



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA
MECÁNICA ELÉCTRICA**

**“Diseño de un sistema de generación eléctrica usando biogás para abastecer al
centro poblado Nuevo Perú - Cajamarca 2019”**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Mecánico Electricista

AUTOR:

Br. Juan José Albitres Espinoza (ORCID: 0000-0001-9594-1433)

ASESORES:

Mg. Pedro Demetrio Reyes Tassara (ORCID: 0000-0002-0395-7065)

Mg. Aníbal Jesús Salazar Mendoza (ORCID: 0000-0003-4412-8789)

LINEA DE INVESTIGACIÓN:

Generación, transmisión y distribución de energía.

CHICLAYO – PERÚ

2020

Dedicatoria

A Dios, por ser mí ser guía.
A mí madre por su inmenso amor a mi padre que me ilumina desde el cielo, mis hijos Juan,
Alexander y a mi esposa, por su amor y paciencia.
Asimismo, a mis hermanos y amigos que se involucraron en esta senda y me brindaron
incondicionalmente su apoyo para cumplir con mi meta.

Juan José Albitres Espinoza

Agradecimiento

A la Universidad Cesar Vallejo Filial Chiclayo
Por haber aceptado ser parte de ella y
abierto las puertas
para poder estudiar mi carrera.
Un agradecimiento especial a todas las personas
Que me han proporcionado toda la información
necesaria para elaborar este proyecto.

Juan José Albitres Espinoza

Página del jurado

Declaratoria de autenticidad

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Yo, **JUAN JOSÉ ALBITRES ESPINOZA**, estudiante de la Escuela Profesional de **INGENIERIA MECÁNICA ELÉCTRICA** de la Universidad César Vallejo, identificado con DNI N° **19259360**, con el trabajo de investigación titulada,

“DISEÑO DE UN SISTEMA DE GENERACIÓN ELÉCTRICA USANDO BIOGÁS PARA ABASTECER AL CENTRO POBLADO NUEVO PERÚ- CAJAMARCA 2019”

Declaro bajo juramento que:

- 1) El trabajo de investigación es mi autoría propia.
- 2) Se ha respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes utilizadas. Por lo tanto, el trabajo de investigación no ha sido plagiada ni total ni parcialmente.
- 3) El trabajo de investigación no ha sido auto plagiado; es decir, no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
- 4) Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados y por lo tanto los resultados que se presentan en la tesis se constituirán en aportes a la realidad investigada.

De identificarse la falta de fraude (datos falsos), plagio (información sin citar autores), autoplagio (presentar como nuevo algún trabajo de investigación propio que ya ha sido publicado), piratería (uso ilegal de información ajena) o falsificación (representar falsamente las ideas de otro), asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a la normalidad vigente de la Universidad César Vallejo.

Chiclayo, 16 de junio, 2020

Nombres y apellidos: Juan José Albitres Espinoza

DNI : 19259360

Firma : 

Índice

Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento	iii
Página del jurado	iv
Declaratoria de autenticidad	v
Índice	vi
Índice de tablas	viii
Índice de figuras	x
RESUMEN	xi
ABSTRACT	xii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Realidad problemática	1
1.2 Trabajos previos.....	4
1.3 Teorías relacionadas al tema.....	7
1.4 Formulación del problema	20
1.5 Justificación del estudio.....	20
1.6 Hipótesis	22
1.7 Objetivos.....	22
II. MÉTODO.....	23
2.1 Diseño de investigación	23
2.2 Variables, Operacionalización	23
2.3 Población y muestra.....	24
2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.....	24
2.5 Métodos de análisis de datos	25
2.6 Aspectos éticos	25

III. RESULTADOS.....	26
3.1 Determinar la demanda de energía del poblado Nuevo Perú.....	26
3.2 Cuantificar la materia orgánica generada en el centro poblado Nuevo Perú.....	33
3.3 Diseñar la central térmica a biogás.	36
3.4 Evaluar económicamente la producción de energía eléctrica.	52
IV. DISCUSIÓN.....	61
V. CONCLUSIONES.....	64
VI. RECOMENDACIONES.....	65
REFERENCIAS.	66
ANEXOS	70
Acta de aprobación de originalidad de tesis	84
Reporte de turnitin.....	85
Autorización de publicación de tesis en repositorio institucional UCV.....	86
Autorización de la versión final del trabajo de investigación	87

Índice de tablas

Tabla 1.- Intervalos de elementos que componen al biogás.	8
Tabla 2. Cuadro de Operacionalización de variables.	24
Tabla 3.- Instrumentos de recolección de datos.	25
Tabla 4.- Lotes del poblado Nuevo Perú.	26
Tabla 5.- Indicadores demográficos.	27
Tabla 6.- Proyección de la población a veinte años al futuro.	28
Tabla 7.- Tipo de Localidad según Bases de Cálculo.	29
Tabla 8.- Potencia de lámparas para alumbrado público.	30
Tabla 9.- Cantidad de lámparas para alumbrado público.	30
Tabla 10.- Factores de simultaneidad y $\cos \phi$	31
Tabla 11.- Potencia para máxima demanda para el año 20.	31
Tabla 12.- Máxima demanda de la localidad para el año 20.	31
Tabla 13.- Aumento progresivo de la máxima demanda durante los 20 años del proyecto.	32
Tabla 14.- Ganado y terreno por familia.	33
Tabla 15.- Producción de excrementos frescos. De elementos fresco.	34
Tabla 16.- Ganado para el estudio.	35
Tabla 17.- Peso tomado durante 15 días.	35
Tabla 18.- Cantidad de estiércol generado por familia.	36
Tabla 19.- Parámetros de trabajo del generador.	37
Tabla 20.- Características generales del grupo a biogás.	37
Tabla 21.- Cálculo del consumo de energía por luminaria al mes.	38
Tabla 22.- Consumo de energía diaria.	38
Tabla 23.- Consumo diario de energía por el caserío.	39
Tabla 24.- Consumo de biogás según año de funcionamiento.	40
Tabla 25.- Diferencia entre biogás producido y requerido.	41
Tabla 26.- Matriz de selección del biodigestor.	42
Tabla 27.- Parámetros para el dimensionamiento del biodigestor.	43
Tabla 28.- Carga total de estiércol y agua.	43
Tabla 29.- Cantidad de carga acumulada en el biodigestor.	44
Tabla 30.- Volumen de la mezcla y biogás.	44
Tabla 31.- Carga dividida entre tres biodigestores.	44

Tabla 32.- Volumen calculado de la laguna para biodigestor.	45
Tabla 33.- Parámetros para el cálculo de la cúpula.	47
Tabla 34.- Volumen de la cúpula.....	48
Tabla 35.- consideraciones para la laguna de biol.....	49
Tabla 36.- Consideraciones para la cámara de carga.....	49
Tabla 37.- Medidas de las cámaras complementarias para el biodigestor.....	49
Tabla 38.- Cantidad de geomembrana.	52
Tabla 39.- Costo de inversión para instalación de la central.	53
Tabla 40.- Costo anual por personal para operación.	54
Tabla 41.- Costo de mantenimiento anual.	54
Tabla 42.- Pliego tarifario BT5B no residencial.	55
Tabla 43.- Ingreso por venta de energía para escenario 1.	55
Tabla 44.- Pagos mensuales que se generan por iluminación.	56
Tabla 45.- Ingreso por venta de energía para escenario 2.	57
Tabla 46.- Flujo de caja para ambos escenarios.	58
Tabla 47.- flujo de caja aplicando el primer criterio de evaluación propuesto.	59
Tabla 48.- Cálculos de indicadores económicos para ambos escenarios según el primer criterio.....	59
Tabla 49.- Evaluadores económicos para el primer escenario con aportes externos.	60
Tabla 50.- Evaluadores económicos para el segundo escenario con aportes externos.....	60

Índice de figuras

Figura 1.- Esquema de la formación del biogás.	10
Figura 2.- Reacción del H ₂ S.	18
Figura 3.- Proyección de la demanda y crecimiento de lotes.	32
Figura 4.- Biodigestor tipo laguna.	42
Figura 5.- Medidas para el trapecio que se forma con la sección transversal del biodigestor.	45
Figura 6.- Ejemplo de instalación de geomembrana.	46
Figura 7.- Análisis del domo formado por la cobertura de la poza del biodigestor.	46
Figura 8.- Dimensiones de la sección transversal de la cámara de carga.	50
Figura 9.- Dimensiones de la sección trasversal de la cámara para el biol.	50
Figura 10.- Instalación del biodigestor y las cámaras de carga y biol.	51
Figura 11.- Ejemplo de instalación de accesorios para biodigestor tipo laguna.	52

RESUMEN

La presente investigación tiene como objetivo establecer una central generadora de energía eléctrica a partir del biogás producido de manera anaeróbica por el estiércol de ganado vacuno, para alimentar la demanda de energía del centro poblado Nuevo Perú, la tesis se desarrolla mediante el recojo de datos tanto de las familias que viven ahí como de la producción de estiércol del ganado que es la principal actividad económica de la zona. Dentro de los resultados se aprecia que el producto para la generación de energía es decir el estiércol del ganado vacuno por mucho sobrepasa la demanda de este, para la producción del biogás necesario para abastecer de energía al Centro Poblado pero los evaluadores económicos que se calculan al final de este proyecto se establecen negativos para una inversión por medios privados a menos que se reduzca el gasto de operación y exista un aporte de una entidad exterior en casi su totalidad de la inversión requerida no se podrá generar la factibilidad del proyecto.

Palabras claves: Biogás, Biodigestor, Generación de energía.

ABSTRACT

This research aims to establish a power plant generating electricity from biogas produced anaerobically by cattle manure, to feed the energy demand of the New Perú town center, the thesis is developed by collecting data both of the families that live there as of the production of cattle manure that is the main economic activity of the area. Among the results, it can be seen that the product for the generation of energy, that is to say manure from cattle, far exceeds the demand for this, for the production of the biogas necessary to supply energy to the Town Center but the economic evaluators that are calculated at The end of this project establishes negatives for an investment by private means unless the operating expense is reduced and there is a contribution from an external entity in almost all of the required investment, the project's feasibility cannot be generated.

Keywords: Biogas, Biodigester, Power generation.

I. INTRODUCCIÓN

1.1 Realidad problemática

Internacional

El dilema claro entre la protección ambiental y el crecimiento económico en América Latina, representa en el plano constitucional como normativo un gran reto para los países. A pesar que el Derecho Internacional Ambiental haya realizado grandes avances para promover a través de normas y acuerdos el desarrollo sostenible que disminuyen y tienden a limitar la degradación ambiental y las emisiones contaminantes que se han visto actualmente de manera preocupante, y teniendo ya el precepto de la devastación que se ha tenido en el planeta algunos países continúan con esta actividad sin mediar ninguna tregua para concientizarse en la destrucción del medio ambiente. Ahora este proceso que es lógicamente adecuado para avances y retrocesos no es inmune a la ocurrencia de disputas socio ambientales. Por este motivo instituciones internacionales como el CEPAL y OLADE has tenido que realizar estudios e iniciativas de fomento y apoyo al desarrollo sostenible en el continente, lo que podría formar una tendencia y potencializarse con la integración de la región de manera energética. (Caldeira Brant, y otros, 2016, pág. 23).

Existe en el mundo la necesidad de aprovechar la energía debido a su importancia en Argentina la crisis energética de los años setenta dio lugar a que la energía, que hasta entonces se obtenía en las cantidades deseadas y a costes relativamente bajos, comenzara a subir su precio y a ser más difícil de conseguir en los mercados internacionales. Estas alteraciones del mercado de la energía, con sus repercusiones negativas en el desarrollo económico, dieron lugar a que muchos países y regiones empezaran a replantearse sus políticas energéticas, dedicando una mayor atención a la forma en que la energía es consumida en los diferentes servicios y sistemas productivos. En definitiva, nació la necesidad de la conservación de la energía,

entendida en el sentido de una utilización más eficiente de la misma, sin detrimento del crecimiento económico y del aumento del nivel de vida. No obstante, han sido varios los obstáculos que se han presentado, tales como falta de una información suficientemente detallada y fiable sobre la demanda y su estructura y sobre el potencial de ahorro energético, conocimiento no lo suficientemente preciso sobre los recursos energéticos, particularmente de energías renovables y el potencial de utilización de las mismas y los métodos e instrumentos poco elaborados que permitan analizar y prever la evolución del sector energético (Viel, 2016, pág. 3)

Así se puede apreciar que a nivel mundial en la importancia de la energía es un factor que se ve y preocupa desde varios puntos de vista, debido que la concientización de la población es lenta tanto en gestionar un recurso establecido como amigable al medio ambiente y el consumo adecuado de este.

Nacional

El sector energía en el Perú ha registrado un gran crecimiento en la última década esto es debido al aumento de la demanda interior que está ligada al desarrollo económico de servicios y productos de calidad a precios que muestran características óptimas de un mercado competitivo en actividades petroleras y a tarifas que resultan de subastas en el mercado de la generación eléctrica y de producción de gas natural. En esta década se han desarrollado y llevaos a la perfección sistemas de mecanismos de regulación de las actividades monopólicas, como es el caso de la distribución y transporte de la energía. Desde el 2003 hasta el 2013 el PBI (Producto Bruto Interno) aumento en 86% y la electricidad aumento en su producción en un 92%, mientras que el aumento en la producción de Hidrocarburos fue contundente en un 206%. Durante el mismo intervalo de tiempo el consumo final en el Perú de estos mismos recursos energéticos aumento en 100% para el gas natural agregados y los hidrocarburos líquidos mientras que solo 92% para la electricidad. Esto significa que en las últimas décadas el Perú ha tenido un mayor crecimiento por parte de la demanda de energía y la actividad económica, en base a la inversión social desarrollada por el estado y la creciente inversión privada en infraestructura. Esto se debe a que el gas natural permitió satisfacer la demanda

adicional, así como empezar su exportación en cantidades de la misma magnitud que el mismo consumo interno. Lo que causa que otras fuentes redujeran su demanda como en el caso de la producción del crudo de petróleo, lo que trajo como secuela el aumento de la importación de este producto; lo que también produjo un crecimiento limitado para las fuentes hidroeléctricas. Durante esta década se diversificó las fuentes de generación del mercado energético peruano en especial las relacionadas con el gas natural con precios competitivos en el mercado y de bajo nivel de emisiones de acuerdo a las tendencias mundiales. El acceso que se tiene a la energía mostró contundentes avances desde la reforma del sector ha mediado de los 90, la cobertura eléctrica nacional promedio pasó en el año 1993 del 57% al 71% para el año 2003 y llegando a tener una cobertura del 93% para el 2013. Las políticas de inclusión social en el tema energético en la actualidad aseguran que la cobertura en los próximos años llegara a aumentar con la finalidad de acercarse al 100%, incluyendo los proyectos de suministro de energía que encuentran fuera del Sistema Eléctrico Interconectado Nacional. En Lima Metropolitana para el 2005 las conexiones de gas natural empezaron a desarrollarse, lo que logró satisfacer a cerca de 30 mil usuarios en el ámbito residencial para el año 2010, luego se sobrepasa este número en la actualidad llegando a tener hasta 270 mil usuarios a nivel nacional. El aspecto energético se vuelve competitivo a nivel nacional lo que se aprecia en la ausencia de subsidios externos a los principales recursos energéticos y a los precios de mercado que se encuentran registrados obtuvieron un reconocimiento de relevancia durante los últimos dos años en el Foro Económico Mundial, donde el panel de expertos en esa oportunidad la calificó como uno de los más eficientes del mundo por haber contribuido al crecimiento y desarrollo económico (Dirección General de Eficiencia Energética - MEN, 2014, pág. 8).

Esto evidencia que se aún existe camino por recorrer para suministrar energía a los poblados carentes de ella, Perú no es ajeno a la necesidad de energía por lo que siempre se busca la manera de satisfacer la falta de ella, aunque en la actualidad no se tiene todavía una electrificación del 100% se tendrá que esperar hasta el 2025 para ver si el plan establecido podrá generar las metas propuestas.

Local

En el ámbito local el departamento de Cajamarca aunque teniendo una urbe en crecimiento y siendo un departamento en desarrollo existen lugares que aún no cuentan con suministro eléctrico como el Poblado Nuevo Perú, el cual tiene el 100% de viviendas sin electrificar, teniendo a este poblado en vías de desaparecer ya que es principal motivo la falta de este servicio el sub desarrollo en que viven los pobladores sumado a esto el no contar con energía trae consigo los problemas habituales que presentan las comunidades con esta característica que es inseguridad, crecimiento poblacional negativo y calidad de vida pésima, y siendo una comunidad agraria los desperdicios orgánicos son desaprovechados siendo estos suficientes para la generación de energía para el poblado.

1.2 Trabajos previos

Tesis

Samán (2017) en su trabajo de investigación **“Propuesta de tiramiento de excretas del ganado bovino del establo Monteverde para la generación de energía y uso en el ordeño mecánico”** para adquirir el título de ingeniero industrial nos hace mención el objetivo es el aprovechamiento y manejo de los residuos orgánicos e inorgánicos para con ellos obtener la producción de metano (CH_4), y el biol mediante instalaciones de tecnología de uso de biodigestores y disminuir en parte los niveles de contaminación ambiental y salud; así mismo se busca mejoramiento económico de la comunidad pecuaria de la región de madre dios.

Navarro (2016) en su investigación **“Obtención de biogás a partir de residuos agrícolas y de producción de biodiesel”** para la obtención del título de ingeniero químico industrial manifiesta que el objetivo es obtener biogás a partir de la fermentación anaeróbica de residuos agrícolas y procedentes del proceso de obtención de biodiesel. En este trabajo se realizó estudios de producción y composición del biogás mediante el proceso digestión anaeróbica a partir de distintas mezclas de residuos de plátanos, tomates.

Sánchez (2014) en su artículo **“Evaluación de la prefactibilidad de un sistema de generación eléctrica a partir de biogás con estiércol de ganado vacuno o porcino en Cundinamarca”** publicado en la revista Tekhne, nos indica la implantación de un sistema para el aprovechamiento de biomasa como recurso, y así suplir la necesidad energética que se tiene en una finca o residencia con una carga puntual con el objetivo de brindar servicios y beneficios ambientales y sociales a la comunidad. Se busca contar con un sistema de generación con energía limpias, soluciones donde la generación de energía eléctrica sea renovable, con reducción de emisiones de carbono y también viable desde el punto de vista económico. Dando mayor asertividad a las propuestas que trabajan con energías alternativas ya que son estas que tienen un objetivo más principal el suministrar energía eléctrica a zonas no intercomunicadas (ZIN).

Mago (2014) en su artículo **“Propuesta de diseño de una planta de biogás para la generación de potencia eléctrica en zonas pecuarias de Venezuela a través del programa Biodigestor”** publicado en la revista Ingeniería UC, hace mención que se presenta una valiosa alternativa para el tratamiento de los desechos orgánicos agropecuarios, de esta forma se disminuirá la carga de contaminantes formadas por estos, así mismo cuenta con la virtud de generar un gas con importante poder calorífico(biogás), susceptible al aprovechamiento energético en sistemas electrógenos para la generación de energía eléctrica y térmica fácilmente utilizable.

Vergara (2018) en su trabajo de investigación **“Propuesta para diseñar una planta piloto que genere biogás y composta, con residuos de la central de abastos de Puebla”** para obtener el título de especialista en impacto ambiental nos dice que la producción de biogás o biometano es muy factible y eficaz para la producción de electricidad, utilizando residuos sólidos orgánicos de mercados y centros de abastos siendo esta una forma de aprovechar y saber descomponer estos residuos inorgánicos que cada vez más se incrementan. En conclusión, se presenta la importancia desde el punto de vista económico, social y ambiental este tipo de proyecto ya que este recurso valioso es aprovechado para generar una importante fuente de energía limpia; así mismo se busca reducir el impacto que tienen los residuos orgánicos mal manejados.

Velicoso (2017) en su tesis **“Estudio de factibilidad de producir biogás con recursos orgánicos ganaderos para satisfacer la demanda de energética, caserío el tambo, Motupe 2016”** para adquirir el título de ingeniero mecánico eléctrico cuyo objetivo es pretender establecer el uso de energías renovables en nuestro país utilizando nuestra materia prima y que disponemos, además de la materia orgánica que se encuentra en los diferentes sanitarios del país. Con ello se determina buscar la viabilidad técnica y económica en el caserío el Tambo; de tal forma que al ejecutarse sirva como un ejemplo a mostrar a nivel nacional que se hay una nueva forma de generar energía eléctrica pero esta vez cuidando el medio ambiente.

Cairapoma (2017) en su investigación **“Propuesta de generación eléctrica mediante biogás obtenido por la materia orgánica del relleno sanitario santa cruz concepción”** presentada obtención del título de ingeniero mecánico electricista con la finalidad de cubrir la demanda de energía eléctrica que se ha diagnosticado tomando como referencia al código nacional de electricidad 2006. Con los resultados de este proyecto se plantea reutilización y aprovechamiento de la descomposición de la basura generada por nosotros, al finalizar se le puede agregarle un valor al producto final del proceso.

Santalla (2017) en trabajo de indagación **“Generación de electricidad a partir de biogás capturado de residuos sólidos urbanos”** en donde hace mención la descripción de las tecnologías disponibles para generación de electricidad mediante la utilización de biogás, la investigación expone que según el análisis de las fuentes que procuras la reducción de gases que generan efecto invernadero, resalta la acción de capturar y combustionar el metano contenido en el gas formado por la descomposición e materia orgánica llamado biogás, también por otra parte el reemplazo de los combustibles que se utilizarían para generar la misma cantidad de energía eléctrica que se podría generar con biogás. todo es con la finalidad de desarrollar una metodología para evaluar la factibilidad técnico-económica para la generación de electricidad a partir del biogás recuperado en vertederos de residuos sólidos urbanos.

1.3 Teorías relacionadas al tema

Biogás

Este gas es una mezcla de diferentes gases cuyo principal componente el metano (CH_4) y el dióxido de carbono en menor proporción, este se produce por la descomposición de materia orgánica en ausencia de oxígeno, lo realiza un grupo de microorganismos; su uso principalmente es para turbinas a gas y motores de combustión interna con los cuales se genera calor y electricidad (Beltrán, 2018, pág. 325)

Las características del biogás dependen de la biomasa que se utiliza para generarlo, la biomasa son los residuos orgánicos que se utilizan para generar biogás, por lo tanto, el biogás puede tener una composición como máximo de 70% de metano y como mínimo un 50%, ahora el potencial energético del metano es pobre en comparación con otros combustibles esta alrededor de las 5000 kcal/m³. Es obvio que el poder calorífico depende del hidrocarburo que compone el biogás, es decir depende directamente de la concentración de metano que exista en él. Como referencia para temas rápidos de cálculo un metro cubico de metano tiene o pueda genera hasta 9.97 kWh, por lo que si se obtiene un biogás con un 60% de concentración de metano se podrá obtener hasta 6 kWh/m³ de biogás (Gómez, 2014, pág. 70)

Aunque la composición del biogás es dependiendo como se dijo y no es fija, se puede considerar de acuerdo a ciertas fuentes algunos intervalos:

Tabla 1.- Intervalos de elementos que componen al biogás.

Componente	Fórmula	Concentración
Metano	CH ₄	50-75 % vol
Dióxido de carbono	CO ₂	25-45 % vol
Vapor de agua	H ₂ O	2-7 % vol
Oxígeno	O ₂	< 2 % vol
Nitrógeno	N ₂	< 2 % vol
Amoníaco	NH ₃	< 1 % vol
Hidrógeno	H ₂	< 1 % vol
Ácido sulfhídrico	H ₂ S	20 - 20.000 ppm

Fuente: Manual del biogás

Descripción del proceso de digestión anaeróbica para la producción de Biogás.

Es un proceso que se realiza de manera natural, se da como un ciclo anaeróbico del carbono, por lo que se puede mediante acciones coordinadas y combinadas de diferentes bacterias en grupo con carencia total del oxígeno puedan multiplicarse y alimentarse de la materia orgánica, como cualquier especie viva en su ecosistema. Cuando hablamos de materia orgánica esta está compuesta de polímeros como lo son carbono, proteínas, celulosa, lípidos, etc., si se acumula está en una ambiente húmedo o empapado los microorganismos aeróbicos son los primeros en actuar tratando de alimentarse del sustrato, durante este proceso se consume el oxígeno diluido que haya quedado. (Atencio, 2014, pág. 6)

Es entonces cuando sin oxígeno remanente aparecen las condiciones ideales para que la flora anaeróbica se pueda desarrollar, ingresando a depredar toda la materia orgánica disponible que no pudo consumir los microorganismos aeróbicos que en realidad es mucha más que la consumida en presencia de oxígeno. Como consecuencia de la respiración de los microorganismos anaeróbicos se libera monóxido de carbono (CO), así como pequeños compuestos de hidrogeno (H), Ácidos Sulfúricos (HS) y Nitrógeno (N). (Bacterias anaerobicas: proceso que realizan y contribuyen a la sostenibilidad de la vida enel planeta, 2015 pág. 8)

En la práctica existe todavía muchas limitaciones en información sobre la microbiología bacteriana y los procesos químicos que dan vida al proceso anaeróbico, aunque este es un proceso ampliamente conocido. Manteniendo este concepto al margen se puede englobar el proceso anaeróbico de descomposición, es decir la digestión anaeróbica, en cuatro grandes partes o etapas en las que la biomasa se descompone en pequeñas partículas y se genera el bobona y el biogás, los que son productos finales generados por la acción de diferentes tipos de bacterias (Retema, 2017, pág. 12).

a) Hidrolisis.

Esta etapa es la primera para la digestión, es donde los microorganismos metabolizan la materia orgánica, aquí las cadenas largas de materia orgánica se fraccionan y se crean cadenas cortas de la misma, obteniéndose en el proceso algunos productos intermedios. La materia orgánica se descompone por la acción de un grupo de microorganismos (bacterias hidrolíticas) anaeróbicos que hidrolizan las moléculas que son solubles en agua, tales como carbohidratos, grasas y proteínas, las que transforman en polímeros más simples. Los compuestos orgánicos son solubilizados por enzimas excretadas por bacterias hidrolíticas que actúan en el exterior celular por lo que se consideran exoenzimas. La hidrólisis es, por tanto, la conversión de polímeros en sus respectivos monómeros. (Marta, 2014 , pág. 24)

b) Acidogénesis.

En esta etapa los productos intermedios se convierten en hidrogeno, dióxido de carbono y ácido acético. Estas dos primeras etapas se llevan a cabo por un primer grupo de bacterias, las acetogénicas y las hidrolíticas-acidogénicas que fermentan e hidrolizan en ácidos orgánicos simples (acéticos mayormente) las cadenas complejas de la materia orgánica. Son bacterias anaeróbicas estrictas (no crecen en presencia de oxígeno molecular, el oxígeno resulta toxico en mínimas cantidades) y facultativas (se adaptan a la presencia de oxígeno y pueden consumirlo a nivel molecular para su metabolismo, se adaptan a la presencia de oxígeno). El consumo del oxígeno

molecular del aire produce el ambiente anaeróbico ideal para el desarrollo de las bacterias estrictas. El crecimiento bacteriano en esta etapa es rápido. En esta primera etapa no hay una reducción significativa de la DQO del sustrato, puesto que las cadenas orgánicas más complejas se transforman en cadenas más cortas, son consumo o reducción de la materia orgánica presente (Manual de Biogas, 2014 pág. 11).

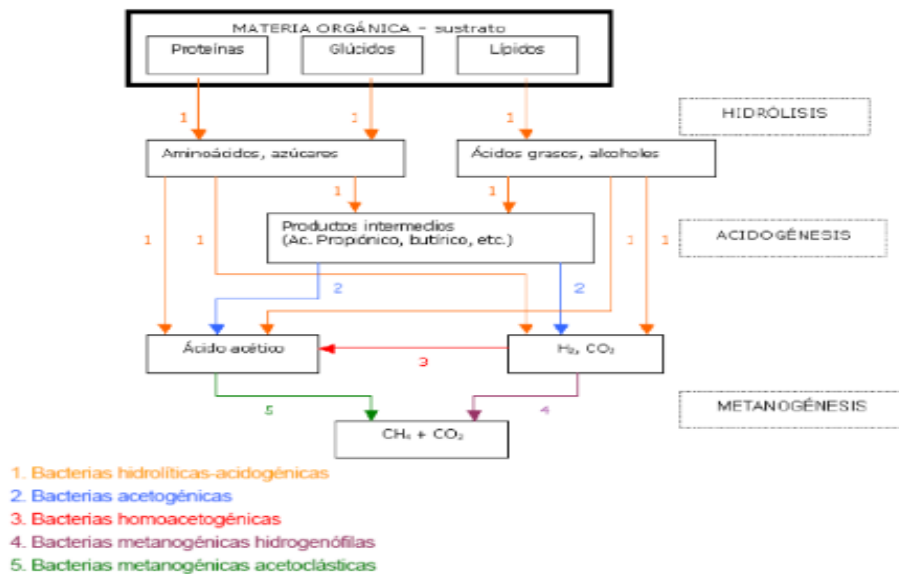


Figura 1.- Esquema de la formación del biogás.

c) Acetogénesis.

Esta etapa la llevan a cabo las bacterias acetogénicas y realizan la degradación de los ácidos orgánicos donde los ácidos grasos, compuestos aromáticos y alcoholes se descomponen generando ácidos acéticos, llevándolos al grupo acético C-COOH y liberando como productos dióxido de carbono e hidrogeno que son los sustratos de las bacterias metanogénicas. Esta reacción es endoenergética pues demanda energía para ser realizada y es posible gracias a la estrecha relación simbiótica con las bacterias metanogénicas que substraen los productos finales del medio minimizando la concentración de los mismos en la cercanía de las bacterias acetogénicas. Esta baja concentración de productos finales es la que desencadena la reacción y actividad de estas bacterias, haciendo posible la degradación, manteniéndose el equilibrio energético (Muñoz, 2017, pág. 14).

d) Metanogénesis.

En esta etapa el segundo grupo de bacterias producen el metano y dióxido de carbono a partir de los ácidos orgánicos. Se trata de bacterias metano génicas anaeróbicas estrictamente, lo que significa que la presencia de oxígeno a nivel molecular las mata. Las que transforman los ácidos acéticos y propenoicos son las más importantes, denominadas bacterias metano génicas acetoclásticas. Las hidrogeno licas que son otro grupo de bacterias metano génicas, generan el biogás consumiendo el hidrógeno generado en la primera parte de la reacción. Estas últimas bacterias son fundamentales para el equilibrio de las condiciones ambientales de la reacción, puesto que una acumulación de hidrógeno alteraría la biodigestión de la materia orgánica (Romero, 2015, pág. 3).

Factores en la digestión anaeróbica.

a) Concentración de la carga al biodigestor.

La materia orgánica desechada que se utiliza como alimento del biodigestor, debe estar compuesta en casi todos los casos por una importante cantidad de agua y una parte sólida que se caracteriza por la concentración de sólidos totales (ST). Para obtener resultados favorables es necesario utilizar una cantidad de agua requerida para diluir los residuos sólidos de manera adecuada. Esta cantidad de agua debe ser calculada para la cantidad de residuos sólidos que se tengan en el biodigestor. (Gonzales Guerra, 2017, pág. 5).

b) Temperatura

El proceso se lleva a cabo satisfactoriamente en dos rangos bien definidos, entre 10°C y 37°C, para la flora mesofílica y, entre 55°C a 60°C para el rango termofílico. Para que las bacterias trabajen en forma óptima, se requiere mantener la temperatura lo más constante posible, es decir sin bruscas variaciones durante el día. El proceso fermentativo anaeróbico no genera una cantidad apreciable de calor, por lo tanto, las temperaturas mencionadas deben lograrse desde el exterior. El proceso mesofílico es más estable, y más adecuado para utilizar en el medio rural, con biodigestores de pequeño volumen y bajo costo, aptos para una escala familiar, explotaciones tamberas y pequeñas comunas (HACHI, 2015, pág. 14).

c) Agitación

La generación del biogás depende además del íntimo contacto entre bacterias, la materia prima en degradación y los compuestos intermediarios, producto de las diferentes etapas del proceso fermentativo. En consecuencia, la agitación de la masa en digestión es sumamente beneficiosa para el buen funcionamiento del proceso. Con biodigestores operando en el nivel mesofílico se requiere una leve agitación, siendo suficiente un movimiento intermitente realizado con algún elemento mecánico (Energía, Manual de Biogas, 2014, pág. 11).

Partes de una planta de biogás.

Entre las principales partes que conforman una planta de biogás tenemos las siguientes:

a) Tanque de alimentación

Este elemento está destinado para el almacenamiento de todo el estiércol que va a ser utilizado dentro del proceso de generación de biogás, el tanque posee entonces una entrada para el estiércol recogido, junto con una salida hacia el sistema de alimentación (Huancas, 2016, pág. 20).

b) Sistema de alimentación

El sistema de alimentación es el encargado de comunicar el biodigestor con el tanque de alimentación, por aquí es donde recorre el material ya dispuesto para la producción de biogás en general por gravedad, el sistema debe ubicarse por encima del líquido del biodigestor. Como recomendaciones el recorrido debe ser sin curvas en lo que más sea posible debe ser recto para evitar que el material que lo recorre se atasque y también se puede hacer una limpieza rápida y fácil del mismo (Huancas, 2016, pág. 20).

c) Digestor de alimentación

Es básicamente un contenedor o cilindro sellado donde se ingresa la materia a tratar que debe estar convenientemente humedecida. Dentro de él los microorganismos bacterianos anaeróbicos procesan la materia orgánica sin presencia de oxígeno, como resultado de este proceso se genera gas metano como parte de un conjunto de gases que se denomina biogás. Como toda máquina tiene un poseso de clasificación este se da de acuerdo al modo o proceso que opera, el llenado y el vaciado del mismo. De manera general se definen según su ingreso de materia en biodigestores de régimen estacionario, semicontinuo, de régimen continuo o horizontales de desplazamiento (Huancas, 2016, pág. 24).

d) Clasificación de biodigestores

Como se mencionó existen varias clasificaciones algunas de estas se mencionan a continuación:

Digestor de carga en Bach. - El significado de “Bach” se da para biodigestores que se llenan en su totalidad, de una sola vez o por partes durante varios días, dejando que este produzca biogás y se descarga cuando ha generado la totalidad preestablecida de biogás y ya no puede generar más con las mismas materias orgánicas que en esta etapa es ya bioabono. Se aplica en los casos de no tener el personal adecuado para un funcionamiento o monitorización continua, o cuando no se tiene materia orgánica continua. Ventajas de este tipo de digestores: Pueden procesar una gran variedad de

materiales. La carga puede recopilarse en campo abierto porque, aunque tenga tierra u otro inerte mezclado, no entorpece la operación del Biodigestor. Admiten cargas secas que no absorban humedad, así como de materiales que flotan en el agua. Su trabajo en ciclos, los hace especialmente aptos para los casos en que la disponibilidad de materia prima no sea continua, sino periódica. No requiere prácticamente ninguna atención diaria. Las principales desventajas son: La carga y descarga requiere un considerable y paciente trabajo (Huancas, 2016, pág. 24).

Horizontales o de desplazamiento. – son biodigestores que comúnmente su construcción es enterrarlos, son alargados y poco profundos, se asemejan a un canal. La operación de recibo de carga es semicontinua, saliendo los residuos por un externo e ingresando por el otro (Huancas, 2016, pág. 20).

Digestores de régimen semicontinuo. - Este biodigestor se creó para el tratamiento de aguas en un principio y actualmente su uso se ha extendido para manejar todo tipo de materia orgánica. Su uso es para la generación de energía funcionando como planta de biogás. El tamaño es considerable y se emplean equipos comerciales para el control, alimentación y agitación de la materia dentro de él. En Europa es el biodigestor que más se utiliza, así como en América Latina en sus plantas industriales. Estos biodigestores se caracterizan por cargarse de manera periódica; la biomasa debe ser homogénea y fluida, las plantas que utilizan este tipo de biodigestor pueden automatizarse con facilidad, con lo que se puede tener un alto grado de precisión controlando la digestión de la biomasa (Huancas, 2016, pág. 24).

Al mismo tiempo, el buen control sobre estos biodigestores permite corregir cualquier anomalía en el momento que es detectada cualquier anomalía en el proceso. Se puede manejar cualquier parámetro asociado como tiempo de retención, carga específica o temperatura durante periodos largos. Solo cuando por razones de mantenimiento se debe vaciar por completo el biodigestor, se vuelve a repetir la puesta en marcha. No requiere ninguna operación especial las operaciones de carga y descarga del fertilizante o biomasa (Huancas, 2016, pág. 24).

Las desventajas de este tipo de digestores son la primera que al no poseer un diseño apropiado para tratar materiales que tienen un peso específico menor que el del agua o materiales fibrosos solo admiten una baja concentración de sólidos. También presenta problemas para la limpieza de incrustaciones, sedimentos o espuma. Para la mejora de la generación de biogás en estos digestores conviene tener una mejor mezcla de sólidos volátiles, es decir que la materia orgánica tenga una balanceada cantidad de Carbono y Nitrógeno, esta cuando no existan trozos de materia mayores a 1 cm³ debe ser homogénea, además debe tener balanceados los niveles de pH y poseer organismos metanizantes en gran cantidad. Los usados a nivel industrial, es de decir de gran tamaño no aparte de tener en cuenta el pH o la temperatura de la biomasa, estos tienen en cuenta la calidad y cantidad de sólidos volátiles que ingresa, teniendo en cuenta que ésta es parte integrante de cualquier tipo de biomasa (Huancas, 2016, pág. 24).

➤ **Complementos mezclados (CSTR).** – A diferencia de los biodigestores anteriores estos tipos de biodigestor tienen un menor tiempo de retención de materia entre 10 y 30 días. Estos son usados para residuos con alto contenido de sólidos volátiles, con el fin de tener un mejor Contactor entre el sustrato en cuestión y la biomasa microbiana. Como principal desventaja para este tipo de digestores es la baja velocidad de carga con la que operan y los altos tiempos de retención que a comparación de su carga son necesarios, eso sumado a lo complejo que es su construcción y mantenimiento establecen un tipo de biodigestor difícil de tratar. Su construcción se basa en hormigos o acero, la mezcla de materia se realiza mediante agitadores mecánicos y trabajan entre un rango de temperatura termofílica y mesofílica, aunque son muy eficientes para degradación de desechos sólidos. Los costos de operación y construcción son muy elevados, pero se compensan por el rendimiento del biogás que en su condición es rico en metano. En Europa la mayoría de plantas industriales para la producción de biogás tienen este sistema como base (Huancas, 2016, pág. 23).

➤ **Digestores de dos etapas.** - Este tipo de digestores se pueden cambiar teniendo múltiples combinaciones, la base que origina este diseño de digestores es que al ser varios grupos de microorganismos aeróbicos los que se involucran en la descomposición de la materia orgánica, requieren varios tipos de pH y diferentes tiempos de retención para su óptimo desempeño. En este tipo de sistema, la

acidogénesis y la hidrólisis de la materia orgánica compleja ocurren en la primera etapa o el primer digestor, y la meta génesis y la acetogénesis del material acidificado ocurren en el segundo digestor o la segunda etapa (Huancas, 2016, pág. 23).

Como desventajas se tienen los largos tiempos de retención hidráulicos que se requieren en la primera etapa de digestión en las variantes estudiadas de este tipo de digestores, además se presentan bajas eficiencias de conversión. Las etapas de hidrólisis y acidificación son las condicionantes de la eficiencia global del digestor y la velocidad de conversión total, aun aplicando digestores de alta tasa en la segunda etapa, lo que representa de gran importancia cualquier estudio que se realice para aumentar la velocidad de la primera etapa para mejorar los costos económicos de este tipo de digestores (Huancas, 2016, pág. 23).

➤ **Digestión seca.** - Este tipo de digestión es referida al proceso de degradación de residuos orgánicos con concentraciones de sólidos totales del orden del 20% o superiores. La definición “seca” no es técnicamente acertada ya que como todo proceso de digestión anaeróbica requiere de un medio húmedo con suficiente líquido para poder producir biogás (Mata, 2017, pág. 25).

Como ventajas principales se pueden nombrar el bajo consumo de agua ya que solamente se requiere una cantidad mínima para llevar a cabo el proceso de digestión anaeróbica, esto hace que el volumen de este tipo de digestor sea de tamaño reducido, esta lógica se justifica debido a la alta densidad de materia orgánica en comparación de otros digestores, además que en este tipo de digestión con el fin de mantener una temperatura bajo control el requerimiento energético es bajo (Mata, 2017, pág. 25).

e) **Lecho de seco de lodo.**

Éste se encarga de recoger y secar la mezcla digerida por el digestor, para luego ser empleada en la producción de bioabono. El lecho se encuentra bajo el nivel del piso y

posee una capacidad de aproximadamente tres veces la del tanque de recolección (Huancas, 2016, pág. 23).

f) Tubería de captación y conducción del biogás.

Estas son las tuberías que se encargan de recoger el biogás que se genera en el digestor y conducirlos hacia la siguiente etapa en muchos casos el sistema de purificación del biogás, en su mayoría están hechas de tubo de PVC para gas natural ya que no conllevan mucha presión y tienen válvulas de bola en el final y principio de la línea, se instalan también manómetros en las mismas posiciones (Huancas, 2016, pág. 20).

g) Sistema de purificación del biogás.

El biogás, así como sale del digesto no se debe usar de manera directa con el fin de tener un gas acondicionado para asegurar el correcto funcionamiento de los equipos, así como su continuidad en funcionamiento. Aunque no se utilizan en todos los casos como mínimo siempre se considera una purga para el agua condensada que se origina por la presión que genera la producción del biogás (Huancas, 2016, pág. 23).

h) Drenaje.

Se debe considerar que el gas que sale del digestor está saturado de vapor de agua, a medida que se enfría este vapor se logra condensar dentro de la cañería y si no es evacuado de manera oportuna puede congestionar las tuberías con agua. Por este motivo la tubería de distribución debe ser instalada con una pendiente como mínimo de 1% con inclinación hacia una trampa de agua que es un recipiente que almacena el agua para extraerla más adelante. La variedad de trampas de agua se encuentra entre las automáticas y manuales, aunque se recomiendan usar las primeras ya que estas tienen un mantenimiento mínimo (Huancas, 2016, pág. 18).

i) Eliminación del CO₂

Esto solo es recomendable cuando se pretenda almacenar el biogás a alta presión ya que sería inútil el gasto energético que se requerirá para el volumen de almacenamiento y la compresión de un gas que como el dióxido de carbono que no tienen ningún poder calorífico y que se calienta durante la combustión del biogás, ya que este no trae consigo ningún beneficio adicional. La variedad de sistemas actualmente da muchas opciones de elección, pero la más empleada es su disolución en agua a alta presión o mezclas químicas de gran complejidad (Huancas, 2016, pág. 18).

j) Eliminación del H₂S

El ácido sulfúrico corroe las partes vitales de ciertas instalaciones por lo que ciertos equipos necesitan que el biogás se encuentre libre de SO₂ ya que al combinarse con el agua forman el mencionado ácido. El método que más se utiliza es pasar el gas por un filtro que contiene hidróxido de hierro, el H₂O del biogás se combina con el hierro formando sulfuro de hierro. Esta reacción es reversible ya que el hidróxido de hierro puede ser recuperado exponiendo el sulfuro al ambiente teniendo las medidas de seguridad correspondiente ya que la reacción es exotérmica y libera 603 KJ de energía (Huancas, 2016, pág. 18).

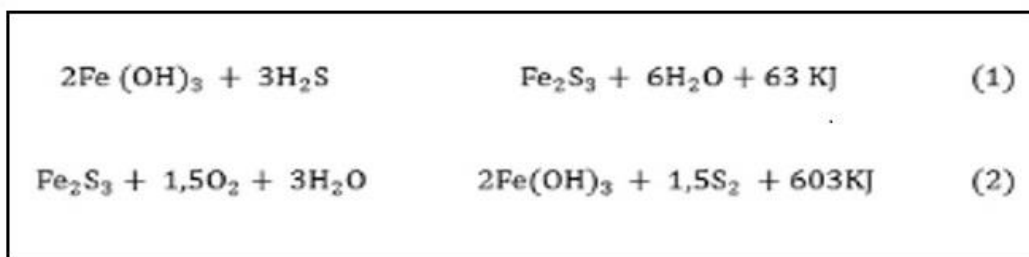


Figura 2.- Reacción del H₂S.

k) Tanque de alimentación del biogás

La forma más simple es almacenar el gas proveniente del biodigestor, es tal cual se obtiene, a baja presión, para ello se utilizan generalmente gasómetros. La producción de gas por lo general debe ser mayor que el consumo, por lo que el excedente se

almacena en un tanque de alimentación que está proveyendo de combustible constantemente a los sistemas de generación de energía eléctrica o calórica (Huancas, 2016, pág. 20).

l) Sistemas de generación de energía eléctrica o calórica

A partir del tanque de alimentación, el biogás es conducido por presión de la tubería hacia los generadores, donde se produce la transformación de energía mecánica a energía eléctrica (Vinicio, 2015, pág. 4).

Proceso de funcionamiento de una planta de biogás.

Las sustancias que se usan para la biodigestión son en su mayoría residuos agrícolas o excretas de animales de granja, estas sustancias son llevadas al biodigestor anaeróbico y una vez allí son introducidos a trabas de pala u otros sistemas más complejos como cargadores automatizados o bombeo. (Propuesta de diseño de una planta de biogás para la generación de potencia eléctrica en zonas pecuarias de Venezuela a través del programa Biodigestor, 2014 pág. 2).

El tiempo en que los residuos son contenidos en el biodigestor tienen un máximo de 50 a 75 días con temperaturas que llegan como máximo a 40°C y como mínimo 35°C. bajo estas condiciones las bacterias que crecen sobre la materia orgánica la degradan digiriendo gran parte de la materia orgánica, acto seguido el gas que se genera llamado biogás se purifica y se desulfura para convertirse en un gas que puede ser utilizado llamado biogás (Propuesta de diseño de una planta de biogás para la generación de potencia eléctrica en zonas pecuarias de Venezuela a través del programa Biodigestor, 2014 pág. 2).

El biogás resultante del proceso anaeróbico dentro de un biodigestor es utilizado en motores de combustión interna para la cogeneración, transformando el poder calorífico del metano contenido dentro del biogás en electricidad y calor. La electricidad que se genera es manipulada para ser inyectada a la red pública muchas veces, mientras que el calor puede emplearse con otro fin por ejemplo para calefacción

en granjas o edificios y/o para procesos industriales. Cabe establecer que la materia orgánica no se descompone completamente en el biodigestor el sobrante que queda en el biodigestor es fertilizante de alta calidad que puede usarse en las labores agrícolas (Propuesta de diseño de una planta de biogás para la generación de potencia eléctrica en zonas pecuarias de Venezuela a través del programa Biodigestor, 2014 pág. 2).

➤ **Producción de energía eléctrica**

El biogás en muchos casos solo se usa para la generación de energía eléctrica siendo esta generada por motores de combustión interna de manera directa acoplados a un generador como una máquina compacta en la actualidad esta tecnología está al alcance de los proyectistas como soluciones prácticas para zonas agrícolas o la agroindustria (Vinicio, 2015, pág. 4).

La generación de la energía eléctrica depende, tanto del contenido del gas metano, como de la eficiencia de los motores de combustión interna y de los generadores (máquina sincrónica). La producción de energía eléctrica es de aproximadamente 6.8kWh/m de biogás (Vinicio, 2015, pág. 4).

1.4 Formulación del problema

¿Se podrá diseñar un sistema de generación eléctrica usando biogás para abastecer al centro poblado Nuevo Perú Cajamarca 2019?

1.5 Justificación del estudio

Técnica

La justificación técnica radica en gran parte en la tecnología que se pretende aplicar para solucionar el problema, ya que se deberá establecer métodos y características técnicas para el desarrollo de la tal, con el fin de cumplir con su función y poder sustentar de energía a todo el poblado tal y como se muestra en el objetivo de esta investigación.

Económica

La justificación económica radica en que debido a la falta de energía el poblado no puede desarrollarse económicamente por medio de comercio, negocios o industria ya que estas dependen en la actualidad directamente de energía eléctrica para prosperar, siendo así que las familias desarrollan sus actividades económicas como la ganadería, agricultura y comercio con utilidades muy bajas, y muchos de los pobladores consiguen trabajos alejados con poca retribución económica. Por lo que el proyecto al desarrollar un sistema que otorgue energía eléctrica con el recurso primario proveniente del poblado otorgara las oportunidades de desarrollo económico ya que los pobladores podrán dedicarse al desarrollo de actividades más lucrativas o volver las actividades tradicionales de mejor provecho.

Social

Debido al ámbito social actualmente la energía se ha vuelto una necesidad tanto para el confort como para el desarrollo y seguridad de la comunidad, el contar con energía eléctrica otorga no solo al crecimiento económico sino también social, el poblado actualmente no cuenta con servicios de salud, y educación teniendo que ir para recibir estos servicios a los poblados más cercanos exponiendo a sus enfermos y niños a los peligros del camino por accidentes tanto de tránsito o personas de mal vivir. Se suma a esto la inseguridad de los pobladores ya que durante las noches delincuentes aprovechan la oscuridad para realizar muchas veces sus delitos perjudicando a los pobladores con el robo de sus pertenencias y animales que son su sustento en épocas de carencia. La energía eléctrica brinda la oportunidad de traer al poblado los servicios de salud y educación, así como la iluminación pública permite distinguir a los malvivientes durante la noche y tomar las precauciones correspondientes, pudiendo

así darle una mejor calidad de vida a los pobladores lo que mostrara un crecimiento social al llegar la energía.

Ambiental

La justificación ambiental se da debido al impacto positivo que se tendrá en el medio ambiente, este se logra debido a que se evitara que el metano formado por los residuos orgánicos vayan directamente a la atmosfera considerando que este es 4 veces más pesado que el CO₂ estable una contaminación de igual magnitud, el evitar esta contaminación por medio de la utilización del metano pobre (biogás) en generación de energía se evita la contaminación de este, lo que establecería de manera más que suficiente la justificación económica que se busca.

1.6 Hipótesis

Con el diseño del sistema de generación eléctrica usando biogás, se mejoraría las condiciones de vida de los pobladores.

1.7 Objetivos

General

Diseñar un sistema para generar energía eléctrica usando biogás para abastecer al centro poblado Nuevo Perú Cajamarca 2019.

Específicos

- Determinar la demanda de energía del poblado Nuevo Perú.
- Cuantificar la materia orgánica generada en el centro poblado Nuevo Perú.
- Diseñar la central térmica a biogás.
- Evaluar económicamente la producción de energía eléctrica.

II. MÉTODO

2.1 Diseño de investigación

Tipo de investigación

Aplicada ya que los conocimientos adquiridos en esta investigación pretenden solucionar un problema práctico.

Descriptiva ya que los datos se recogerán tal y cual ocurren por observación directa.

Diseño

En esta investigación no se manipularán las variables por lo que el diseño se establece como una investigación cuantitativa *no experimental*.

2.2 Variables, Operacionalización

Variable independiente

Diseño de un sistema a biogás

Variable dependiente

Generación de energía eléctrica

Operacionalización de variables

Tabla 2. Cuadro de Operacionalización de variables.

Variab les independientes	Definición Conceptual	Definición Operacional	Indicador	Escala de Medición	Instrumento
Diseño de un sistema a biogás	Transforma los desechos orgánicos en energía eléctrica y térmica, en este caso la energía a transformar es la calorífica que se desprende de la combustión del biogás. (Gensal,2009, p. 1)	Usando el biodigestor se extrae el metano lo cual ingresa a grupo electrógeno generando electricidad.	Kilowatts por hora	Razón	Observación Directa
			Litros por hora	Razón	Análisis de Documentos
			Soles	Razón	
Variab les Dependientes	Definición Conceptual	Definición Operacional	Indicador	Escala de Medición	Escala de Medición
Generación de energía eléctrica.	Cubrir la demanda de energía eléctrica de un pueblo, caserío, localidad, etc.	Determinar la electrificación actual	Porcentaje	Razón	Observación Directa
		Determinar la electrificación final	Porcentaje	Razón	

Fuente: Propia

2.3 Población y muestra

Población muestral

Ganado vacuno del poblado

Ganado porcino del poblado

Casas del poblado

2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.

Técnica e instrumentos de recolección de datos.

Tabla 3.- Instrumentos de recolección de datos.

Técnica	Uso	Instrumentos
Observación directa	Se utilizará para determinar la cantidad de residuo orgánico que existe en la zona y su tipo	Ficha cuantificación de residuos orgánicos
	Se utilizará para registrar desde la zona la ubicación de las casas	Ficha de levantamiento topográfico
Análisis de documentos	Se utilizará para determinar datos técnicos de los catálogos, investigaciones, etc.	Ficha de análisis de documentos

Fuente: Propia

Validez y confiabilidad

Validez: la validez de los instrumentos será dada por la aprobación de tres especialistas en el área.

Confiabilidad: la confiabilidad se determinará por medio de una declaración jurada que se dispondrá en el informe de investigación.

2.5 Métodos de análisis de datos

Se utilizará estadística inferencial para determinar cómo ser la generación de energía al año 20 que es lo que demanda la normativa en generación.

2.6 Aspectos éticos

Se mantendrá en reserva la información que pueda causar un conflicto de intereses dentro de la investigación, y se tendrá en cuenta el consentimiento de los involucrados para poder utilizar la información que sea brindada. Se respetará los derechos de autor de los textos de cualquier publicación de la cual sea utilizada la información, citándolos dentro del informe del proyecto.

III. RESULTADOS.

3.1 Determinar la demanda de energía del poblado Nuevo Perú.

Para determinar la demanda de energía del poblado se llevó a cabo un recorrido con el instrumento de recolección de datos adjunto a esta tesis, este instrumento como se planteó en el proyecto fue una ficha de observación directa diseñada para recoger los datos necesarios para establecer la cantidad de lotes que existen en el centro poblado Nuevo Perú.

Tabla 4.- Lotes del poblado Nuevo Perú.

Ítem	PUNTO		FAMILIA
	X	Y	
1	-7.069129	-78.268033	Mantilla Gallardo
2	-7.069344	-78.265567	Moreno Quiroz
3	-7.068311	-78.270064	Muñoz Gallardo
4	-7.070413	-78.266873	Muñoz Culqui
5	-7.072113	-78.266873	Paredes Roncal
6	-7.072897	-78.266234	Palación Duran
7	-7.071515	-78.274095	Quiroz Gutiérrez
8	-7.0069259	-78.274784	Quiroz Cachay
9	-7.0725511	-78.273114	Ramos Llanos
10	-7.0733612	-78.272721	Roncal Palación
11	-7.0750773	-78.275625	Villanueva Díaz
12	-7.0788611	-78.272603	Chamay Cabellos
13	-7.0790715	-78.270535	Meléndez Menzano
14	-7.077164	-78.268538	Cholan Duran
15	-7.073454	-78.265887	Cerdan Vargas
16	-7.07668	-78.263648	Huamán Aguilar
17	-7.075686	-78.261953	Bazán Rabines
18	-7.07344	-78.261636	Roncal Cabrera
19	-7.070303	-78.266885	Cabrera Quiroz
20	-7.069025	-78.265513	Muñoz Romero
21	-7.067486	-78.266321	Muñoz Mantilla
22	-7.065445	-78.264848	Quiroz Malaver
23	-7.064422	-78.26678	Ocón Chilón
24	-7.063436	-78.271822	Chilón Rojas
25	-7.069147	-78.265329	Paredes Juárez

Fuente: Propia.

Debido a que el poblado ingresa dentro del contexto de zona rural, la normativa “BASES PARA EL DISEÑO DE LÍNEAS Y REDES SECUNDARIAS CON CONDUCTORES AUTOPORTANTES PARA ELECTRIFICACIÓN RURAL” establece que un proyecto de electrificación debe establecerse para un tiempo de 20 años a futuro por lo que se deberá proyecta el aumento de viviendas para según el crecimiento poblacional que tiene el departamento de Cajamarca.

Tabla 5.- Indicadores demográficos.

Indicadores demográficos	Departamento				
	Cajamarca	Callao	Cusco	Huancavelica	Huánuco
Fecundidad					
Nacimientos anuales: B	28,914	15,584	24,385	13,324	18,486
Tasa bruta de natalidad: b (por mil)	18.81	14.9	18.27	26.47	21.13
Tasa global de fecundidad	2.40	1.83	2.35	3.54	2.82
Tasa bruta de reproducción	1.17	0.89	1.15	1.73	1.38
Mortalidad					
Muertes anuales: D	8,450	5,513	9,298	2,788	5,234
Tasa bruta de mortalidad: d (por mil)	5.5	5.27	6.97	5.54	5.98
Esperanza de vida al nacer:					
Ambos sexos	73.94	78.38	71.39	70.93	72.64
Hombres	71.23	75.68	68.7	68.53	69.95
Mujeres	76.79	81.22	74.21	73.45	75.46
Tasa de mortalidad infantil: (por mil nacidos vivos)	16.19	7.81	26.62	26.81	20
Crecimiento Natural					
Crecimiento anual: B-D	20,464	10,071	15,087	10,536	13,252
Tasa de crecimiento natural: b-d (por cien)	13.31	9.63	11.3	20.93	15.15

Migración Interna e Internacional*/					
Migración neta anual: M	-17,337	4,192	-7,931	-7,138	-7,590
Tasa de migración neta: m (por mil)	-11.28	4.01	-5.94	-14.18	-8.68
Crecimiento Total					
Crecimiento anual: B-D+ (-) M	3,127	14,263	7,156	3,398	5,662
Tasa de crecimiento total: b-d+ (-) m (por cien)	2.03	13.64	5.36	6.75	6.47

Fuente INEI

Con un crecimiento poblacional de 2.03% se estableció para un promedio de 6 habitantes por familia, el crecimiento poblacional a 20 años teniendo:

Tabla 6.- Proyección de la población a veinte años al futuro.

AÑO	LOTES	PERSONAS
0	25	150
1	26	153
2	27	156
3	27	159
4	28	163
5	28	166
6	29	169
7	29	173
8	30	176
9	30	180
10	31	183
11	32	187
12	32	191
13	33	195
14	34	199
15	34	203
16	35	207
17	36	211
18	36	215
19	37	220
20	38	224

Fuente: Propia

Teniendo la cantidad de lotes a los cuales se les deberá asignar energía se determina la potencia necesaria para estos en base a la normativa mencionada que tipifica dos sectores del cual se realizó una tabla resumen.

Tabla 7.- Tipo de Localidad según Bases de Cálculo.

Tipo	Localidad	Potencia
I	Configuración definida	600
II	Configuración no definida	400

Fuente: DGER, 2006, p. 2

Debido a que parte de un sistema de distribución es la red de alumbrado público se debe calcular el mismo, según la norma DGE “ALUMBRADO DE VÍAS PÚBLICAS EN ÁREAS RURALES” que establece el cálculo como:

$$CMAP = KALP \cdot NU$$

Dónde:

CMAP : Consumo mensual de alumbrado público en kWh
 KALP : Factor de AP en kWh/usuario-mes
 NU : Número de Usuarios de la localidad

Según la norma mencionada para el sector rural el KALP es de 3.3 por lo que se tiene:

CMAP	125.4
KALP	3.3
NU	38

la cantidad de lámparas según la normativa se calcula de acuerdo a:

$$PI = \frac{1000 \cdot CMAP}{NHMAP \cdot PPL}$$

dónde:

- PI : Puntos de iluminación
CMAP : Consumo mensual de alumbrado público
NHMAP : Número de horas mensuales del servicio de alumbrado público
PPL : Potencia nominal promedio de la lámpara de alumbrado público

La potencia de las lámparas para alumbrado público viene condicionada por la norma de bases de cálculo para redes secundarias.

Tabla 8.- Potencia de lámparas para alumbrado público.

Tipo de Lámpara	Potencia (W)	Pérdidas (W)	Total (W)
Vapor de sodio	50	10	60
Vapor de sodio	70	11.6	81.6
Vapor de sodio	150	18.6	168.6

Fuente: DGE, 2006, p. 3

Teniendo el único criterio del ahorro energético se utilizará una lámpara de 50W, con un total de 60W al considerar las pérdidas. Además, teniendo un promedio de 30 días mensuales y un horario de encendido de las lámparas de 6 pm a 6 am, se establece 360 horas mensuales con lo que la cantidad de lámparas para el alumbrado es de:

Tabla 9.- Cantidad de lámparas para alumbrado público.

PI	5.81
CMAP	125.4 kWh
NHMAP	360 h/mes
PPL	60 W

Fuente: Propia

Como no se podrá colocar una lámpara fraccionada se deberán utilizar 6 lámparas para el poblado.

Para determinar la potencia requerida para el centro el centro poblado se multiplicará la potencia por lote y luminaria por la cantidad de lotes y luminarias, agregándole a este producto el factor de simultaneidad según las bases de cálculo que determina:

Tabla 10.- Factores de simultaneidad y cos fi.

Descripción	factor de simultaneidad	Cos fi
Servicio particular	0.5	1
Alumbrado público	1	0.9

Fuente: DGE, 2004, 6

Con esto se calcula la máxima demanda del centro poblado, a esta también se le agrega el 5% de pérdidas que son permisibles durante la distribución según la Norma Técnica de Calidad de Servicio:

Tabla 11.- Potencia para máxima demanda para el año 20.

Descripción	Cantidad	FS	Cos fi	Potencia Unitaria		Máxima Demanda	
				KW	KVA	KW	KVA
LOTES	38	0.5	1	0.4	0.40	7.6	7.6
LOCALES COMUNALES	0	0.5	1	1	1.00	0	0
ALUMBRADO	6	1	0.9	0.06	0.07	0.36	0.4

Fuente: Propia

Con lo que se tiene el total de la máxima demanda aumentando las pérdidas por distribución como:

Tabla 12.- Máxima demanda de la localidad para el año 20.

Descripción	Potencia	
	KW	KVA
Máxima demanda	7.96	8
Pérdidas por distribución (5%)	0.398	0.4
Total, de máxima demanda	8.358	8.4

Fuente: Propia

Se establece el crecimiento de demanda según el crecimiento poblacional que se determinó anteriormente teniendo:

Tabla 13.- Aumento progresivo de la máxima demanda durante los 20 años del proyecto.

AÑO	LOTES	ALUMBRADO	POTENCIA		PERDIDA		MAXIMA DEMANDA	
			KW	KVA	KW	KVA	KW	KVA
0	25	4	5.24	5.27	0.262	0.26	5.502	5.53
1	26	4	5.44	5.47	0.272	0.27	5.712	5.74
2	27	5	5.7	5.73	0.285	0.29	5.985	6.02
3	27	5	5.7	5.73	0.285	0.29	5.985	6.02
4	28	5	5.9	5.93	0.295	0.30	6.195	6.23
5	28	5	5.9	5.93	0.295	0.30	6.195	6.23
6	29	5	6.1	6.13	0.305	0.31	6.405	6.44
7	29	5	6.1	6.13	0.305	0.31	6.405	6.44
8	30	5	6.3	6.33	0.315	0.32	6.615	6.65
9	30	5	6.3	6.33	0.315	0.32	6.615	6.65
10	31	5	6.5	6.53	0.325	0.33	6.825	6.86
11	32	5	6.7	6.73	0.335	0.34	7.035	7.07
12	32	5	6.7	6.73	0.335	0.34	7.035	7.07
13	33	6	6.96	7.00	0.348	0.35	7.308	7.35
14	34	6	7.16	7.20	0.358	0.36	7.518	7.56
15	34	6	7.16	7.20	0.358	0.36	7.518	7.56
16	35	6	7.36	7.40	0.368	0.37	7.728	7.77
17	36	6	7.56	7.60	0.378	0.38	7.938	7.98
18	36	6	7.56	7.60	0.378	0.38	7.938	7.98
19	37	6	7.76	7.80	0.388	0.39	8.148	8.19
20	38	6	7.96	8.00	0.398	0.40	8.358	8.4

Fuente: Propia

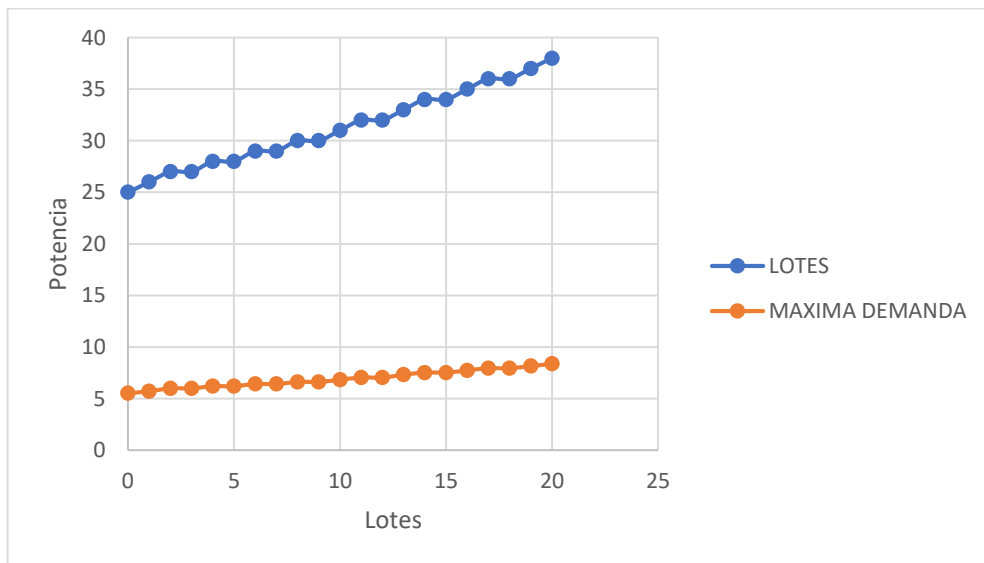


Figura 3.- Proyección de la demanda y crecimiento de lotes.

3.2 Cuantificar la materia orgánica generada en el centro poblado Nuevo Perú.

Para la cuantificación de materia orgánica se determinó el recurso que tiene que cada familia para el aporte de residuos sólidos. Cuando se realizó el levantamiento topográfico se encuestó a cada familia sobre el tema estableciéndose:

Tabla 14.- Ganado y terreno por familia.

N°	FAMILIA	TIPO DE GANADO	CANTIDAD	HECTÁREAS
1	Mantilla Gallardo	Vacuno	26	3
2	Moreno Quiroz	Vacuno	15	2
3	Muñoz Gallardo	Vacuno	42	5
4	Muñoz Culqui	Vacuno	47	4.5
5	Paredes Roncal	Vacuno	55	7
6	Palación Duran	Vacuno	25	3
7	Quiroz Gutiérrez	Vacuno	31	6
8	Quiroz Cachay	Vacuno	28	5
9	Ramos Llanos	Vacuno	52	8
10	Roncal Palación	Vacuno	22	3
11	Villanueva Díaz	Vacuno	18	1
12	Chamay Cabellos	Vacuno	45	6
13	Meléndez Menzano	Vacuno	38	4
14	Cholan Duran	Vacuno	42	5
15	Cerdan Vargas	Vacuno	21	2
16	Huamán Aguilar	Vacuno	33	3.5

Fuente: Propia

La zona por lo que se ve es ganadera, todas las familias se dedican a la cría de ganado vacuno, siendo el terreno utilizado en muy poca proporción para la siembra de hortalizas o huertas no llegando ni siquiera a media hectárea para esta labor. La discrepancia entre los lotes y las familias es que existen varias familias donde comparten el oficio, pero tienen casas diferentes.

Según el Manual del Biogás la producción de estiércol por tipo de ganado es.

Tabla 15.- Producción de excrementos frescos. De elementos fresco.

Estiércol	Disponibilidad Kg/día*	Relación C/N	Volumen de biogás	
			m³/kg húmedo	m³/día/año
Bovino (500 kg)	10.00	25:1	0.04	0.400
Porcino (50 kg)	2.25	13:1	0.06	0.135
Aves (2 kg)	0.18	19:1	0.08	0.014
Ovino (32 kg)	1.50	35:1	0.05	0.075
Caprino (50 kg)	2.00	40:1	0.05	0.100
Equino (450 kg)	10.00	50:1	0.04	0.400
Conejo (3 kg)	0.35	13:1	0.06	0.021
Excretas humanas	0.40	3:1	0.06	0.025

Fuente: Moreno, 2011

Aunque los datos aparecen de una fuente fiable se definió que tan alejado de la realidad se precisan estos datos.

Según las fuentes de información revisadas la más concisa o de mayor aceptación ha sido la mencionada en el desarrollo de este objetivo. Según la fuente escogida se tiene una producción por animal de 10kg. Para establecer que este parámetro es aceptable para el cálculo se determinó una prueba de campo siguiendo la siguiente metodología:

- Se estableció un sector limpio donde se pudiera recoger la excreta sin contaminarla de otro material como tierra, agua u otros residuos.
- Se delimito una cantidad de reses entre ellas becerros, vacas lecheras y un toro.
- Se tomó la muestra después de las 5.00 de la tarde, tiempo en el que estas regresan a su corral.
- Se realizó una tara del saco en la balanza (peso aproximado de 350g).
- Se pesó la muestra y se devolvió al terreno.

Al realizar la toma de pesos se tuvo, que seleccionar la familia cuya zona de pastaje para el ganado se identifique con el requerimiento de nuestra toma de datos. La familia Aguilar fue la determinante en la cual se dio para la muestra:

Tabla 16.- Ganado para el estudio.

20	Lecheras
4	Becerras
1	Toro

Fuente: Propia

Un ternero estuvo enfermo durante la toma de datos por lo que no se consideró durante los 15 días. Las muestras brindaron los siguientes datos:

Tabla 17.- Peso tomado durante 15 días.

Día	Estiércol	Por Vaca
	kg	kg/res
1	272.5	10.90
2	262.5	10.50
3	287.5	11.50
4	300	12.00
5	282.5	11.30
6	260	10.40
7	262.5	10.50
8	300	12.00
9	255	10.20
10	262.5	10.50
11	285	11.40
12	277.5	11.10
13	292.5	11.70
14	275	11.00

Fuente: Propia

En promedio el ganado tiene una producción de estiércol de 11.07, según la fuente de información que se tuvo este debe ser 10, aunque la toma es mayor la diferencia se consideró mínima. Por lo que la producción de excreta para todo el centro poblado es de:

Tabla 18.- Cantidad de estiércol generado por familia.

N°	FAMILIA	TIPO DE GANADO	CANTIDAD	PRODUCCIÓN DE ESTIERCOL
1	Mantilla Gallardo	Vacuno	26	260
2	Moreno Quiroz	Vacuno	15	150
3	Muñoz Gallardo	Vacuno	42	420
4	Muñoz Culqui	Vacuno	47	470
5	Paredes Roncal	Vacuno	55	550
6	Palación Duran	Vacuno	25	250
7	Quiroz Gutiérrez	Vacuno	31	310
8	Quiroz Cachay	Vacuno	28	280
9	Ramos Llanos	Vacuno	52	520
10	Roncal Palación	Vacuno	22	220
11	Villanueva Díaz	Vacuno	18	180
12	Chamay Cabellos	Vacuno	45	450
13	Meléndez Menzano	Vacuno	38	380
14	Cholan Duran	Vacuno	42	420
15	Cerdan Vargas	Vacuno	21	210
16	Huamán Aguilar	Vacuno	33	330

Fuente: Propia.

La producción diaria de estiércol será de 5400 kg.

3.3 Diseñar la central térmica a biogás.

Para determinar la central de biogás se partió de la selección del grupo generador así se estableció la producción requerida y se lograron las condiciones de funcionamiento según las características propias del generador.

Selección del generador.

Las condiciones de funcionamiento para la selección del generador serán las pedidas para su cotización:

Tabla 19.- Parámetros de trabajo del generador.

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD
Tipo de trabajo	24	Horas
Temperatura de trabajo	16	Grados centígrados
Metros sobre el nivel del mar	3098	Msnm
Tensión	220/440	Voltios
Potencia instalada	10	kW
Fases	3	

Fuente: Propia

En los proveedores revisados en la web se encontró con HQ-Power que tiene en su listado de productos un generador a biogás de 10 kW.

Tabla 20.- Características generales del grupo a biogás.

DESCRIPCIÓN	VALOR	UNIDAD
MODELO	HQ10GF	
ENERGIA DE RESERVA	10	KW
TENSIÓN NOMINAL	220/380-230/440-110/220	V
FRECUENCIA	50/60	Hz
VELOCIDAD	1500/1800	RPM
FASE	3	FASES
FACTOR DE POTENCIA	0.8	
FLUCTUACION DE TENSIÓN	≤1	%
CONSUMO	209	g/kWh

Fuente: <https://www.igener.cl/producto/generador-electrico-diesel-hq-power-10-kva-8-kw/>

Justificación de la biomasa.

Para esto lo primero que se debe determinar es el consumo del biogás por el grupo generador para entregar su potencia siendo este de 209 g/kWh se establece la de la tabla 15 que es de 0.04 m³/kg. Se determinó el consumo de energía del poblado según el indicador “Consumo unitario anual de abonados domésticos” que, según el Curso de capacitación Macro regional brindado por la Dirección General de Políticas e Inversiones del Ministerio de Energía y Minas en el 2011, el consumo mensual es de 20kWh/mes por abonado, aparte de esto se determinó el consumo de alumbrado debido

a que se conoce el tiempo de funcionamiento diario y la pónica de cada luminaria se tendrá:

Tabla 21.- Cálculo del consumo de energía por luminaria al mes.

Potencia	0.06	kW
Horas diarias	12	h
Días al mes	30	día
Consumo de alumbrado por luminaria	21.6	kWh/mes

Fuente: Propia

Considerando la cantidad de energía al mes se establece la energía diaria por luminaria y abonado siendo esta:

Tabla 22.- Consumo de energía diaria.

	Consumo mes	Consumo diario
	kWh	kWh
Luminaria	21.60	0.72
Abonado	20.00	0.67

Fuente: Propia

Considerando el crecimiento de máxima demanda se obtiene según el consumo diario y la cantidad de luminarias y abonados, también se incluye las pérdidas de energía por distribución que según la norma de calidad de servicios debe ser como máximo el 15% así se tiene:

Tabla 23.- Consumo diario de energía por el caserío.

AÑO	LOTES	LUMINARIA	CONSUMO DÍARIO (kWh)	PÉRDIDAS (15%)	CONSUMO DÍARIO TOTAL (kWh)
0	25	6	20.99	3.148	24.13
1	26	6	21.65	3.248	24.90
2	27	6	22.32	3.348	25.67
3	27	6	22.32	3.348	25.67
4	28	6	22.99	3.448	26.43
5	28	6	22.99	3.448	26.43
6	29	6	23.65	3.548	27.20
7	29	6	23.65	3.548	27.20
8	30	6	24.32	3.648	27.97
9	30	6	24.32	3.648	27.97
10	31	6	24.99	3.748	28.73
11	32	6	25.65	3.848	29.50
12	32	6	25.65	3.848	29.50
13	33	6	26.32	3.948	30.27
14	34	6	26.99	4.048	31.03
15	34	6	26.99	4.048	31.03
16	35	6	27.65	4.148	31.80
17	36	6	28.32	4.248	32.57
18	36	6	28.32	4.248	32.57
19	37	6	28.99	4.348	33.33
20	38	6	29.65	4.448	34.10

Fuente: Propia

De acuerdo al consumo del grupo generador se establece el consumo de biogás para la generación de energía.

Tabla 24.- Consumo de biogás según año de funcionamiento.

AÑO	CONSUMO DIÁRIO TOTAL (kWh)	COMSUMO BIOGÁS			
		g	kg	m3	L
0	24.13	5044.15	5.04	4.20	4203.45
1	24.90	5204.38	5.20	4.34	4336.98
2	25.67	5364.61	5.36	4.47	4470.51
3	25.67	5364.61	5.36	4.47	4470.51
4	26.43	5524.85	5.52	4.60	4604.04
5	26.43	5524.85	5.52	4.60	4604.04
6	27.20	5685.08	5.69	4.74	4737.57
7	27.20	5685.08	5.69	4.74	4737.57
8	27.97	5845.31	5.85	4.87	4871.09
9	27.97	5845.31	5.85	4.87	4871.09
10	28.73	6005.55	6.01	5.00	5004.62
11	29.50	6165.78	6.17	5.14	5138.15
12	29.50	6165.78	6.17	5.14	5138.15
13	30.27	6326.01	6.33	5.27	5271.68
14	31.03	6486.25	6.49	5.41	5405.20
15	31.03	6486.25	6.49	5.41	5405.20
16	31.80	6646.48	6.65	5.54	5538.73
17	32.57	6806.71	6.81	5.67	5672.26
18	32.57	6806.71	6.81	5.67	5672.26
19	33.33	6966.95	6.97	5.81	5805.79
20	34.10	7127.18	7.13	5.94	5939.32

Fuente: Propia

El consumo por volumen tanto en metro cúbico como en litros se determinó de acuerdo a la densidad del biogás que según El Manual del Biogás se establece en 1.2 kg/ m^3 .

Se realizó la comparación si existe suficiente recurso para satisfacer el requerimiento de biogás del grupo generador. Según la fuente sobre los parámetros del biogás se toma como referencia se tiene que cada kilogramo de excremento de bobino genera 0.04 m^3 de biogás transformándolo a litros se tendrá que cada kilogramo generara 40 litros por kilogramo. Considerando que no existe un incremento de ganado se tiene una producción estable de biogás durante los 20 años de 216 000 litros de biogás al día. Comparándolo con el requerimiento de biogás durante los 20 años se estableció para la central se tendrá:

Tabla 25.- Diferencia entre biogás producido y requerido.

Año	Producción diaria	Requerimiento	Diferencia
	L	L	L
0	216000	4203.45	211796.55
2	216000	4336.98	211663.02
3	216000	4470.51	211529.49
4	216000	4470.51	211529.49
5	216000	4604.04	211395.96
6	216000	4604.04	211395.96
7	216000	4737.57	211262.43
8	216000	4737.57	211262.43
9	216000	4871.09	211128.91
10	216000	4871.09	211128.91
11	216000	5004.62	210995.38
12	216000	5138.15	210861.85
13	216000	5138.15	210861.85
14	216000	5271.68	210728.32
15	216000	5405.20	210594.80
16	216000	5405.20	210594.80
17	216000	5538.73	210461.27
18	216000	5672.26	210327.74
19	216000	5672.26	210327.74
20	216000	5805.79	210194.21
21	216000	5939.32	210060.68

Fuente: Propia

Con lo que se puede establecer que existe suficiente excremento para generar el suficiente biogás que utilice el grupo generador.

Cálculo del biodigestor

Para empezar con el diseño del biodigestor se debe establecer el tipo de biodigestor a usar debido actualmente existen una gran cantidad de modelos tanto económicos como prefabricados para su fácil instalación, la peculiaridad de este proyecto es que la producción de biogás no es de pequeña escala por lo que según la documentación y antecedentes revisados se deberá establecer la selección entre dos tipos de biodigestores para generación de biogás para ganado vacuno.

Para la selección se utilizó el planteamiento en el “Curso De Formación Especializada en Biogás Para Profesionales” donde establece para biodigestores para purines (estiércol) de ganado vacuno existen dos biodigestores que pueden utilizarse. La matriz de selección se establece considerando una retención de 90 días, se establece el mismo tiempo, pero solo para determinar el tipo de biodigestor, además el cálculo de la capacidad mediante lo determinado en el curso mencionado es igual a la generación de biogás diario requerido entre 0.011 con lo que la matriz queda como se muestra:

Tabla 26.- Matriz de selección del biodigestor.

Aporte de otros residuos			Alta o Baja Capacidad Volumétrica Biodigestor			
Sueros Quesos	Parámetro Restrictivo (Lag = No; Mezcla C=Si)		Capacidad Biodigestor (TRH=90 días)		Parámetro Restrictivo (Lag. <2000 m3>Mezcla C)	
kg/día	Tipo Laguna No aporta	Mezcla C Si aporta	Generación (m3/día)	Capacidad (m3)	Tipo Laguna <2000 m3	Mezcla C >2000 m3
0	X		5.94	539.94	X	

Fuente: Bahamonde, 2017, p. 33

El biodigestor seleccionado será el tipo laguna el cual se establece como se muestra:

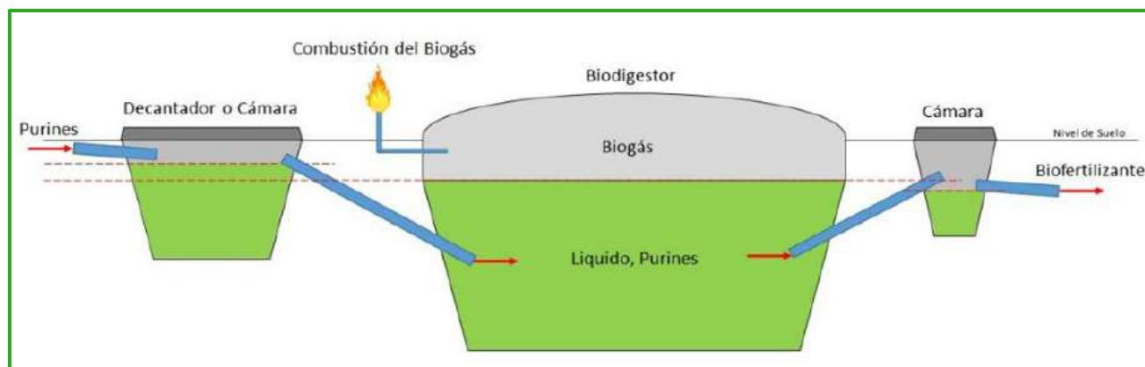


Figura 4.- Biodigestor tipo laguna.

Para determinar la capacidad del biodigestor se debe establecer ciertos parámetros:

Tabla 27.- Parámetros para el dimensionamiento del biodigestor.

Requerimiento de biogás	5.94	m ³ /día
Requerimiento de estiércol	148.48	kg/día
Densidad del biogás	1.2	Kg/m ³

Fuente: Propia

El diseño el biodigestor se realizó siguiendo el modelo establecido en la investigación de Salazar (2017) donde establece un diseño de biodigestor tipo laguna el cual implementa para establecer su operatividad, siendo esta positiva queda claro que el diseño es óptimo. por lo tanto, se toman los parámetros de diseño y la metodología de acuerdo a este antecedente.

Según Salazar la relación adecuada de estiércol y agua debe ser de 1:5, establece 5 litros de agua por kilogramo de estiércol con lo que la carga total diaria sería:

Tabla 28.- Carga total de estiércol y agua.

Requerimiento de estiércol	148.48	kg
	123.74	m ³
	123735.74	l
Requerimiento de agua	742.41	L
carga total	124478.16	litros /diarios

Fuente: Propia

La conversión de masa (Kg) a volumen (L) del estiércol se realiza mediante la densidad establecida anteriormente.

El biodigestor debe almacenar la mezcla de estiércol y agua durante un tiempo llamado tiempo de retención hidráulico (TRH) para la producción del biogás según el antecedente mencionado para el diseño este debe ser de 35 días. Además de que se menciona que el 80% del volumen del biodigestor está ocupado por la mezcla de estiércol con agua y el 20% restante lo ocupara el biogás. Por lo que se debe determinar el volumen de cada parte y el volumen total.

Tabla 29.- Cantidad de carga acumulada en el biodigestor.

Capacidad	4356735.43	litros
TRH	35	días
Carga diaria	124478.16	l/día

Fuente: Propia

Esta capacidad determinada solo obedece a la mezcla estiércol y agua, siendo este el 80% del volumen total que habrá en el biodigestor se determina la cantidad de volumen ocupado por el biogás que es el 20%.

Tabla 30.- Volumen de la mezcla y biogás.

	%	Litros	m3
Carga diaria	80%	4356735.43	4356.74
Biogás y espuma	20%	1089183.86	1089.18
Total	100%	5445919.29	5445.92

Fuente: Propia

Para que se mantenga el criterio de ser un biodigestor de laguna no debe pasar 2000 m3 por lo que se establecen por lo menos 3 biodigestores cada uno con un tercio de la carga.

Tabla 31.- Carga dividida entre tres biodigestores.

	%	m3
Carga diaria	80%	1452.25
Biogás y espuma	20%	363.06
Total	100%	1815.31

Fuente: Propia

Ahora se partirá a dimensionar la poza que albergará el volumen de mezcla para los 35 días de retención que tendrá, esta deberá tener sección trapezoidal según se menciona en el antecedente descrito. Y debe tener como característica un talud del 1:1, es decir que la base menor debe ser igual a la altura del trapecio, el volumen ocupado por esta forma se puede establecer de la siguiente manera:

$$Vc = \frac{h}{3} (AB + Ab + \sqrt{AB \cdot Ab})$$

Dónde:

- Vc : volumen carga
h : Altura
AB : Área Base mayor
Ab : Área Base menor

Según la consideración echa se tendrá que la base menor se establece según la longitud por el ancho siendo este ancho la base “b” esta como se menciono debe ser igual a la altura “h”, según el mismo antecedente la base superior debe ser el doble que la base inferior por lo que se puede determinar tabulado con el valor de la longitud de la base menor medidas que serán optimas si se justifica el primer valor superior al requerido.

Tabla 32.- Volumen calculado de la laguna para biodigestor.

Volumen requerido	profundidad	Área base mayor	Área base menor	largo
Vc	h	AB	Ab	A
m3	m	m2	m2	m
1459.63328	4	496	248	62

Fuente: Propia

Considerando que las consideraciones mencionadas se tendrán:

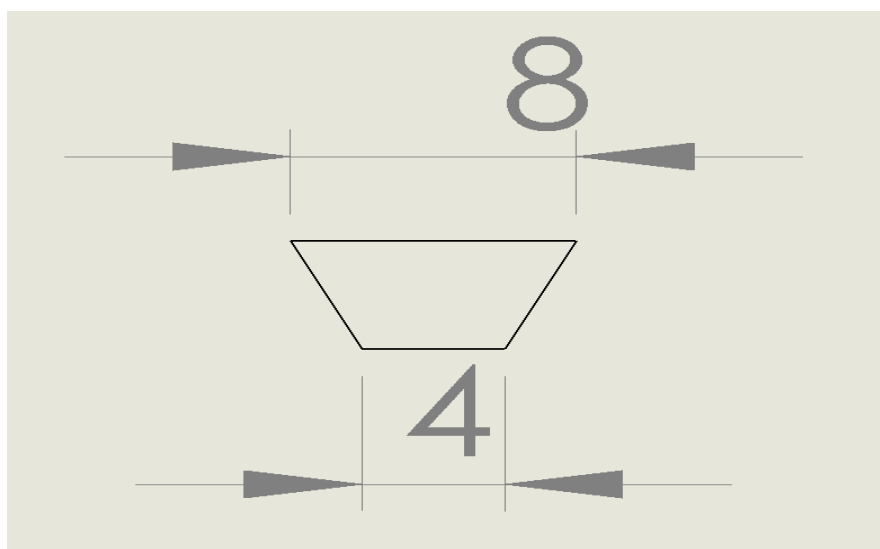


Figura 5.- Medidas para el trapecio que se forma con la sección transversal del biodigestor.

Con un largo de 62 metros lo que cumpliría con albergar el volumen total de mezcla de estiércol con agua. Este será el estante que debe ser cubierto por una geomembrana siguiendo el modelo mostrado.



Figura 6.- Ejemplo de instalación de geomembrana.

La cobertura de esa poza para retener el biogás se establecerá mediante el análisis establecido en el antecedente de Salazar.

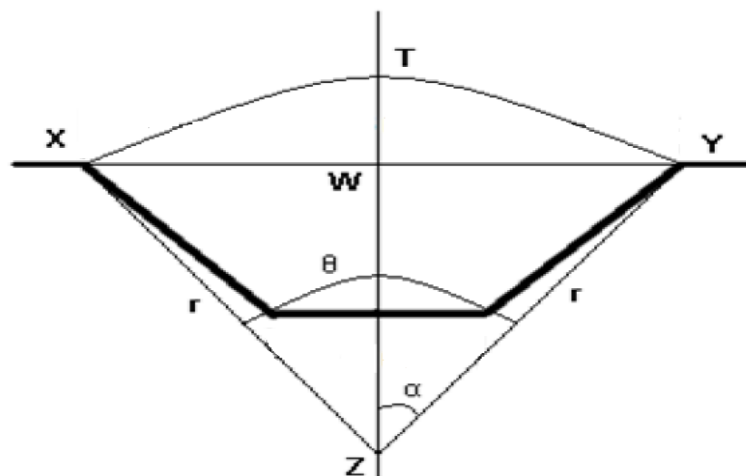


Figura 7.- Análisis del domo formado por la cobertura de la poza del biodigestor.

Según el antecedente del grafico que se muestra se puede establecer las siguientes fórmulas para su análisis:

$$r = \frac{(lp^2 + 4S^2)}{8S} \quad \text{sen } \alpha = \frac{lp}{2r} \quad \theta = 2\alpha$$

Donde “lp” es el lado del triángulo inscripto es decir la distancia entre X y Y, mientras que “S” es la sagita, es decir la distancia de W a T. los ángulos pueden verse en la figura 7.

Tabla 33.- Parámetros para el cálculo de la cúpula.

r	7.82	m
S	1.1	m
lp	8.00	m
sen α	0.51	
α	30.75	°
θ	61.51	°

Fuente: Propia

Teniendo estos parámetros el modelo matemático para determinar la longitud del arco de la cúpula se establece según lo indicado en el antecedente:

$$la = \frac{\theta r \pi}{180}$$

Como ya se tienen todos los valores establecidos el arco que se encuentra comprendido entre los puntos XTY será de 8.40 m, se requiere también calcular la apotema de la forma que tiene el triángulo inscripto que está formado por la medida de W a Z este se calcula según la fórmula:

$$ap = \sqrt{r^2 - \left(\frac{lp}{2}\right)^2}$$

Teniendo todos los valores en la tabla 32 se puede calcular la apotema con una longitud de 6.72 m. el cálculo del área generado por la cúpula será igual al área del sector circular menor el área del triángulo lo que se establece como:

$$A_{seg\ cir} = \left(\frac{\pi \theta r^2}{360} \right) - \left(\frac{lp \cdot ap}{2} \right)$$

Teniendo todos los datos se puede determinar que el área del segmento circular de la cúpula es de 5.95 m². Si se le multiplica la longitud del biodigestor se tendrá el volumen que se almacenará de biogás.

$$V_{cb} = A_{serg\ cir}(A)$$

Dónde:

- Vcb : Volumen de la cúpula
 Aserg cir : Área del segmento circular que forma la cúpula
 A : Longitud del biodigestor

Tabla 34.- Volumen de la cúpula.

Vcb	369.18	m ³
lb	62	m
Aseg cir	5.95	m ²

Fuente: Propia

Este volumen está condicionado por la sagita (WT), por lo que se consideró por medio de tabulaciones una de dimensión suficiente que permita almacenar una cantidad superior a 363.06 m³ que es el volumen requerido.

Cálculo de la cámara para biol y cámara de carga.

Ambas cámaras seguirán el mismo proceso del cálculo para la laguna del biodigestor, sin contar con la cobertura que genera la cúpula. Para estas consideraciones serán:

Tabla 35.- consideraciones para la laguna de biol.

Dr	5.00	días
RB	2	AB/Ab
Rbh	2	b/h

Fuente: Salazar, 2017, p. 24

Donde “Dr” se establece como el tiempo de retención en la poza de biol, RB es la relación entre las áreas siendo las áreas superiores dos veces el área inferior, y la relación entre base menor del trapecio en relación con la altura “Rbh” que es de dos, siendo el talud de 2:1.

Tabla 36.- Consideraciones para la cámara de carga.

RB	2	AB/Ab
Rbh	1	b/h

Fuente: Salazar, 2017, p. 27

La consideración entre áreas se mantiene siendo el doble el área superior que el área inferior, la relación entre base menor y altura es de 1 siendo un talud 1:1, debido a que el flujo es continuo la cámara de carga no considera días de retención.

No existen restricciones para la aplicación de estos criterios solo recomendaciones por lo que se estableció los criterios del antecedente mencionado. El procedimiento de cálculo es el mismo que para la laguna del biodigestor como se comentó por lo que se tiene, una laguna y una cámara de carga para cada biodigestor.

Tabla 37.- Medidas de las cámaras complementarias para el biodigestor.

Cámara	Vc	h	AB	Ab	A
	m3	m	m2	m2	m
Carga	47.08	2	32	16	8
Biol	211.9	2.0	144.0	72.0	18.0

Fuente: Propia

En la tabla 37 se puede apreciar que se están las medidas del largo “A” de cada cámara y las alturas “h”, faltaría agregar las bases menores de los trapecios que se forman con las secciones transversales de cada cámara, ya que se estableció que para la cámara del

biol la base menor del trapecio formado por su sección transversal el doble de la altura, esta base será de 4 m, mientras que la base menor del trapecio formado por la sección transversal de la cámara de carga es igual a la altura esta será de 2 m, las bases mayores al ser en ambos casos el área superior el doble que el área inferior se tendrá que cada una será el doble que su base menor debido a que la longitud es la misma solo esta condición de duplicar la base mayor podrá cumplir con el requisito mencionado entre áreas, con lo que se tienen los trapecios mencionados como las siguientes dimensiones.

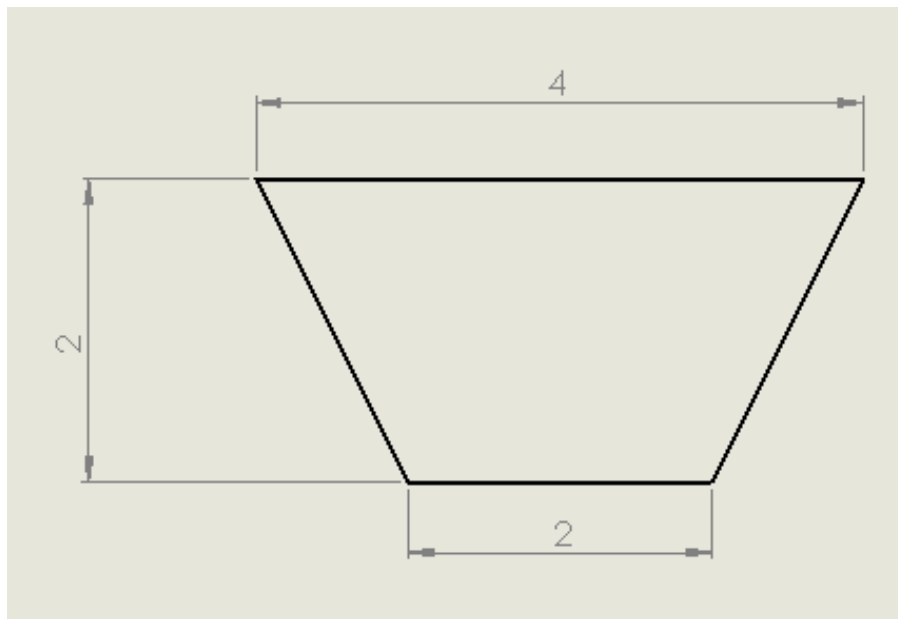


Figura 8.- Dimensiones de la sección transversal de la cámara de carga.

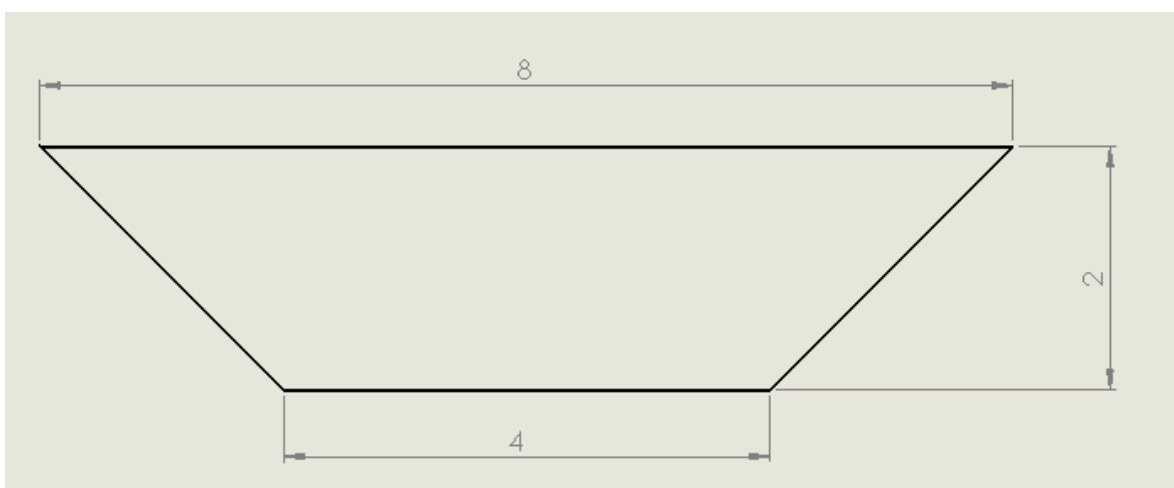


Figura 9.- Dimensiones de la sección trasversal de la cámara para el biol.

Tuberías y accesorios

Las tuberías según los documentos revisados no determinan un método de cálculo solo establecen diámetros que se pueden utilizar, para esto se toma una de estas investigaciones como referencia. Las tuberías entre las cámaras deben “entre 2 a 4 pulgadas” al no establecer una referencia y comparándolo con otros antecedentes se utilizará tuberías de 4 pulgadas para ambos casos (Arrieta Palacios, 2016, pág. 189)

Cuando se necesiten realizar algunas curvas por el terreno o instalación se establecerán por medio de codos de 45°, la cámara de descarga del biol eliminara el efluente de biol por la parte superior. La instalación será como se muestra en la figura:

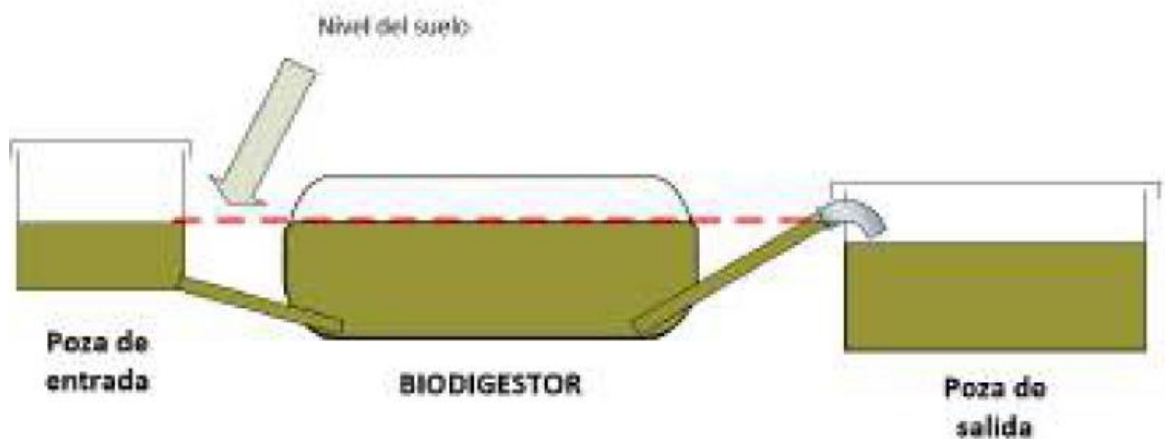


Figura 10.- Instalación del biodigestor y las cámaras de carga y biol.

Se utilizará una válvula de seguridad para que mantener las presiones en la cámara del biodigestor entre -3 mbar y 20 mbar. Se construirá un muro para circular el biodigestor de 50 cm de alto según lo observado en las instalaciones de la empresa Aqualimpia.







Figura 11.- Ejemplo de instalación de accesorios para biodigestor tipo laguna.

3.4 Evaluar económicamente la producción de energía eléctrica.

Costos de los materiales de instalación

Para determinar el costo de los materiales se debe determinar la cantidad de geomembrana que se utilizara, esta se realizara cuantificando el abierto del área transversal de la laguna, la cámara de carga, la cámara del biol y la cúpula que se forma por el recubrimiento de la geomembrana.

Tabla 38.- Cantidad de geomembrana.

Descripción	Forma	Perímetro	Largo	Área	Redondeo
		m	m	m ²	m ²
Cámara de carga		6.48	8	51.84	58
Cámara de biol		9.66	18	173.88	192
Biodigestor		12.94	62	802.28	883
Cúpula		16.42	62	1018.04	1120

Fuente: Propia

El perímetro se midió mediante la modelación en AutoCAD y no tomándose la línea roja de cada sección transversal, así con la distancia de cada cámara se estableció un área mediante un redondeo al número entero más cercano y considerándose un 10% más debido a eventualidades que podrían presentarse.

Se cotizó según proveedores de la zona y se obtuvo el siguiente presupuesto que se desarrolló mediante precios unitarios.

Tabla 39.- Costo de inversión para instalación de la central.

Ítem	Descripción	Unid.	Metrado	Parcial	total
01	INSTALACIÓN DE CENTRAL DE BIOGÁS				
01.01	INSTALACIÓN DE MURO DE 50 CM	m	992.00	S/ 85.00	84,320.00
01.02	INTALACIÓN DE GENERADOR	glb	1.00	S/ 46,031.20	46,031.20
01.03	INTALACIÓN DE VÁVULA DE SEGURIDAD	glb	1.00	S/ 2,613.80	2,613.80
01.04	INTALACIÓN DE CÁMARA DE CARGA	glb	3.00	S/ 1,851.20	5,553.60
01.05	INTALACIÓN DE CÁMARA DE BIOL	glb	3.00	S/ 3,861.20	11,583.60
01.06	INTALACIÓN DE CÁMARA DE BIODIGESTOR	glb	3.00	S/ 30,978.20	92,934.60
	COSTO DIRECTO				243,036.80
SON: DOSCIENTOS CUARENTITRES MIL TRENTISEIS Y 80/100 NUEVOS SOLES					

Fuente: Propia

Costo de operación y mantenimiento.

a) Personal

Para la operación del biodigestor se establecen dos personas que están serán encargadas del abastecimiento de la cámara de carga de manera diaria para que se mezcle con el agua y disminuir los sólidos totales. El biodigestor opera de manera autónoma solo se requiere revisar la válvula de seguridad y la cámara de biol desfoga por gravedad al llenarse de residuos del biodigestor por lo que no requerirá una operación diaria.

Para el manejo del grupo electrógeno se requerirá un personal capacitado para la supervisión y funcionamiento del mismo. Por lo tanto, en cuanto al personal que se requiere generara un gasto anual como se plantea:

Tabla 40.- Costo anual por personal para operación.

Ítem	Personal	Unid.	Cantidad	Parcial	total
1.01	Peón	mes	12	S/950.00	11,400.00
1.02	Técnico	mes	12	S/2,500.00	30,000.00

Fuente: Propia

b) Insumos

El único insumo que se utilizará será agua, que según la junta de regantes se paga S/. 40.00 soles por hora de agua. Se tendrá la disposición ya que el agua es de uso común y debido a que la planta es para generar energía para la comunidad esta deberá ser gratuita por mero acuerdo de todos los comuneros. Con lo que los insumos que se requieren no tendrán costo alguno.

c) Mantenimiento

El mantenimiento se le dará solo a la fosa del biol si se requiere retirar el fertilizante antes de lo previsto para el uso por parte de los agricultores lo que llevaría a que ellos mismo deban darle el mantenimiento y este resulte sin costo alguno.

El mantenimiento del grupo electrógeno y la válvula de seguridad será cada 6 meses por técnicos especializados de preferencia de la misma compañía que proporcionaron la tecnología.

Tabla 41.- Costo de mantenimiento anual.

Ítem	Descripción	Unid.	Cantidad	Parcial	total
1.01	Grupo electrógeno biogás	semestre	2	S/1,500.00	3,000.00

Fuente: Propia

Ingresos.

Para determinar los ingresos se plantean dos escenarios:

- El primero es determinar los ingresos según la venta de energía por el pliego tarifario no residencial BT5 que es el que se asignaría a la zona si se conecta al sistema interconectado.

- El segundo escenario es considerando el pago promedio que los comuneros hacen para tener energía para iluminación.

Escenario 1

Según el pliego tarifario BT5 no residencial se tiene:

Tabla 42.- Pliego tarifario BT5B no residencial.

TARIFA BT5B:	TARIFA CON SIMPLE MEDICIÓN DE ENERGÍA 1E		
No Residencial	Cargo Fijo Mensual	S/. /mes	3.24
	Cargo por Energía Activa	ctm. S/. /KW.h	61.34

Fuente: Osinerming.

Con lo cual el ingreso anual según la demanda proyectada sería:

Tabla 43.- Ingreso por venta de energía para escenario 1.

Año	Consumo diario	Consumo anual	Costo
0	24.13	8809.15	S/ 5,406.77
1	24.90	9088.99	S/ 5,578.42
2	25.67	9368.82	S/ 5,750.07
3	25.67	9368.82	S/ 5,750.07
4	26.43	9648.65	S/ 5,921.72
5	26.43	9648.65	S/ 5,921.72
6	27.20	9928.49	S/ 6,093.37
7	27.20	9928.49	S/ 6,093.37
8	27.97	10208.32	S/ 6,265.02
9	27.97	10208.32	S/ 6,265.02
10	28.73	10488.15	S/ 6,436.67
11	29.50	10767.99	S/ 6,608.32
12	29.50	10767.99	S/ 6,608.32
13	30.27	11047.82	S/ 6,779.97
14	31.03	11327.65	S/ 6,951.62
15	31.03	11327.65	S/ 6,951.62
16	31.80	11607.49	S/ 7,123.27
17	32.57	11887.32	S/ 7,294.92
18	32.57	11887.32	S/ 7,294.92
19	33.33	12167.15	S/ 7,466.57
20	34.10	12446.99	S/ 7,638.22

Fuente: Propia

Escenario 2

Los ingresos se determinarán de acuerdo a lo registrado en las encuestas establecidas a los comuneros que se muestran en el anexo 01.

Tabla 44.- Pagos mensuales que se generan por iluminación.

Ítem	Pago	Ítem	Pago
1	S/ 12.00	14	S/ 18.00
2	S/ 16.80	15	S/ 24.00
3	S/ 18.00	16	S/ 30.00
4	S/ 18.00	17	S/ 30.00
5	S/ 18.00	18	S/ 30.00
6	S/ 18.00	19	S/ 48.00
7	S/ 18.00	20	S/ 54.00
8	S/ 18.00	21	S/ 58.00
9	S/ 18.00	22	S/ 58.00
10	S/ 18.00	23	S/ 60.00
11	S/ 18.00	24	S/ 64.00
12	S/ 18.00	25	S/ 64.00
13	S/ 18.00		

Fuente: Propia.

Calculando la desviación estándar para establecer el valor más típico en la distribución que se muestra de los pagos, el resultado es de S/. 18.18. que será el valor mensual tentativo de cada familia para establecer un ingreso promedio por venta de energía, el ingreso anual para cada abonado considerando este escenario serio de S/ 218.18.

Así el ingreso considerando el número de abonados será:

Tabla 45.- Ingreso por venta de energía para escenario 2.

Año	Abonados	Costo
0	25	S/ 5,454.41
1	26	S/ 5,672.58
2	27	S/ 5,890.76
3	27	S/ 5,890.76
4	28	S/ 6,108.93
5	28	S/ 6,108.93
6	29	S/ 6,327.11
7	29	S/ 6,327.11
8	30	S/ 6,545.29
9	30	S/ 6,545.29
10	31	S/ 6,763.46
11	32	S/ 6,981.64
12	32	S/ 6,981.64
13	33	S/ 7,199.82
14	34	S/ 7,417.99
15	34	S/ 7,417.99
16	35	S/ 7,636.17
17	36	S/ 7,854.34
18	36	S/ 7,854.34
19	37	S/ 8,072.52
20	38	S/ 8,290.70

Fuente: Propia

Evaluación económica

Para la evaluación económica se calcularán la tasa interna de retorno (TIR) y el valor actual neto (VAN) para ambos escenarios. Estableciendo un flujo de caja para ambos se tiene:

Tabla 46.- Flujo de caja para ambos escenarios.

Año	Inversión	Gasto	Ingreso	ingreso	Flujo de caja Escenario 1	Flujo de caja Escenario 2
0	36,455.52				-S/ 36,455.52	-S/ 36,455.52
1		32,400.00	S/ 5,406.77	S/ 5,454.41	-S/ 26,993.23	-S/ 26,945.59
2		32,400.00	S/ 5,578.42	S/ 5,672.58	-S/ 26,821.58	-S/ 26,727.42
3		32,400.00	S/ 5,750.07	S/ 5,890.76	-S/ 26,649.93	-S/ 26,509.24
4		32,400.00	S/ 5,750.07	S/ 5,890.76	-S/ 26,649.93	-S/ 26,509.24
5		32,400.00	S/ 5,921.72	S/ 6,108.93	-S/ 26,478.28	-S/ 26,291.07
6		32,400.00	S/ 5,921.72	S/ 6,108.93	-S/ 26,478.28	-S/ 26,291.07
7		32,400.00	S/ 6,093.37	S/ 6,327.11	-S/ 26,306.63	-S/ 26,072.89
8		32,400.00	S/ 6,093.37	S/ 6,327.11	-S/ 26,306.63	-S/ 26,072.89
9		32,400.00	S/ 6,265.02	S/ 6,545.29	-S/ 26,134.98	-S/ 25,854.71
10		32,400.00	S/ 6,265.02	S/ 6,545.29	-S/ 26,134.98	-S/ 25,854.71
11		32,400.00	S/ 6,436.67	S/ 6,763.46	-S/ 25,963.33	-S/ 25,636.54
12		32,400.00	S/ 6,608.32	S/ 6,981.64	-S/ 25,791.68	-S/ 25,418.36
13		32,400.00	S/ 6,608.32	S/ 6,981.64	-S/ 25,791.68	-S/ 25,418.36
14		32,400.00	S/ 6,779.97	S/ 7,199.82	-S/ 25,620.03	-S/ 25,200.18
15		32,400.00	S/ 6,951.62	S/ 7,417.99	-S/ 25,448.38	-S/ 24,982.01
16		32,400.00	S/ 6,951.62	S/ 7,417.99	-S/ 25,448.38	-S/ 24,982.01
17		32,400.00	S/ 7,123.27	S/ 7,636.17	-S/ 25,276.73	-S/ 24,763.83
18		32,400.00	S/ 7,294.92	S/ 7,854.34	-S/ 25,105.08	-S/ 24,545.66
19		32,400.00	S/ 7,294.92	S/ 7,854.34	-S/ 25,105.08	-S/ 24,545.66
20		32,400.00	S/ 7,466.57	S/ 8,072.52	-S/ 24,933.43	-S/ 24,327.48

Fuente: Propia

Como se puede apreciar en la tabla 46 si se realiza la evaluación con precios de mercado esta resultará negativa debido a que la poca demanda aun en el año 20 no generará flujo de caja positivos. Por lo tanto, se proponen dos criterios para la reducción del gasto:

- El primer criterio que se analizó fue el que se capacite a la población sobre el uso de la central ya que al ser ellos los beneficiarios podrían operarla y cuidarla siempre y cuando no se tenga en cuenta en este criterio de evaluación la reducción del mantenimiento del grupo. Para lo cual se tendría:

Tabla 47.- flujo de caja aplicando el primer criterio de evaluación propuesto.

Año	Inversión	Gasto	Ingreso	ingreso	Flujo de caja Escenario 1	Flujo de caja Escenario 2
0	243,036.80				-S/ 243,036.80	-S/ 243,036.80
1		3,000.00	S/ 5,406.77	S/ 5,454.41	S/ 2,406.77	S/ 2,454.41
2		3,000.00	S/ 5,578.42	S/ 5,672.58	S/ 2,578.42	S/ 2,672.58
3		3,000.00	S/ 5,750.07	S/ 5,890.76	S/ 2,750.07	S/ 2,890.76
4		3,000.00	S/ 5,750.07	S/ 5,890.76	S/ 2,750.07	S/ 2,890.76
5		3,000.00	S/ 5,921.72	S/ 6,108.93	S/ 2,921.72	S/ 3,108.93
6		3,000.00	S/ 5,921.72	S/ 6,108.93	S/ 2,921.72	S/ 3,108.93
7		3,000.00	S/ 6,093.37	S/ 6,327.11	S/ 3,093.37	S/ 3,327.11
8		3,000.00	S/ 6,093.37	S/ 6,327.11	S/ 3,093.37	S/ 3,327.11
9		3,000.00	S/ 6,265.02	S/ 6,545.29	S/ 3,265.02	S/ 3,545.29
10		3,000.00	S/ 6,265.02	S/ 6,545.29	S/ 3,265.02	S/ 3,545.29
11		3,000.00	S/ 6,436.67	S/ 6,763.46	S/ 3,436.67	S/ 3,763.46
12		3,000.00	S/ 6,608.32	S/ 6,981.64	S/ 3,608.32	S/ 3,981.64
13		3,000.00	S/ 6,608.32	S/ 6,981.64	S/ 3,608.32	S/ 3,981.64
14		3,000.00	S/ 6,779.97	S/ 7,199.82	S/ 3,779.97	S/ 4,199.82
15		3,000.00	S/ 6,951.62	S/ 7,417.99	S/ 3,951.62	S/ 4,417.99
16		3,000.00	S/ 6,951.62	S/ 7,417.99	S/ 3,951.62	S/ 4,417.99
17		3,000.00	S/ 7,123.27	S/ 7,636.17	S/ 4,123.27	S/ 4,636.17
18		3,000.00	S/ 7,294.92	S/ 7,854.34	S/ 4,294.92	S/ 4,854.34
19		3,000.00	S/ 7,294.92	S/ 7,854.34	S/ 4,294.92	S/ 4,854.34
20		3,000.00	S/ 7,466.57	S/ 8,072.52	S/ 4,466.57	S/ 5,072.52

Fuente: Propia

En la tabla 47 se puede ver que ahora el flujo de caja para ambos escenarios y positivo por lo tanto se realizará el cálculo de los indicadores TIR y VAN para determinar si el proyecto sería viable siguiendo este criterio. La tasa.

Tabla 48.- Cálculos de indicadores económicos para ambos escenarios según el primer criterio.

	1	2
VAN	-S/13,528.73	-S/11,831.36
TIR	6%	7%

Fuente: Propia

Como se aprecia en la tabla 48 ninguno de los escenarios daría un valor positivo para los indicadores económicos evaluados a un 12% de tasa de interés que daría un banco si es que el dinero de la inversión se depositara en el al ser el van negativo

se establece que el proyecto generaría pérdidas en el transcurso del tiempo de funcionamiento del proyecto, conclusión con la que se llega también al tener un TIR por debajo de la tasa de interés que sería retribuida por un banco si la inversión se depositara en él.

Esto conlleva a que se establezca el segundo criterio:

- Que una entidad gubernamental o no gubernamental pueda aportar parte de la inversión inicial para que el proyecto sea rentable. Para el primer escenario solo si se consigue un aporte del 91% de la inversión se podría tener indicadores favorables.

Tabla 49.- Evaluadores económicos para el primer escenario con aportes externos.

Inversión	9%	S/ 21,873.31
Aporte	91%	S/ 221,163.49
VAN	S/1,053.47	
TIR	13%	

Fuente: Propia

Para el segundo escenario se requerirá menor aporte de la inversión externa para que resulte.

Tabla 50.- Evaluadores económicos para el segundo escenario con aportes externos

Inversión	10%	S/ 24,303.68
Aporte	90%	S/ 218,733.12
VAN	S/320.48	
TIR	12%	

Fuente: Propia

IV. DISCUSIÓN

La investigación se desarrolló sobre la realidad problemática de la falta de energía en el centro poblado Nuevo Perú en el departamento de Cajamarca, hasta el año en curso el centro poblado no cuenta con energía eléctrica debido a su alejamiento de las redes del sistema interconectado el propósito de la investigación fue la comprobación de la hipótesis donde se formulaba un diseño de una planta térmica a biogás para generar energía eléctrica. La investigación desarrollo un sistema de generación de biogás que unido a un generador cuyo combustible es el generado por la planta, pueda suministrar energía eléctrica al centro poblado, la materia que se propone es el estiércol de ganado vacuno que es común en la zona ya que los habitantes del poblado se dedican a la ganadería como actividad principal.

La investigación comienza en la recopilación de datos para determinar la demanda de energía que se requiere generar, para esto se basó en la normativa Peruana para el sector rural para determinar la proyección de la central, según la misma esta debe ser mínimo para 20 años con esto se estimó la proyección de la demanda según el crecimiento poblacional de la zona con los registros de Instituto Nacional de Estadísticas e Informática, logrando estimar cuanto será la cantidad de lotes bajo el indicador de 5 habitantes por lote. Teniendo la demanda proyectada al año 20 a partir del inicio de funcionamiento de la central, se estimó la cantidad de potencia que esta debe suministrara al centro poblado.

Se cuantifico la materia orgánica la cual dispone el caserío por medio de una medición experimental, aislando un rebaño y pesando al diario durante 15 días la recolección que se hizo del rebaño variado entre becerros, vacas lecheras y toros. No se realizó medición más específica debido a que existen investigaciones con parámetros ya establecidos de experimentos similares, la medición se realizó más para la comprobación de estos datos. Mediante este análisis se estableció un parámetro de estiércol recogido por animal, debido a que es imposible recoger todo el estiércol sin contaminarlo con residuos de la zona donde se depositó.

Para determinar la central térmica se seleccionó primero el grupo generador para la potencia establecida para el año 20 y el combustible directo de la cámara del biodigestor para su funcionamiento. Teniendo el grupo seleccionado se determinó según sus características técnicas cuanto será su consumo para suministrar la energía proyectada para el año 20, de acuerdo a esto se diseñó una planta con tres biodigestores con la capacidad de almacenar el biogás suficiente para la generación de energía diaria dentro del centro poblado, además de esto se verificó que la materia orgánica que se utilizara en los biodigestores (estiércol de ganado vacuno) fuera la cantidad suficiente para la energía requerida, llegando a la conclusión que es sobrar por mucho materia orgánica para la generación de energía.

Por último se evaluó la central de diseñada estableciendo dos escenarios el primero fue considerando la venta de energía según el pliego tarifario del sector eléctrico de distribución supervisado por Osinergmin, donde se estableció el pliego BT-5B no residencial, y el segundo escenario fue estableciendo el costo actual que en su mayoría pagan las casas del centro poblado mediante una encuesta realizada a los moradores y el cálculo de la derivación estándar del costo que tienen en iluminación actualmente. Debido a la poca energía que se vende ninguno de los dos escenarios se mostró rentable por lo que se propusieron dos criterios para buscar la factibilidad de un proyecto de esta índole, primero fue reducir toda la mano de obra no calificada para la operación y mantenimiento de la planta mediante la capacitación de los comuneros para que ellos mismos generen los trabajos de mantenimiento y operación salvo el del grupo electrógeno que para ese sí se requerirá mano de obra calificada para su mantenimiento, y el segundo criterio fue buscar el financiamiento del 90% y 91% de un organismo gubernamental o no gubernamental según el tipo de escenario.

La discrepancia con la investigación de Sanan (2017) es que esta investigación fue establecida para un establo siendo este rentable debido al tamaño del biodigestor y que el establo tenía una carga eléctrica suministrada por una empresa concesionaria, el centro poblado Nuevo Perú no tiene esta facilidad así que los costos por energía que ellos pueden adquirir o pagar son bajo lo que conlleva a que la instalación salga del rango de la viabilidad para una empresa privada, otro de los factores que permite a la investigación de Sanan ser provechosa es que esta se dirige a la mejora del

medioambiente, tema que en la investigación de este informe no se ha evaluado debido a que no fue parte de los objetivos propuestos, además el aporte al cuidado del medioambiente cae por su propio peso cuando se establece sistemas de generación de energías renovables como lo son la generación por biogás. Lo mismo pasa con la investigación de Sánchez (2014) donde establece un biodigestor para una mezcla combinada entre estiércol de ganado bobino y porcino, determinando que la contribución al cuidado ambiental es un hecho colateral al uso de las excretas para la generación eléctrica.

Según la investigación de Navarro (2016) el biogás puede ser tratado después de ser generado tema que no se tomó en cuenta por la diferencia de los objetivos, ya que en la investigación del informe que se presenta aquí fue la de generación de energía y el grupo elegido toma el biogás de manera directa de la cámara del biodigestor donde se genera el único requerimiento es que tenga la presión correspondiente en el grupo el cual según lo indicado para un biodigestor de laguna puede ser a los 35 días, si este dato en la práctica no es suficiente entonces si se requerirá un sistema de tratamiento de biogás para poder alcanzar la presión requerida.

De acuerdo con la investigación de Vergara (2018) la utilización de un biodigestor en zonas rurales tiene un beneficio aparte de la generación de biogás, y es el uso de los residuos del biodigestor donde se consigue biol o abono orgánico siendo este muy rico en nutrientes para el suelo, en el caso de la planta establecida no se pretende usar para nada el biol por lo que puede haber una gran esperanza en el estudio económico de su venta para mercados mayores o el uso dentro de los terrenos de cultivo para que reemplace los abonos tradicionales.

En total de acuerdo con Mago (2014) la actual existencia de tecnología para la generación eléctrica utilizando combustibles alternativos como lo son el biogás es quien permite la facilidad técnica para la utilización de centrales de biogás en el campo de la generación. Actualmente existe tecnología que proporciona completamente las facilidades en el uso y tratamiento del biogás, la tecnología es compacta y simple lo que permite el dimensionamiento técnico mucho más rápido que anteriormente donde esta fuente de energía era desaprovechada.

V. CONCLUSIONES.

- En el centro poblado Nuevo Perú se tiene 25 lotes actualmente siendo estos proyectados para el año 20 según el crecimiento poblacional de la zona a 38, según la normativa del sector rural se establece una para el año proyectado tener que generar una potencia de 8.358 kW, la cual abastecerá al centro poblado en los 20 años proyectados.
- La cuantificación de materia orgánica se izó de manera experimental para justificar el valor seleccionado en un antecedente según el experimento se logró recoger una cantidad de 11.07 en promedio de estiércol de ganado vacuno, aunque la cantidad promedio según la teoría para biogás es de 10 kg por res, la producción de estiércol en el centro poblado es superior al tomado.
- El diseño de la central se seleccionó primero el grupo generador siendo este uno de 10 KW de potencia, se calculó el volumen del grupo de biodigestores de 1452.25 m³ de carga diaria y 363.06 m³ de biogás generador cada cual con su cámara de carga y su cámara para el biol.
- La evaluación económica se generó en dos escenarios donde se establece para el primero un costo por kWh según le pliego tarifario BT5-B no residencial para Cajamarca de S/. 0,06134 y para el segundo escenario un gasto estándar de 18.18 según el pago que se realiza actualmente en la zona por iluminación, siendo la evaluación para los dos escenarios negativa se aplicó dos criterios para llevar al proyecto a su factibilidad que fueron capacitar al personal para la operación y mantenimiento que no requiere mano de obra calificada y que un organismo gubernamental o no gubernamental apoye con el 90% o 91% de la inversión inicial según el escenario.

VI. RECOMENDACIONES

- Debido a que los centros poblados crecen no solo poblacionalmente sino con su consumo eléctrico cuando ya tienen al alcance de sus manos la energía eléctrica, debe tener en cuenta para la experiencia de crecimiento poblacional el crecimiento de consumo eléctrico para determinar la demanda al año 20.
- No será necesario aislar al ganado para recolectar el estiércol necesario debido a que existe suficiente producción del mismo teniendo medios rápidos y no especializados para el recojo de estiércol.
- Realizar un análisis para el desempeño de un solo biodigestor en lugar de tres de ellos por medio de otro tipo de digestor.
- Buscar ingresos con los residuos de biol como abono orgánico, el ingreso por bonos de carbono para buscar una mejor factibilidad que la establecida.

REFERENCIAS.

- A. Lewicki, J. D. (2018). Potential of Biogas Production from Palm Oil Empty Fruit Bunch (EFB) in South-East Asia. *2018 2nd International Conference on Green Energy and Applications (ICGEA)*, 1-4. doi:10.1109/ICGEA.2018.8356317
- Aqualimpia. (2019). *VÁLVULAS DE SEGURIDAD - CONTROL DE PRESIONES*. Recuperado el 29 de Setiembre de 2019, de <https://www.aqualimpia.com/biodigestores/control-de-presion/>
- Arrieta Palacios, W. (2016). *Diseño de un Biodigestor Domestico para el Aprovechamiento Energetico del estiercol de ganado*. Tesis Pregrado, Universidad de Piura, Facultad de Ingenieria, Piura.
- Atencio, P. E. (2014). Ahorro energetico desde el área. Buenos Aires, Buenos Aires, Argentina. Obtenido de <http://centrozucar.uclv.edu.cu/media/articulos/PDF/2011/4/10.pdf>
- Bahamonde Burgos, P. (2017). Curso de Formación Especializado en Biogas para Profesionales. *Diseño de Plantas Pequeñas*. Talca, España.
- Beltrán, M. (2018). *Biorremediacion de los Recursos Naturales*. Bueno Aires: Argentina . Obtenido de https://inta.gob.ar/sites/default/files/libro_biorremediacion_de_los_recursos_naturales_2.pdf
- Caldeira Brant, L. N., Rodrigues, J. B., De Oliveira Biazatti, B., Soares Amaral, J., Feres Ragil, R. R., & Avelar Freitas, D. (2016). *Desarrollo sostenible y matriz energetica en America Latina*. Belo Horizonte: Design e diagramacion.
- Corrales, L. C. (08 de Junio de 2015). Bacterias anaerobicas: proceso que realizan y contribuyen a la sostenibilidad de la vida enel planeta. *13*, 10. Obtenido de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1794-24702015000200007
- Direccion General de Eficiencia Energetica - MEN. (2014). Plan Estrategico Nacional 2010-2025. *Documento de trabajo*, 140. Lima, Peru.
- Energía, M. d. (2014). Manual de Biogas. (R. d. Chile: Renovables, Ed.) 119. Obtenido de <http://www.fao.org/3/as400s/as400s.pdf>
- Energía, M. d. (2014). Manual de Biogas. 119. Obtenido de <http://www.fao.org/3/as400s/as400s.pdf>

- Gómez, C. D. (2014). *Eficiencia energetica en el uso de la biomasa para la generacion de energia electrica: optimizacion energética y exergetica*. Universidad Complutense de Madrid , Ciencias Ambientales , Madrid. Obtenido de <https://eprints.ucm.es/17794/1/T34108.pdf>
- Gonzales Guerra, E. F. (2017). “*SISTEMA DE APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS ORGÁNICOS DE*. Piura: Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internaciona. Obtenido de https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/3223/PYT_Informe_Final_Proyecto_Biogas.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- H. Rahadian, B. S. (2015). TGS2611 performance as biogas monitoring instrument in digester model application,. *2015 International Seminar on Intelligent Technology and Its Applications (ISITIA)*.
- HACHI, G. R. (2015). *DIAGNÓSTICO DOCUMENTAL PARA ESTUDIO DE LA CALIDAD*. Quito: Universidad Tecnológica Equinoccial. Obtenido de http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/4697/1/59388_1.pdf
- Huancas, J. O. (2016). *EVALUACIÓN TÉCNICO ECONÓMICA PARA ABASTECER CON*. Chiclayo. Obtenido de http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/8910/jaramillo_hj.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- I. Dekhtiar, T. D. (2013). Features of biogas production process and methods of its modeling. *2013 12th International Conference on the Experience of Designing and Application of CAD Systems in Microelectronics (CADSM)*, 66-68.
- Islam, M. R. (2016). Prospects and potential of biogas technology in Bangladesh. *016 International Conference on Innovations in Science, Engineering and Technology (ICISSET)*, 1-4. doi:doi: 10.1109/ICISSET.2016.7856481
- Istituto Nacional de Estadistica e Informatica. (s.f.). *INEI: Poblacion y Vivienda*. Recuperado el 15 de 09 de 2019, de <https://www.inei.gob.pe/estadisticas/indice-tematico/poblacion-y-vivienda/>
- K. M. A. Islam, T. M. (2015). Design and performance analysis of a hybrid Solar PV and biogas power plant using PLC. *2015 3rd International Conference on Green Energy and Technology (ICGET)*, 1-6. doi:10.1109/ICGET.2015.7315105
- M. Gopinathan, P. K. (2018). Progress of Biogas Industry in Malaysia: Cattle Manure as Potential Substrate for Biogas Production and Issue and Challenges. *018*

International Conference and Utility Exhibition on Green Energy for Sustainable Development (ICUE), 1-7.

- M. Zheng, L. H. (2011). Biogas fertilizer carrying capacity of a turfgrass-soil subsurface infiltration system. *2011 International Conference on New Technology of Agricultural*, 362-366. doi:10.1109/ICAE.2011.5943820
- Marta, S. (2014). *Microbiología del suelo* . Universidad Nacional Abierta y a Distancia , Ciencias Agrícolas y del Medio Ambiente . Obtenido de <https://studylib.es/doc/8313677/universidad-nacional-abierta-ya-distancia>
- Mata, C. P. (2017). *Comparación del efecto fertilizante de productos derivados del digestado obtenido en la digestión anaerobia de residuos de supermercado*. Meta. Obtenido de http://digibuo.uniovi.es/dspace/bitstream/10651/43744/3/TFM_CristinaPerezMata.pdf
- Mesa Grajales, D. H., Ortiz Sanchez, Y., & Pinzon, M. (Mayo de 2006). La Confiabilidad, la disponibilidad y la mantenibilidad, disciplinas modernas aplicadas al mantenimiento. *Scientia et Technica Año XII(3)*, 6.
- MINISTERIO DE ECONOMÍA Y FINANZAS - DIRECCIÓN GENERAL DE POLÍTICA DE INVERSIONES. (2011). IDENTIFICACIÓN, FORMULACIÓN Y EVALUACIÓN SOCIAL DE PROYECTOS DE INVERSIÓN PÚBLICA DE ELECTRIFICACION RURAL. 183. Tacna, Peru.
- Moreno, M. T. (2011). *Manual del Biogas*. (Ministerio de Energía, Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y el Desarrollo, & Global Environment Facility, Edits.) Santiago de Chile, Chile.
- Muñoz, A. C. (2017). *Efecto de diferentes medios de soporte en la producción de hidrógeno a partir del*. Bogotá: Programa de ingeniería civil. Obtenido de <https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/16053/BaqueroMu%F1ozAlejandraCatalinaGarc%EDaGarc%EDaAnaCarolina2017.pdf;jsessionid=32E95CA61B0CCAB943D906991B5A96C2?sequence=3>
- Paglinawan, A. C., & Mojica, E. E. (23-26 de octubre de 2016). Electrical performance analysis of biogas fuelled generator with purifier. *International SoC Design Conference (ISOCC)*, 3-4. doi:10.1109/ISOCC.2016.7799764
- Q. H. Fan, H. Y. (2009). Scheme Design and Analysis on Biogas Liquefaction System. *2009 International Conference on Energy and Environment Technology*.

- Qing-shu, T. Y.-f. (2011). Experiment of combined warming system with solar energy and biogas boiler in cold areas. *2011 International Conference on Materials for Renewable Energy & Environment*, 178-181. doi:10.1109/ICMREE.2011.5930790
- R. Bedoic, B. C. (2018). Application of Mechanistically Inspired Model on Biogas Production at the Biogas Plant. *2018 3rd International Conference on Smart and Sustainable Technologies (SpliTech)*, 1-4.
- Retema. (21 de 02 de 2017). Recursos y Energia de los RSU. *Revista Tecnica de Medio Ambiente* , 100. Obtenido de <https://issuu.com/r.retema/docs/retema196>
- Romero, D. M. (2015). Bacterias anaerobias: procesos que realizan y. (A. b. life, Ed.) 27. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/nova/v13n24/v13n24a06.pdf>
- Salazar Salazar, P. (2017). *Diseño e Instalacion del Biodigestor tipo laguna cubierta del establo de la Universidad Nacional Toribio Rodriguez de Mendoza, Chachapoyas, Amazonas*. Universidad Nacional Toribio Rodriguez Mendoza de Amazonas, Facultad de Ingenieria Civil y Ambiental, Chachapoyas.
- Sedyh, D. Y. (2019). Experimental Studies of the Process of Obtaining Biogas from Wastes from Agricultural Enterprises. *International Science and Technology Conference "EastConf"*, 1-4. doi:10.1109/EastConf.2019.8725328
- T. K. Kumba, E. T. (2017). Design and sustainability of a biogas plant for domestic use. *2017 8th International Conference on Mechanical and Intelligent Manufacturing Technologies (ICMIMT)*, 134-137. doi:10.1109/ICMIMT.2017.7917451
- Tovar, L. (Agosto de 2014). Propuesta de diseno de una planta de biogàs para la generaciòn de potencia electrica en zonas pecuarias de Venezuela a través del programa Biodigestor. *21(2)*, 6. Obtenido de <http://servicio.bc.uc.edu.ve/ingenieria/revista/v21n2/art07.pdf>
- Viel, J. E. (2016). *Lineamientos para la Eficiencia y la Planificacion Energetica de la Provincia de la Rioja, Republica Argentic*. Tesis Doctoral, Universidad de la Rioja, Escuela Tecnica Superior de Ingenieria Industrial, Argetnina.
- Vinicio, B. P. (2015). *Estudio para la determinaciòn de la producciòn de energia elèctrica a partir del aprovechamiento del biogàs de una granja porcina ubicada en la ciudad de azogues*. Cuenca. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/7907/1/UPS-CT004750.pdf>

- W. Ding, L. W. (s.f.). The review of domestic and international biogas frontiers and technical achievements — A study of the development of biogas technology in Gansu Province. *International Conference on Electrical and Control Engineering, Yichang*.
- W. Stafford, M. M. (2017). iogas for mobility: Feasibility of generating biogas to fuel City of Johannesburg buses. *017 International Conference on the Industrial and Commercial Use of Energy (ICUE)*, 1-8. doi:10.23919/ICUE.2017.8068018
- Wang, Y.-z., Wang, J.-h., Wang, Z., Chen, X., Yang, L., Liu, Z., & Dong, S. (2010). Screen of important metal ions on biogas production by stalk. *2010 International Conference on Mechanic Automation and Control Engineering*, 5207-5209. doi:10.1109/MACE.2010.5535441
- X. Fan, Z. L. (2010). Introduction to a Large-Scale Biogas Plant in a Dairy Farm. *2010 International Conference on Digital Manufacturing & Automation*.
- Y. K. Sharma, M. M. (2017). Enhancement of the biogas system application using solar photovoltaic and IoT based automation. *017 International Conference on Intelligent Computing, Instrumentation and Control Technologies (ICICICT)*, 851-855. doi:10.1109/ICICICT1.2017.8342676
- Z. You, S. Y. (2009). Biogas power plants waste heat utilization researches. *009 IEEE 6th International Power Electronics and Motion Control Conference*, 2478-2481.
- Zou, M. Z. (2018). Design of an Intelligent Control System for Rural Biogas Engineering. *2018 2nd IEEE Advanced Information Management, Communicates, Electronic and Automation Control Conference (IMCEC)*.

ANEXOS

ANEXO 01.- INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

N°	FAMILIA	TIPO DE GANADO	CANTIDAD	TOROS	BECERROS	VACAS	HECTÁREAS
1	Mantilla Gallardo	Vacuno	26	1	5	20	3
2	Moreno Quiroz	Vacuno	15	1	3	11	2
3	Muñoz Gallardo	Vacuno	42	2	8	32	5
4	Muñoz Culqui	Vacuno	47	2	5	40	4.5
5	Paredes Roncal	Vacuno	55	2	9	44	7
6	Palación Duran	Vacuno	25	1	4	20	3
7	Quiroz Gutiérrez	Vacuno	31	2	6	23	6
8	Quiroz Cachay	Vacuno	28	1	4	23	5
9	Ramos Llanos	Vacuno	52	2	8	42	8
10	Roncal Palación	Vacuno	22	1	4	17	3
11	Villanueva Díaz	Vacuno	18	1	2	15	1
12	Chamay Cabellos	Vacuno	45	2	7	36	6
13	Meléndez Menzano	Vacuno	38	2	7	29	4
14	Cholan Duran	Vacuno	42	3	6	33	5
15	Cerdan Vargas	Vacuno	21	2	4	15	2
16	Huamán Aguilar	Vacuno	33	2	5	26	3.5

PRODUCCIÓN DE ESTIERCOL

Dueño
tiempo de análisis
cantidad de reses

Palación Duran

15 días

20	Lecheras
4	Becerras
1	Toro

Día	Estiércol	Por Vaca
	kg	kg/res
1	272.5	10.90
2	262.5	10.50
3	287.5	11.50
4	300	12.00
5	282.5	11.30
6	260	10.40
7	262.5	10.50
8	300	12.00
9	255	10.20
10	262.5	10.50
11	285	11.40
12	277.5	11.10
13	292.5	11.70
14	275	11.00

Promedio

11.07

ENCUESTAS DEL COSTO DE PAGOS POR ILUMINACIÓN

	tipos de iluminación	Cantidad	Periodo	costo unitario	costo total mensual
	Velas	5	día	0.2	30
1	Keroseno				0
	Batería				0
	Otros				0
	TOTAL				30
	tipos de iluminación	Cantidad	Periodo	costo unitario	costo total mensual
	Velas	3	día	0.2	18
2	Keroseno				0
	Batería				0
	Otros				0
	TOTAL				18
	tipos de iluminación	Cantidad	Periodo	costo unitario	costo total mensual
	Velas	3	día	0.2	18
3	Keroseno				0
	Batería				0
	Otros				0
	TOTAL				18
	tipos de iluminación	Cantidad	Periodo	costo unitario	costo total mensual
	Velas	4	día	0.2	24
4	Keroseno				0
	Batería	1	semanal	10	40
	Otros				0
	TOTAL				64
	tipos de iluminación	Cantidad	Periodo	costo unitario	costo total mensual
	Velas	3	día	0.2	18
5	Keroseno	0.5	semana	2.4	36
	Batería				0
	Otros				0
	TOTAL				54
	tipos de iluminación	Cantidad	Periodo	costo unitario	costo total mensual
	Velas	3	día	0.2	18
6	Keroseno				0
	Batería				0
	Otros				0
	TOTAL				18
	tipos de iluminación	Cantidad	Periodo	costo unitario	costo total mensual
	Velas	2	día	0.2	12
7	Keroseno				0
	Batería				0
	Otros				0
	TOTAL				12

	tipos de iluminación	Cantidad	Periodo	costo unitario	costo total mensual
	Velas	3	día	0.2	18
8	Keroseno				0
	Batería				0
	Otros				0
	TOTAL				18
	tipos de iluminación	Cantidad	Periodo	costo unitario	costo total mensual
	Velas	3	día	0.2	18
9	Keroseno				0
	Batería				0
	Otros				0
	TOTAL				18
	tipos de iluminación	Cantidad	Periodo	costo unitario	costo total mensual
	Velas	2	día	0.2	12
10	Keroseno	0.5	semana	2.4	36
	Batería				0
	Otros				0
	TOTAL				48
	tipos de iluminación	Cantidad	Periodo	costo unitario	costo total mensual
	Velas	3	día	0.2	18
11	Keroseno				0
	Batería				0
	Otros				0
	TOTAL				18
	tipos de iluminación	Cantidad	Periodo	costo unitario	costo total mensual
	Velas	4	día	0.2	24
12	Keroseno	0.5	semana	2.4	36
	Batería				0
	Otros				0
	TOTAL				60
	tipos de iluminación	Cantidad	Periodo	costo unitario	costo total mensual
	Velas	3	día	0.2	18
13	Keroseno				0
	Batería				0
	Otros				0
	TOTAL				18
	tipos de iluminación	Cantidad	Periodo	costo unitario	costo total mensual
	Velas	3	día	0.2	18
14	Keroseno				0
	Batería				0
	Otros				0
	TOTAL				18
	tipos de iluminación	Cantidad	Periodo	costo unitario	costo total mensual
15	Velas	2	día	0.2	12


	Keroseno	0.5	semana	2.4	4.8
	Batería				0
	Otros				0
	TOTAL				16.8
	tipos de iluminación	Cantidad	Periodo	costo unitario	costo total mensual
	Velas	3	día	0.2	18
16	Keroseno				0
	Batería	1	quincenal	10	40
	Otros				0
	TOTAL				58
	tipos de iluminación	Cantidad	Periodo	costo unitario	costo total mensual
	Velas	3	día	0.2	18
17	Keroseno				0
	Batería				0
	Otros				0
	TOTAL				18
	tipos de iluminación	Cantidad	Periodo	costo unitario	costo total mensual
	Velas	4	día	0.2	24
18	Keroseno				0
	Batería	1	quincenal	10	40
	Otros				0
	TOTAL				64
	tipos de iluminación	Cantidad	Periodo	costo unitario	costo total mensual
	Velas	3	día	0.2	18
19	Keroseno				0
	Batería				0
	Otros				0
	TOTAL				18
	tipos de iluminación	Cantidad	Periodo	costo unitario	costo total mensual
	Velas	3	día	0.2	18
20	Keroseno				0
	Batería				0
	Otros				0
	TOTAL				18
	tipos de iluminación	Cantidad	Periodo	costo unitario	costo total mensual
	Velas	5	día	0.2	30
21	Keroseno				0
	Batería				0
	Otros				0
	TOTAL				30
	tipos de iluminación	Cantidad	Periodo	costo unitario	costo total mensual
	Velas	4	día	0.2	24
22	Keroseno				0
	Batería				0

	Otros				0
	TOTAL				24
	tipos de iluminación	Cantidad	Periodo	costo unitario	costo total mensual
	Velas	3	día	0.2	18
23	Keroseno				0
	Batería	1	quincenal	10	40
	Otros				0
	TOTAL				58
	tipos de iluminación	Cantidad	Periodo	costo unitario	costo total mensual
	Velas	5	día	0.2	30
24	Keroseno				0
	Batería				0
	Otros				0
	TOTAL				30
	tipos de iluminación	Cantidad	Periodo	costo unitario	costo total mensual
	Velas	3	día	0.2	18
25	Keroseno				0
	Batería				0
	Otros				0
	TOTAL				18

COORDENADAS DE LOS LOTES

Ítem	PUNTO		FAMILIA
	X	Y	
1	-7.069129	-78.268033	Mantilla Gallardo
2	-7.069344	-78.265567	Moreno Quiroz
3	-7.068311	-78.270064	Muñoz Gallardo
4	-7.070413	-78.266873	Muñoz Culqui
5	-7.072113	-78.266873	Paredes Roncal
6	-7.072897	-78.266234	Palación Duran
7	-7.071515	-78.274095	Quiroz Gutiérrez
8	-7.0069259	-78.274784	Quiroz Cachay
9	-7.0725511	-78.273114	Ramos Llanos
10	-7.0733612	-78.272721	Roncal Palación
11	-7.0750773	-78.275625	Villanueva Díaz
12	-7.0788611	-78.272603	Chamay Cabellos
13	-7.0790715	-78.270535	Meléndez Menzano
14	-7.077164	-78.268538	Cholan Duran
15	-7.073454	-78.265887	Cerdan Vargas
16	-7.07668	-78.263648	Huamán Aguilar
17	-7.075686	-78.261953	Bazán Rabines
18	-7.07344	-78.261636	Roncal Cabrera
19	-7.070303	-78.266885	Cabrera Quiroz
20	-7.069025	-78.265513	Muñoz Romero
21	-7.067486	-78.266321	Muñoz Mantilla
22	-7.065445	-78.264848	Quiroz Malaver
23	-7.064422	-78.26678	Ocón Chilón
24	-7.063436	-78.271822	Chilón Rojas
25	-7.069147	-78.265329	Paredes Juárez

ANEXO 02.- FICHAS TÉCNICAS



CE CNAS IAF ISO

Ver imagen más grande

Añadir para co... Compartir

Biogás generador eléctrico 10kw lista de precios

FOB Referencia Precio: [Consiga El Último Precio](#)

USD 6,064.00 - USD 6,289.00 / Set | 1 Set/s Biogás generador de 10kw (Pedido mínimo)

[Contactar Proveedor](#)

dejar Mensajes

Pago: [VISA](#) [MasterCard](#) [TT](#) [Online Bank Payment](#) [Pay Later](#) More

Envío: Alibaba.com servicio de envíos internacionales de China a Estados Unidos [Obtener cotización de envío](#)

1,1 Los datos técnicos generales

Modelo	HQ10GF
Energía de reserva	10KW
Tensión nominal	220/380 V 230/400 V 110/220 V
Frecuencia	50 HZ/60 HZ
Velocidad	1500/1800 RPM
Fase	3 Fase
Factor de potencia	0,8
Ajuste transitorio de voltaje nominal	±20-15%
Tensión de estabilización	1,5 s
Nominal de las fluctuaciones de tensión	≤1%

1,2 técnico del motor diésel

Motor de personajes	Inyección, aspirado naturalmente, diámetro * carrera 1
Nominal del motor de velocidad	1500 rpm/1800 rpm
Motor de energía de reserva	11KW
Motor primer poder	10KW
-Refrigeración	Cerrado refrigerado por agua
De carga	110%
Empezar método	24 V DC
Velocidad	Electrónica Gobernador

Datos técnicos del alternador 1,3

Fabricante	China stamford
Alternador de frecuencia	50/60 HZ
Alternador de tensión	220/380 V simple/tres fases
La tensión de línea distorsión de	≤3%
Clase de protección	IP23/22
Aislamiento de grado	H
Modelo de refrigeración	Autoenfriamiento con ventiladores
Excitación	Sin escobillas, autoexcitación con AVR

Características:

- Marca: HQ-Power
- Modelo: HQ8GF
- Tipo de salida: Trifásica CA
- Energía en espera: 8kw/10kVA
- Consumo de combustible: 209g//kWh
- Voltajes: 220/380 V, 230/400 V, 110/220 V
- Frecuencia: 50hz/60hz
- Velocidad: 1500rpm/1800rpm
- Factor de potencia: 0.8
- Ajuste de tensión: 20-15%
- Estabilización de tensión: 1.5 S
- Nominal de las fluctuaciones de tensión: < 1%
- Metodo de partida: partida electrica
- Grado de insulación: H
- Tipo de protección: IP22/IP23
- Método de enfriamiento: refrigerado por aire
- Certificado: CE/ISO9001/BV/EPA
- Se puede personalizar: Si
- Color: A pedido de cliente
- Garantía: hasta 1000 horas de uso o 1 año, lo que ocurra primero.

ANEXO 03.- PRESUPUESTOS

Análisis de precios unitarios

Partida	01.01	(010119070708-0102004-01)	INSTALACIÓN DE MURO DE 50 CM				
					Costo unitario directo por:	m	85.00
Código	Descripción	Recurso	Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra							
0101010002	CAPATAZ		hh	0.0019	15.00	0.03	
0101010004	OFICIAL		hh	0.0372	11.00	0.41	
0101010005	PEÓN		hh	0.0558	8.50	0.47	
						0.91	
Materiales							
0216030001	LADRILLO CALCAREO		unid	30.0000	2.10	63.00	
0219040001	CONCRETO CICLOPEO		m3	0.0700	299.95	21.00	
						84.00	
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		0.09	0.09	
						0.09	
Partida	01.02	(010119070713-0102004-01)	INTALACIÓN DE GENERADOR				
					Costo unitario directo por:	glb	46,031.20
Código	Descripción	Recurso	Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra							
0101010002	CAPATAZ		hh	0.8000	15.00	12.00	
0101010004	OFICIAL		hh	16.0000	11.00	176.00	
0101010005	PEÓN		hh	24.0000	8.50	204.00	
						392.00	
Materiales							
0210020003	FALSO PISO 15 cm		m2	40.0000	65.00	2,600.00	
0270010294	GRUPO GENERADOR A BIOGÁS		glb	1.0000	35,000.00	35,000.00	
02740100010008	TABLERO DE DISTRIBUC. 3ø, 380/220V, P/S. E AEREA DE 10 KW		día	1.0000	8,000.00	8,000.00	
						45,600.00	
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		39.20	39.20	
						39.20	
Partida	01.03	(010119070714-0102004-01)	INTALACIÓN DE VÁVULA DE SEGURIDAD				
					Costo unitario directo por:	glb	2,613.80

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra					
0101010002	CAPATAZ	hh	0.2000	15.00	3.00
0101010004	OFICIAL	hh	4.0000	11.00	44.00
0101010005	PEÓN	hh	6.0000	8.50	51.00
					98.00

Materiales					
0219040001	CONCRETO CICLOPEO	m3	0.0200	299.95	6.00
0270010295	VÁLVULA DE SEGURIDAD PARA SOBRE PRESIÓN AQUALIMPIA	glb	1.0000	2,500.00	2,500.00
					2,506.00

Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		9.80	9.80
					9.80

Partida	01.04	(010119070709-0102004-01)	INTALACIÓN DE CÁMARA DE CARGA		
			Costo unitario directo por:	glb	1,851.20

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra					
0101010002	CAPATAZ	hh	1.0000	15.00	15.00
0101010003	OPERARIO	hh	4.0000	13.00	52.00
0101010004	OFICIAL	hh	4.0000	11.00	44.00
0101010005	PEÓN	hh	6.0000	8.50	51.00
					162.00

Materiales					
0210020002	GEOMEMBRANA HDPE 1 mm LISA NEGRA	m2	58.0000	15.00	870.00
02191300010016	TUBERIA PVC 4"	m	12.0000	4.00	48.00
					918.00

Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		16.20	16.20
0301160001	CARGADOR FRONTAL	hm	1.0000	220.00	220.00
0301160004	PISTOLA DE TERMOFUSIÓN	hm	1.0000	95.00	95.00
0301170002	RETROEXCAVADORA	hm	1.0000	220.00	220.00
0301190001	RODILLO	hm	1.0000	220.00	220.00
					771.20

Partida	01.05	(010119070710-0102004-01)	INTALACIÓN DE CÁMARA DE BIOL		
			Costo unitario directo por:	glb	3,861.20

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra					
0101010002	CAPATAZ	hh	1.0000	15.00	15.00

0101010003	OPERARIO	hh	4.0000	13.00	52.00
0101010004	OFICIAL	hh	4.0000	11.00	44.00
0101010005	PEÓN	hh	6.0000	8.50	51.00
					162.00

Materiales

0210020002	GEOMEMBRANA HDPE 1 mm LISA NEGRA	m2	192.0000	15.00	2,880.00
02191300010016	TUBERIA PVC 4"	m	12.0000	4.00	48.00
					2,928.00

Equipos

0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		16.20	16.20
0301160001	CARGADOR FRONTAL	hm	1.0000	220.00	220.00
0301160004	PISTOLA DE TERMOFUSIÓN	hm	1.0000	95.00	95.00
0301170002	RETROEXCAVADORA	hm	1.0000	220.00	220.00
0301190001	RODILLO	hm	1.0000	220.00	220.00
					771.20

Partida	01.06	(010119070711-0102004-01)	INTALACIÓN DE CÁMARA DE BIODIGESTOR		
				Costo unitario directo por:	glb
					30,978.20

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra					
0101010002	CAPATAZ	hh	1.0000	15.00	15.00
0101010003	OPERARIO	hh	4.0000	13.00	52.00
0101010004	OFICIAL	hh	4.0000	11.00	44.00
0101010005	PEÓN	hh	6.0000	8.50	51.00
					162.00

Materiales

0210020002	GEOMEMBRANA HDPE 1 mm LISA NEGRA	m2	2,003.0000	15.00	30,045.00
					30,045.00

Equipos

0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		16.20	16.20
0301160001	CARGADOR FRONTAL	hm	1.0000	220.00	220.00
0301160004	PISTOLA DE TERMOFUSIÓN	hm	1.0000	95.00	95.00
0301170002	RETROEXCAVADORA	hm	1.0000	220.00	220.00
0301190001	RODILLO	hm	1.0000	220.00	220.00
					771.20

Consolidado por Títulos

Título	01	INSTALACIÓN DE CENTRAL DE BIOGÁS	243,036.31
--------	----	----------------------------------	-------------------

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
--------	---------------------	--------	----------	------------	-------------

Mano de Obra

0101010002	CAPATAZ	hh	11.8848	15.00	178.27
0101010003	OPERARIO	hh	36.0000	13.00	468.00
0101010004	OFICIAL	hh	92.9024	11.00	1,021.93
0101010005	PEÓN	hh	139.3536	8.50	1,184.51
					2,852.71

Materiales

0210020002	GEOMEMBRANA HDPE 1 mm LISA NEGRA	m2	6,759.0000	15.00	101,385.00
0210020003	FALSO PISO 15 cm	m2	40.0000	65.00	2,600.00
0216030001	LADRILLO CALCAREO	unid	29,760.0000	2.10	62,496.00
0219040001	CONCRETO CICLOPEO	m3	69.4600	299.95	20,834.53
02191300010016	TUBERIA PVC 4"	m	72.0000	4.00	288.00
0270010294	GRUPO GENERADOR A BIOGAS	glb	1.0000	35,000.00	35,000.00
0270010295	VÁLVULA DE SEGURIDAD PARA SOBRE PRESION AQUALIMPIA	glb	1.0000	2,500.00	2,500.00
02740100010008	TABLERO DE DISTRIBUC. 3ø, 380/220V, P/S.E AEREA DE 10 KW	dia	1.0000	8,000.00	8,000.00
					233,103.53

Equipos

0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		285.07	285.07
0301160001	CARGADOR FRONTAL	hm	9.0000	220.00	1,980.00
0301160004	PISTOLA DE TERMOFUSIÓN	hm	9.0000	95.00	855.00
0301170002	RETROEXCAVADORA	hm	9.0000	220.00	1,980.00
0301190001	RODILLO	hm	9.0000	220.00	1,980.00
					7,080.07