin un formato unificado ni una base de datos centralizada. Como resultado, los registros se encuentran dispersos y de difícil acceso para su consulta o análisis posterior.

**Supervisión y mantenimiento:** El sistema depende de supervisiones manuales realizadas por estudiantes o personal de apoyo. Estas inspecciones tienen como objetivo detectar anomalías y realizar correcciones básicas, pero carecen de protocolos definidos y de herramientas que permitan una detección temprana de fallas.

### Actores del sistema actual.

<b>Nombre:</b>	Dr. Xiomara del Pilar Castillo Altamirano
<b>Categoría:</b>	Administrativo
<b>Contacto:</b>	<a href="mailto:direccion.cidtea@ulsa.edu.ni">direccion.cidtea@ulsa.edu.ni</a>

<b>Nombre:</b>	Ing. Jaime Bernardo Saborio Mayorga
<b>Categoría:</b>	Administrativo
<b>Contacto:</b>	<a href="mailto:jaime.saborio@ac.ulsa.edu.ni">jaime.saborio@ac.ulsa.edu.ni</a>

<b>Nombre:</b>	Estudiantes en horas sociales en CIDTEA
<b>Categoría:</b>	Colaboradores
<b>Cantidad:</b>	

<b>Nombre:</b>	Voluntarios del CIDTEA
<b>Categoría:</b>	Colaboradores
<b>Cantidad:</b>	

## **Tecnologías y recursos utilizados.**

El biodigestor instalado en el CIDTEA funciona principalmente con infraestructura básica y tecnologías de carácter manual, lo cual responde a su propósito pedagógico y de investigación aplicada. La estructura principal está conformada por una bolsa de material plástico resistente, en la cual se desarrolla el proceso de fermentación anaeróbica de los residuos orgánicos. Complementariamente, el sistema dispone de una pila de preparación que permite la mezcla inicial de la biomasa con agua antes de ser introducida en el digestor, así como un contenedor destinado al almacenamiento del biol, subproducto líquido del proceso. A esta infraestructura se suma una red de tuberías que facilita la conducción del biogás hacia los laboratorios para su aprovechamiento en prácticas académicas.

En cuanto a la instrumentación, el sistema cuenta únicamente con dispositivos básicos para la medición y el seguimiento de variables. Se dispone de un manómetro de tubo en U, elaborado artesanalmente con materiales reciclados, y de un manómetro analógico modelo Songchuan, utilizado para obtener lecturas de presión interna. Además, se emplea un gasómetro analógico con el objetivo de estimar el volumen de biogás producido. Estos instrumentos permiten realizar un control mínimo del proceso, aunque de manera manual y con limitaciones en cuanto a precisión y confiabilidad.

Respecto a los recursos humanos, la operación del biodigestor depende en gran medida de la participación de estudiantes que cumplen con horas sociales y de brigadas ambientales, quienes se encargan de la preparación de la mezcla y de las actividades de alimentación y supervisión del sistema. La coordinación general recae en personal académico del CIDTEA, específicamente en la Dra. Xiomara Castillo y el Ing. Jaime Saborio, quienes organizan las tareas y dan seguimiento al funcionamiento del biodigestor.

Finalmente, los recursos documentales disponibles se limitan a los reportes semanales elaborados por los estudiantes, en los cuales se consignan las actividades realizadas y las mediciones obtenidas. Sin embargo, estos registros no se encuentran centralizados en una base de datos ni en sistemas informáticos de apoyo, lo que dificulta la sistematización de la información y restringe el análisis histórico del comportamiento del sistema.

### **Problemas y limitaciones detectadas.**

El biodigestor del Centro de Investigación e Innovación para el Desarrollo Tecnológico de Energías Alternativas (CIDTEA) se utiliza principalmente con fines pedagógicos y de investigación aplicada, alimentando una red de tuberías para prácticas de laboratorio. Sin embargo, se han identificado diversas limitaciones que reducen la eficiencia y confiabilidad del sistema:

En primer lugar, la instrumentación disponible es limitada y poco precisa. El biodigestor cuenta únicamente con un manómetro de tubo en U, fabricado artesanalmente con materiales reciclados, y con un manómetro analógico modelo Songchuan, el cual no ha recibido calibración reciente. Esto genera lecturas poco confiables y dificulta el registro de datos representativos, reduciendo la utilidad académica y técnica de los ensayos realizados.

Otra dificultad importante es la ausencia de un registro sistemático de datos. Las mediciones se realizan de manera visual y no se almacenan en un sistema centralizado. En su lugar, la información queda dispersa en informes elaborados semanalmente por los estudiantes, lo que complica la recuperación histórica y limita la posibilidad de realizar análisis comparativos o tendencias a lo largo del tiempo.

Asimismo, el proceso de carga del biodigestor carece de estandarización. La preparación de la materia prima se basa en proporciones aproximadas de agua y residuos orgánicos, sin un control preciso de la masa o volumen introducido. Esto afecta la reproducibilidad de los ensayos y dificulta la evaluación rigurosa de la eficiencia en la producción de biogás.

El sistema de control también es limitado, ya que únicamente dispone de una válvula de cierre manual en la salida de gases. La falta de sensores electrónicos de temperatura, caudal y presión conectados a un sistema de adquisición de datos impide realizar un monitoreo integral y en tiempo real del proceso.

Finalmente, la supervisión y mantenimiento del biodigestor dependen de inspecciones manuales realizadas por brigadas ambientales y estudiantes en cumplimiento de horas sociales. No existe personal especializado asignado exclusivamente a la operación, y la detección de fallas se realiza de forma reactiva, sin protocolos establecidos. Esto incrementa la probabilidad de errores operativos y reduce la confiabilidad del sistema.



En conjunto, estas limitaciones afectan tanto la calidad de los datos generados como el valor pedagógico y técnico del biodigestor, al restringir la posibilidad de obtener información precisa y reproducible que permita un análisis profundo de la producción de biogás.

### **Conclusiones del análisis.**

El estudio del sistema actual evidencia que el biodigestor del CIDTEA funciona con una infraestructura básica y recursos limitados, si bien el sistema cumple su función básica de producir biogás y servir como herramienta de apoyo en la formación, presenta importantes limitaciones pedagógicas. La instrumentación disponible, compuesta por manómetros y un gasómetro analógico, permite obtener datos mínimos del proceso, pero sin la precisión ni la sistematicidad necesarias para un análisis técnico riguroso. Del mismo modo, la ausencia de sistemas de registro centralizados reduce la confiabilidad de la información generada, lo que dificulta el seguimiento histórico y la comparación de resultados.

En términos operativos, el biodigestor depende de la participación de estudiantes y brigadas ambientales, lo cual garantiza su continuidad, pero sin protocolos estandarizados ni mecanismos de control que aseguren la reproducibilidad de los ensayos. Estas limitaciones afectan no solo la eficiencia del sistema, sino también su valor académico, al restringir la posibilidad de obtener datos representativos para la investigación.

En conjunto, los hallazgos refuerzan la necesidad de introducir mejoras tecnológicas y organizativas orientadas a la automatización y sistematización del proceso. Dichas mejoras permitirían aumentar la precisión de las mediciones, garantizar un registro confiable de la información y fortalecer la utilidad del biodigestor como herramienta pedagógica y de investigación científica en el ámbito de las energías renovables.