



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE GUAYAQUIL
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

**PROPUESTA DE FACTIBILIDAD DE OBTENER BIOGÁS CON
DESECHOS ORGÁNICOS DE MANERA ARTESANAL EN HOGARES
DE LA CIUDAD DE GUAYAQUIL**

Trabajo de titulación previo a la obtención del
Título de Ingeniero Industrial

Autores:

JOSE MANUEL TRUJILLO ASTUDILLO

JEAN PIERE QUITO HEREDIA

Tutor:

ING. ROMULO EDUARDO RODRIGUEZ QUINTANA, MS.C

Guayaquil-Ecuador

2024

CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUDITORÍA DEL TRABAJO
DE TITULACIÓN

Nosotros, Jose Manuel Trujillo Astudillo con documento de identificación N ° 0931390843 y Jean Piere Quito Heredia con documento de identificación N° 0951668284, manifestamos que Somos los autores y responsables del presente trabajo; y, autorizamos a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda, usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación.

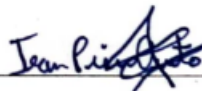
Guayaquil, 26 de febrero del año 2024

Atentamente,



Jose Manuel Trujillo Astudillo

0931390843



Jean Piere Quito Heredia

0951668284

CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DE TRABAJO DE TITULACIÓN
A LA UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA

Nosotros, Jose Manuel Trujillo Astudillo con documento de identificación N ° 0931390843, y Jean Piere Quito Heredia con documento de identificación N° 0951668284, expresamos nuestra voluntad y por medio del presente documento cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores del Ensayo/artículo científico: Propuesta de factibilidad de obtener biogás con desechos orgánicos de manera artesanal en hogares de la Ciudad de Guayaquil, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de : Ingeniero Industrial, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En concordancia con lo manifestado, suscribimos este documento en el momento que hacemos la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

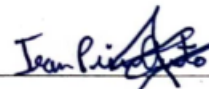
Guayaquil, 26 de febrero del año 2024

Atentamente,



Jose Manuel Trujillo Astudillo

0931390843



Jean Piere Quito Heredia

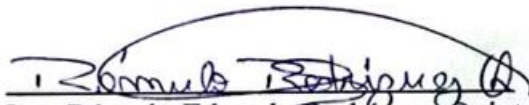
0951668284

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Rómulo Eduardo Rodríguez Quintana con documento de identificación N° 0914817010, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: PROPUESTA DE FACTIBILIDAD DE OBTENER BIOGÁS CON DESECHOS ORGÁNICOS DE MANERA ARTESANAL EN HOGARES DE LA CIUDAD DE GUAYAQUIL realizado por Jose Manuel Trujillo Astudillo con documento de identificación N° 0931390843, y por Jean Piere Quito Heredia con documento de identificación N° 0951668284, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción Artículo Académico que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Guayaquil, 26 de febrero del año 2024

Atentamente,



Ing. Rómulo Eduardo Rodríguez Quintana, Ms.c
0914817010

Resumen

La presente investigación realizada da a conocer un estudio acorde a la factibilidad de la producción casera de biogás que se da por medio de residuos orgánicos por lo que se abarca en aquellas viviendas de la ciudad de Guayaquil. Debido aquello se empieza por dar solución a la problemática ya existentes que se dan a notar en la parte de gestión de residuos y los vertederos. A través de la propuesta ofertada englobaremos ciertos aspectos en relación con la parte financiera, técnica, y social que sean favorables para nuestro estudio. Es importante reconocer que está implementación generalizada de estos sistemas son un aporte radical para reducir la carga de desechos orgánicos que en la actualidad se evidencia que ingresa en los sistemas de aguas residuales urbanas, por otro lado se considera también aquel impacto ambiental que se llegue a ocasionar los cuales son positivos por qué como tal se reduce la eliminación de estos desechos y se disminuye las emisiones de gases de efecto invernadero, debido aquello es evidenciado que estos aspectos son beneficiarios tanto en la parte técnica como ambiental, por lo cual la propuesta ofrece la oportunidad de cambiar aquellos hábitos cotidianos que tienen mayormente los habitantes de la ciudad de Guayaquil.

PALABRAS CLAVES– Ambiental, Biogás, Residuos.

Abstract

The present investigation carried out gives to know a study according to the feasibility of the homemade production of biogas that is given by means of organic residues for what it is covered in those housings of the city of Guayaquil. Due to that, we start by giving solution to the already existing problems that are noticed in the part of waste management and landfills. Through the proposal offered we will include certain aspects in relation to the financial, technical, and social aspects that are favorable for our study. It is important to recognize that this generalized implementation of these systems is a radical contribution to reduce the load of organic waste that currently is evidenced that enters the urban wastewater systems, on the other hand it is also considered that the environmental impact that may be caused which are positive because as such the disposal of these wastes is reduced and the emissions of greenhouse gases are reduced, Due to this, it is evident that these aspects are beneficial both technically and environmentally, so the proposal offers the opportunity to change those daily habits that most of the inhabitants of the city of Guayaquil have.

Keywords– Biogas, Environmental, Waste.

Índice

CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUDITORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN	II
CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DE TRABAJO DE TITULACIÓN	III
A LA UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA	III
CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN	IV
Resumen	V
Abstract	VI
Indice.....	VII
I. ¡Error! Marcador no definido.	
II. ¡Error! Marcador no definido.	
III. 3	
IV. 3	
Objetivo general	3
Objetivos específicos	3
V. 3	
1. 3	
a) 3	
a) 4	
<i>Sostenibilidad Ambiental:</i>	4
<i>Accesibilidad y Viabilidad Técnica:</i>	4
<i>Beneficios Económicos:</i>	5
<i>Implicaciones Sociales:</i>	5
b) 5	
<i>Tipos de Desechos Orgánicos:</i>	5
<i>Tipos de Desechos Orgánicos en Hogares Guayaquileños:</i>	5
c) 6	
d) 6	
<i>Perspectiva Internacional: Experiencias y Regulaciones</i>	6
e) 6	
Tipo de Biodigestores Caseros según los desechos orgánicos Ideales	8
Restos de Comida y Vegetales:	8
Participación Comunitaria:	9
2. 10	
Alimentación Diaria-Preparación del Sustrato:	11

	8
Producción de Biogás y Bioabono	12
Otros Aspectos Operativos.	12
3. 13	
Prevención y Seguridad de manipulación de biodigestor	14
Ubicación del prototipo	14
Elegir dónde colocar el digestor es importante porque afecta el éxito o fracaso del sistema. Para elegir una ubicación adecuada se deben considerar las siguientes edificaciones:	14
En cuanto al tipo de biodigestor	14
Precauciones	14
Identificación de desechos orgánicos	14
Recolección de Desechos Orgánicos	15
Producción de biogás	15
VI. 15	
VII. CONCLUSIÓN	16
VIII. Referencias	17

I. INTRODUCCIÓN

La combustión de combustibles fósiles consume energía y, como resultado, libera importantes cantidades de CO₂ a la atmósfera.

Esto tiene efectos perjudiciales para el medio ambiente, incluida la aceleración del calentamiento global y el cambio climático. Para abordar estos desafíos, se han realizado grandes esfuerzos para desarrollar fuentes de energía renovables y sostenibles que estén libres de emisiones de carbono. Estas incluyen la energía fotovoltaica, la energía solar térmica, la energía eólica y la energía solar de volumen mareal. Si bien estas alternativas son eficaces para generar calor y electricidad, no son adecuadas para la producción de productos de valor añadido, como combustibles líquidos o gaseosos y productos químicos orgánicos a base de dióxido de carbono. Sin embargo, la biomasa, que es un recurso neutro en carbono, presenta una solución prometedora para la producción de biocombustibles, biogás y productos químicos utilizados en biorrefinerías. [1].

El Acuerdo de Asociación Europea ha atraído una atención significativa en todo el mundo, incluida la India, debido a su inmenso potencial para aprovechar la energía a partir de residuos. Al utilizar este acuerdo en lugar de depender de los vertederos, tenemos la oportunidad de combatir el cambio climático de manera eficaz. El metano, que es el principal contribuyente a las emisiones de gases de efecto invernadero, es responsable de un asombroso 90% de las emisiones globales, y los vertederos son una fuente importante de producción de metano. Sin embargo, al mejorar el contenido de metano del biogás, podemos reducir las emisiones de gases de efecto invernadero entre un impresionante 60% y un 80% en comparación con los combustibles fósiles convencionales. Además, el subproducto de la producción de biogás sirve como un valioso biofertilizante que reemplaza a los fertilizantes sintéticos. Esta sustitución se basa en las características y propiedades específicas de las materias primas, complementando así el proceso de fermentación anaeróbica.

La bioenergía derivada de residuos es una solución viable para reducir la dependencia del petróleo como fuente de energía. El componente orgánico de los desechos, que consiste en metano, dióxido de carbono, sulfuro de hidrógeno, humedad y compuestos orgánicos volátiles, se descompone por bacterias en ausencia de oxígeno. Este proceso produce biogás con un contenido de energía bruta de 37,3 mega julios por metro cúbico y un poder calorífico que oscila entre 4.740 y 7.500

kilocalorías por minuto. Para llevar a cabo con éxito los pasos bioquímicos de hidrólisis, acidogénesis, cetogénesis y metanogénesis, se requieren diversos factores como materias primas, tecnología de pretratamiento, pH, temperatura de fermentación y microorganismos anaeróbicos. [2].

No se puede subestimar el papel del biogás como fuente vital de energía renovable en China. Un aspecto clave para mejorar el panorama energético en las zonas rurales implica impulsar la producción de biogás, que ha alcanzado niveles sin precedentes en Asia. Durante la última década, el crecimiento de las plantas de biogás en China ha sido notable. De 2008 a 2017, el número de estas instalaciones experimentó un importante aumento del 2,76%. Además, la proporción de plantas de biogás en la producción nacional general de bioenergía aumentó del 5,88% en 2008 al 21,09% en 2017. El rápido desarrollo de plantas de biogás a gran escala, que utilizan residuos agrícolas, está generando beneficios sustanciales.

China posee una inmensa capacidad de producción de biogás. Las proyecciones estadísticas indican que solo en 2017, China generó la asombrosa cifra de 1158 Gt de paja de arroz y 1788 Gln (toneladas métricas) de estiércol animal y avícola. Al aprovechar la utilización de plantas invasoras con una biomasa sustancial, estos materiales de desecho pueden transformarse en recursos valiosos mediante el proceso de fertilización. A pesar del inmenso potencial, el biogás se encuentra todavía en su etapa incipiente como tecnología para la generación de electricidad. Actualmente, los generadores de biogás conectados a la red en China han generado con éxito 500 MW de electricidad, pero el potencial de generación de energía sin explotar sigue siendo sustancial.

China ha logrado avances significativos en el avance de la tecnología del biogás, particularmente mediante el establecimiento de grandes plantas de bioenergía, así como instalaciones y centrales eléctricas más pequeñas en zonas montañosas. Además, hay un fuerte énfasis en promover el crecimiento de las instalaciones de biocombustibles y la adopción de mecanismos de inversión para apoyar estas iniciativas. [3].

El proceso de digestión anaeróbica, que ocurre naturalmente en ambientes como pantanos, vertederos de desechos y sistemas de digestión

de biogás especialmente diseñados, es responsable de la producción de biogás. El biogás es un combustible gaseoso que se genera mediante la descomposición de materia orgánica en ausencia de oxígeno. Las bacterias desempeñan un papel crucial en este proceso al descomponer la materia orgánica y producir una mezcla de gases compuesta principalmente de metano y dióxido de carbono. [4].

Diversas formas de desechos orgánicos, como estiércol animal, desechos de alimentos y aguas residuales, pueden someterse a tratamiento mediante sistemas de digestión anaeróbica. La implementación de estos sistemas reporta numerosas ventajas para el medio ambiente, entre ellas la captura de metano para mitigar las emisiones de gases de efecto invernadero, la producción de energía renovable y la disminución de la acumulación de residuos en los vertederos. La utilización de sistemas de digestión anaeróbica es inmensamente prometedora para generar ventajas ambientales, económicas y sociales a nivel mundial. [5].

Los digestores de biogás, como lo destaca la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, resultan especialmente valiosos en entornos agrícolas al gestionar eficazmente los desechos del ganado y generar biogás para satisfacer las necesidades energéticas de las granjas. El biogás producido puede procesarse aún más para producir biometano, que sirve como una alternativa viable al gas natural, o puede emplearse directamente para generar calor y electricidad. [6].

Uno de los problemas ambientales más urgentes en América Latina es el manejo inadecuado de los residuos sólidos urbanos. Sólo en Ecuador se producen cada día la asombrosa cifra de 12.613 toneladas de residuos. De este total, el 44% está formado por materiales inorgánicos, lo que lleva a la conclusión de que cada individuo genera aproximadamente 0,83 kg de residuos al día. [7].

En este particular marco, la metrópoli de Guayaquil genera aproximadamente 4.000 toneladas de residuos diariamente, de los cuales sólo el 14% es apto para su reutilización o reciclaje [8].

La parte de residuos orgánicos que se desecha contribuye notablemente a la emisión de metano, un gas de efecto invernadero muy

potente. Además, supone un despilfarro de un valioso recurso que posee un considerable potencial energético, que podría aprovecharse mediante métodos bioquímicos y termoquímicos.

En los últimos años, ha habido una creciente fascinación por la utilización de la digestión anaeróbica de residuos orgánicos para generar biogás como tecnología alternativa. Este método no sólo sirve para estabilizar los residuos sino también para facilitar el cambio hacia fuentes de energía renovables. Si bien esta tecnología se ha implementado ampliamente a gran escala, se ha realizado una cantidad limitada de investigaciones sobre su aplicación descentralizada en entornos residenciales, particularmente en países en desarrollo.

II. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

La ciudad de Guayaquil, en Ecuador, se enfrenta actualmente a obstáculos considerables a la hora de gestionar eficazmente los residuos orgánicos de forma sostenible. Este problema se caracteriza principalmente por la ausencia de opciones asequibles y eficientes de gestión de residuos para los hogares. A pesar de un reconocimiento cada vez mayor de la importancia de la sostenibilidad ambiental, la mayoría de los hogares todavía carecen de alternativas viables para eliminar responsablemente sus desechos orgánicos. Este problema se ve agravado por la insuficiente presencia de sistemas manuales eficaces de biogás en los hogares, lo que provoca el desperdicio del potencial energético y de las ventajas medioambientales asociadas a los residuos orgánicos. La ausencia de soluciones sostenibles no sólo contribuye a la acumulación de residuos, sino que también tiene efectos perjudiciales para el medio ambiente, al tiempo que impide la participación de la comunidad en prácticas más responsables de gestión de residuos.

¿Es posible mejorar el manejo de los residuos orgánicos en los hogares de la Ciudad de Guayaquil mediante la introducción de un sistema casero de biogás? La ausencia de alternativas sostenibles y convenientes actualmente dificulta la eliminación adecuada de los desechos orgánicos, lo que genera acumulación de desechos y exacerba los

problemas ambientales. En consecuencia, la pregunta de investigación que surge es: ¿Es viable proponer un método de extracción de biogás a partir de residuos orgánicos en viviendas mediante técnicas artesanales?

III. JUSTIFICACIÓN

La utilización de biogestores para la obtención de biogás a partir de residuos orgánicos, se considera una ayuda para la problemática de la mala gestión de residuos que practica la ciudad de Guayaquil, también implementar el sistema de biogestor beneficia a cada familia a largo plazo, el rendimiento del biodigestor es notable desde los 30 a 45 días de su implementación, el uso de biodigestores conlleva a un impacto positivo reduciendo los gases de efecto invernadero provocados por residuos orgánicos en vertederos.

La ciudad de Guayaquil junto con otras zonas urbanas, tiene la responsabilidad de gestionar eficazmente los residuos orgánicos. Sin embargo, este deber no se ha cumplido, como lo demuestran los vertederos desbordados. Dadas estas circunstancias, queda claro que los biodigestores ofrecen una solución viable. Con una inversión modesta, personas de distintas clases sociales como: clase baja, clase media, clase alta pueden acceder fácilmente a estos dispositivos tubulares adaptables, que pueden colocarse cómodamente en áreas abiertas o con una mínima reducción de espacio. Es crucial reconocer que nuestra región cuenta con cualidades excepcionales que nos benefician enormemente. El proceso de generación de biogás dentro del biodigestor nos proporciona un suministro constante tanto de biogás como de biofertilizante, maximizando las ventajas disponibles para ciudad.

Además, esta iniciativa no sólo mantiene y promueve prácticas sostenibles y responsables, sino que también fomenta la utilización de fuentes de energía renovables y respetuosas con el medio ambiente. Es importante reconocer el impacto socioeconómico de este esfuerzo, ya que el biogás no sólo sirve como fuente de energía sino que también crea perspectivas económicas a través de la venta de biogás o biofertilizantes. La producción de biogás casero en Guayaquil no es sólo una resolución técnica; se considera una oportunidad para mejorar la calidad de vida de las personas.

Se presenta una oportunidad para educar a las personas sobre la importancia de la gestión de residuos y los procesos biológicos mediante la implementación de biodigestores caseros. Este enfoque ofrece una solución factible y rentable para disminuir los desechos orgánicos y generar más energía, contribuyendo a una ciudad más limpia, sostenible y consciente del medio ambiente.

IV. OBJETIVOS

Objetivo general

Presentar una propuesta de factibilidad obtener biogás con desechos orgánicos de manera artesanal en hogares de la ciudad de Guayaquil.

Objetivos específicos

Realizar un análisis de factibilidad para la introducción de un sistema de biodigestores.

Diseñar y dimensionar un sistema de biodigestor adecuado para un hogar promedio.

Manual de manejo de los desechos y sus aplicaciones.

V. METODOLOGÍA

1. Realizar un análisis de factibilidad para la introducción de un sistema de biodigestores.

a) Implementación de Biodigestores en Hogares de Guayaquil

En el contexto de la gestión de residuos orgánicos, la ciudad de Guayaquil enfrenta importantes desafíos en cuanto a la eficiencia y sostenibilidad de las operaciones actuales. La acumulación de residuos orgánicos en los vertederos no sólo genera problemas ambientales sino también una oportunidad para encontrar alternativas más sostenibles. En este sentido, la implementación de biodigestores en el hogar es una propuesta capaz de solucionar de forma integral estos problemas. Los biodigestores, dispositivos que permiten la digestión anaeróbica de materia orgánica para producir biogás, son una tecnología prometedora en la gestión de residuos. Este biogás, compuesto principalmente de metano, puede utilizarse como fuente de energía renovable. La introducción de biorreactores a nivel doméstico no solo proporciona una

solución asequible para el tratamiento de residuos orgánicos, sino que también promueve la producción de energía sostenible, en línea con los esfuerzos por crear un uso de recursos más ecológico y eficiente. Un estudio de factibilidad sobre la implementación de sistemas de biodigestores en hogares de Guayaquil parece ser una necesidad urgente debido a los beneficios potenciales que esta tecnología puede traer. Este análisis no solo probará la viabilidad técnica y económica, sino que también evaluará la aceptabilidad social y el impacto ambiental, facilitando así la toma de decisiones informadas para encontrar soluciones sostenibles de gestión de residuos en la ciudad. La gestión sostenible de residuos orgánicos y la introducción de biorreactores interiores se consideran aspectos importantes para resolver los problemas energéticos y medioambientales modernos. La creciente preocupación por el cambio climático y la necesidad de fuentes de energía más sostenibles resaltan la importancia de adoptar medidas para reducir la contaminación y promover el uso eficiente de los recursos. En este contexto, la gestión racional de los residuos orgánicos mediante biorreactores parece ser una solución prometedora. Esto no sólo ayuda a reducir la cantidad de residuos enviados a los vertederos, sino que también genera biogás, una fuente de energía renovable. El objetivo de este tráiler es resaltar la importancia fundamental de abordar la gestión de residuos y llevar tecnologías sostenibles al hogar, destacando los beneficios medioambientales y energéticos asociados. La gestión sostenible de los residuos orgánicos mediante la implementación de biorreactores requiere un enfoque metodológico riguroso. Esta sección detalla el diseño del estudio, los procedimientos implementados y los métodos utilizados para evaluar la viabilidad de introducir biodigestores en los hogares de Guayaquil.

a) Realización de un análisis de factibilidad para la introducción de un sistema de biodigestores:

Llevar biogás a los hogares se considera una cuestión urgente en la búsqueda de fuentes de energía más sostenibles y respetuosas con el medio ambiente. El biogás, combustible producido a partir de la digestión anaeróbica de materia orgánica como desechos de alimentos, desechos animales y desechos agrícolas, es objeto de un análisis detallado para evaluar su

idoneidad en los hogares de Guayaquil. Para implementar esta recomendación, se llevó a cabo una revisión bibliográfica de fuentes secundarias. Se han investigado a nivel internacional artículos científicos, informes técnicos, estadísticas y normativas relacionadas con la producción de biogás a partir de residuos orgánicos con especial énfasis en el contexto local de la ciudad de Guayaquil. La información recopilada permite realizar un análisis exhaustivo de la viabilidad técnica, económica, legal y social de introducir un biorreactor doméstico. En particular, para calcular el biodigestor se utilizaron datos cuantitativos sobre la composición y generación de residuos sólidos urbanos per cápita en la ciudad. También se utilizaron referencias de costos de otros proyectos de biodegradación para la evaluación económica. En cuanto al marco legal y regulatorio, se realizó una evaluación de la legislación ambiental y de salud vigente en el Ecuador y se comparó con la experiencia internacional. Finalmente, para evaluar la aceptación pública se utilizaron fuentes secundarias y el análisis cualitativo del autor sobre la necesidad de estrategias educativas y de participación comunitaria.

Sostenibilidad Ambiental:

Ventajas: La generación de biomasa a partir de desechos orgánicos se presenta como una estrategia eficaz para reducir la acumulación de residuos en vertederos y disminuir las emisiones de metano, un gas de efecto invernadero más potente que el dióxido de carbono.

Desafíos: El manejo adecuado de los digestores anaeróbicos se convierte en un imperativo para prevenir la liberación de gases nocivos y garantizar una digestión eficiente de la materia orgánica.

Accesibilidad y Viabilidad Técnica:

Ventajas: La producción local de biogás ofrece independencia energética al reducir la dependencia de fuentes externas. Tecnologías asequibles para la producción de biodiesel complementan este enfoque, destacando la viabilidad técnica y económica. La implementación a nivel comunitario se ve facilitada por la disponibilidad de tecnologías de bajo costo, promoviendo la autosuficiencia y la inversión en energía sostenible.

Desafíos: La instalación exitosa de sistemas de biogás en hogares requiere no solo la colocación de equipos, sino también la comprensión de las interacciones del biogás y los métodos técnicos. Se enfatiza la importancia de la planificación detallada, considerando factores locales como la disponibilidad de residuos orgánicos, la temperatura y la humedad.

Beneficios Económicos:

Ventajas: La producción de biogás en el hogar, aprovechando desechos fácilmente disponibles, resulta en ahorros a largo plazo en costos de energía.

Desafíos: La barrera inicial de inversión en equipos y sistemas puede limitar la adopción para algunos hogares, aunque se destaca la importancia de considerar los beneficios a largo plazo y los posibles incentivos gubernamentales.

Implicaciones Sociales:

Ventajas: La incorporación de biogás en los hogares va más allá de la generación de energía, mejorando los entornos de vida al proporcionar una fuente de energía limpia. Se subraya la reducción de contaminantes en comparación con fuentes tradicionales, mejorando la salud y contribuyendo a la sostenibilidad al convertir residuos orgánicos en una fuente útil de energía renovable. La autonomía resultante, especialmente en áreas con ingresos limitados, promueve la vida sostenible y el ahorro de recursos.

Desafíos: Se resalta la necesidad de abordar la percepción pública y garantizar la aceptación, evitando impactos negativos en la sociedad. Además, se reconoce la importancia de políticas y regulaciones para respaldar la implementación exitosa de la bioenergía en los hogares.

b) Análisis de factibilidad para la introducción de un sistema de biodigestores

Estimación de materia prima

Según datos Guayas produce 4000 toneladas de basura diarias de la cuales en sus zonas urbanas como Guayaquil llega a producir un promedio de 0,83 kg/habitante-día de residuos sólidos. [9].

Es esencial comprender la composición de estos desechos orgánicos, a que diferentes tipos de materiales orgánicos pueden tener un impacto significativo en la producción de biogás. Los desechos orgánicos típicos incluyen restos de comida, vegetales y frutas. La proporción de estos materiales en la mezcla puede influir en la eficiencia del proceso de digestión anaerobia y, por ende, en la producción de biogás.

Por ejemplo, algunos desechos orgánicos pueden contener una mayor proporción de carbono, favoreciendo así la producción de biogás. Contrariamente, otros materiales pueden tener una composición menos propicia. Por lo tanto, una evaluación detallada de la composición de los desechos orgánicos proporcionará información valiosa para estimar con mayor precisión la producción de biogás y optimizar el rendimiento de los biodigestores.

Tipos de Desechos Orgánicos:

Restos de Comida: Contienen una alta proporción de carbono, favoreciendo la producción de biogás.

Vegetales y Frutas: Aportan nutrientes y pueden acelerar la descomposición, pero la proporción de carbono y nitrógeno es importante.

Otros Materiales Orgánicos: Incluyen posiblemente materiales más fibrosos o leñosos que pueden requerir un mayor tiempo de descomposición.

Tipos de Desechos Orgánicos en Hogares Guayaquileños:

Restos de Comida: En hogares guayaquileños del norte, donde platos como "encebollado" y "seco de chivo" son populares, los desechos orgánicos pueden contener una cantidad significativa de restos de carne y huesos. Estos elementos aportan una alta proporción de nitrógeno al conjunto de desechos, favoreciendo la descomposición anaerobia y la producción de biogás.

Vegetales y Frutas: En la región sur de Guayaquil, conocida por su producción agrícola, los desechos orgánicos pueden incluir cáscaras de plátanos y mangos, así como restos de hortalizas como col rizada y espinacas. La diversidad de estos desechos aporta nutrientes variados, mejorando la calidad del material

orgánico para la digestión anaerobia.

Otros Materiales Orgánicos: En hogares del oeste, donde se prioriza una dieta rica en productos frescos, los desechos orgánicos podrían contener restos de hojas de lechuga, tallos de apio y otros materiales fibrosos. Estos elementos contribuyen a la estructura física del sustrato y ayudan a mantener un equilibrio adecuado en la composición de los desechos.

c) Familia Promedio

La totalidad de generación de desechos orgánicos de una familia promedio puede variar por diferentes hábitos, por tamaño de familia, los estilos de vida. En países desarrollados su clímax más alto de recolección de residuos por individuo 1k por día, teniendo claro que los desechos orgánicos son residuos de comida, cascaras de frutas y verduras,

Se estima que en Guayaquil la familia promedio es de 3,78 dando lugar a un hogar de 4 personas [10], considerando que según estudios una persona dependiendo de los hábitos y nivel socioeconómico puede consumir entre 0,3 a 1kg diario de Biogás, debemos tener en cuenta que el biogás comienza a producirse activamente después de 20-30 días del arranque inicial, de la cual se logra una producción estable luego de alrededor de los 60 días. Una aproximación es que 1kg de desecho orgánico puede producir entre 0.03 a 0.05 metros cúbicos de biogás, la cual puede ir variando ampliamente dependiendo del tipo de sustrato. Entonces, para un hogar de 4 personas podría generar entre 60 a 100 litros de biogás por día.

d) Evaluación de marco legal y regulatorio.

En las regulaciones y leyes ecuatorianas, no se establece una ley específica destinada a biodigestores de pequeño o de uso doméstico. Sin embargo, estos sistemas se pueden adherir a regulaciones generales de salud y ambiental en la ley de gestión ambiental, así como en las normas INEN relacionadas con el compostaje.

Perspectiva Internacional: Experiencias y Regulaciones

A fin de enriquecer nuestra comprensión, es

valioso explorar experiencias y regulaciones de otros países en relación con biodigestores domésticos. En Alemania, la adopción de tecnologías sostenibles ha sido impulsada significativamente por incentivos fiscales específicos para los hogares que implementan biodigestores. Según un estudio de Smith (2018), estas medidas han demostrado ser efectivas al fomentar la instalación de sistemas biodigestores en entornos residenciales, contribuyendo así a la gestión sostenible de desechos orgánicos.

Por otro lado, en China, se ha establecido un marco regulatorio sólido que aborda tanto la seguridad como la eficiencia de los biodigestores domésticos. Li et al. (2020) detallan que el gobierno chino ha implementado estándares claros para estos sistemas, asegurando que cumplan con criterios específicos de rendimiento y seguridad. Esta regulación integral ha proporcionado un marco sólido para el desarrollo y la adopción de biodigestores a nivel doméstico en el país.

e) Requerimientos

Se requiere un área aproximada de 5 m² por biodigestor doméstico (1.2m ancho x 6m fondo x 1.20m alto). Idealmente cercano a la cocina para facilitar el acarreo de desechos. (6) La elección estratégica de la ubicación, preferiblemente cerca de la cocina, tiene una importancia dual. En primer lugar, facilita el acarreo de desechos orgánicos directamente desde la cocina al biodigestor, minimizando la necesidad de transporte y simplificando el proceso para los usuarios. En segundo lugar, esta proximidad fomenta la interacción diaria con el sistema, promoviendo la conciencia y la participación de la comunidad en su funcionamiento.

Uso eficiente del Agua

El agua se utiliza en una sola fase inicial de llenado del tanque biodigestor, eliminando la necesidad de un flujo constante de agua. Este enfoque contribuye no solo a la sostenibilidad del sistema, sino también a la conservación del recurso hídrico, resaltando así un compromiso adicional con prácticas respetuosas con el medio ambiente.

Materia Orgánica Apropriada

El principal insumo para el biodigestor es la materia orgánica generada en la cocina,

incluyendo restos de comida, vegetales y frutas. Es crucial educar a la comunidad sobre la selección adecuada de desechos orgánicos para maximizar la eficiencia del sistema. Esto no solo implica identificar los tipos ideales de residuos, sino también concientizar sobre la exclusión de materiales que podrían afectar negativamente el proceso.

Además de los aspectos técnicos y ambientales, es esencial incorporar consideraciones clave relacionadas con la seguridad y comodidad para garantizar una implementación exitosa de biodigestores a nivel doméstico.

Accesibilidad:

Ubicación Estratégica: Si bien es crucial tener el biodigestor cerca de la cocina para facilitar la disposición de desechos, también se debe considerar la accesibilidad general del lugar. Hay que asegurar que el área sea fácilmente alcanzable para todos los miembros del hogar, incluyendo personas con discapacidades o limitaciones físicas, es fundamental para una operación eficiente.

Prevención de Riesgos:

Seguridad durante la Instalación: Durante la fase de instalación, es necesario seguir protocolos de seguridad para prevenir accidentes. Esto incluye el manejo adecuado de herramientas, materiales y la supervisión de profesionales capacitados.

Señalización y Protección: Implementar señalizaciones claras alrededor del biodigestor, indicando áreas de seguridad y posibles peligros, contribuye a una operación segura. Además, considerar la instalación de protecciones físicas para prevenir accidentes involuntarios.

Mantenimiento y Limpieza:

Instrucciones Claras: Proporcionar instrucciones detalladas para el mantenimiento regular y la limpieza del biodigestor es esencial. Esto garantiza que los usuarios comprendan cómo realizar estas tareas de manera segura y eficiente.

Equipamiento de Protección Personal: Enfatizar el uso de equipos de protección personal, como guantes y gafas, durante las actividades de mantenimiento, ayuda a minimizar riesgos asociados con la manipulación de desechos y lodos.

Educación Continua sobre Seguridad:

Programas de Capacitación: Implementar programas de capacitación periódicos sobre seguridad para los usuarios y cualquier persona

involucrada en el proceso garantiza un conocimiento continuo sobre las mejores prácticas de seguridad.

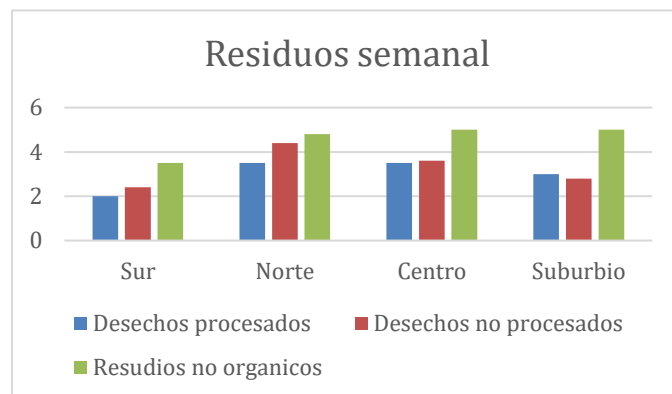
Divulgación de Información: Proporcionar información escrita y visual sobre las medidas de seguridad específicas en un formato fácilmente comprensible contribuye a la conciencia constante.

Esta perspectiva financiera aborda no solo la inversión en el sistema en sí, sino también los posibles ahorros y beneficios económicos derivados de su uso continuo.

Ahorros en Servicios de Gestión de residuos

Reducción de Costos de Eliminación: Al adoptar biodigestores, las familias pueden experimentar una reducción significativa en los costos asociados con la eliminación tradicional de desechos orgánicos. La capacidad de gestionar estos residuos disminuye la dependencia de servicios externos de gestión de residuos, resultando en ahorros a largo plazo.

En el presente gráfico se establece los residuos generados por semana en los diferentes sectores de Guayaquil, los cuales son desechos procesados que trata de los alimentos cocinados, desechos sin procesar nos hace referencia a frutas, vegetales, residuos no orgánicos como, papel, cartón, productos químicos, entre otros.



Grafica. Desechos – Zonas de Guayaquil.

Beneficios Económicos a Largo Plazo

Producción de Biogás para Uso Doméstico:

La generación continua de biogás para uso doméstico puede conducir a ahorros adicionales

en facturas de gas o electricidad. Dependiendo de las necesidades específicas del hogar, este beneficio puede contribuir significativamente a la viabilidad financiera y al retorno de la inversión a lo largo del tiempo.

Potencial para Ingresos Adicionales:

Excedentes de Biogás: En algunos casos, los hogares pueden tener excedentes de biogás que podrían aprovecharse para generar ingresos adicionales. La posibilidad de compartir o vender este recurso a otros miembros de la comunidad crea oportunidades financieras complementarias. También decir de estos desechos que generan biogás, es un excedente que sirve de abono, se lo puede vender o usar para cultivar.

Reducción de Costos de Transporte.

Menor Necesidad de Transporte de Residuos:

La capacidad de gestionar desechos orgánicos en el lugar de origen reduce la necesidad de transporte de grandes cantidades de residuos, lo que puede resultar en ahorros relacionados con los costos logísticos y ambientales asociados.

Desechos No Procesados (Relación Carbono/Nitrógeno):

Altos en Carbono (C):

- Madera no tratada.
- Ramas y troncos.
- Materiales de construcción no tratados.
- Papel y cartón sin procesar.

Altos en Nitrógeno (N):

- Restos de alimentos frescos.
- Residuos de cocina sin procesar.
- Césped y recortes de jardín frescos.
- Estiércol fresco.

Desechos Procesados (Relación Carbono/Nitrógeno):

Altos en Carbono (C):

- Papel y cartón procesados.
- Materiales de madera tratada.
- Residuos de madera procesada.

- Productos de papel procesados.

Altos en Nitrógeno (N):

- Residuos de alimentos procesados.
- Residuos de cocina procesados.
- Residuos de jardinería procesados.
- Productos orgánicos procesados.

Residuos Orgánicos (Relación Carbono/Nitrógeno):

Altos en Carbono (C):

- Paja y heno seco.
- Hojas secas.
- Astillas de madera.
- Cáscaras de nueces.

Altos en Nitrógeno (N):

- Restos de alimentos frescos y no procesados.
- Cáscaras de frutas y verduras.
- Estiércol animal fresco.
- Residuos de cocina frescos.

Fomento de Prácticas Sostenibles:

Este ayuda a la circulación de la economía, se implementa biodigestores, que da a un compromiso a prácticas sostenibles y una economía circular. Esto da a beneficios económicos a largo plazo, el cual también da educación a las personas para un mejor dado al medio ambiente.

Tipo de Biodigestores Caseros según los desechos orgánicos Ideales

Restos de Comida y Vegetales:

- **Tipo de Biodigestor:** Biodigestor de Flujo Continuo o Biodigestor de Bolsa.
- **Justificación:** Estos biodigestores son eficientes para el procesamiento constante de pequeñas cantidades de desechos y son adecuados para hogares con una generación continua de residuos de cocina

Cáscaras de Frutas:

- **Tipo de Biodigestor:** Biodigestor de Flujo Continuo o Biodigestor de Bolsa.
- **Justificación:** Similar a los restos de comida, las cáscaras de frutas pueden ser tratadas eficientemente en biodigestores que permiten un flujo constante de material.

Grasas y Aceites:

- **Tipo de Biodigestor:** Biodigestor de Inflado de Gas.
- **Justificación:** Los biodigestores de inflado de gas son útiles para manejar desechos ricos en grasas y aceites. La acumulación de gas ayuda a mantener la presión necesaria para procesar estos materiales.

Fibras Vegetales (por ejemplo, Residuos de Jardín):

- **Tipo de Biodigestor:** Biodigestor de Flujo Continuo con Mezcla Activa.
- **Justificación:** Las fibras vegetales pueden requerir una mezcla más activa para descomponerse eficientemente. Los biodigestores con sistemas de mezcla pueden ser útiles en este caso.

Residuos de Cocina Variados:

- **Tipo de Biodigestor:** Biodigestor de Flujo Continuo o Biodigestor de Bolsa.
- **Justificación:** Dependiendo de la variedad de residuos de cocina, estos biodigestores pueden manejar de manera eficiente mezclas de diferentes materiales orgánicos.

Tipo de residuos orgánico ideal	Ejemplos
Restos de comida	Sobras de alientos, cascaras.
Vegetales y Frutas	Cascara de vegetales.
Residuos de cocina	Pasos de café, bolsas de té.
Materia orgánica fresca	Residuos de jardinería
Materias que podrían afectar negativamente el proceso.	
Alimentos ácidos.	
Plásticos.	
Metales como utensilios de cocina o latas.	
Aceite y grasas no deseados.	
Productos químicos tóxicos.	
Exceso de papel o cartón.	

Dado los requisitos y las necesidades técnicas que serán utilizadas para las instalaciones de biodigestores, es importante tener en cuenta la participación comunitaria en todo el proceso. Esto ya sean en grupos de familia que realizarían o individual, se puede aplicar para la generación de biogás, ya que la recolecta colectiva beneficia a varias familias y hace que sea más rápido la recolección, generación de biogás, en cambio la individual es a largo plazo. La participación comunitaria no es solo un proceso, es un esfuerzo colaborativo que puede transformar la eficiencia y eficacia de los biodigestores. Esto puede incluir identificar líderes locales que puedan servir como defensores clave, realizar talleres informativos e involucrar directamente a los residentes en la planificación e implementación del sistema de digestión. Una planta de biogás funciona mejor cuando existe un registro de residuos que asegura la producción de biogás. En otras palabras, cuanto mayor sea el grupo de personas que organizan la bioproducción, mayores serán los beneficios de esta.

Tabla 1. Desechos Ideales.

Participación Comunitaria:

Efectiva:

La educación es un pilar fundamental para garantizar el uso adecuado de los biodigestores y maximizar sus beneficios. Las campañas

educativas deben ir más allá de la simple instrucción técnica y abordar aspectos cruciales como los principios tecnológicos, los beneficios ambientales y económicos, así como las prácticas adecuadas para el mantenimiento y la operación eficiente de los biodigestores.

Estas iniciativas no solo fortalecen la aceptación de la tecnología, sino que también empoderan a la comunidad para utilizar de manera efectiva los biodigestores. La educación continua es esencial para garantizar que los residentes estén plenamente informados y capacitados, permitiéndoles tomar decisiones informadas y contribuir activamente al éxito a largo plazo de esta iniciativa.

Estimación de costos de Inversión y mantenimiento

Los costos de inversión para la implementación de biodigestores domésticos dependen principalmente del tipo de tecnología y los materiales de construcción. Las opciones más económicas son biodigestores de plástico flexibles, más conocidos como biodigestores tubulares, que pueden instalarse con costos de entre \$300 a \$500 dólares por unidad. Por ejemplo, modelos tubulares de polietileno de 6 a 10 metros cúbicos de volumen, con accesorios y válvulas incluidas. [11]

Otra alternativa son los biodigestores prefabricados de fibra de vidrio o metal, con formas cilíndricas o rectangulares, con costos entre \$400 a \$800 dependiendo capacidad y materiales. Requieren excavación y cimentación para su instalación. La ventaja es una mayor vida útil de entre 15 a 20 años [12].

La opción de mayor inversión inicial, entre \$700 a \$1000 dólares, son los biodigestores de mampostería, construidos in situ con ladrillos, cemento y acero de refuerzo. Tienen la ventaja de adaptarse mejor a espacios existentes, pero conllevan un mayor costo de mano de obra calificada [13].

En cuanto al mantenimiento, al no contar con partes mecánicas, estos sólo requieren una limpieza periódica del tanque cada 6 a 12 meses para retirar lodos. El costo anual para limpiezas eventuales realizadas por los mismos usuarios se estima menor a \$50 anuales. Es un gasto operativo muy bajo en comparación con los equipos de gas o electricidad convencionales.

2. Diseño y dimensión de un sistema de biodigestor adecuado para un

hogar promedio

La biomasa tiene un impacto ambiental menor que los combustibles fósiles y es una fuente de energía limpia. Esto ofrece una serie de beneficios que lo convierten en una excelente fuente de energía. En primer lugar, es una fuente de energía cien por ciento renovables y limpia basada en el proceso libre de carbono. La biomasa puede aprovechar y valorizar los residuos orgánicos, convirtiéndolos en una valiosa fuente de energía. Además, reciclar estos residuos evita que se acumulen en vertederos y reduce el riesgo de contaminación del suelo y del agua. Otro beneficio de la biomasa es su capacidad para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero. La producción y uso de biomasa evita la emisión de metano, un gas con mayor efecto invernadero que el dióxido de carbono. Ayuda a mitigar el cambio climático y reducir la huella de carbono. Además, la biomasa es una fuente de energía disponible durante todo el año. A diferencia de otros recursos renovables, como la energía solar o eólica, que varían según las condiciones climáticas, la biomasa se puede producir a partir de residuos orgánicos. [14]

La instalación de biodigestores a nivel residencial para el tratamiento de desechos orgánicos permite desviar un importante volumen de residuos generados en los hogares, que mediante la digestión anaeróbica se transforman en biogás y bioabono.

Según un estudio de Oxfam en Ecuador, los residuos orgánicos representan más del 50% del total de desechos generados a nivel domiciliario [15].

La implementación masiva de biodigestores en zonas urbanas contribuiría a reducir los requerimientos de recolección y transporte por parte de los municipios, así como la disposición final en rellenos sanitarios, extendiendo su tiempo de vida útil [16].

Además de los beneficios ambientales, también se obtienen ventajas sociales y económicas: disminución de olores ofensivos, propagación de vectores, ahorro en fertilizantes por utilización del bioabono, e incluso posibilidad de generación eléctrica a partir del biogás capturado.

Tomando el caso de la ciudad de Guayaquil que genera cerca de 2,000 toneladas diarias de residuos (50% orgánicos), se podría reducir en 1,000 ton/día esta corriente mediante

biodigestión, correspondiendo a una disminución aproximada del 25% en residuos sólidos urbanos de origen domiciliario.

Uno de los beneficios ambientales más significativos es precisamente la disminución en la generación de basura que actualmente se envía a vertederos o rellenos sanitarios. Se estima que cerca del 57% de todos los residuos generados en Latinoamérica corresponden a desechos orgánicos [17]

En el caso de Ecuador, un estudio realizado por la Universidad de Cuenca determinó una composición física típica de 55% de contenido orgánico para los residuos sólidos urbanos. Mientras no sean gestionados adecuadamente, estos desechos orgánicos terminan acumulados en botaderos o vertederos informales, contribuyendo a la contaminación de suelos y cuerpos de agua por lixiviación de líquidos [18].

Al implementar biodigestores domésticos, ese alto porcentaje de materia orgánica, restos de comida, podas de jardín, etc. se desvía del flujo convencional de los residuos sólidos municipales, para ser procesado y convertido localmente en cada vivienda a través de la biodigestión anaerobia.

De esta manera, el volumen de desechos a recolectar, transportar y disponer finalmente se reduce significativamente. Por ejemplo, una reducción del 50% de contenido orgánico, implicaría disminuir también en un 27.5% la totalidad de los residuos sólidos producidos (50% de 55% de composición). El impacto positivo sería muy significativo, tanto operativa como ambientalmente.

En conclusión, el aprovechamiento de los residuos orgánicos domiciliarios a través de la implementación masiva de biodigestores traería enormes beneficios ambientales, sociales y sanitarios al reducir drásticamente la disposición inadecuada actual de estos desechos.

El módulo por usar para un sistema de Biodigestor adecuado es de un Biodigestor tubular en plástico HDPE ya que es ampliamente utilizado en biodigestores por su flexibilidad, liviano peso y resistencia química y a la corrosión. Es un material durable, con una vida útil de hasta 20 años.

El modelo consiste en un tubo de 6 metros de longitud con diámetro de 1.2 metros, cerrado herméticamente en los extremos con tapas del mismo material. El volumen total es de 3.5 m³. Incluye accesorios como tubería y válvulas de

PVC para entrada/salida de materia orgánica (sustrato) y del biogás producido. [19]

El biodigestor se coloca de manera horizontal, preferiblemente bajo suelo y cercano a la cocina para facilitar el transporte diario de los residuos de comida. Requiere una zanja de instalación de 1.5 metros de profundidad por 6 metros de largo aproximadamente.

El sustrato (residuos de alimentos) se introduce diariamente mezclado con agua para generar un lodo fluido que facilite la digestión. En el proceso de degradación bacteriana se producen el biogás (rica en metano) y el bioabono, que quedan retenidos o se extraen por tuberías conectadas.

La ventaja del diseño tubular horizontal es la facilidad y bajo costo de implementación y mantenimiento. Al no tener partes o equipos complicados, el usuario solo debe alimentarlo y realizar una limpieza periódica.

Este diseño sería adecuado para las necesidades de un hogar promedio de 4 personas, con capacidad de proceso de unos 2 kg/día de desechos frescos, pudiendo producir entre 0.08 a 0.13 m³/día de biogás (80 a 130 litros aproximadamente).

Alimentación Diaria-Preparación del Sustrato:

Mezclar los residuos de alimentos diariamente, asegurando una combinación equilibrada de restos de comida, vegetales y frutas.

Agregar agua al sustrato para crear una consistencia de lodo fluido, facilitando la digestión bacteriana en el biodigestor.

Introducción al Biodigestor:

Verificar que las válvulas de entrada y salida estén cerradas.

Introducir la mezcla preparada al biodigestor a través de la tubería de entrada, evitando la introducción de elementos no orgánicos o materiales que puedan obstruir el sistema.

Cerrar herméticamente el biodigestor después de la introducción del sustrato para evitar fugas de biogás y mantener condiciones anaeróbicas propicias para la digestión.

Proceso de Digestión Anaerobia

Tiempo de Retención:

Permitir un tiempo de retención adecuado, que generalmente es de 20-30 días para la fase inicial y alcanza la estabilidad después de

aproximadamente 60 días.

Producción de Biogás y Bioabono

Extracción del Biogás:

Una vez que el biogás se ha acumulado, abrir la válvula de salida de biogás para extraerlo del sistema.

Manejo del Bioabono:

Después de la digestión, abrir la válvula de salida del bioabono para recoger el material residual procesado, que puede utilizarse como fertilizante orgánico.

Limpieza Periódica:

Eliminación de Residuos Sólidos:

Realizar limpiezas periódicas cada 6 a 12 meses, dependiendo de la acumulación de lodos. Durante este proceso, retirar los residuos sólidos acumulados en el fondo del biodigestor.

Inspección de Válvulas y Tuberías:

Verificar el buen estado de las válvulas y tuberías, asegurándose de que no haya obstrucciones que afecten el flujo del sustrato y el biogás.

Sellado de Posibles Fugas:

Inspeccionar herméticamente el cierre del biodigestor y sellar cualquier posible fuga para mantener las condiciones anaeróbicas necesarias.

Otros Aspectos Operativos.

Monitoreo de Producción de Biogás:

Realizar un seguimiento del volumen de biogás producido para ajustar la alimentación según sea necesario.

Registro de Mantenimiento:

Mantener un registro de las limpiezas periódicas, inspecciones y cualquier mantenimiento realizado para un seguimiento efectivo.

Capacitación y Educación:

Proporcionar capacitación a los usuarios sobre la operación adecuada, la importancia de la mezcla equilibrada de desechos y las pautas de seguridad.

Manejo de Problemas Comunes:

Orientación sobre la resolución de problemas comunes, como obstrucciones en tuberías, malos olores o cambios en la producción de biogás.

Concientización Comunitaria

Hay que asegurar que la comunidad participe en la gestión sostenible de residuos y la creación de recursos a través de la biodigestión.

Produce energía renovable, fertilizantes orgánicos no contaminantes, mejora la calidad de vida de las comunidades locales y reduce la cantidad de residuos orgánicos que van a la tierra.

MATERIAL	UNIDAD	COSTO
Tubo de HDPE de 6m x 1.2m diámetro	1	\$250
Tapas cóncavas de HDPE	2	\$60
5m Tubería PVC de entrada de 2"	1	\$15
5m Tubería PVC de salida de biogás de 1/2"	1	\$8
Codo PVC de 90° de 2"	1	\$3
T de PVC de 2"	1	\$5
Tanque plástico de compensación para biogás:	1	\$15
válvulas de bola de PVC de 2"	2	\$10
Cinta teflón para sellado de juntas	1	\$3
Pegamento para tubería de PVC	1	\$5
Accesorios varios de sujeción	1	\$10
Mano de obra para instalación	1	\$120
Total		\$504

Tabla 2. Materiales-Costos del biodigestor casero.

3. MANUAL DE MANEJO DE DESECHOS

El uso de biodigestores como solución para el manejo de residuos orgánicos; El proceso es la digestión anaeróbica, que permite utilizar biomasa como fuente de energía renovable. El biogás como energía renovable, tanto en lo

relacionado con la producción de gas como con la gestión ambiental necesaria para su producción, está despertando cada vez más interés en todo el mundo. Este hecho se enfatiza aún más cuando se hace referencia a la producción de biogás a partir de la descomposición de residuos orgánicos en vertederos; lo que supone una importante producción de gas y al mismo tiempo reduce las emisiones de efecto invernadero. Por otro lado, este proceso también produce aguas residuales, las cuales por sus excelentes propiedades agronómicas tienen un gran potencial para reemplazar los fertilizantes sintéticos utilizados actualmente. El top proceso de producción de Biogases el uso anaeróbico, este proceso se realiza sin oxígeno., de forma espontánea en la naturaleza y es parte del ciclo biológico de los seres vivos y del ciclo biogeoquímico del carbono. Así, naturalmente, se puede encontrar el llamado gas de los pantanos elevándose en aguas estancadas; metano, gas natural de los yacimientos petrolíferos y, finalmente, gas producido en el tracto digestivo de rumiantes como el ganado vacuno, en todos estos procesos intervienen las llamadas bacterias metano génicas.

El destino de facilitar valor, cuidado y fertilizantes orgánicos a los agricultores de zonas marginales o de sectores rurales de bajos ingresos y enrevesada vereda a las fuentes convencionales de petróleo. La ciencia desarrollada para estos fines ha buscado fomentar digestores de mínimo gasto, fáciles de operar y mantener, reparo los niveles de obtención de carácter que se alcanzan por estos medios modo solamente para autoconsumo.

Los tipos de digestores se encuentran hoy fecha en continua expansión. Los más sencillos han tenido casco amplia aquiescencia en Guijarro, India, Filipinas y Brasil; conveniente a que en estos países se ejecutaron importantes planes gubernamentales que impulsaron y apoyaron con protección procedimiento y financiera su función. Con razón a los digestores de entrada

eficacia, la colectividad se encuentran instalados en Europa. En el muerto de la sociedad no se ha superado, aunque la etapa de unidades demostrativas o emprendimientos particulares aislados. El régimen de líquidos cloacales mediante sistemas anaeróbicos solos o combinados con tratamientos aeróbicos está muy difundido en totalidad la humanidad desde hace más de 50 años. Ya en 1975, el biogás generado por esta capacidad en Europa

alcanzaba un general de alrededor de 240 millones de m³ anuales. Las constantes innovaciones en los equipos de cogeneración aseguran un uniforme avance en esta pradería.

Una fisonomía vital por honrar es que la integración de esta ciencia obliga a pezuña estricta reglamentación de la muestra de productos que se vierten en los sistemas cloacales urbanos; por eso en los países en los desechos industriales estilos vertidos exento concertar en las cloacas, los reactores anaeróbicos han tenido graves problemas de funcionamiento y en muchos casos han sido abandonados.

El picado auxiliar, muy difundido en entero el siglo para suprimir los desperdicios de las ciudades; ha en incorporando, técnicas de extracción y desinfección del gas metano que genera su abstracción; disminuyendo de esta manera los graves problemas que genera, tanto la muerte del bosque de las zonas cercanas, los malos olores y la formación de mezclas explosivas de gases que pueden acumularse en lugares cerrados. La marcha de esta ciencia ha permitido que importantes ciudades del orbe, tanto es la ocasión de Santiago de Ají en América Latina, incluya una solemne proporción de gas justo de esta manantial en el boliche de reparto urbana de gas natural. [20]

El tipo por utilizar es tubular, este más rentable, de sostener para las familias, mejor manejo de residuos, facilidad de biogás y se más económico. Tener en cuenta que para la colocación de los residuos se debe poner la misma cantidad de agua para la misma de residuos, para que el proceso de generación de biogás se realice rápido también se le podría poner orina para que ayude a la degradación de los desechos.

Prevención y Seguridad de manipulación de biodigestor

Al estar manejando biogás, la cual está compuesta diferentes mezclas inflamables de gases, la que se necesita medidas de seguridad, y precaución para la precautelarian de espacio a utilizar, tenemos como puntos de referencias

Ubicación del prototipo

Elegir dónde colocar el digestor es importante porque afecta el éxito o fracaso del sistema. Para elegir una ubicación adecuada se deben considerar las siguientes edificaciones:

a) Debe estar cerca del lugar donde se consume el gas, ya que las tuberías son costosas y no pueden transportarse a una distancia mayor a 30 km debido a la posible presión. Metros

- b) Permanecer cerca de los puntos de recolección de residuos para evitar el transporte de residuos. En el futuro impedirá el buen funcionamiento del sistema de bioingeniería y será más caro.
- c) Deberá ubicarse cerca del vertedero, con pendiente adecuada para facilitar su transporte y disposición.
- d) Mantener a una distancia de 10 – 15 metros de fuentes de agua para evitar contaminación.
- e) Es necesario colocarlo en un lugar protegido de los vientos fríos y con temperatura constante, para obtener la máxima cantidad de energía solar. [21]
- f) Debe estar ubicado en un espacio abierto de pendiente el prototipo.
- g) No de estar cerca de cosas inflamables.
- h) Tener un solo lugar designado específico para la manipulación y su adecuado almacenamiento de biogás.
- k) No se ubique cerca de la manipulación de menores de edad.

En cuanto al tipo de biodigestor

Esta decisión debe tener en cuenta varios criterios:

- a) La inversión que está dispuesto a realizar.
- b) Se puede utilizar biomasa para alimentar el digesto.
- c) Tamaño del digestor requerido.

Precauciones

Al mantener contacto con biogás podemos tener situaciones de peligro, se puede prevenir con:

Un extintor

Al ver una fuga de gas, no encender ningún aparato electrónico

Al sacar el fertilizante tener cuidado con las fugas.

Mantenimientos de prevención

Revisiones anuales del prototipo

Al no tener fluidez de biogás, tener llaves se cierre rápido.

Tener el equipo alejado de niños y mascotas.

Mantenerlo en un lugar aislado

Identificación de desechos orgánicos

Identificamos como desechos orgánicos aquellos residuos generados al preparar los alimentos en el hogar, los cuales se generan de los vegetales, frutas, alimentos echados a perder, entre otros que se podrían encontrar, además de la no utilización de alimentos ácidos, ya que estas podrían afectar al ciclo de generación de biogás. También de suma importancia saber que algunos desechos que parecen ser orgánicos, como los pañales de tela, no se consideran

desechos orgánicos debido a su composición química y su potencial de contaminación ambiental y entre más productos, cuales tenemos estas materias que no se recomienda debido a que son más difíciles de degradar o no aptos para un biodigestor. En general, no utilice desechos de cítricos, semillas o granos, astillas de madera, hojas secas, jirones, heces de animales domésticos perros o gatos, ni heces humanas. No se incluyen en este uso huesos, piedras, vidrio, metal, plástico y cáscaras de arroz. Para asegurar una rápida descomposición, todos los materiales utilizados deberán ser adecuadamente triturados, desmenuzados en trozos no mayores de 10 mm para los más blandos y menores de 5 mm para los más blandos. Menores los trozos es mejor. [22]

Recolección de Desechos Orgánicos

La obtención de los desechos orgánicos se la haría diariamente, por la generación de residuos orgánicos a diario en el hogar, debemos clasificar los desechos que nos será de más utilidad y beneficiara al biodigestor en su producción de biogás, el cual uno es la trituración de los desechos generados para su previa mezcla la cual ayudara a degradación de los mismos para la obtención de biogás, el paso a seguir es la mezcla del agua con los residuos que deberá ser la misma medida, tercer y no menos importante es el guardado en el depósito designado, la cual se debería cumplir para la obtención de 1 kilogramo al día dependiendo de la cantidad de personas en la vivienda,

Producción de biogás

Una vez ya hecho los ciclos de recolección de desechos orgánicos, se coloca en el biodigestor, la espera de biogás se da en de tres a siete semanas para la generación, se debe de tener bien establecida la distribución de biogás para no desperdiciar el gas, también el cambio de los desechos almacenados en el biodigestor se debe dar cada tres meses a cinco meses. Este al cumplir el proceso de biogás, nos genera residuos de los mismos desechos, el cual este desecho es rico en nutrientes para la vegetación, el cual se debe sacar cada 3 meses para que el proceso de generación de biogás no se dañe y podamos usar como fertilizante natural, también se otro apoyo para las familias.

VI. RESULTADOS

Durante la pandemia, la estructuración de las

clases sociales en Ecuador tuvo muchas variaciones críticas, la cual la clase media casi desaparece; mientras la clase baja y la indigencia aumentaron. Sólo el 2% de los hogares se consideran ricos. Se tiene un estimado de 5 a 10 ecuatorianos con algún tipo de empleo, ya sea formal o informal estaría ganando \$500 o menos del sueldo básico. Ecuador tiene una economía con bajos ingresos y pocas oportunidades laborales.

CLASE SOCIAL	INGRESOS
Indigencia	\$160.
Baja	\$ 161 a \$ 321.
Media Baja	\$322 a \$802.
Media	\$803 a \$1605.
Media Alta	\$1605 a \$4012.
Alta	\$4013.

Tabla 3. Ingresos-Clases Sociales.

La implementación de sistemas biológicos no se limita a clases sociales específicas y puede ser llevada a cabo por muchas sociedades. Sin embargo, existen consideraciones prácticas y financieras que afectan la capacidad de las diferentes clases sociales para implementar este tipo de tecnología.

La utilización de este prototipo beneficia más en lugares altos, para la mayor obtención de la luz solar, que ayuda al proceso que se genera dentro del biogestor, también se puede tener en lugares bajos si se puede en lugares que se concentre el calor para sus debidos procesos.

Al reciclar estos desechos orgánicos ayuda en el enfoque de reducir el impacto de contaminación al medio ambiente, también es bueno tener cultura y el aprendizaje, de utilizar los desechos orgánicos para la generación de biogás y también se puede ver como una inversión a largo plazo, que reduciría costos en hogares para su ayuda día a día.

Si se tiene una constancia de temperatura favorable de 35°C nuestra carga, se podría estar utilizando en 15 a 20 días, ya que nuestra carga inicial se consta de 20% de desechos orgánicos 80% de líquido ya se refiere a agua, también se puede reemplazar el agua con el componente que se ha denominado fertilizantes o biol, este método sería más para que no se genere mucho fertilizante y solo se produzca más biogás.

Tiene grandes beneficios el utilizar el biogás, da

una fuente de energía accesible lo que ayuda a las clases sociales con limitantes de ingresos, también la implementación de estos sistemas de biogás se la realiza para el crecimiento en el desarrollo general de la comunidad al dar obtener servicios esenciales y mejorar la calidad de vida de sus habitantes.

Se puede tener una estimación para la contribución, si nos ubicamos en las zonas rurales las cuales estas contienen una demanda alta de desechos orgánicos, que se los puede transformar en biogás y las cuales la beneficiaria mucho. Además, se ayudaría que los botaderos no estén a su límite de capacidad y no contaminen, como sabemos estos botaderos no se respeta el horario de recolección, hace que se genere más contaminación.

Podemos utilizar un sistema de separación de desechos e implementar un biodigestor tubular o biodigestor comunitarios el cual no tendría limitantes y podría instalarse en lugares abierto como podría ser una terraza o un patio, también en un lugar encerrado pero que tenga circulación de aire para no tener riesgos,

En la clase media también es beneficioso utilizar un sistema de biogás en casa, en las cuales podría usar un modelo chino que se podría poner en práctica, para su utilización a largo plazo, también es aplicable para la clase alta, pero para ellos sería mejor un modelo comunitario o un prefabricado para urbanizaciones, por los costos, beneficios, ya que se logran encuentran ubicados en urbanizaciones, así también ayudando a la eliminación de los residuos en beneficio del medio ambiente.

Al tener estos sistemas de biogás semicontinuos, esto quiere decir que lo alimentaremos diariamente, hay que recordar que todos los alimentos que van ingresar al biodigestor deben estar cortados lo más pequeño para que su proceso de descomposición sea más efectiva, al momento de colocar los residuos se debe poner el mismo porcentaje de agua, debemos tener en cuenta, que una familia de 5 integrantes podría estar generando un aproximado diariamente 0.5 – 1 kilogramo de residuos pero esto podría variar, para conversión de kilos a metro cubico es de 0.03, para los cálculos debemos tener 25 kilogramos para poder general biogás 0.75 metros cúbicos/día, el cual si queremos cocinar durante cinco horas sería: $0.75 * 5$ que nos genera un consumo 3.75 metros cúbicos/día. El cual tenemos tener en cuenta que, para raciones pequeña de calentado, hervir agua, entre otras

acciones se puede realizar con la generación de gas estimado 25k

VII. CONCLUSIÓN

En base al análisis de factibilidad realizado desde una perspectiva integral, se concluye que es totalmente viable la presentación de una propuesta para obtener biogás con desechos orgánicos de manera artesanal en hogares de la ciudad de Guayaquil. Se ha demostrado la adaptabilidad técnica de implementar biodigestores tubulares domésticos, con capacidad de procesamiento apropiada para los requerimientos y composición de desechos en familias guayaquileñas típicas. Asimismo, se evidenciaron los beneficios ambientales asociados, como la reducción significativa en la cantidad de residuos orgánicos enviados a rellenos sanitarios. Los análisis financieros indican que, si bien se requiere una inversión inicial relativa, el retorno del capital es rápido, el funcionamiento tiene bajos costos operativos y se generan ahorros a mediano plazo. Adicionalmente, existe potencial para la producción y aprovechamiento energético del biogás obtenido. Desde el punto de vista social y regulatorio no se identificaron barreras importantes, siempre y cuando se implementen estrategias adecuadas de educación, concientización e incentivo sobre los multifacéticos beneficios de esta tecnología ecoamigable y de economía circular.

Diseñar y dimensionar de biogestor es adaptable en los hogares de familias promedio de Guayaquil, Además de añadir la enseñanza de las practicas sostenible de manejo de residuos. También se dará casos de ajustar el tamaño del digestor, dependiendo las necesidades específicas de cada familia. Se deber tener en cuenta que el biogestor se debe tener cuidado con la materia prima preseleccionada, ya que si se colocó materia que no aporta a la descomposición y generación de biogás, no se provechara el sistema biogestor. Al mantener esta práctica se puede tener una economía sostenible y con retribuciones a largo plazo.

Por último, Es importante la orientación acerca de la gestión de residuos y como estos pueden ser de gran utilidad al implementar este sistema de biodigestor para diferentes actividades en el hogar, logrando una implementaron exitosa de biorreactores en la ciudad de Guayaquil.

VIII. Referencias

- [1] Sungyup Jung , Jechan Lee b, Deok Hyun Moon, Ki-Hyun Kim y Eilhann E. Kwon, «ScienceDirect,» [En línea]. Available: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1364032121002410>.
- [2] A. Mishra, M. Kumar, N. Bolan, A. Kapley, R. Kumar y L. Singh, «ScienceDirect,» 2021. [En línea]. Available: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0960852421008543>.
- [3] J. Lu y Xianyi Gao, «ScienceDirect,» 2021. [En línea]. Available: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0961953421001641>.
- [4] Smallops., «Smallops,» [En línea]. Available: <https://smallops.eu/que-es-el-biogas-y-como-se-produce/>.
- [5] A. I. De Lucas Herguedas, C. Del Peso Taranco, E. Rodriguez Garcia y P. Prieto Paniagua. [En línea]. Available: <http://sostenible.palencia.uva.es/system/files/publicaciones/Biomasa%2C%20Biocombustibles%20y%20Sostenibilidad.pdf>.
- [6] O. d. l. N. U. p. l. A. y. l. Agricultura, «Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura,» 2019. [En línea]. Available: <https://www.fao.org/3/bt736e/bt736e.pdf>.
- [7] A. B. CER, 2020. [En línea]. Available: <https://www.uasb.edu.ec/wp-content/uploads/2022/04/Informe-Desechos-plasticos-Alianza-Basura-Cero-Ecuador-2022.pdf>.
- [8] T. Ponce, «PRIMICIAS,» 2020. [En línea]. Available: <https://www.primicias.ec/noticias/sociedad/reciclaje-tarea-pendiente-guayaquil/#:~:text=Cuando%20la%20basura%20cuando%20esta,menos%20100%20toneladas%20al%20d%C3%A9cada..>
- [9] R. Gestión, «Gestión Digital,» 2023. [En línea]. Available: <https://revistagestion.ec/sociedad-analisis/guayas-produce-mas-basura-por-persona-en-el-pais-y-no-la-clasifica/#:~:text=Guayas%20es%20la%20provincia%20que,habitante%3A%201%2C04%20kg.&text>

=La%20mayor%20cantidad%20de%20residuos,que%20los%20inorg%C3%A1nicos%.

[10] INEC, « Censo de Población y Vivienda,» Guayaquil, 2020.

[11] W. J. O. A. Palacios, 2016. [En línea]. Available: <https://pirhua.udep.edu.pe/backend/api/core/bitstreams/869aa740-0df9-45b2-bbf9-ba5068fb4cdd/content>.

[12] O. d. l. N. U. p. l. A. y. l. Agricultura. [En línea]. Available: <https://www.fao.org/3/as400s/as400s.pdf>.

[13] U.A.d.S.P. Bogota, 2020. [En línea]. Available: https://www.uaesp.gov.co/uaesp_jo/images/documentos/programaorganicos.pdf.

[14] AIMPLAS, 2023. [En línea]. Available: <https://www.aimplas.es/blog/como-se-obtiene-el-biogas-energia-renovable-a-partir-de-residuos-organicos/>.

[15] OXFAM, 2019. [En línea]. Available: <https://www.oxfamitalia.org/wp-content/uploads/2018/03/Oxfam-Italia-en-Ecuador-Una-historia-de-desarrollo-y-aprendizajes.pdf>.

[16] R. H y Gretel. [En línea]. Available: https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-57662018000200235.

[17] J. Samaniego, L. M. Galindo, S. J. Mostacedo, J. Ferrer, J. E. Alatorre y O. Reyes, «CEPAL,» 2019. [En línea]. Available: <https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/9434e23c-848f-4109-9273-ed49d30c7e7c/content>.

[18] E. W. Ojeda, «Universidad de Cuenca,» 2013. [En línea]. Available: <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/3736/1/Tesis.pdf>.

[19] D. V. E. Nivelá, «Espol,» 2019. [En línea]. Available: <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/35086/1/D-CD88196.pdf>.

[20] V. G. Páez. [En línea]. Available: https://www.gba.gob.ar/sites/default/files/agroindustria/docs/Manual_de_Biogas01.pdf.

[21] M. T. Varnero, «FAO,» 2019. [En línea]. Available: <https://www.fao.org/family-farming/detail/es/c/342734/>.

[22] P. Ambiental, «Portal Ambiental,» 2022. [En línea]. Available: <https://portal-ambiental.com/ecologia/como-hacer-un-biodigestor-casero-gas-gratis-para-siempre-planos-e-instrucciones/>.