



FACULTAD DE POSTGRADO

TRABAJO FINAL DE GRADUACIÓN

**ESTUDIO TÉCNICO FINANCIERO PARA LA AMPLIACIÓN DE
LA CAPACIDAD INSTALADA EN LA PLANTA DE BIOGÁS
“ENERGÍA ECOLÓGICA DE PALCASA S.A. DE C.V.”**

SUSTENTADO POR:

ELVIN DURAN LARIOS

PREVIA INVESTIDURA AL TÍTULO DE

**MÁSTER EN
DIRECCIÓN EMPRESARIAL**

SAN PEDRO SULA, CORTÉS, HONDURAS, C.A.

DICIEMBRE, 2025

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA CENTROAMERICANA
UNITEC**

FACULTAD DE POSTGRADO

AUTORIDADES UNIVERSITARIAS

RECTORA

ROSALPINA RODRÍGUEZ

**VICERRECTOR ACADÉMICO NACIONAL
JAVIER ABRAHAM SALGADO LEZAMA**

SECRETARIO GENERAL

ROGER MARTÍNEZ MIRALDA

**DECANA FACULTAD DE POSTGRADO
ANA DEL CARMEN RETTALLY VARGAS**

**ESTUDIO TÉCNICO FINANCIERO PARA LA AMPLIACIÓN DE
LA CAPACIDAD INSTALADA EN LA PLANTA DE BIOGÁS
“ENERGÍA ECOLÓGICA DE PALCASA S.A. DE C.V.”**

**TRABAJO PRESENTADO EN CUMPLIMIENTO DE LOS
REQUISITOS EXIGIDOS PARA OPTAR AL TÍTULO DE**

MÁSTER EN

**MÁSTER EN
DIRECCIÓN EMPRESARIAL**

ASESOR

DRA. MIRNA RIVERA

MIEMBROS DE LA TERNA:

M. Sc. MARTHA HERNÁNDEZ

M. Sc. LISETTE CARCAMO

M. Sc. JUAN FRANCISCO ORTIZ

DERECHOS DE AUTOR



FACULTAD DE POSTGRADO

ESTUDIO TÉCNICO FINANCIERO PARA LA AMPLIACIÓN DE LA CAPACIDAD INSTALADA EN LA PLANTA DE BIOGÁS “ENERGÍA ECOLÓGICA DE PALCASA S.A. DE C.V.”

Elvin Duran Larios

Resumen

El proyecto de investigación se basó en evaluar dos alternativas de motores generadores de energía eléctrica a base de biogás metano para ampliar la capacidad instalada de la planta Biogás Eecopalsa. Buscando aprovechar la generación total de biogás, que en los últimos años mantiene una producción constante respecto a las toneladas de fruta procesada por la planta extractora. Ambas alternativas se sometieron a estudios técnicos y financieros para evaluar la factibilidad de estas, desde el punto de vista técnico, ambas resultaron factibles dada la capacidad de producción de biogás, por la parte financiera también ambas resultaron ser factibles ya que sus tasas internas de retorno y valor presente neto cumplen con los criterios de aceptación. Las recomendaciones están basadas en los resultados encontrados luego de las valorizaciones financieras, donde acorde a la disponibilidad de capital de inversión, la empresa puede optar por la de mejor rendimiento pero que necesita una menor inversión relativa a la otra alternativa.

Palabras claves: biogás, metano, efluentes, energía renovable.



GRADUATE SCHOOL

TECHNICAL AND FINANCIAL STUDY FOR EXPANDING THE INSTALLED CAPACITY OF THE BIOGAS PLANT “ENERGÍA ECOLÓGICA DE PALCASA”

Elvin Duran Larios

Abstract

This research project was based on evaluating two alternative biogas-methane-powered electric generator engines to expand the installed capacity of the Biogás Eecopalsa plant. The objective was to take advantage of the total biogas generation, which in recent years has maintained a constant production level in relation to the tons of fruit processed by the extraction plant. Both alternatives were subjected to technical and financial studies to assess their feasibility. From a technical standpoint, both proved feasible given the biogas production capacity. From a financial perspective, they were also feasible, as their internal rates of return and net present values meet the acceptance criteria. The recommendations are based on the results obtained after the financial evaluations, where—according to the availability of investment capital—the company may choose the option with the best performance that also requires a lower relative investment compared to the other alternative.

Keywords: biogas, methane, effluents, renewable energy.

DEDICATORIA

Dedico esta tesis sobre todo a Dios que es mi padre celestial, por permitirme el haber llegado con salud y bienestar a este momento cumbre en mi formación profesional, por darme la fuerza necesaria cuando creí que no lo lograría; a mis padres Alfredo Duran Valdez e Inés Antonia Larios Rosales por siempre estar conmigo, pues sin ustedes no estuviera aquí, agradezco su amor, paciencia y apoyo durante este recorrido, también por motivarme a cumplir esta meta personal; a la Licenciada Digna Lopez quien siempre creyó en mi potencial y me insto a seguir con mi preparación profesional, por esto y más estaré eternamente agradecido.

AGRADECIMIENTO

Agradezco profundamente a la Ph.D Mirna Rivera por su asesoría incansable a lo largo de este proceso de tesis, su experiencia, paciencia y metodología de trabajo fue de mucho valor para poder concluir este trabajo. Seguidamente a mi asesor temático, el Ing. Mauricio Melgar, que, con su vasta experiencia en el ámbito profesional, me mostró la ruta ideal a seguir para dar respuesta a mis inquietudes y dudas en este proyecto sobre el ámbito financiero. También al Ing. Walter Méndez y Darwin Romero Vega por ser mis asesores externos técnicos y documental en este proyecto, proveyéndome la información necesaria y retroalimentación a mis dudas para montar las bases del presente estudio. Finalmente agradezco a los diferentes expertos en las áreas de estudios por participar de manera voluntaria y oportuna cuando fueron consultados para evaluar mis preguntas y metodología de trabajo.

ÍNDICE DE CONTENIDO

CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN	1
1.1 INTRODUCCIÓN.....	1
1.2 ANTECEDENTES DEL PROBLEMA.....	2
1.3 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....	4
1.3.1 ENUNCIADO DEL PROBLEMA	4
1.3.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	6
1.3.3 PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN	6
1.4 OBJETIVOS DEL PROYECTO.....	7
1.4.1 OBJETIVOS GENERAL	7
1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	7
1.5 JUSTIFICACIÓN.....	7
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	10
2.1 ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL.....	10
2.1.1 ANÁLISIS DEL MACROENTORNO.....	10
2.1.1.1 MEDIDAS APROBADAS POR LOS PAÍSES PARA COMBATIR LA CRISIS ENERGÉTICA.....	12
2.1.1.2 LOS 5 PROYECTOS DE ENERGÍA A BASE DE BIOGAS MÁS IMPORTANTES DEL MUNDO	15
2.1.2 ANÁLISIS DEL MICROENTORNO	17
2.1.2.1 PERDIDAS TÉCNICAS DE ENERGÍA EN HONDURAS	17
2.1.2.2 CINCO CLAVES PARA REFORMAR, RESCATAR ESTATAL ELÉCTRICA.....	18
2.1.2.3 ENERGÍA DEL BIOGÁS EN HONDURAS	20
2.1.3 ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA.....	22
2.1.4 ESTRUCTURA ADMINISTRATIVA	28
2.2 CONCEPTUALIZACIÓN	29
2.2.1 CONCEPTOS TÉCNICOS	29
2.2.2 ENERGÍA ELECTRICA POR MEDIO DE SISTEMAS DE BIOGÁS	29
2.2.3 CONCEPTOS FINANCIEROS.....	34
2.3 TEORÍAS DE SUSTENTO.....	36

2.3.1 BASES TEÓRICAS	36
2.3.2 ESTUDIO TÉCNICO OPERATIVO	37
2.3.3 METODOLOGÍAS DESARROLLADAS POR OTROS INVESTIGADORES	39
2.3.3.1 UNIVERSIDAD SUECA DE CIENCIAS AGRÍCOLAS (SLU), SUECIA	39
2.3.3.2 INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGÍA AGROPECUARIA (INTA), ARGENTINA.....	39
2.3.3.3 UNIVERSIDAD DE LA SABANA DE COLOMBIA.....	40
2.4 MARCO LEGAL	41
CAPÍTULO III. METODOLOGÍA.....	44
3.1 CONGRUENCIA METODOLÓGICA.....	44
3.1.1 MATRIZ METODOLÓGICA.....	44
3.1.2 ESQUEMA DE VARIABLES DE ESTUDIO.....	45
3.1.3 OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES	46
3.1.4 HIPÓTESIS	47
3.2 ENFOQUE Y MÉTODOS	48
3.2.1 DIAGRAMA DE ENFOQUE Y MÉTODOS	48
3.2.2 ENFOQUE MIXTO.....	49
3.2.3 ALCANCE DESCRIPTIVO	50
3.2.4 TIPO DE ESTUDIO NO EXPERIMENTAL.....	51
3.2.5 TIPO DE DISEÑO TRANSVERSAL.....	51
3.3 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....	52
3.3.1 POBLACIÓN	52
3.4 TÉCNICAS, INSTRUMENTOS Y PROCEDIMIENTOS APLICADOS.....	52
3.4.1 TÉCNICAS.....	52
3.4.2 INSTRUMENTOS	53
3.4.2.1 CUESTIONARIO	53
3.4.2.2 BASE DE DATOS DE GENERACIÓN DE LA EMPRESA EECOPALSA	54
3.4.2.3 REVISIÓN DOCUMENTAL TÉCNICA Y FINANCIERA SOBRE GENERACIÓN BIOGAS	54
3.4.3 PROCEDIMIENTOS	54
3.4.3.1 ENTREVISTAS A EXPERTOS A TRAVÉS DE CUESTIONARIOS	54

3.4.3.2 RECOLECCIÓN DE DATOS DE GENERACIÓN DE ENERGIA DE LA EMPRESA EECOPALSA.	55
3.4.3.3 RECOLECCIÓN DE DATOS REVISIÓN DOCUMENTAL TÉCNICA Y FINANCIERA SOBRE GENERACIÓN DE BIOGAS.....	55
3.5 FUENTES DE INFORMACIÓN	55
3.5.1 FUENTES PRIMARIAS	55
3.5.2 FUENTES SECUNDARIAS.....	56
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y ANÁLISIS.....	57
4.1 ESTUDIO TÉCNICO.....	57
4.1.2 RESULTADOS DE ENTREVISTAS A EXPERTOS EN ENERGÍA	57
4.1.2.1 PRODUCCIÓN DE BIOGÁS ANUAL EECOPALSA.....	57
4.1.3 RESULTADOS DE LA CONSTRUCCIÓN DE LA BASE DE DATOS DEL CONSUMO ENERGÉTICO HISTÓRICO DE LA EMPRESA EECOPALSA.....	60
4.1.4 CAPACIDAD DE LOS MOTORES GENERADORES.....	62
4.1.5 LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO.....	63
4.1.6 PROPUESTA DE LA JENBACHER.....	63
4.1.6.1 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL MOTOR	63
4.1.6.2 EQUIPAMIENTO DEL MOTOR GENERADOR.....	64
4.1.6.3 PRODUCCIÓN TEÓRICA DEL MOTOR GENERADOR.....	66
4.1.7 PROPUESTA DE LA EMPRESA GUASCOR ENERGY	67
4.1.7.1 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL MOTOR.	67
4.1.7.2 EQUIPAMIENTO DEL MOTOR GENERADOR.....	67
4.1.7.3 PRODUCCIÓN PROYECTADA DEL MOTOR GENERADOR.	70
4.1.8 TRÁMITES LEGALES PARA LA OPERACIÓN DEL MOTOR GENERADOR.....	70
4.1.9 IMPACTO AMBIENTAL DEL PROYECTO.....	71
4.2 ESTUDIO FINANCIERO.....	72
4.2.1 ANÁLISIS FINANCIERO DE LA INVERSIÓN JENBACHER.....	73
4.2.2 ANÁLISIS FINANCIERO DE LA INVERSIÓN PARA GUASCOR ENERGY.....	75
4.3 CUADROS COMPARATIVOS DE LOS MOTORES GENERADORES	78
4.4 COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS	80
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	81

5.1 CONCLUSIONES.....	81
5.2 RECOMENDACIONES	83
CAPÍTULO VI. APLICABILIDAD	86
6.1 NOMBRE DE LA PROPUESTA.....	86
6.2 JUSTIFICACIÓN DE LA PROPUESTA	86
6.3 ALCANCE DE LA PROPUESTA.....	87
6.4 DESCRIPCIÓN Y DESARROLLO A DETALLE DE LA PROPUESTA DE JENBACHER	87
6.5 MEDIDAS DE CONTROL.....	88
6.6 CRONOGRAMA DE IMPLEMENTACIÓN Y PRESUPUESTO DE JENBACHER	88
6.6.1 TIEMPO DE ENTREGA	88
6.6.2 TÉRMINOS DE PAGO.....	88
6.6.3 CRONOGRAMA	89
6.7 CONCORDANCIA DE LOS SEGMENTOS DE LA TESIS CON LA PROPUESTA	90
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	92
ANEXOS.....	97
ANEXO 1. CAJA DE RECEPCIÓN AFLUENTE.....	97
ANEXO 2. TORRE DE ENFRIAMIENTO.....	97
ANEXO 3. CAJA DE DISTRIBUCIÓN.....	98
ANEXO 4. CAPACIDADES DE LAS LAGUNAS	98
ANEXO 6. FILTROS BIOLÓGICOS.....	99
ANEXO 7. SOPLADORES	99
ANEXO 8. CABINA DE CONTROL, CONTROL DE VOLTAJE.....	100
ANEXO 9. SISTEMA DE MONITOREO SISTEMA DE SUPERVISIÓN, CONTROL Y ADQUISICIÓN DE DATOS (SCADA).....	100
ANEXO 10. PLANTILLA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO – ENTREVISTA 1 ...	101
ANEXO 11. PLANTILLA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO – ENTREVISTA 2 ...	103
ANEXO 12. RESPUESTAS DE LOS EXPERTOS # 1	106
ANEXO 13. RESPUESTAS DE LOS EXPERTOS # 2	108
ANEXO 14. CARTA DE AUTORIZACIÓN DE LA EMPRESA O INSTITUCIÓN.....	110
ANEXO 15. CARTA DE COMPROMISO PARA ASESORÍA TEMÁTICA	111

ANEXO 16. VISITA DEL ASESOR TEMÁTICO A LA PLANTA DE BIOGÁS	112
ANEXO 17. CONTRATO DE CONEXIÓN Y USO DE LA RED.....	113

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Descripción general.....	23
Tabla 2. Propiedades específicas del biogás	29
Tabla 3. Fuentes de materias primas	31
Tabla 4. Matriz Metodológica.....	44
Tabla 5: Operacionalización de las variables.....	46
Tabla 6. Operacionalización de la variable independiente asociada al estudio financiero	47
Tabla 7. Operacionalización de la variable dependiente asociada a la rentabilidad del proyecto de inversión	47
Tabla 8. Detalle de muestra de acuerdo a la población.....	52
Tabla 9. Producción de biogás en base a toneladas de fruta procesada y efluente generado.....	58
Tabla 10. Historial de volúmenes y precios de biogás entre EECOPALSA y la Refinadora.	60
Tabla 11. Tabla de aprovechamiento energético del biogás transferido a la Refinadora.....	61
Tabla 12. Especificaciones técnicas del motor.....	63
Tabla 13. Inversión Total	72
Tabla 14. Cálculo del costo de capital.....	73
Tabla 15. Flujos acumulados por año para la opción con Jenbacher.	74
Tabla 16. Indicadores de TIR y VPN para proyecto con JENBACHER.	74
Tabla 17. Flujos de efectivos para proyección de recuperación para Jenbacher.....	75
Tabla 18. Inversión total Guascor	75
Tabla 19. Cálculo del costo de capital.....	76
Tabla 20. Flujos acumulados por años para la opción con Guascor Energy.....	77
Tabla 21. Indicadores de TIR y VPN para proyecto con Guascor Energy	77
Tabla 22. Flujos de efectivos para proyección de recuperación para Guascor Energy.....	78
Tabla 23. Tabla comparativa entre ambas alternativas de motores generadores	79
Tabla 24. Comprobación de la hipótesis para Guascor y Jenbacher	80
Tabla 25. Cronograma de entregas y puesta en marcha de generador Jenbacher	89
Tabla 26. Congruencia del Proyecto	90

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Matriz de generación de electricidad	5
Figura 2. Historial de la demanda energética 2008-2024.....	5
Figura 3. Consumidores de energía eléctrica a nivel global	15
Figura 4. Diagrama del proceso de generación de energía	24
Figura 5. Ubicación exacta de la planta de biogás	25
Figura 6. Diagrama de proceso de captación y distribución de efluente.....	26
Figura 7. Diagrama del proceso	27
Figura 8. Organigrama general de la empresa.....	28
Figura 9. Diagrama de extracción biogás.....	31
Figura 10. Diagrama de generación de Biomasa líquida (biogás)	32
Figura 11. Diagrama extracción biogás de palma africana	34
Figura 12. Diagrama.....	36
Figura 13. Proceso.....	37
Figura 14. Estudio técnico.....	46
Figura 15. Diagrama de enfoque y métodos	49
Figura 16. Producción mensual de energía	62
Figura 17. Ubicación de la instalación del motor generador EECOPALSA.	63
Figura 18. Motor generador	64
Figura 19. Silenciador	65
Figura 20. Enfriador	65
Figura 21. Panel de control	66
Figura 22. Producción mensual de kilowatts-hora del motor generador.....	66
Figura 23. Motor generador Guascor.	67
Figura 24. Silenciador motor Guascor	68
Figura 25. Radiador motor Guascor	68
Figura 26. Panel de control motor Guascor.....	69
Figura 27. Panel de control motor Guascor.....	69
Figura 28. Producción mensual de kilowatts-hora del motor generador.....	70

CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN

Hernández Sampieri & Mendoza Torres (2018) afirman que plantear el problema de investigación no es sino afinar y estructurar más formalmente la idea de investigación. (p.36).

Este capítulo hace referencia a la propuesta de investigación, que detalla: la introducción de la misma, sus antecedentes y definición del problema, las preguntas de investigación, los objetivos del proyecto, la justificación y su viabilidad para ser ejecutado.

1.1 INTRODUCCIÓN

Las energías renovables comprenden todas las formas de energía alternativa a los combustibles fósiles, capaces de generar electricidad mediante la explotación de fuentes limpias, sostenibles y que se renuevan con el tiempo. Estas se producen a partir de recursos naturales no sujetos a agotamiento, como el sol, el viento, las olas, las mareas, la fuerza del agua y el calor de la tierra, dando origen a la energía solar, eólica, hidroeléctrica y geotérmica.

A pesar de provenir de fuentes inagotables, la creciente contaminación ambiental ha provocado una reducción significativa en la disponibilidad y calidad de estos recursos, amenazando su continuidad y afectando gravemente la biodiversidad y la estabilidad del planeta según (Asociación Hondureña de Energía Renovable (AHER), 2025).

En el siguiente proyecto de investigación se desea estudiar la prefactibilidad de la ampliación de la capacidad instalada en planta Biogás Energía Ecológica de Palcasa en la aldea El Castaño El Progreso, Yoro, con la finalidad de comprobar la viabilidad del proyecto mediante el análisis técnico y financiero. Se pretende crear un proyecto rentable y sostenible en los aspectos antes mencionados, a la vez se resuelve el problema de contaminación ambiental y la empresa se proyecta socialmente con la comunidad.

La decisión de llevar a cabo el proyecto es impulsada principalmente para aprovechar una oportunidad de negocio emergente en Honduras, se pretende generar energía eléctrica renovable para inyectar a la red nacional de la ENEE, la factibilidad del proyecto depende de un exhausto análisis técnico y financiero.

1.2 ANTECEDENTES DEL PROBLEMA

Para Sodri & Septriana (2022) El crecimiento anual de las áreas cultivadas con palma aceitera trae consigo un aumento en el número de fábricas de aceite de palma que producen aceite crudo de palma a partir de racimos de fruta fresca. El proceso industrial en un molino de aceite de palma comprende esterilización, desfrutacion, clarificación y recuperación de aceite de palmiste. Esto genera residuos sólidos y líquidos. Estos residuos, al ser arrojados directamente al ambiente sin tratamiento, pueden contaminar el ambiente, producir gases de efecto invernadero (GEI) que causan calentamiento global. Las basuras de las fábricas de aceite de palma están constituidas principalmente por el efluente del plantel industrial. Las aguas residuales del complejo industrial de aceite de palma se generan principalmente en las etapas de esterilización, clarificación y operación de hidrociclones en las plantas extractoras de aceite de palma. Para producir una tonelada de aceite crudo de palma (ACP) se necesitan de 5 a 7,5 toneladas de agua, y alrededor del 50% del agua utilizada se destina a la generación de efluentes. El agua residual contiene altas concentraciones de materia orgánica. Por lo tanto, su vertimiento directo al ambiente sin un tratamiento adecuado puede generar impactos ambientales negativos, como la contaminación del agua y el calentamiento global.

El agua residual, rica en materia orgánica, es un recurso con gran potencial energético por explotar. La atmósfera se llena del gas metano que desprende el efluente. Pero por ser muy ligero e inflamable, puede ser usado como combustible en lugar del gas natural, cuyo principal componente es el metano. El uso de biometano o biogás está extendido para fines industriales y domésticos, y se han puesto en marcha proyectos para convertir las fuentes energéticas domésticas de gas natural a biometano. El biogás, rico en gas metano, se ha generado exitosamente por digestión anaeróbica del efluente, para reducir el impacto ambiental que éste provoca (Sodri & Septriana, 2022).

El uso del efluente para producir biogás es una forma alternativa y sustentable de controlar las emisiones de gases de efecto invernadero provenientes de los efluentes y puede generar beneficios económicos. El biogás se suele utilizar como combustible para producir calor o electricidad; no obstante, la cogeneración de calor y electricidad suele ser más rentable. En las plantas extractoras de aceite de palma, el biogás de los efluentes del proceso puede utilizarse para

satisfacer las necesidades de calor y electricidad del complejo industrial. El uso del biogás del efluente, que hasta el momento se ha aplicado en diferentes plantas industriales de aceite de palma en Indonesia, se ha orientado para generar electricidad y venderla o distribuirla a la red eléctrica nacional (Sodri & Septriana, 2022).

El American Biogas Council (2021) afirma que el biogás es una energía renovable capaz de sustituir directamente a los combustibles fósiles no renovables ricos en carbono. Esta tecnología puede generar energía limpia las 24 horas del día, los 7 días de la semana, los 365 días del año, con un 95 % de confiabilidad. En cambio, la solar solo acierta en un 25 % y la eólica en un 35 %.

Además, el biogás apoya la generación distribuida de energía, que reduce los costos de transmisión, transporte y mantenimiento de las redes eléctricas, haciéndolas más confiables y sostenibles. Los sistemas con almacenamiento de gas pueden generar electricidad limpia bajo demanda en cuestión de minutos, reduciendo la necesidad de encender centrales eléctricas de combustibles fósiles en horas pico.

El gas natural renovable (GNR) a partir de biogás se puede mezclar y usar exactamente igual que el gas natural fósil para calefacción, generación de electricidad o como combustible para transporte, una solución para reducir las emisiones de carbono. Además, al adquirir GNR por parte de grandes usuarios industriales y comerciales, logran sus metas ESG (ambientales, sociales y de gobernanza), disminuyen el uso de combustibles fósiles y reducen su huella de carbono. Por otro lado, el calor térmico para procesos industriales que genera alrededor del 11 % de las emisiones totales en Estados Unidos puede ser proporcionado por biogás, la forma más sostenible de disminuirlas en la actualidad (American Biogas Council, 2021).

El creciente interés por las energías renovables se puede relacionar con el incremento de proyectos para generar electricidad a partir de biogás. En los últimos años se han ido desarrollando tecnologías sostenibles para generar energía de una manera más eficiente y limpia; esto ha venido impulsado por la necesidad de diversificar las fuentes de energía y reducir la dependencia de los combustibles fósiles. El biogás metano se ha convertido en una alternativa entre estas formas de energía, ya que se genera a partir de la descomposición de materia orgánica y reduce los gases de efecto invernadero.

En este contexto, la empresa de biogás Energía Ecológica de Palcasa ha puesto en marcha un sistema de generación de electricidad a partir del biogás obtenido de los residuos orgánicos de su proceso productivo. ¡Este modelo se ha vuelto ecológico y rentable! Sin embargo, la demanda de energía y la necesidad de aprovechar al máximo los recursos indican que se podría ampliar la capacidad instalada de la planta para generar más energía y fortalecer la sostenibilidad del negocio.

Actualmente, Eecopalsa genera energía eléctrica con el biogás de sus biodigestores. Esta energía se utiliza para consumo propio del grupo de empresas y se inyecta a la red eléctrica nacional. Pero la capacidad actual limita aprovechar todo el biogás que se puede obtener; es una oportunidad para hacer más eficiente el proceso y ampliar la rentabilidad del sistema.

Por lo tanto, la finalidad del presente proyecto es realizar el análisis de aumentar la capacidad instalada en la planta Biogás Energía Ecológica de Palcasa, mediante un análisis financiero y técnico. Esto permitirá determinar si es viable desde el punto de vista ambiental, económico y operativo. Espera que con este análisis se fortalezca el sector energético sostenible en Honduras, promoviendo el uso de tecnologías verdes y aprovechando los recursos orgánicos existentes.

1.3 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

“El planteamiento del problema nos conduce a saber qué deseamos investigar, a identificar los elementos que estarán relacionados con el proceso y a precisar el enfoque” (Hernández Sampieri & Mendoza Torres, 2018a, p. 31)

1.3.1 ENUNCIADO DEL PROBLEMA

Como la infraestructura actual restringe la generación de energía eléctrica, se considera una oportunidad comercial aumentar la capacidad instalada de generación de energía a partir de biogás en la planta Biogás Energía Ecológica de Palcasa. La empresa cuenta con gran cantidad de residuos orgánicos que, ampliando el sistema de equipos generadores de electricidad, podrían ser aprovechados de mejor manera.

Esta situación tiene potencial de crecer en términos de rentabilidad y sostenibilidad, ya que permitiría generar más energía limpia, reducir el desperdicio de materia orgánica y contribuir a las metas nacionales de transición energética.

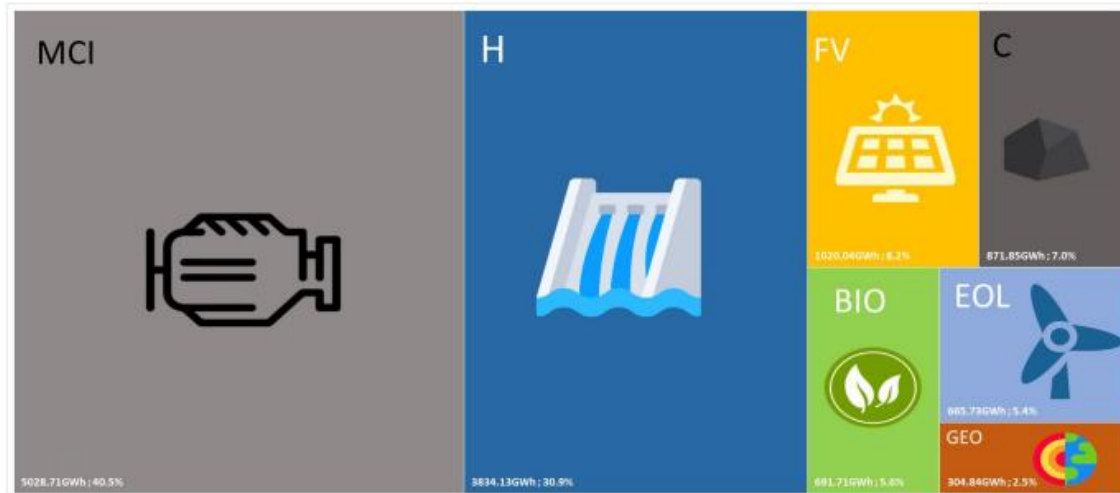


Figura 1. Matriz de generación de electricidad

Fuente: (Secretaría de Energía (SEN), 2024)

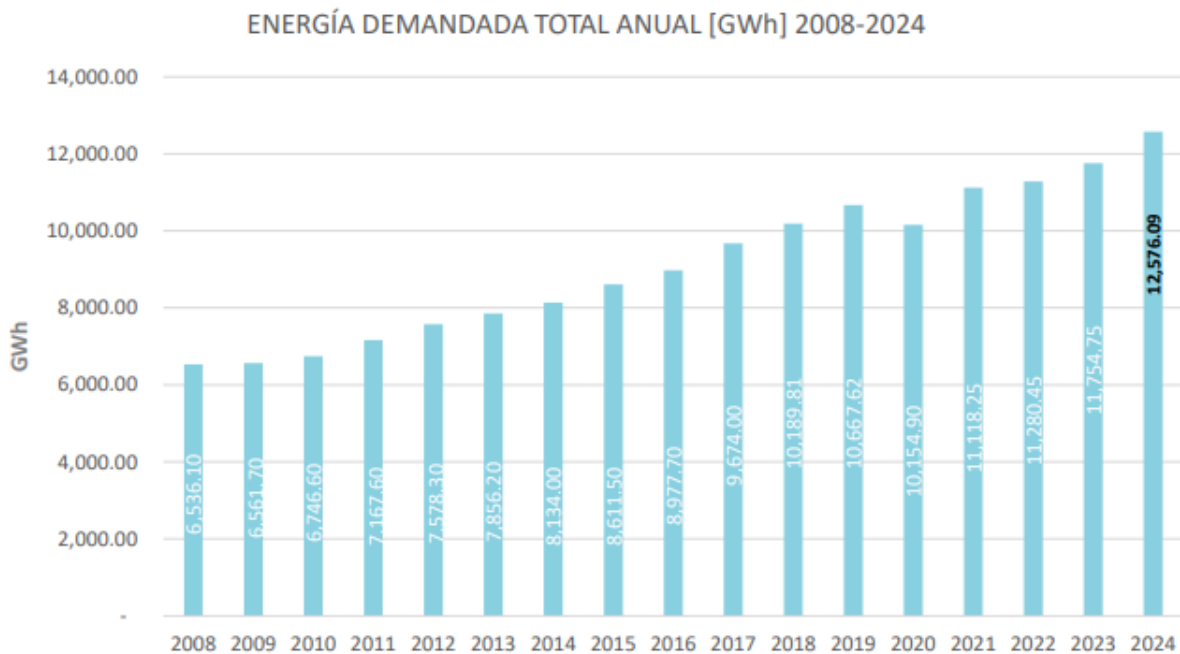


Figura 2. Historial de la demanda energética 2008-2024

Fuente: (Operador del Sistema (ODS), 2024)

Además, la puesta en marcha de este proyecto posibilitaría cubrir el incremento de la demanda interna energética de Eecopalsa, al tiempo que se explotan eventuales oportunidades para vender a la red nacional los excedentes eléctricos. Así, se pretende mejorar el aprovechamiento de los recursos disponibles, incrementar la capacidad competitiva del negocio y establecerlo como un referente en la aplicación de tecnologías renovables basadas en biogás en Honduras.

Baca Urbina (2022) afirma que un estudio de prefactibilidad “profundiza en la investigación de mercado, detalla la tecnología a emplear, determina los costos totales y la rentabilidad económica, y es la base para que los inversionistas tomen una decisión” (p. 5). Por lo antes expuesto, y para poder tomar una decisión de inversión, es necesario evaluar si en efecto es real la demanda de dicho producto en el mercado meta, si es o no factible generar el producto y prestar el servicio, y si es viable realizar la inversión monetaria para llevar a cabo el proyecto.

1.3.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Ante la problemática anterior, se plantea la posibilidad de evaluar si es factible aumentar la capacidad instalada de generación de energía a partir de biogás en la planta Biogás Energía Ecológica de Palcasa. Esto se pretende para así aprovechar mejor los residuos orgánicos y aumentar la generación de energía limpia y renovable.

Entonces, el problema de investigación queda planteado en forma de pregunta: Desde el punto de vista técnico y económico, ¿es factible ampliar la capacidad instalada en la planta Biogás Energía Ecológica de Palcasa?

1.3.3 PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

A continuación, se presentan las preguntas de investigación que emanan de la problematización: En el estudio técnico financiero para ampliar la capacidad instalada de generación de energía a partir de biogás en la planta Biogás Energía Ecológica de Palcasa,

1- ¿qué se concluyó?

- 2- ¿Qué resultados arroja el análisis técnico de viabilidad del proyecto?
- 3- ¿Puede el análisis económico-financiero determinar si la ampliación de la capacidad instalada en la planta Biogás Energía Ecológica de Palcasa es viable?

1.4 OBJETIVOS DEL PROYECTO

1.4.1 OBJETIVOS GENERAL

Analizar la viabilidad técnica y financiera para aumentar la capacidad instalada de producción de energía mediante biogás en la planta Biogás Energía Ecológica de Palcasa.

1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1- Demostrar la factibilidad de aumentar la capacidad instalada de producción eléctrica utilizando biogás en la planta Biogás Energía Ecológica de Palcasa.

2- Realizar un análisis técnico que establezca la viabilidad del proyecto.

3- Realizar un análisis financiero y económico que posibilite determinar los beneficios de la ejecución del proyecto.

1.5 JUSTIFICACIÓN

1) Importancia social

El proyecto de ampliación de la capacidad instalada de la planta generadora de energía renovable a biogás metano es una gran contribución al desarrollo sostenible, la eficiencia energética y la salud ambiental del país. Este proyecto busca aprovechar al máximo el potencial de los residuos orgánicos existentes y así generar más energía limpia y reducir la dependencia de las fuentes convencionales de energía de alto impacto ambiental.

La ampliación aprovechará al máximo la capacidad de la planta actual, generando más electricidad con mejores tecnologías y un motor generador. Con ello disminuirán los niveles de contaminación por desechos orgánicos y se hará un uso racional de los recursos naturales. Además, el proyecto creará puestos de trabajo directo e indirecto en las etapas de operación, mantenimiento y transporte de materia prima, impulsando la economía local y nacional.

Socialmente, más energía renovable significará más energía limpia disponible para comunidades y negocios con necesidades de energía sostenible. Y esto apoya las políticas nacionales de transición energética y los compromisos internacionales de Honduras para reducir emisiones y alcanzar un desarrollo sostenible.

2) Implicaciones prácticas y de desarrollo

"El proyecto se alinea con la necesidad de diversificar y robustecer la matriz energética nacional, impulsando la autogeneración con fuentes renovables y sostenibles". La ampliación de la capacidad instalada de la planta de biogás metano podrá aprovechar mejor los residuos orgánicos de agroindustrias, granjas y basuras urbanas para convertirlos en energía eléctrica constante.

Además, este proyecto apoya directamente los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), en particular la energía asequible y no contaminante (ODS 7), la producción y consumo responsable (ODS 12) y la acción por el clima (ODS 13). Desde el punto de vista del desarrollo, la investigación servirá de guía para futuras expansiones o replicaciones del modelo en otras partes del país, fortaleciendo la seguridad energética nacional y disminuyendo el impacto ambiental de los residuos orgánicos.

3) Conveniencia

La ampliación de la planta generadora de biogás es favorable, ya que cada vez hay mayor demanda de energía y se busca disminuir la dependencia de los combustibles fósiles. En Honduras hay proyectos de energías renovables, pero la mayoría se centran en hidroeléctrica y solar, y tienen un gran potencial sin explotar en biogás.

A diferencia de los renovables intermitentes (solar o eólica), el biogás genera de forma continua y predecible, lo que le da una ventaja competitiva en el sistema energético nacional.

Además, el proyecto utilizará la infraestructura y el conocimiento técnico existente, lo que disminuirá los costos de implementación y maximizará la inversión inicial. La iniciativa favorece la tecnología nacional, porque para crecer habrá que modificar y mejorar equipos generadores y sistemas de control, fortaleciendo la capacidad tecnológica nacional en energías renovables.

4) Uso metodológico

Esta investigación determinará la factibilidad técnica, económica y ambiental de ampliar la capacidad instalada de una planta de biogás metano, proporcionando una metodología replicable para futuros proyectos. Los resultados orientarán el dimensionamiento de sistemas de generación, aprovechamiento de residuos y eficiencia energética en climas tropicales.

Además, el estudio servirá como punto de partida para futuras investigaciones enfocadas al diseño y optimización de plantas de biogás, fortaleciendo la capacitación científica y tecnológica en energías renovables. Instituciones académicas, gubernamentales y privadas podrán usar los resultados como información para la toma de decisiones, políticas energéticas y proyectos sustentables.

4) Viable

El proyecto es factible, pues se cuenta con los recursos técnicos, humanos, financieros, legales y de tiempo para llevarlo a cabo. La planta actual ya tiene infraestructura y personal capacitado, lo que permite crecer. Además, ya existen estudios anteriores, datos operativos y documentación técnica que avalan la viabilidad de aumentar la capacidad instalada.

Se cuenta con expertos en energías renovables, instituciones locales y proveedores de tecnología, y se dispone de la materia orgánica suficiente para asegurar el suministro constante de biogás. De este modo, el proyecto garantiza su viabilidad técnica, económica y científica, convirtiéndose en una opción sostenible y rentable en el sector energético de Honduras.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1 ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL

En el presente capítulo se aborda la situación actual relacionada con la problemática de la capacidad instalada y la utilización energética en la Planta de Biogás Energía Ecológica Palcasa. El estudio se enfoca en niveles macro, micro y puntual, desde el contexto nacional e industrial del sector energético hasta las condiciones particulares de la planta en estudio.

Asimismo, se incorporan los conceptos técnicos, financieros y de mercados fundamentales que sustentan el análisis del estudio, incluyendo los principios de generación de energía mediante sistemas de biogás, la eficiencia operativa de la infraestructura existente y los indicadores económicos que permitirán respaldar la toma de decisiones en torno a la ampliación de la capacidad instalada.

“Una vez planteado el problema de estudio (es decir, cuando ya se tienen los objetivos y preguntas de investigación) y cuando además se ha evaluado su relevancia y factibilidad, el siguiente paso consiste en sustentar teóricamente el estudio” (Hernández Sampieri & Mendoza Torres, 2018, p. 60).

2.1.1 ANÁLISIS DEL MACROENTORNO

Banco Mundial - BM (2022) expone en su artículo que: La energía es esencial para el desarrollo, ya que permite la inversión, la innovación y el nacimiento de nuevas industrias. Estos factores son fundamentales para impulsar la generación de empleo, fomentar un crecimiento inclusivo y lograr una prosperidad compartida en economías completas.

No obstante, a nivel global, casi 733 millones de personas todavía no tienen acceso a la electricidad. 670 millones de individuos permanecerán sin acceso a electricidad para el año 2030, si la tendencia sigue como hasta ahora; esto es, 10 millones más de lo que se habían estimado el año pasado. Cerca de 2600 millones de personas utilizan combustibles contaminantes para cocinar o calentar sus casas, lo que es dañino para la salud y el medio ambiente.

La Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible y sus Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) fueron aprobados por la Asamblea General de las Naciones Unidas en el año 2015. Estos objetivos incorporan un objetivo particular e independiente relacionado con la energía, que es el ODS número 7, cuyo propósito es "asegurar que todos tengan acceso a una energía moderna, fiable, asequible y sostenible". La energía es un componente fundamental tanto del Acuerdo de París sobre el Cambio Climático como de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible. Asegurar que todos tengan acceso a una energía moderna, confiable, asequible y sostenible generará un sinnúmero de oportunidades para miles de millones de personas gracias a la creación de nuevos puestos laborales y posibilidades económicas, el empoderamiento de los niños, las mujeres y los jóvenes, la mejora en términos educativos y sanitarios, comunidades más equitativas, sostenibles e inclusivas y una mejor protección frente al cambio climático.

1) La energía renovable del biogás y su impacto social

Las tecnologías de biogás y biometano pueden generar un gran impacto social en comunidades rurales. Estas tecnologías benefician el desarrollo social de diversas maneras, además de ser una fuente de energía limpia: Fortalecimiento comunitario: Las plantas de biogás y biometano a menudo involucran a la comunidad local, haciéndola partícipe. Esta intervención es, además, una condición de éxito de los proyectos. Los pobladores, como actores de los proyectos, generan apropiación y sostenibilidad a futuro.

Mejora de la calidad de vida: Al ser una fuente de energía limpia y renovable, tanto el biogás como el biometano contribuyen a mejorar la vida en el campo. El acceso a energía limpia puede disminuir la dependencia de los combustibles fósiles convencionales, que son más caros y contaminantes. La producción local de energía hace más segura la energía de la comunidad. Formación y capacitación: Es necesario capacitar a los habitantes locales para implementar estas tecnologías, desarrollando habilidades técnicas y educativas. Esto abre posibilidades laborales y forma a la comunidad para el futuro.

Avances en la salud pública: Disminuir el uso de combustibles fósiles y manejar adecuadamente los desechos orgánicos contribuye a que el aire y el suelo estén menos contaminados, lo que reduce los riesgos para la salud asociados a la exposición a contaminantes.

El biometano y el biogás contribuyen a atenuar ciertos problemas estructurales que afrontan las zonas rurales, tales como el envejecimiento y la despoblación, al convertir a estos territorios en lugares atractivos para vivir y trabajar (Biogás Industrial, 2024).

2.1.1.1 MEDIDAS APROBADAS POR LOS PAÍSES PARA COMBATIR LA CRISIS ENERGÉTICA

1) Europa

Para garantizar un suministro energético seguro y a precios razonables, es necesario diversificar las vías de suministro. La UE ha estado colaborando con socios internacionales para diversificar el suministro en los últimos años. La Comisión ha firmado acuerdos con Azerbaiyán, Egipto e Israel para suministrar gas natural a Europa a partir de 2022. Además, la UE ha incrementado las importaciones de GNL (gas natural licuado) que llegan desde América del Norte, Australia, Qatar y África Oriental, así como por medio de gasoductos provenientes de Noruega, el Reino Unido, Azerbaiyán y el norte de África.

Las interconexiones de gas y las inversiones en terminales de GNL han garantizado que cada nación de la UE tenga acceso a gas proveniente, como mínimo, de dos fuentes distintas, y que los flujos inversos entre países vecinos sean factibles. En mayo de 2022, por ejemplo, empezó a funcionar la interconexión de gas entre Lituania y Polonia, lo que fortaleció tanto la flexibilidad como la resiliencia del mercado de gas en el Báltico. Además, la interconexión de gas entre Bulgaria y Grecia se inauguró en octubre de 2022; tiene un rol crucial en diversificar el abastecimiento de gas en Europa del sudeste.

Debemos maximizar el uso de la energía producida a nivel nacional, además de garantizar fuentes en el extranjero. El desarrollo tecnológico de las energías renovables está liderado ya por la Unión Europea. En el consumo de energía de la Unión Europea, en 2023, la proporción correspondiente a fuentes renovables fue del 24,5 %. Los países de la UE establecieron un objetivo general de energías renovables del 42,5 % a nivel de la Unión Europea para el año 2030, con el propósito de llegar al menos al 45 %, según la Directiva revisada sobre energías renovables, que fue aprobada en noviembre del año 2023.

En diciembre de 2022, los países de la UE pactaron reglas provisionales que facilitan el trámite de permisos para acelerar la implementación de energías renovables (Unión Europea, 2023).

2) América

Para que el enorme potencial de Latinoamérica en transformar residuos agropecuarios en biogás se haga realidad, es necesario que los gobiernos impulsen las energías limpias y respalden su investigación y divulgación.

Felipe Duhart, responsable de bioenergía de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) (organización que realizó el seminario en conjunto con el gobierno de Chile), afirma que: "El biogás combinación de gases generados por la fermentación de materia orgánica puede ofrecer una excelente oportunidad para que los agricultores pequeños sean sostenibles". Citado por (Leighton, 2012).

Con tecnologías adecuadas y una capacitación apropiada, pueden manejar desechos de origen orgánico como orina y excrementos de animales, así como residuos vegetales. De esta manera, generan energía térmica y eléctrica y un fertilizante natural, lo que resuelve un problema ecológico.

Los agricultores de pequeña escala tienen la posibilidad de asociarse para producir biogás y comercializarlo con redes nacionales de gas natural y electricidad. Un ejemplo es el Condominio de Agro-energía para la Agricultura Familiar en Brasil, que vende biogás a la central eléctrica Itaipú Binacional.

Colombia y Perú son los siguientes países después de Brasil y México en términos de avance del biogás en América Latina. Todos poseen sistemas para la producción de biogás, que pueden ser desde muy sofisticados y grandes hasta otros más sencillos, con un estanque de 200 litros. No obstante, en comparación con los millones que hay en China e India, la cantidad de biodigestores en esta región es muy baja. En Alemania hay aproximadamente 4.000 en funcionamiento, mientras que en México hay solamente 721.

Por ejemplo, el Centro de Energías Renovables de CORFO informa que Chile produce 132 millones de metros cúbicos anuales de biogás, pero solo el 15% se utiliza para generar energía. Por otro lado, Alemania, que es el país líder de la región, produce 6.000 millones de metros cúbicos.

Pero las cosas están experimentando cambios. Duhart observa que el biogás está siendo cada vez más apreciado en la mayoría de las naciones de América Latina. Un caso de ello es la fundación del Centro Internacional de Energías Renovables, con un enfoque en el biogás (CIER-Biogás).

El centro, que se estableció durante la conferencia Río+20 en junio de 2012, estará situado en el Parque Tecnológico de Itaipú, Brasil. Realizará estudios sobre biogás, los compartirá con otras naciones y formará a especialistas.

Asimismo, ayudará a los gobiernos a aprobar leyes relacionadas con la producción y el uso de biogás, y buscará estrategias para incrementar la producción de biogás en América Latina, incluyendo la creación de biodigestores para cada clase de residuo.

Las plantas demostrativas, como las que la Fundación para la Innovación Agraria abrirá en marzo del próximo año en Chile, son un modelo para extender esta tecnología a los agricultores de menor tamaño.

Felipe Kaiser, director de la empresa que llevará a cabo el proyecto, aclara que : "Las seis plantas piloto serán fáciles de manejar, estarán alimentadas por residuos orgánicos y se compondrán de estanques plásticos con una capacidad de 40 metros cúbicos, además de una bomba y un centro de control térmico" citado por (Hurtado, 2012).

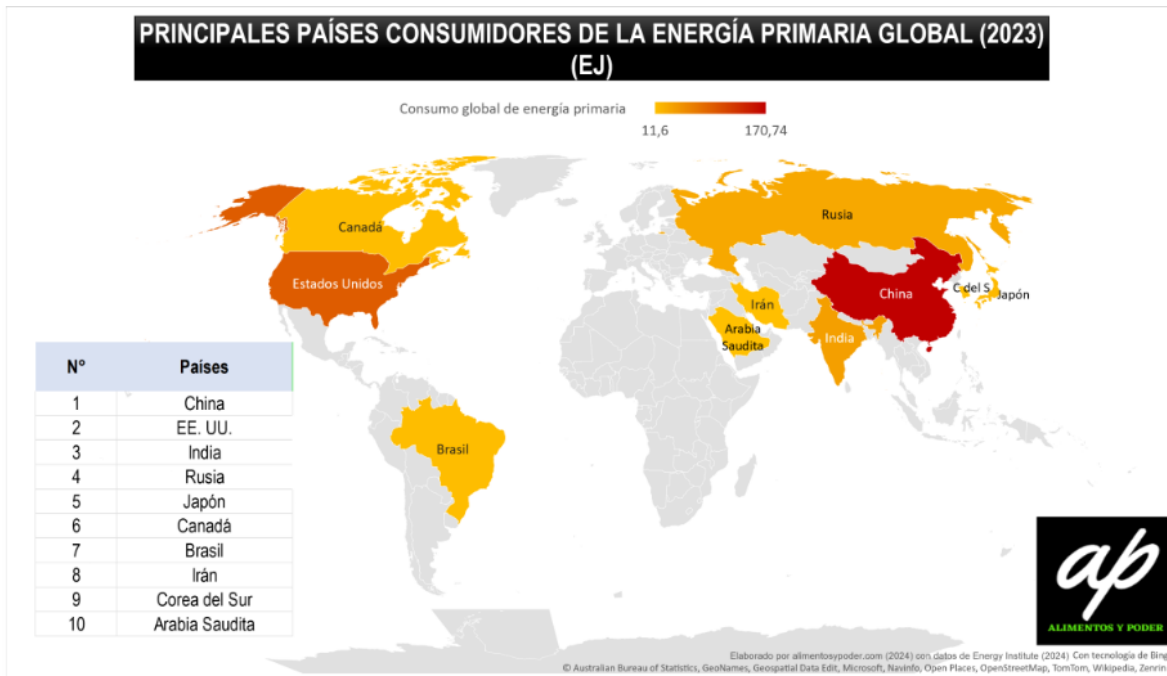


Figura 3. Consumidores de energía eléctrica a nivel global

Fuente: (Energy Institute, 2024)

2.1.1.2 LOS 5 PROYECTOS DE ENERGÍA A BASE DE BIOGÁS MÁS IMPORTANTES DEL MUNDO

1) Planta de Biogás de Harbin – China (30 MW)

La planta de Harbin, en la provincia de Heilongjiang, es hoy la mayor planta de biogás del mundo alimentada 100% con residuos agrícolas. Su diseño es capaz de digerir grandes cantidades de paja de maíz y arroz, para generar de manera constante metano en una digestión anaeróbica a gran escala. La planta abarca unas 13 hectáreas, gran parte de las cuales se destina al almacenamiento estacional de biomasa.

El sistema cuenta con digestores de alta eficiencia, con pre tratamiento térmico y mecánico de los residuos para hacerlos más biodegradables. El biogás se genera en un porcentaje cercano al 65 % de metano, lo que permite generar 30 MW de energía eléctrica que se vierte a la red nacional. "El proyecto es innovador porque prueba que la recolección de residuos agrícolas puede abastecer una operación industrial continua, transformándose en un modelo replicable en países agrícolas" (He et al., 2020, p. 53)

2) BioEnergie Park Güstrow – Alemania

Inaugurada en 2009, esta planta se transformó para dedicarse a la producción a gran escala de biometano y bio-LNG, convirtiéndose en la mayor instalación integrada de Europa. Transforma en torno a 150 000 toneladas anuales de residuos agrícolas y otros sustratos orgánicos.

Su sistema de upgrading usa tecnología EnviThan, membranas eficientes para purificar el biometano a calidad de red. Tras la adaptación, genera unas 9 000 toneladas anuales de bio-LNG y 18 000 toneladas anuales de Dióxido de carbono (CO₂) líquido, valorizando y comercializando los subproductos del proceso.

"Este modelo muestra que el biogás puede incorporarse a la transición energética del transporte pesado y llegar a sustituir millones de kilómetros recorridos por camiones diésel." (Hackfort, 2025)

3) Planta de Biogás Unter Spreewald – Alemania

La central Unter Spreewald es una de las más eficientes de Europa. Produce 3 MW de electricidad procesando estiércol y residuos agrícolas mixtos. Uno de sus mayores logros es operar cerca de 8 000 horas al año con alta disponibilidad técnica y excelente gestión de proceso.

La planta ha sido ampliamente estudiada en términos de sostenibilidad por su viabilidad técnica, económica y ambiental. Además de electricidad, genera calor para procesos internos y para industrias vecinas. Su diseño de automatización adapta la mezcla de biomasa a la disponibilidad estacional e impulsa la eficiencia energética. (Fraunhofer IEE, 2025).

4) Huckabay Ridge Anaerobic Digestion Facility – Texas, EE.UU.

Es uno de los mayores proyectos de digestión anaeróbica en funcionamiento en Estados Unidos. Se construyó por unos 26 millones de dólares y cuenta con ocho digestores de mezcla completa para procesar el estiércol de varias granjas locales.

La planta está proyectada para generar 650 000 Millón de Unidades Térmicas Británicas (MMBtu) de gas natural renovable al año, lo que equivale a 4,5 millones de galones de combustible fósil.

El proyecto tuvo problemas de financiamiento, pero es un ejemplo en ingeniería de digestores y sistemas de captura y procesamiento de biogás en Norteamérica. Su historia es una valiosa lección en logística de suministro, riesgo financiero y modelos de negocio para plantas a gran escala. (Agency, Huckabay Ridge anaerobic digester project profile, 2020).

5) Lusakert Biogas Plant – Armenia (0.85 MW, pionera en la región)

La Planta Lusakert es la primera planta de biogás certificada bajo el Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) del Protocolo de Kioto en Armenia. Opera principalmente con estiércol avícola y tiene una capacidad instalada de 0.85 MW, produciendo alrededor de 7 Gigavatio-hora (GWh) al año.

El proyecto se diseñó para atenuar los problemas ambientales relacionados con la carga orgánica de grandes granjas avícolas. Además, posee una gran influencia beneficiosa, evitando que se difundan a la atmósfera cerca de 63 000 toneladas anuales de Dióxido de carbono (CO₂) equivalente, capturando y aprovechar el metano.

A pesar de haber sufrido pausas por problemas de disponibilidad de materias primas y causas económicas, es un ejemplo de cómo pequeños proyectos pueden tener gran impacto ambiental y servir a la estrategia nacional de bioenergía. (Change, 2007)

2.1.2 ANÁLISIS DEL MICROENTORNO

2.1.2.1 PERDIDAS TÉCNICAS DE ENERGÍA EN HONDURAS

La Prensa (2022) citando a Agencia EFE menciona que hace 6 años el gobierno de Honduras oficializó el traslado del sistema de distribución de la Empresa Nacional de Energía Eléctrica (ENEE) a la Empresa Energía Honduras (EEH) que asumió el compromiso de reducir las

pérdidas de distribución en 17% en un periodo de 7 años. Un informe del Banco Centroamericano de Integración Económica (BCIE) señala que Honduras tiene las pérdidas de distribución más altas en Centroamérica. A diciembre de 2021 según el organismo las pérdidas del país sumaron 30.77% equivalentes a 2,890 gigavatios hora.

Respecto a 2020 se observa una leve mejoría cuando alcanzó 32.50% equivalentes 2,918 gigavatios hora. No obstante, los reportes de Manitoba Hydro International, que es el supervisor del contrato de EEH indican que no se ha cumplido con la reducción de las pérdidas de distribución. Para diciembre de 2021, el compromiso de la EEH era tener las pérdidas de distribución en 15.95%. El país con el porcentaje de pérdidas más bajo es Costa Rica con 8.47%, le sigue El Salvador con 10.29%, Guatemala con 14% y Nicaragua con 19.40% (La Prensa, 2022).

2.1.2.2 CINCO CLAVES PARA REFORMAR, RESCATAR ESTATAL ELÉCTRICA

Historia de la reforma energética que enfrenta corrupción para rescatar la economía (2022) publica que:

- 1) Energía: Derecho Humano, ante una situación tan adversa en el sector, el Congreso Nacional conoció y aprobó el 16 de mayo de 2022 el proyecto de la «Ley Especial para Garantizar el Servicio de la energía eléctrica como un bien público de seguridad nacional y un derecho humano de naturaleza económica y social». La iniciativa fue enviada por la presidenta de Honduras, Xiomara Castro. El ambientalista Juan Mejía dice que en la reforma energética se debe garantizar el derecho que tienen las comunidades de ser consultadas ante la instalación de proyectos de generación de energía.
- 2) Nueva Política Energética: La secretaria de la Comisión Legislativa de Energía, la diputada Ligia Ramos, explicó que hay una nueva política energética para fortalecer la empresa estatal. Ha habido avances con las reformas de la Ley de Energía. El ministro de Energía y Gerente de la Empresa Nacional de Energía Eléctrica (ENEE) Erick Tejada, señala que, la ley tiene tres capítulos, divididos en dos partes fundamentales; la primera destinada a declarar la energía como un derecho humano, económico y social para atacar los problemas urgentes, críticos y

dramáticos de la estatal eléctrica. En la segunda parte, se ataca el problema del contrato con la empresa Energía Honduras, y se habla de la renegociación de contratos. También de una auditoría integral que transparente la economía de la estatal eléctrica.

- 3) Reducir Pérdidas, Invertir: El Poder Ejecutivo lanzó un programa para reducir las pérdidas técnicas y no técnicas de la ENEE.
 - 3.1) El funcionario de la ENEE anunció que se invertirán a nivel de distribución unos 3,400,000,000 de lempiras en los primeros 12 meses del programa para reducir pérdidas: "1,800,000 serán en las líneas de transmisión y el resto en distribución donde hay pérdidas no técnicas", explicó la congresista Ramos.
 - 3.2) Más de 600 cuadrillas irán de casa en casa para supervisar que no haya robo de energía.
 - 3.3) Van a revisar y normalizar los 33 circuitos para alcanzar hasta 4.18 por ciento de reducción de pérdidas.
 - 3.4) Instalar 454,060 medidores
 - 3.5) Revisión de ocho mil instalaciones de medianos y altos consumidores que facturan novecientos cincuenta millones de lempiras mensuales y 179,130 megavatios por hora.
 - 3.6) Instalar 3.5 millones de focos ahorradores que representará un ahorro de cuarenta y cinco millones lempiras mensuales.
- 4) Renegociar Contratos: El Poder Ejecutivo dio un informe de los contratos que se están revisando con los generadores de eólicas, térmicas y las hidroeléctricas. Hay buena respuesta. Los más renuentes en negociar con el Estado son las empresas que producen energía solar, explicó Ramos. Los diputados recibieron además un reporte sobre la renegociación de deuda histórica de 75,000,000 de lempiras, de eso se deben unos 15,000,000,000 a las generadoras de energía y la Comisión Legislativa de Energía hará la veeduría de este proceso. El gerente de la ENEE informó, además, que la deuda de la ENEE representa el 10 % del producto interno bruto (PIB) de Honduras.

5) Precios Justos: La nueva Ley Especial de Energía busca reducir pérdidas, revisar y renegociar contratos energéticos, inversiones públicas, declaración de emergencia y reestructuración organizativa de la Ley General de la Industria Eléctrica aprobada en 2014. Esta normativa también pretende que el país tenga un servicio de energía eléctrica "con precios justos" y resolver la crisis de la estatal eléctrica, que tiene una deuda acumulada de 75,600,000 de lempiras (3,102,000 de dólares).

2.1.2.3 ENERGÍA DEL BIOGÁS EN HONDURAS

1) Panorama general

Honduras cuenta con un buen potencial para aprovechar la biomasa y producir biogás, gracias a su abundancia de residuos agrícolas, ganaderos e industriales. Por ejemplo, un estudio identifica que durante la cosecha 2009-2010 se podía generar aproximadamente 19,3 Metro cúbico normalizado (Nm³) de biogás por cada kg de residuo, con un contenido de metano del 60 %, lo cual equivale a unos 26,4 Megavatio térmico (MWt) durante seis meses del año (Bulnes et al., 2023).

Sin embargo, dicha capacidad todavía está poco explotada en proyectos comerciales: por ejemplo, aunque se estima un potencial de 72 MW eléctricos provenientes de estiércol bovino/poultry, no existían aún marcos regulatorios específicos para el uso de biogás de origen animal (SNV & SERNA, 2014).

2) Política y regulación

La energía del biogás está empezando a integrarse en la política energética nacional. La Secretaría de Energía de Honduras (SEN) trabaja en la construcción de un Programa Nacional de Biogás y en la promoción del uso sostenible de la biomasa (LEDS LAC, 2021).

En noviembre de 2023 se lanzó una hoja de ruta ("roadmap") para promover el uso de biogás a pequeña y mediana escala en el país, identificando acciones estratégicas para el fortalecimiento del sector (LEDS LAC, 2021).

3) Aplicaciones y proyectos

Aunque los proyectos industriales de biogás todavía son limitados, existe actividad práctica. Un estudio menciona que empresas en Honduras (por ejemplo, en Trujillo, Colón) cuentan con plantas de biogás instaladas (1.17 MW en algunos casos) donde el biogás se utiliza también para quemadores de gas y parte de la electricidad se vende a la red nacional (Doblado Sierra et al., 2022).

Otro informe sobre biomasa energética indica que los bagazos de la caña de azúcar tienen un uso potencial para producir biogás térmico en el país.

4) Retos y oportunidades

6.1) Retos

Falta de regulación específica para el biogás de origen animal y residuos ganaderos. Necesidad de cadenas logísticas de suministro de biomasa estructuradas, alta inversión inicial y capacitación técnica local.

Mercado aún joven: la hoja de ruta lo identifica como un sector en maduración. Oportunidades Uso de desechos de agricultura, ganaderos y fabriles con el fin de producir energía renovable y disminuir la utilización de combustibles fósiles. Construcción de pequeños y medianos proyectos productivos (biogás para calefacción, cocina, electricidad) en zonas rurales. Articulación con políticas de desarrollo rural, agricultura sostenible y economía circular.

Importancia para tu estudio técnico-financiero. Para tu estudio de ampliación de planta de biogás, los siguientes puntos son de interés en Honduras: Estimar de forma realista el potencial de suministro de biomasa (residuos agrícolas, estiércol, etc.).

Consultar el marco normativo actual y la hoja de ruta nacional de biogás para identificar incentivos o prevenir barreras. Escalar plantas a escala realista: aunque todavía no abundan los megaproyectos, existen plantas piloto y de mediana escala de referencia.

Analizar mercados para la electricidad o el biogás generado y el modelo de negocio (venta a la red, autoconsumo, combustión local). Incorporar riesgos técnicos y logísticos en el análisis financiero: suministro variable de biomasa, tecnologías de digestión, mantenimiento local.

2.1.3 ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA

Ecopalsa, está ubicada en aldea El Castaño km. 16 carretera de la ciudad de El Progreso departamento de Yoro. La empresa denominada Energía Ecológica de Palcasa S.A. (EECOPALSA), Se creó en el año 2005 como una opción para mitigar el impacto ambiental negativo que causan los efluentes que se producen en la empresa Palmas Centroamericanas S.A.(PALCASA) durante el proceso de extracción de aceite de palma africana. Palcasa en sus inicios no contaba un sistema adecuado para el manejo de sus residuos líquidos y sólidos lo cual resultaba evidente que no estaba cumpliendo con la normativa ambiental nacional, la cual hace mención que las aguas residuales tienen que ser tratadas antes de su descarga al estar en conformidad con las normas nacionales de agua (Palmas Centroamericanas, 2025).

El mal manejo que se le estaba dando a dichas aguas residuales estaba provocando impacto negativo en el medio ambiente, inconformidad con los vecinos y problemas al no estar cumpliendo las leyes ambientalistas de nuestro país, era tanta la problemática ambiental que hubo momentos que la empresa Palcasa estuvo al borde del cierre(Palmas Centroamericanas, 2025).

Los socios preocupados por dicha situación comenzaron a buscar alternativas para el aprovechamiento de los residuos sólidos y líquidos generados por el proceso de extracción de aceite crudo de Palma Africana en la planta extractora Palcasa. Y es así como surgió la idea de crear una empresa que aproveche todos esos desechos y poderlos transformar en energía renovable y créditos de carbono utilizando métodos amigables con el medio ambiente (Palmas Centroamericanas, 2025).

Visión

Ser EL LIDER Centroamericano en la producción de ENERGÍA RENOVABLE, a través de la mejora continua en las técnicas de producción y la incorporación de tecnología avanzada,

Siguiendo normas de ética, respeto, colaboración, utilizando al máximo nuestros recursos y potencialidades (Palmas Centroamericanas, 2025).

Misión

Nuestra MISIÓN es producir ENERGÍA RENOVABLE con eficiencia, responsabilidad social u ambiental, generando valor para nuestros Consumidores, empleados y socios. Este fin se logrará colaborando con las comunidades y organizaciones locales, a través de Un equipo profesional consolidado que analiza e investiga y que trabaja con innovación, buscando la mejora continua (Palmas Centroamericanas, 2025).

Tabla 1. Descripción general

Dato	Descripción
Empresa	Energía Ecológica de Palcasa
Rubro	Generación de energía limpia mediante residuos de la extracción de aceite de palma africana
Proyectos	2 proyectos con biogás (2.1 MWh), 1 proyecto con biomasa (3.4 MWh)
Capacidad Instalada	5.5 MWh
Categoría	Mecanismo de desarrollo limpio (CDM) Gold Standard
Captura de CO2	65,000 ton por año
Materia Prima	Efluente y restos sólidos del proceso de extracción

Fuente: (Palmas Centroamericanas, 2025).

Descripción de proceso productivo:

Consiste en el tratamiento de los efluentes (aguas residuales y la generación de energía eléctrica a partir de la captura de biogás en lagunas de oxidación anaerobias cubiertas. La actividad del proyecto comprende un sistema anaerobio que consiste de un estanque cubierto (s) con la flotación membranas de plástico para capturar el biogás (Palmas Centroamericanas, 2025).

La planta de generación de electricidad se compone 1 motor Guascor para biogás con generación de energía de 650 kW, y esta misma, es la capacidad instalada total actual. La captura de biogás y el sistema de combustión que se utiliza en la actividad del proyecto tiene una eficiencia de remoción del 90% que corresponde al valor por defecto del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC) como se mencionó en la metodología de III.H. del Apéndice B de los MP simplificados para actividades de pequeña escala de proyectos Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) (CMNUCC, 2005).

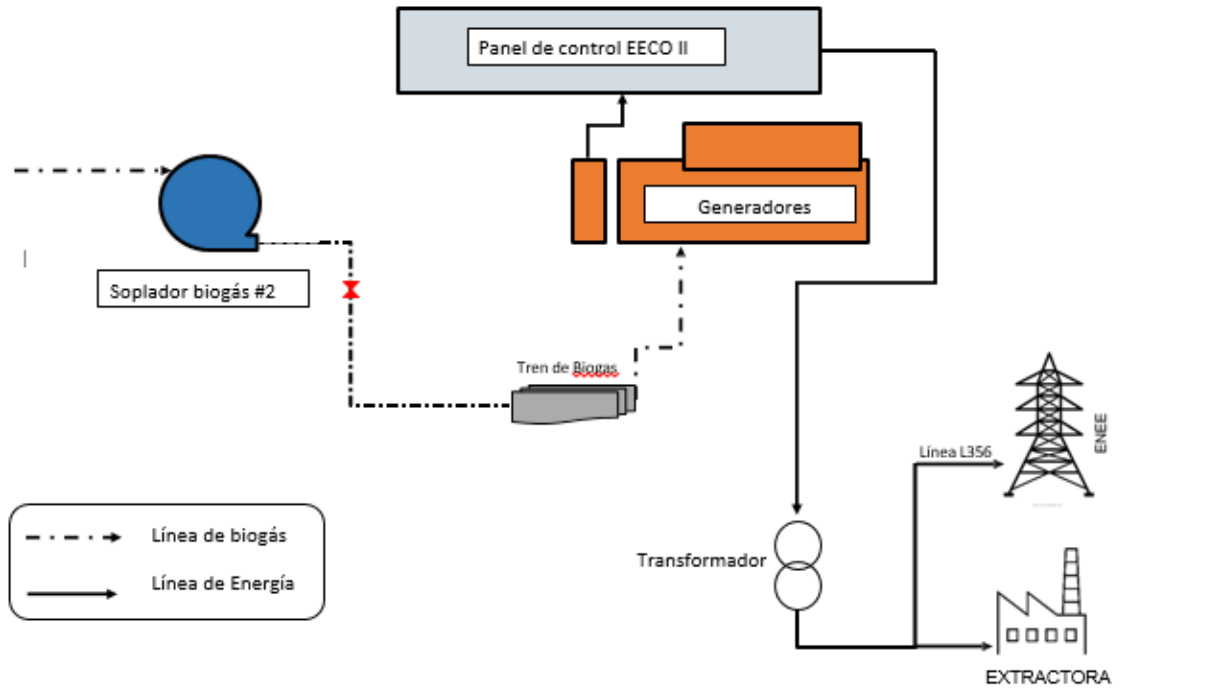


Figura 4. Diagrama del proceso de generación de energía

Fuente: (Ecopalsa 2025)

Este proyecto representa una reducción de 156.176 toneladas de CO₂ equivalente en el primer período de siete años iniciales de la empresa. En sus inicios el caudal de efluentes (m³/ttf) fue establecido para el año 2006 las mediciones. Mostraron una tasa de flujo promedio de 35,2 m³ / h. y la cantidad de frutas fue de 22 t / h. Esto se traduce en una tasa de caudal de los efluentes de 1,6 m³ de agua por tonelada de fruta procesada Estas Mediciones se realiza por medio JordanLab, San Pedro Sula en Honduras (Palmas Centroamericanas, 2025).

Ecopalsa fue pionera en el sector del aceite de palma en Honduras utilizando la tecnología avanzada para la generación de energía eléctrica a base de efluentes de palma africana. Actualmente La empresa cuenta con un gran número de beneficios tanto ecológicos como sociales los cuales nos coloca como un proyecto MDL (Mecanismo de Desarrollo Limpio) categoría Gold Estándar por nuestro apoyo al medio ambiente. Cuenta con una base de socios de 845 accionistas y productores la distribución accionaria representa del 100%, Palcasa como empresa matriz representa el 51% y el restante 49% lo socios productores (Palmas Centroamericanas, 2025).



Figura 5. Ubicación exacta de la planta de biogás

Fuente: (Google Maps)

La planta de tratamiento de aguas residual actualmente cuenta con una capacidad de 44,500 m³ para la captura de gas metano y una capacidad de 35,500 m³ para tratamiento de aguas residuales en lagunas aerovías, Para la generación de energía se cuenta con una capacidad en EECO II de 650 Kilovatio (kW) con el generador Guascor, en el área de generación de EECO I un motor Jenbacher obsoleto con el que inicio la planta actualmente está fuera de servicio; esto debido a que se no se compraron los repuestos para mantenimiento de 40,000 y 60,000 horas y las pantallas Dianet. XT están descontinuadas por lo que es necesario las actualizaciones de las pantallas y Controlador Lógico Programable (PLC) del motor. Parte del biogás es enviado a Repalsa y el sobrante a una tea que cuenta con una capacidad instalada de 3000 m³/h con sopladores Mapro (Palmas Centroamericanas, 2025).

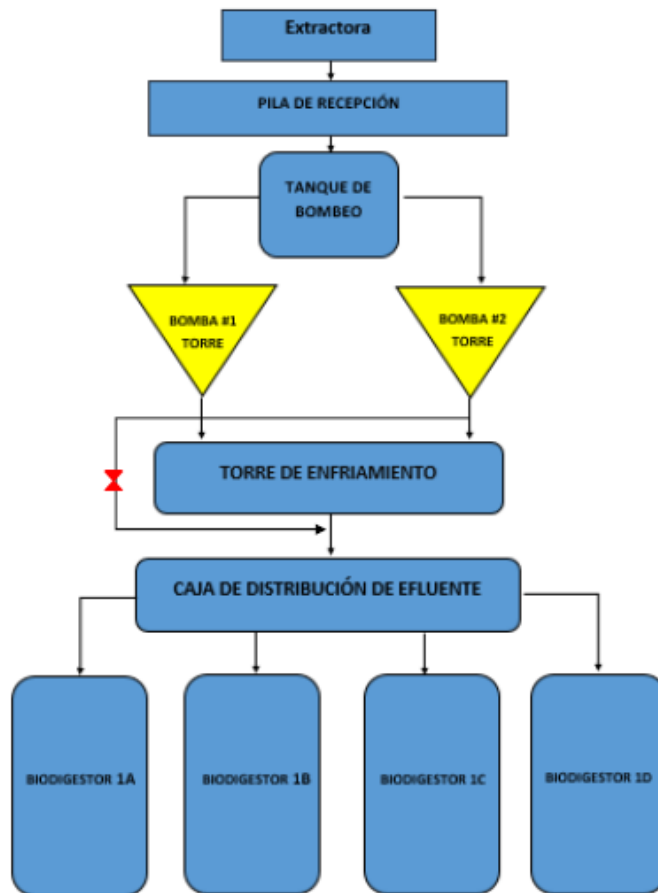


Figura 6. Diagrama de proceso de captación y distribución de efluente
Fuente: (Eecopalsa 2025)

Objetivo específico planta tratamiento de Aguas residual.

Tratar todos los efluentes provenientes del proceso de extractora cumpliendo con las normas de descargas de aguas residuales al medio ambiente enviando el agua a la zona de filtración y percolación EECO III.

Aprovechar la mayor parte de la carga orgánica del efluente en los biodigestores para la captura y producción de gas metano.

Garantizar la calidad del biogás producido con un porcentaje de metano mayor de 50% y un H₂S no mayor a 600 partes por millón (PPM).

Generación de energía eléctrica.

Garantizar y eficientar el correcto funcionamiento del generador Guascor para cubrir los arranques de la planta extractora y de esta forma reducir la compra de energía a la red. Garantizar el funcionamiento de los sopladores Mapro y así evitar los paros en el área de generación de energía y el área de Repalsa (Palmas Centroamericanas, 2025).

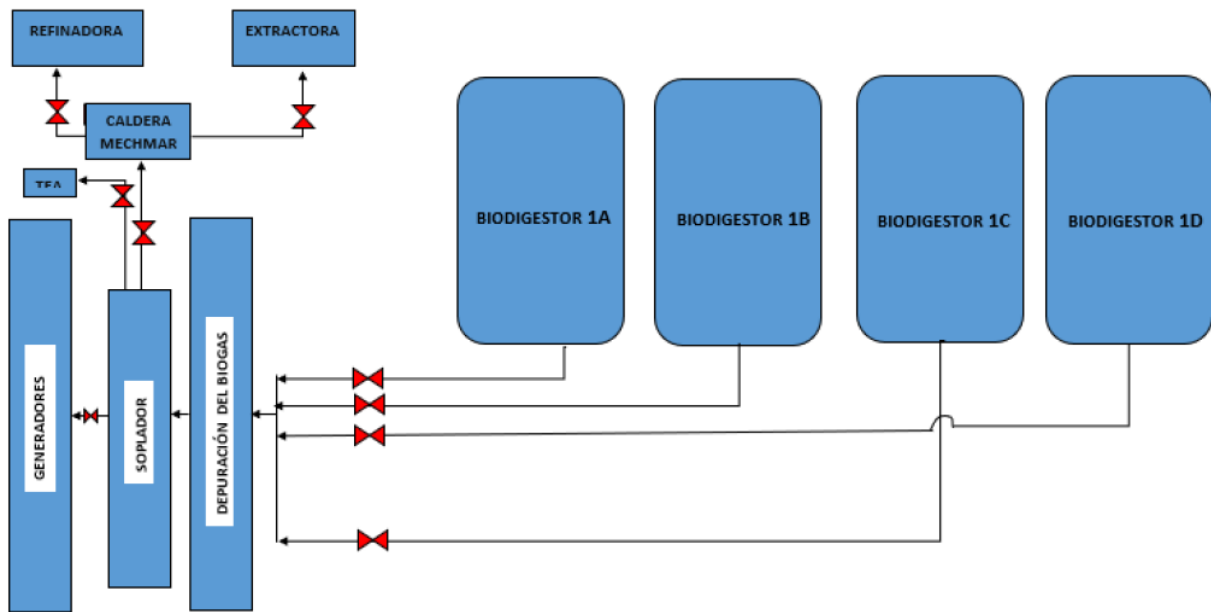


Figura 7. Diagrama del proceso

Fuente: (Ecopalsa 2025)

2.2 CONCEPTUALIZACIÓN

Un proceso de conceptualización consiste en definir las ideas base y principales que serán utilizadas para la estructuración de un propósito, y que a su vez servirán para orientar el lineamiento de diseño

2.2.1 CONCEPTOS TÉCNICOS

Varnero (2011) El biogás es una mezcla gaseosa formada principalmente de metano y dióxido de carbono, pero también contiene diversas impurezas. La composición del biogás depende del material digerido y del funcionamiento del proceso. Cuando el biogás tiene un contenido de metano superior al 45% es inflamable. El biogás tiene propiedades específicas que se indican en la Tabla.

Tabla 2. Propiedades específicas del biogás

Composición	55 – 70% metano (CH ₄) 30 – 45% dióxido de carbono (CO ₂) Trazas de otros gases
Contenido energético	6.0 – 6.5 kW h m ⁻³
Equivalente de combustible	0.60 – 0.65 L petróleo/m ³ biogás
Límite de explosión	6 – 12 % de biogás en el aire
Temperatura de ignición	650 – 750°C (con el contenido de CH ₄ mencionado)
Presión crítica	74 – 88 atm
Temperatura crítica	-82.5°C
Densidad normal	1.2 kg m ⁻³
Olor	Huevo podrido (el olor del biogás desulfurado es imperceptible)
Masa molar	16.043 kg kmol ⁻¹

Fuente: (Varnero Moreno, 2011)

2.2.2 ENERGÍA ELECTRICA POR MEDIO DE SISTEMAS DE BIOGÁS

La extracción de energía por medio del biogás lleva consigo un proceso de supervisión diaria. Al igual que el gas natural, el biogás tiene una amplia variedad de usos, pero al ser un

derivado de la biomasa, constituye una fuente de energía renovable. Existen diversos beneficios derivados del proceso de conversión de residuos orgánicos en biogás (Varnero Moreno, 2011).

La presión económica sobre los productos agrícolas convencionales se encuentra en continuo aumento. Muchos agricultores se ven obligados a renunciar a su producción, principalmente debido a que sus tierras no presentan rendimientos rentables. Sin embargo, en muchos países la producción de biogás se encuentra subvencionada o presenta incentivos económicos (por ejemplo, los proyectos MDL), proporcionando a los agricultores un ingreso adicional. Por lo tanto, en el sector agrícola, la implementación de tecnologías de digestión anaeróbica puede permitir obtener importantes beneficios económicos, ambientales y energéticos. Por otra parte, permite una gestión mejorada de nutrientes, reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y a la captura y uso de biogás. Cuando los residuos orgánicos se someten a una degradación aeróbica, se generan compuestos de bajo poder energético como CO₂ y H₂O. Gran parte de la energía se pierde y se libera a la atmósfera. Se estima que la pérdida de energía de un proceso aeróbico es aproximadamente veinte veces superior al de un proceso anaeróbico (Varnero Moreno, 2011).

En el caso de la degradación anaeróbica, se generan productos del metabolismo con alto poder energético (por ejemplo, alcoholes, ácidos orgánicos y metano), los cuales sirven como nutrientes de otros organismos (alcoholes, ácidos orgánicos), o bien son utilizados con fines energéticos por la sociedad (biogás). Es importante examinar algunos de los factores importantes que gobiernan el proceso metanogénico. Los microorganismos, especialmente los metanogénicos, son altamente susceptibles a los cambios en las condiciones ambientales. Muchos investigadores evalúan el desempeño de un sistema anaeróbico en función de la tasa de producción de metano, porque la metanogénesis se considera un paso limitante del proceso (Varnero Moreno, 2011).

Debido a esto, la biotecnología anaeróbica requiere de un cuidadoso monitoreo de las condiciones ambientales. Algunas de estas condiciones ambientales son: temperatura (mesofílica o termofílica), tipo de materias primas, nutrientes y concentración de minerales traza, pH (generalmente cercano a la neutralidad), toxicidad y condiciones redox óptimas. Estas condiciones se discuten a continuación (Varnero Moreno, 2011).

Tabla 3. Fuentes de materias primas

Residuos de origen animal	estiércol, orina, guano, camas, residuos de mataderos (sangre y otros), residuos de pescados.
Residuos de origen vegetal	malezas, rastrojos de cosechas, pajas, forraje en mal estado.
Residuos de origen humano	heces, basura, orina.
Residuos agroindustriales	salvado de arroz, orujos, cosetas, melazas, residuos de semillas.
Residuos forestales	hojas, vástagos, ramas y cortezas.
Residuos de cultivos acuáticos	algas marinas, jacintos y malezas acuáticas.

Fuente: (Varnero Moreno, 2011)

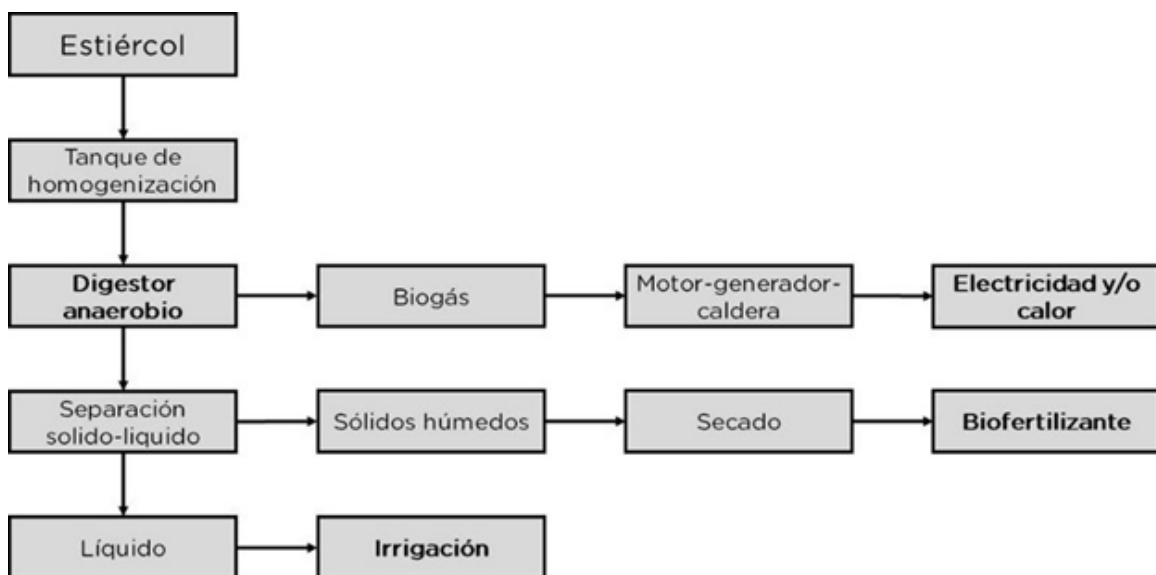


Figura 9. Diagrama de extracción biogás

Fuente: (Varnero Moreno, 2011)

Cultivo de palma africana

La materia prima es el fruto de palma de aceite. Los frutos se cosechan y se llevan a una planta de beneficio en donde se extrae el aceite (Varnero Moreno, 2011).

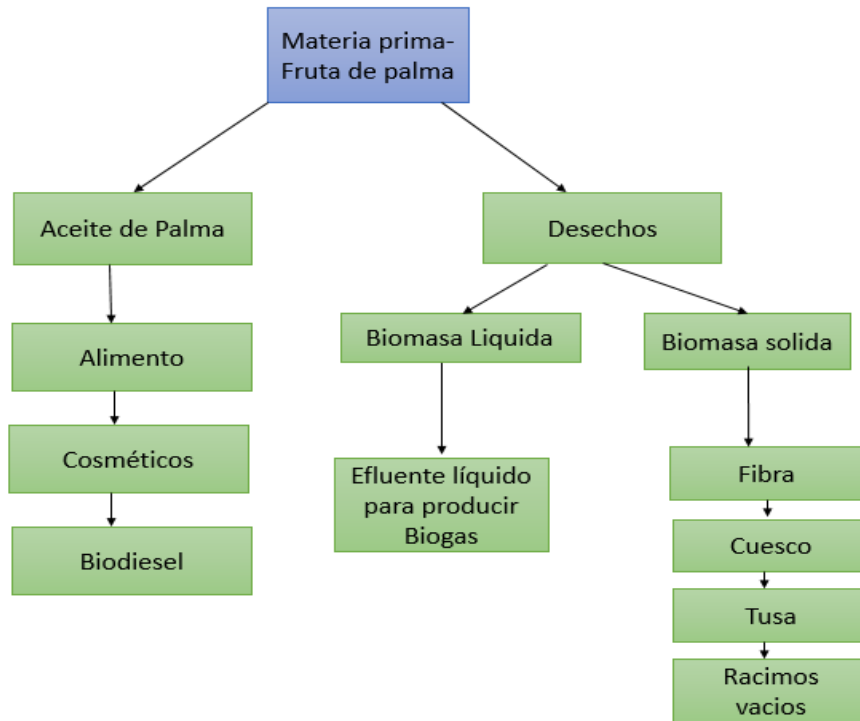


Figura 10. Diagrama de generación de Biomasa líquida (biogás)

Fuente: (Elaboración propia, 2025)

Biodigestor anaeróbico (STAR)

Todo el Efluente del Molino de Aceite de Palma (POME) y parte de la biomasa sólida se dirigen al biodigestor. ¿Qué pasa adentro?

Se lleva a cabo una digestión anaeróbica (sin oxígeno). Los microorganismos descomponen la materia orgánica.

- 1) El producto es biogás crudo + digestato (lodos de fondo).
- 2) Aplicación directa del biogás.
- 3) El biogás está compuesto principalmente por:

Metano (CH₄)

Dióxido de carbono (CO₂)

Suciedad Tal como sale del digestor se puede emplear para: Calor (calderas, secado, procesos térmicos)

4) Vapor

5) Bioelectricidad (generadores de energía)

Limpieza del biogás (upgrading) El biogás se bombea a través de un purificador para eliminar el CO₂ y otras impurezas. El producto es biometano (gas con la misma calidad que el gas natural) (Varnero Moreno, 2011).

Usos del biometano

El biometano purificado se puede usar como:

- 1) Combustible para vehículos.
- 2) Sustituto de GNV o diésel.
- 3) Biometano doméstico Para cocinar, calentar, etc.
- 4) Bioelectricidad con biometano Se utiliza en turbinas o motores eficientes.
- 5) Materia prima industrial, Puede inyectarse en mallas o utilizarse como químico.

Digestato y fertirriego Los residuos sólidos del biodigestor (lodos de fondo) se aprovechan como:

- 1) Abono orgánico
- 2) Para fertirriego en palma.
- 3) Cerrando el ciclo de nutrientes → economía circular

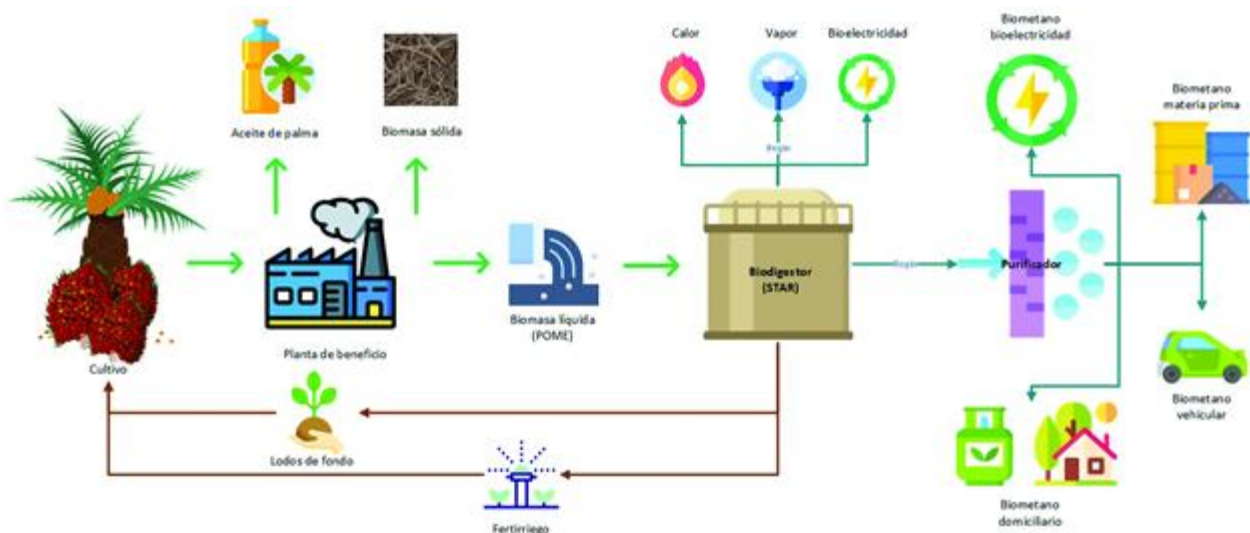


Figura 11. Diagrama extracción biogás de palma africana

Fuente: (Varnero Moreno, 2011).

2.2.3 CONCEPTOS FINANCIEROS

“Las empresas, para su correcto funcionamiento financiero, deben lograr un costo de capital lo más económico posible, tratando que las fuentes de financiamiento sean equilibradas con manejo visionario y estratégico, así como una relación con lo que van a financiar” (Pacheco Coello & Pérez Brito, 2018, p. 114).

Inversión: Este concepto ha tenido diferentes formas a lo largo del tiempo, de todas las definiciones dadas, la más amplia y generalizada es la de Pierre Massé (1963), en la que no solamente se tiene en cuenta el acto de invertir, esto es, de transformar unos recursos financieros en bienes concretos, sino también el resultado de este acto, eso es, el bien en el que se ha invertido.

Para Massé “la inversión es un acto en el que se renuncia a una satisfacción inmediata y cierta a cambio de adquirir una esperanza futura y en la cual el bien en el que se ha invertido es el soporte” (Haro de Rosario & Rosario Díaz, 2017, p. 7).

Ochoa Setzer & Saldivar del Angel (2012) afirma que: “Los métodos más conocidos de evaluación de proyectos son:

- 1) Tasa promedio de rendimiento.

- 2) Periodo de recuperación de la inversión.
- 3) Valor presente neto (VPN).
- 4) Tasa interna de rendimiento (TIR).
- 5) Índice de rentabilidad.

Tasa promedio de rendimiento: Es una razón contable, la razón de rendimiento sobre activos (ROA) divide las utilidades netas entre los activos y la interpretación es cuanto, en el caso de estudio lempiras, se ha generado por cada lempira invertido (Ochoa Setzer & Saldivar del Ángel, 2012, p. 329).

Cada inversión implica tener claro en cuanto tiempo se espera la recuperación del capital invertido y que, a partir de ese punto, el proyecto genera riquezas. “El periodo de recuperación de un proyecto indica cuanto tiempo es necesario para recuperar, por medio de los flujos de efectivo o entradas, los recursos invertidos al inicio del proyecto, es decir, la inversión inicial” invertido (Ochoa Setzer & Saldivar del Ángel, 2012, p. 329).

Valor presente neto: se utiliza como criterio de decisión, donde se aceptarán aquellos proyectos de inversión en los que el valor presente tanto de los flujos de efectivo positivos y negativos traídos al valor presente sean por lo menos iguales entre sí. En lo ideal, se busca que el proyecto genere un valor positivo, y con esto generar valor agregado a la inversión (Ochoa Setzer & Saldivar del Ángel, 2012, p. 330).

Ochoa Setzer & Saldivar del Ángel (2012) menciona que: “la tasa interna de rendimiento (TIR) es aquella tasa de descuento que hace que el valor presente de las entradas sea igual al valor presente de las salidas” (p. 331).

Ochoa Setzer & Saldivar del Ángel (2012) define el índice de rentabilidad como: “La razón entre los flujos de efectivo del proyecto, traídos al presente, y el valor de la inversión inicial” (p. 332).

2.3 TEORÍAS DE SUSTENTO

Las teorías de sustento sirven para apoyar los argumentos que se usan en una investigación para dar soluciones a un problema.

2.3.1 BASES TEÓRICAS

El proyecto de inversión es un plan que, si se le asigna determinado monto de capital y se le proporcionan insumos de varios tipos, producirá un bien o un servicio, útil al ser humano o a la sociedad. La evaluación de un proyecto de inversión, cualquiera que éste sea, tiene por objeto conocer su rentabilidad económica y social, de tal manera que asegure resolver una necesidad humana en forma eficiente, segura y rentable. Sólo así es posible asignar los escasos recursos económicos a las mejor alternativas teóricas.

“Proyecto de inversión es un plan que, si se le asigna determinado monto de capital y se le proporcionan diversos insumos, producirá un bien o un servicio útil a la sociedad” (Baca Urbina, 2022, p. 32)



Figura 12. Diagrama

Fuente: (Baca Urbina, 2022)

2.3.2 ESTUDIO TÉCNICO OPERATIVO

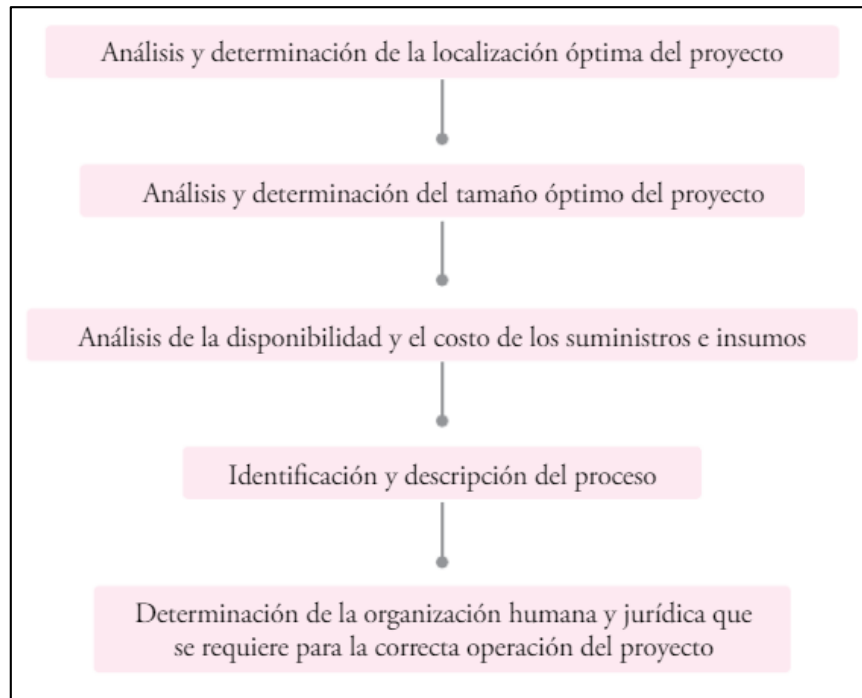


Figura 13. Proceso

Fuente: (Baca Urbina, 2022)

El enfoque principal para el presente análisis será en determinar si es factible la ampliación de la capacidad instalada de la planta biogás para generar energía eléctrica en la empresa EECOPALSA. a través del sistema de generación por medio del biogás. Baca Urbina (2022) menciona que “el tamaño óptimo de la planta es su capacidad instalada y se expresa en unidades de producción por año. Se considera óptimo cuando opera con los menores costos totales o la máxima rentabilidad económica” (p. 104).

Baca Urbina (2016) describe dos métodos para determinar el tamaño óptimo de la planta:

- 1) Método de Lange: Que es la relación funcional entre el monto de la inversión y la capacidad productiva del proyecto.
- 2) Método de escalación: Determina la capacidad óptima de producción al considerar la capacidad de los equipos disponibles en el mercado y con esto analizar las ventajas y desventajas de trabajar cierto número de turno de trabajo y horas extras (p. 113).

Baca Urbina (2022) menciona que el tamaño óptimo de la planta, se define como su capacidad instalada y se expresa en unidades de producción por año, y que al operar con los menores costos totales o generando máxima rentabilidad, puede considerarse como una operación óptima.

Para el presente estudio, la ampliación de la capacidad instalada dependerá del poder adquisitivo de la empresa para compra de motor, así también de la capacidad de estos componentes acorde a las especificaciones técnicas definidas por el fabricante.

Baca Urbina (2016) define los siguientes factores relevantes que determinan la adquisición de equipo y maquinaria:

- 1) Proveedor.
- 2) Precio.
- 3) Dimensiones.
- 4) Capacidad.
- 5) Flexibilidad
- 6) Mano de obra necesaria
- 7) Costo de mantenimiento.
- 8) Consumo de energía eléctrica, otro tipo de energía o ambas.
- 9) Infraestructura necesaria
- 10) Equipos auxiliares
- 11) Costo de los fletes y de seguros

12) Costo de instalación y puesta en marcha

13) Existencia de refacciones en el país (p. 120).

2.3.3 METODOLOGÍAS DESARROLLADAS POR OTROS INVESTIGADORES

2.3.3.1 UNIVERSIDAD SUECA DE CIENCIAS AGRÍCOLAS (SLU), SUECIA

Lindkvist et al. (2017) usaron un enfoque cuantitativo por la necesidad de medir y analizar variables reales de consumo energético, eficiencia de mezclado, demanda térmica y sistemas auxiliares en dos plantas de biogás en Suecia. El diseño de la investigación fue descriptivo-comparativo, ya que los autores se limitaron a describir el comportamiento energético de dos plantas de biogás y compararlo sin manipularlo. Hernández Sampieri & Mendoza Torres (2018) indican que este tipo de estudio describe en forma precisa características de fenómenos susceptibles a ser medidos en el tiempo, tal como lo hicieron los autores al estudiar los subprocesos de bombeo, calentamiento, agitación y pretratamiento.

El diseño de la investigación fue de campo, ya que la toma de datos se realizó directamente en las plantas industriales, al medir sus consumos reales eléctricos y térmicos. Los investigadores no manipularon nada en el proceso, simplemente lo observaron, lo midieron y lo registraron tal como sucede en el mundo real. Esta metodología desarrolló un modelo energético que especifica en qué procesos se consume más energía, para realizar optimizaciones en plantas industriales de biogás.

2.3.3.2 INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGÍA AGROPECUARIA (INTA), ARGENTINA

En el estudio de Molina, Sosa & Brizuela (2020) “Evaluación Técnico-Económica de un Sistema de Digestión Anaeróbica para Generación de Energía en Establecimientos Ganaderos”, realizado en un tambo de Córdoba, Argentina, se utilizó una metodología mixta (cuantitativa-cualitativa) porque se necesitaron mediciones reales de producción de biomasa y del biodigestor, y entrevistas y análisis contextuales sobre el manejo del estiércol en el tambo.

El tipo de investigación fue aplicada, descriptiva, ya que el estudio intentó solucionar un problema real (manejo de estiércol y generación eléctrica) y describió el funcionamiento del sistema biodigestor en condiciones reales. Como lo indica Arias (2016), es una metodología aplicada porque convierte los datos recolectados en información útil para la toma de decisiones.

En el diseño se usó un diseño no experimental de campo, tomando muestras directas de estiércol, pruebas de laboratorio para potencial bioquímico de metano (BMP), monitoreo de temperatura, pH, sólidos volátiles y flujo de biogás, así como medición de consumo eléctrico del generador. Finalmente, se realizó un análisis económico que incluyó costos de inversión, costos operativos, tiempo de retorno de la inversión y viabilidad económica del sistema conectado a la red y aislado.

2.3.3.3 UNIVERSIDAD DE LA SABANA DE COLOMBIA

Lindkvist et al. (2017) Metodología para el análisis de la demanda energética en plantas de biogás: Estudio comparativo de dos plantas de biogás [Artículo científico, Universidad Sueca de Ciencias Agrícolas]. MDPI Energies. Revisión documental técnica: Se realizó una revisión bibliográfica de la generación de energía a partir de biogás en plantas industriales de Suecia, en aspectos como el consumo interno de energía, la eficiencia, las tecnologías de digestión anaeróbica, el rendimiento de procesos auxiliares como el mezclado, el bombeo y el calentamiento.

Identificación de factores energéticos relevantes: Después de la revisión bibliográfica y documental, los investigadores identificaron los factores operativos que más influyen en la eficiencia de una planta de biogás: consumo eléctrico por sistemas de agitación, requerimientos térmicos del digestor, pérdidas energéticas en líneas de transporte, eficiencia del pretratamiento y eficiencia de la combustión del biogás.

Mediciones directas en el campo: Se tomaron mediciones instrumentales en dos plantas industriales de biogás para determinar: Gasto eléctrico por unidad, Kilovatio-hora (kWh) Caudal y temperatura del biogás. Consumo térmico del digestor. Tiempos de funcionamiento de motores de bombeo y agitadores. Estas evaluaciones se tomaron con equipos de control energético y sensores ubicados en sitios críticos de la estructura.

Análisis y modelamiento en software: Los datos recopilados se compilaron en matrices de comparación y se evaluaron con instrumentos informáticas como Excel y software específico para energía industrial.

Se desarrollaron diagramas de flujo energético y se calcularon eficiencias para identificar cómo se distribuye el consumo de energía en cada subproceso. Comparación con expertos y validación: Finalmente, los autores verificaron los resultados hablando con profesionales que trabajan en plantas de biogás en Suecia, quienes confirmaron la relevancia de los factores estudiados y la coherencia de las cifras medidas.

2.4 MARCO LEGAL

Comisión Reguladora de Energía Eléctrica (CREE, 2022) expone que: En Honduras, el gobierno regula todo lo concerniente a la generación, transmisión, operación y distribución de electricidad a través de la ley general de la industria eléctrica cuya última actualización fue el 11 de febrero del 2022. Esta ley también regula lo relacionado con la exportación e importación de energía eléctrica de forma complementaria y acorde a tratados internacionales en la materia. Dicha Ley General de La Industria Eléctrica su primera publicación oficial en el periódico nacional “La Gaceta” fue el 20 de mayo del 2014 con número de edición 33,431, a la misma se le han hecho 3 modificaciones en los últimos dos años.

Comisión Reguladora de Energía Eléctrica (CREE, 2022) menciona que:

LEY GENERAL DE LA INDUSTRIA ELÉCTRICA

La Ley General de la Industria Eléctrica rige por encima de las siguientes leyes:

- 1) Ley Especial para Garantizar el Servicio de la Energía Eléctrica como un Bien Público de Seguridad Nacional y un Derecho Humano de Naturaleza Económica y Social.
- 2) Tratado Marco del Mercado Eléctrico de América Central.

3) Ley de Promoción a la Generación de Energía Eléctrica con Recursos Renovables.

Comisión Reguladora de Energía Eléctrica, (CREE, 2007) menciona que:

Ley de promoción a la generación de energía eléctrica con recursos renovables

Artículo 1. La presente Ley tiene como finalidad principal promover la inversión pública y/o privada en proyectos de generación de energía eléctrica con recursos renovables nacionales:

Propiciar la inversión y desarrollo de proyectos de recursos energéticos renovables, que permitan disminuir la dependencia de combustibles importados mediante un aprovechamiento de los recursos renovables energéticos del país que sea compatible con la conservación y mejoramiento de los recursos naturales.

Artículo 2. Como medidas de política estatal orientadas a preservar, conservar y mejorar el ambiente y en concordancia con el artículo 81 de la Ley General del Ambiente, las personas naturales y jurídicas que conforme a esta Ley desarrollen y operen proyectos de generación de energía eléctrica utilizando recursos naturales renovables nacionales y proyectos de cogeneración con recursos renovables nacionales, gozaran de los incentivos siguientes:

- 1) Exoneración del pago del impuesto sobre ventas para todos aquellos equipos, materiales y servicios, que destinados o relacionados directamente con la generación de energía eléctrica con recursos renovables (Incluyendo, pero sin limitarse a la maquinaria y equipos, sistemas de conducción de agua y/o vapor, así como el equipo para turbinar, generar, controlar, regular, transformar y transmitir energía eléctrica renovable), que serán utilizados en el desarrollo, instalación, construcción de la planta de generación de energía eléctrica renovable y créditos fiscales por el estudio y diseño efectivo una vez que se haya iniciado la construcción de la planta;
- 2) Exoneración del pago de todos los impuestos, tasas, aranceles y derechos de importación, para todos aquellos equipos, materiales, repuestos, partes y aditamentos destinados o relacionados

directamente con la generación de energía eléctrica renovable (Incluyendo, pero sin limitarse a la maquinaria y equipo, sistemas de conducción de agua y/o vapor, así como el equipo para turbinar, generar, controlar, regular, transformar y transmitir energía eléctrica renovable) y que serán utilizados en los estudios, diseño final, desarrollo, instalación y construcción de la planta de energía eléctrica renovable, locales o que provengan de otros países;

- 3) Exoneración, del pago del Impuesto Sobre la Renta, Aportación Solidaria Temporal, Impuesto al Activo Neto y todos aquellos impuestos conexos a la renta durante un plazo de diez (10) años, contados a partir de la fecha de inicio de operación comercial de la planta, para los proyectos con capacidad instalada hasta 50 Megavatio (MW).
- 4) Los proyectos gozarán de todos los beneficios establecidos en la Ley de Aduanas en relación con la importación temporal de maquinaria y equipos necesarios para la construcción y mantenimiento de los citados proyectos. Dicha maquinaria y equipos serán destinados única y exclusivamente para el servicio del proyecto de generación de energía eléctrica renovable;
- 5) Exoneración del Impuesto Sobre la Renta y sus retenciones sobre los pagos de servicios u honorarios contratados con personas naturales o jurídicas extranjeras, necesarios para los estudios, desarrollo, instalación, ingeniería, administración y construcción, monitoreo del proyecto de energía renovable.

Disposiciones generales y transitorias

Artículo 27. A fin de obtener los incentivos fiscales establecidos en la presente Ley, los productores de energía recursos renovables nacionales deberán presentar su solicitud ante la Dirección Ejecutiva de Ingresos (DEI), con su correspondiente Certificación de

Resolución de permiso de Estudio de Factibilidad emitido por la SERNA, para los proyectos de tres (3) megavatios o menores; y Contrato de Operación aprobado por la SERNA para los proyectos que generen energía por más (3) megavatios. La Dirección Ejecutiva de Ingresos (DEI) deberá emitir resolución en un plazo no mayor de treinta (30) días hábiles, contados a partir de la presentación de la misma.

CAPÍTULO III. METODOLOGÍA

3.1 CONGRUENCIA METODOLÓGICA

3.1.1 MATRIZ METODOLÓGICA

La matriz metodológica mediante su presentación, a simple vista resume la investigación y ayuda a comprobar la existencia de una secuencia lógica.

Tabla 4. Matriz Metodológica

Título	Problema	Preguntas de Investigación	Objetivos		Variables	
			General	Específicos	Independiente	Dependiente
Estudio técnico-financiero para la ampliación de capacidad instalada en planta Biogás Eecopalsa	¿Es viable aumentar la capacidad instalada de producción de energía mediante biogás en la planta EECOPALSA desde una perspectiva técnica y financiera?	¿Es viable la ampliación de la capacidad instalada de producción de energía mediante biogás en EECOPALSA?	Analizar la viabilidad técnica y financiera para aumentar la capacidad instalada de producción de energía mediante biogás en EECOPALSA.	Demostrar la factibilidad de aumentar la capacidad instalada de producción eléctrica utilizando biogás en la planta Biogás Energía Ecológica de PALCASA.	Estudio Técnico.	Rentabilidad de la ampliación de la capacidad instalada de la planta biogás Eecopalsa
		¿Cuáles son los resultados que brinda el análisis técnico al evaluar la viabilidad del proyecto?		Realizar un análisis técnico que establezca la viabilidad del proyecto.		

			del proyecto.	
		¿Es posible que el análisis económico-financiero establezca si la expansión de la capacidad instalada en la planta Biogás Energía Ecológica de PALCASA es factible?		

Fuente: (Elaboración Propia 2025)

3.1.2 ESQUEMA DE VARIABLES DE ESTUDIO

A continuación, se presentan las diferentes variables de estudio para el proyecto de investigación, lo cual permite tener un panorama claro de los aspectos considerados como críticos al proveer la información clave y sustentar la metodología, así como los resultados finales.

Siguiendo la finalidad del proyecto, con su enfoque en el estudio técnico y estudio financiero se consideran estas como las variables independientes las cuales en conjunto serán la ecuación para dar como resultado la variable dependiente, se complementa el esquema con las principales entradas de información numérica.

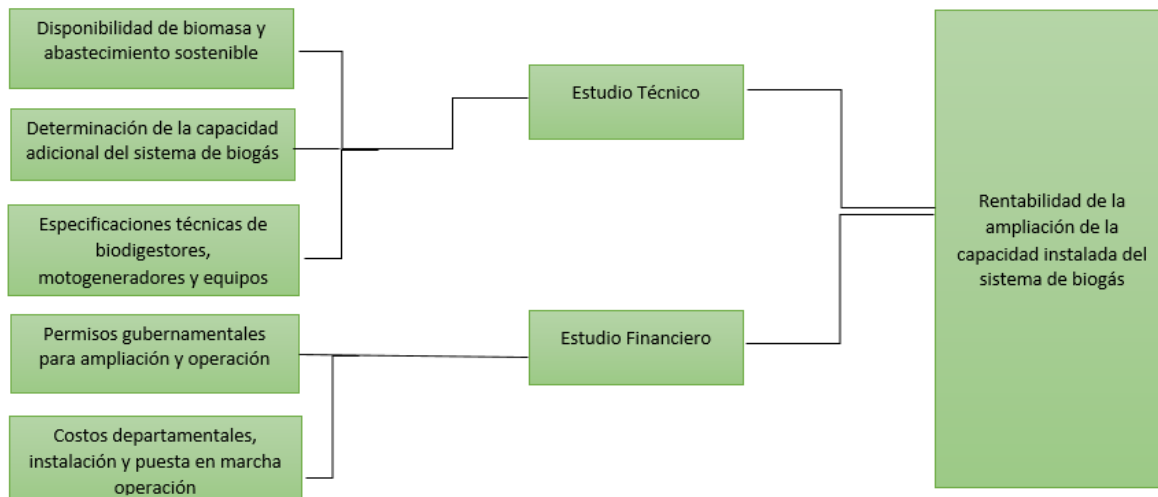


Figura 14. Estudio técnico
Fuente: (Elaboración Propia 2025)

3.1.3 OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

Tabla 5: Operacionalización de las variables

Variable Independiente		Estudio Técnico	
Conceptual	Operacional	Dimensión	Indicador
Describe que los aspectos fundamentales que son: determinar el tamaño óptimo de la planta, determinación de la localización óptima, aplicación de ingeniería del proyecto y análisis organizativos, legales y administrativos. <i>Baca Urbina (2016)</i>	Estimar la producción de energía. Definir la producción de biogás. Identificar los aspectos legales para la operación.	Disponibilidad de biogás	Volumen disponible de biogás (m ³ /mes)
		Determinación de la capacidad de generación	Cantidad de generadores instalados. Potencia total instalada (kW)
		Especificaciones técnicas del motor	Potencia del motor generador (kW) Eficiencia del sistema (%)
		Permisos gubernamentales de operación	Número de permisos requeridos

Fuente: (Elaboración Propia 2025)

Tabla 6. Operacionalización de la variable independiente asociada al estudio financiero

Variable Independiente		Estudio Financiero	
Conceptual	Operacional	Dimensión	Indicador
Pretende determinar cuál es el monto de los recursos necesarios para la realización del proyecto, cuál será el costo total de la operación de la planta (Baca Urbina, 2016)	Calcular la rentabilidad de la inversión con los indicadores de tasa interna de retorno (TIR) y valor presente neto (VPN)	Tasa anual promedio de incremento de tarifa de venta energía eléctrica	Porcentaje (%)
		Exoneraciones gubernamentales	Impuesto sobre ventas y Renta
		Costo de instalación y puesta en marcha	Lempiras (L) totales por concepto de implementación del proyecto

Fuente: (Elaboración Propia 2025)

Tabla 7. Operacionalización de la variable dependiente asociada a la rentabilidad del proyecto de inversión

Variable Dependiente		Rentabilidad de ampliación	
Conceptual	Operacional	Dimensión	Indicador
La Norma de Información Financiera A-3 define la rentabilidad como la capacidad de la entidad para generar utilidades o incremento en los activos neto. (Ochoa Setzer & Saldivar del Ángel, 2012)	Estimar la rentabilidad del proyecto planteado.	Estudio técnico	Tasa Interna de Retorno (TIR).
		Estudio financiero	Valor Presente Neto (VPN)

Fuente: (Elaboración Propia 2025)

3.1.4 HIPÓTESIS

Campos Covarrubias & Bermúdez Sánchez (2006) menciona que: El significado del término hipótesis, el cual proviene del griego y significa "poner abajo"; en latín es "suppositio" y en la lengua española, "suposición"; conceptos todos que nos llevan a entenderla como un supuesto bajo el cual se quiere comprobar, disprobar o predecir alguna afirmación o negación. Por ello, se dice que la hipótesis es una premisa o supuesto que se plantea en forma de pregunta, respecto de

un fenómeno o sobre una o algunas relaciones entre las variables que intervienen para que algo se dé. Es decir, es una afirmación razonada que surge del referente teórico o empírico en el que se mueve quien hace el razonamiento, universo real natural o social, a diferencia de la hipótesis matemática o lógica, donde la proposición o supuesto se formula en relación con entidades abstractas o mentales (números y símbolos).

Explicado el significado y origen de la palabra hipótesis, pasaremos a definirla: Para Goode y Hatt, en cambio, la hipótesis "es una pregunta formulada de tal modo que se puede prever una respuesta de alguna especie. Es un ejemplo del escepticismo organizado propio de la ciencia, de la negativa a aceptar ninguna afirmación sin su correspondiente corroboración empírica." Como toda definición conceptual, la hipótesis requiere ser delimitada como una síntesis de múltiples factores o variables que intervienen en los problemas que debemos comprobar. El carácter complejo de la hipótesis debe ser precisado lo más objetivamente posible, tomar en cuenta la profundidad y alcances de la investigación que se pretende realizar (Goode et al., 2013, p. 65)

Hi: La implementación de la ampliación de la capacidad instalada en la planta biogás presenta una Tasa Interna de Retorno (TIR) mayor que el costo de capital.

Ho: La implementación de la ampliación de la capacidad instalada en la planta biogás presenta una Tasa Interna de Retorno (TIR) menor o igual que el costo de capital.

3.2 ENFOQUE Y MÉTODOS

3.2.1 DIAGRAMA DE ENFOQUE Y MÉTODOS

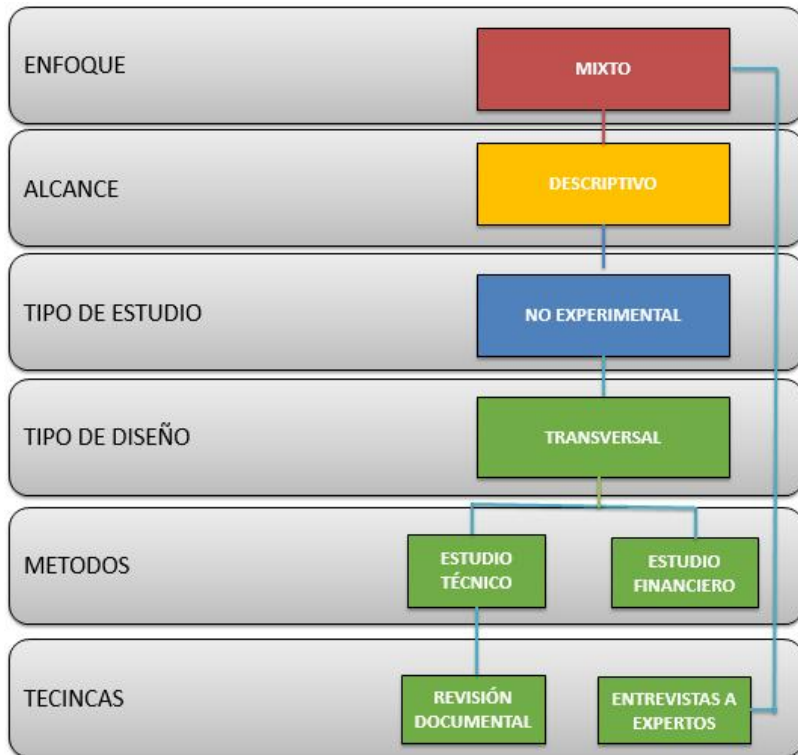


Figura 15. Diagrama de enfoque y métodos

Fuente: (Elaboración Propia 2025)

3.2.2 ENFOQUE MIXTO

Hernández Sampieri & Mendoza Torres, (2018) menciona que: Cualquier especialista realiza el enfoque mixto utilizando diversas fuentes de información y tipos de datos: a) pruebas de laboratorio (mediciones estandarizadas que producen datos cuantitativos); b) entrevista a profundidad en la cual se incluyen preguntas cerradas y abiertas y c) historial clínico (con datos visuales como una radiografía, determinadas gráficas, anotaciones interpretativas y mediciones anteriores). Es decir, se recolectan y analizan datos cuantitativos y cualitativos y la interpretación es producto de toda la información en su conjunto.

Los métodos mixtos representan un conjunto de procesos sistemáticos, empíricos y críticos de investigación e implican la recolección y el análisis de datos cuantitativos y cualitativos, así como su integración y discusión conjunta, para realizar inferencias producto de toda la información recabada (metainferencias) y lograr un mayor entendimiento del fenómeno bajo estudio.

En resumen, los métodos mixtos utilizan evidencia de datos numéricos, verbales, textuales, visuales, simbólicos y de otras clases para entender problemas en las ciencias (Creswell y Creswell, 2018 y Lieber y Weisner, 2010 citado en Hernández Sampieri & Mendoza Torres, 2018) (p. 612).

De acuerdo con lo descrito anteriormente el estudio para ampliación de capacidad instalada en planta Biogás Eecopalsa se ajusta al enfoque cuantitativo por las siguientes razones:

- 1) Los datos se encuentran en números medibles como ser la generación de energía en kilowatts, la tarifa del costo de la energía en lempiras por kilowatts hora y el costo de la inversión del proyecto en Lempiras.
- 2) Con los datos recolectados del costo del proyecto se hará el cálculo de la Tasa de retorno de la inversión para determinar si el proyecto es rentable y así brindar una alternativa para la problemática del desaprovechamiento del biogás en la empresa Eecopalsa.

También tiene enfoque cualitativo por la metodología de recolección de datos a través de entrevistas que se harán a expertos.

3.2.3 ALCANCE DESCRIPTIVO

Hernández Sampieri & Mendoza Torres (2018) menciona que: Los estudios descriptivos tienen como finalidad, especificar propiedades y características de conceptos, fenómenos, variables o hechos en un contexto determinado. A su vez miden o recolectan datos y reportan información sobre diversos conceptos, variables, aspectos, dimensiones o componentes del fenómeno o problema a investigar. En un estudio descriptivo el investigador selecciona una serie de cuestiones (que, recordemos, denominamos variables) y después recaba información sobre cada una de ellas, para así representar lo que se investiga (describirlo o caracterizarlo) (p. 108).

En consonancia con lo referido antes el estudio para la implementación de ampliación de la capacidad instalada en la planta Biogás de la empresa Eecopalsa se adapta al alcance descriptivo por las siguientes razones:

- 1) Hay una recolección de datos que son los metros cúbicos de biogás generado y generación de energía eléctrica. Estos datos provienen estadísticos históricos elaborados mes a mes por la misma empresa.
- 2) Los datos también vienen de la medición de generación de energía (kilowatts) mensualmente, dictada por un medidor instalado por el Operador de Sistema Eléctrico Nacional (ODS) en el punto de generación de la empresa.

3.2.4 TIPO DE ESTUDIO NO EXPERIMENTAL

Hernández Sampieri & Mendoza Torres (2018) Podría definirse como la investigación que se realiza sin manipular deliberadamente variables. Es decir, se trata de estudios en los que no haces variar en forma intencional las variables independientes para ver su efecto sobre otras variables. Lo que efectúas en la investigación no experimental es observar o medir fenómenos y variables tal como se dan en su contexto natural, para analizarlas.

En un estudio no experimental no se genera ninguna situación, sino que se observan situaciones ya existentes, no provocadas intencionalmente en la investigación por quien la realiza. En la indagación no experimental las variables independientes ocurren y no es posible manipularlas, no se tiene control directo sobre dichas variables ni se puede influir en ellas, porque ya sucedieron, al igual que sus efectos (p. 174).

3.2.5 TIPO DE DISEÑO TRANSVERSAL

Hernández Sampieri & Mendoza Torres (2018) Los diseños transeccionales o transversales recolectan datos en un solo momento, en un tiempo único. Su propósito normalmente es:

- 1) Describir variables en un grupo de casos (muestra o población), o bien, determinar cuál es el nivel o modalidad de las variables en un momento dado.
- 2) Evaluar una situación, comunidad, evento, fenómeno o contexto en un punto del tiempo.

- 3) Analizar la incidencia de determinadas variables, así como su interrelación en un momento, lapso o periodo
- 4) Es como tomar una fotografía de algo que sucede (p. 176).

3.3 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

Hernández Sampieri & Mendoza Torres (2018) El diseño de la investigación es la estrategia para seguir para obtener la información requerida a través de los datos con el propósito de dar respuesta de manera satisfactoria al planteamiento del problema enunciado en el capítulo uno.(p. 150).

3.3.1 POBLACIÓN

Tabla 8. Detalle de muestra de acuerdo a la población

Población	Muestra
Experto en energía, colaborador de la empresa Eecopalsa	Walter Méndez, Ingeniero industrial, Jefe de Planta Biogás
Profesionales varios para validación de cuestionarios	Wilmer Díaz, Sub contador General. Víctor Morel, Ingeniero en sistemas.
Experto en finanzas para entrevistar	MsC. Digna López, Contralor General Grupo Palcasa
Experto en energía para entrevistar	Ing. Raúl Zelaya, Ingeniero industrial, INVEPRO
Empresas proveedoras de motores a base de biogás metano	Innio Jenbacher Guascor Energy

Fuente: (Elaboración propia, 2025)

3.4 TÉCNICAS, INSTRUMENTOS Y PROCEDIMIENTOS APLICADOS

3.4.1 TÉCNICAS

- 1) Entrevistas a expertos a través de cuestionarios.
- 2) Recolección de datos a través de la construcción de una base de datos de generación histórica de biogás y energía de la empresa Eecopalsa.
- 3) Recolección de datos a través de revisión documental técnica y financiera sobre generación

de energía a base de biogás.

3.4.2 INSTRUMENTOS

Hernández Sampieri & Mendoza Torres, (2018) expone que: El instrumento desde el punto de vista empírico se resume en que el centro de atención es la respuesta observable (sea una opción de respuesta marcada en un cuestionario, una conducta registrada mediante observación, un valor de un instrumento y su interpretación o una respuesta dada a un entrevistador). La segunda es desde una perspectiva teórica y se refiere a que el interés se sitúa en el concepto subyacente no observable que se representa por medio de la respuesta. Así, los registros del instrumento de medición representan valores visibles de conceptos abstractos. Un instrumento de medición adecuado es aquel que registra datos observables que representan verdaderamente los conceptos o las variables que el investigador tiene en mente (Grinnell, Williams y Unrau, 2009, citado en Hernández Sampieri & Mendoza Torres, 2018). En términos cuantitativos: capturo verdaderamente la realidad que deseo capturar (p. 228).

A continuación, se enlistan los instrumentos utilizados para la recolección de datos:

3.4.2.1 CUESTIONARIO

Consiste en un conjunto de preguntas respecto de una o más variables a medir (Bourke, Kirby y Doran, 2016). Debe ser congruente con el planteamiento del problema e hipótesis (Brace, 2013 citado en Hernández Sampieri & Mendoza Torres, 2018, p. 250).

Se realizarán cuestionarios con preguntas abiertas para realizar las entrevistas con los expertos en el aspecto técnico y financiero.

Las preguntas abiertas proporcionan una información más amplia y son particularmente útiles cuando no tienes información sobre las posibles respuestas de las personas o la que posees es insuficiente (Phillips, Phillips y Aaron, 2013 citado en Hernández Sampieri & Mendoza Torres, 2018a, p. 254).

3.4.2.2 BASE DE DATOS DE GENERACIÓN DE LA EMPRESA EECOPALSA

Consiste en una recopilación de reportes oficiales de generación de biogás y energía histórica de la empresa Eecopalsa.

3.4.2.3 REVISIÓN DOCUMENTAL TÉCNICA Y FINANCIERA SOBRE GENERACIÓN BIOGAS

Consiste en revisar la información proporcionada en cotizaciones por las empresas proveedoras motores para generación de energía a base de biogás

3.4.3 PROCEDIMIENTOS

3.4.3.1 ENTREVISTAS A EXPERTOS A TRAVÉS DE CUESTIONARIOS

La entrevista personal se efectuará directamente con los expertos técnicos, financieros y colaboradores de la empresa Eecopalsa. Una vez que se genere la guía de entrevista que será un cuestionario elaborado para cada tipo de experto, conteniendo preguntas abiertas, buscando obtener información de carácter técnico y financiero concerniente a energías renovables en específico a la energía a base de biogás. Hernández Sampieri & Mendoza Torres (2018) Menciona que: Toda medición o instrumento de recolección de datos cuantitativo debe reunir tres requisitos esenciales: confiabilidad, validez y objetividad (p. 228).

"La confiabilidad o fiabilidad de un instrumento de medición se refiere al grado en que su aplicación repetida al mismo individuo, caso o muestra produce resultados iguales" (Hernández Sampieri & Mendoza Torres, 2018, p. 228).

"La validez, en términos generales, se refiere al grado en que un instrumento mide con exactitud la variable que verdaderamente pretende medir. Es decir, si refleja el concepto abstracto a través de sus indicadores empíricos" (Hernández Sampieri & Mendoza Torres, 2018, p. 229).

"La validez de contenido se refiere al grado en que un instrumento refleja un dominio específico de contenido de lo que se mide o la amplitud en que la medición representa al concepto

o variable medida" (The SAGE Glossary of the Social and Behavioral Sciences, 2009b y Bohrnstedt, 1976, citado en Hernández Sampieri & Mendoza Torres, 2018, p. 230).

La objetividad es, en términos de la investigación cuantitativa, un estándar o ideal que se refiere a la medida en que mediante el proceso de indagación podemos captar los fenómenos tal cual son realmente (SAGE Encyclopedia of Evaluation, 2004, citado en Hernández Sampieri & Mendoza Torres, 2018, p. 238).

3.4.3.2 RECOLECCIÓN DE DATOS DE GENERACIÓN DE ENERGIA DE LA EMPRESA EECOPALSA.

A través de la entrevista al experto Ing. Walter Méndez, que labora en la empresa Eecopalsa y es el encargado de manejar la información sobre la generación de energía mediante reportaría, se logró recopilar los reportes mensuales, construyendo un historial de los meses de enero 2024 a octubre de 2025.

3.4.3.3 RECOLECCIÓN DE DATOS REVISIÓN DOCUMENTAL TÉCNICA Y FINANCIERA SOBRE GENERACIÓN DE BIOGAS.

En conjunto con la empresa Eecopalsa. y el apoyo en información de las empresas expertas en el rubro, como son Innio Jembacher y Guascor se obtuvo la información técnica con cada una de las propuestas, que incluyen propuesta de venta de un motor para generación de energía a base de biogás, con el propósito de determinar alternativas de equipamiento y capacidades disponibles.

3.5 FUENTES DE INFORMACIÓN

3.5.1 FUENTES PRIMARIAS

Las fuentes primarias son todas aquellas de las cuales se obtiene información directa, es decir, de donde se origina la información (Bernal Torres, 2016, p. 258).

Para efectos del estudio, las fuentes primarias son los siguientes:

- 1) Históricos de estadísticas de generación de energía y biogás
- 2) Información técnica de los equipos de generación existentes.
- 3) Información técnica de los equipos propuestos por Innio Jembacher y Guascor Energy.

3.5.2 FUENTES SECUNDARIAS

Las fuentes secundarias son todas aquellas que ofrecen información sobre el tema que se va a investigar, pero que no son la fuente original de los hechos o las situaciones, sino los referenciales (Bernal Torres, 2016, p. 258).

Para efectos de la investigación, se consideraron las siguientes fuentes secundarias:

Registros históricos del consumo de Biogás de Refinadora de Palcasa.

CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y ANÁLISIS

Una vez estructurada la metodología de trabajo para dar respuesta a las preguntas de investigación y la recopilación de datos históricos de producción de biogás mensual permiten dar la base de referencia de la producción que se pretende aprovechar con el nuevo motor, sin embargo, el diseño del modelo y las capacidades acorde al motor generador proveerán las necesidades de equipamiento para el sistema y con lo cual se estimará el tamaño de la inversión.

Pérez, (2020) describe el análisis de los datos como la parte de la investigación que más se disfruta, ya que con la misma permite que las respuestas emerjan (p. 281).

4.1 ESTUDIO TÉCNICO

4.1.2 RESULTADOS DE ENTREVISTAS A EXPERTOS EN ENERGÍA

4.1.2.1 PRODUCCIÓN DE BIOGÁS ANUAL EECOPALSA

De acuerdo con la información brindada por el Ing. Walter Méndez experto en la empresa Eecopalsa la capacidad instalada actualmente es de 650 kilowatts hora, se pretende ampliar a 1650 kilowatts hora, para el análisis se obtuvieron datos del biogás proyectado para generar energía en el año 2026 donde se evidencian información como ser: fruta a procesar, efluente esperado, biogás a producir por metro cubico de efluente recibido, datos de mucha relevancia para los cálculos técnicos y financieros del capítulo cuarto:

Tabla 9. Producción de biogás en base a toneladas de fruta procesada y efluente generado

Proyección de Producción de Planta Biogás 130,000 toneladas 2026															
BIOMASA Y ESTANDAR POTENCIALES	ORIGEN		PRODUCCIÓN / CANTIDAD (ton/mes) o m3 según posibilidades												TOTAL AÑO 2026
	PROPIA	EXTERNA	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	
Proyección de ingresos	TM fruta		7,753	7,979	7,477	7,843	7,777	11,464	13,859	15,501	14,922	13,614	12,747	9,064	130,000
Residuos de proceso															
Raquis	13%	TM	1,008	1,037	972	1,020	1,011	1,490	1,802	2,015	1,940	1,770	1,657	1,178	16,900
Efluente	0.9%	M3	6,977	7,181	6,730	7,059	7,000	10,317	12,473	13,951	13,429	12,253	11,472	8,158	117,000.00
COMBUSTIBLE Y ENERGIA DISPONIBLE															
Biogás total a producir	40	M3	279,093.47	287,254	269,183.42	282,365	279,980.35	412,696	498,923	558,025	537,179	490,109	458,889	326,305	4,679,999.90
Consumo de biogás en refinadora	13500	m3/D	75,214	113,786	113,786	113,786	152,357	138,857	158,143	189,000	208,286	235,286	210,214	171,643	1,880,357
Biogás quemado en TEA	M3		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Biogás disponible para energía en m3	M3		203,879.18	173,468.08	155,397.71	168,578.93	127,623.21	273,838.42	340,779.64	369,024.80	328,893.29	254,822.82	248,674.88	154,661.79	2,799,642.76
Energía eléctrica generada con Biogás	2	KW/m3	428,146.29	364,282.98	326,335.19	354,015.74	268,008.74	575,060.68	715,637.25	774,952.09	690,675.91	535,127.91	522,217.25	324,789.77	5,879,249.79

Consumo de energía eléctrica de la planta biogás	5%	KW	20,387.92	17,347	15,540	16,858	12,762	27,384	34,078	36,902	32,889	25,482	24,867	15,466	279,964	
Pérdidas de energía por transformación		kW	3%	12,844	10,928	9,790	10,620	8,040	17,252	21,469	23,249	20,720	16,054	15,667	9,744	176,377
Energía eléctrica disponible para venta				394,913.98	336,007.68	301,005.36	326,537.38	247,206.15	530,425.02	660,090.17	714,801.04	637,066.30	493,591.80	481,683.24	299,579.90	5,422,908.02
Energía eléctrica generada con Jenbacher				276,439.79	235,205.38	210,703.75	228,576.16	173,044.31	371,297.51	462,063.12	500,360.73	445,946.41	345,514.26	337,178.27	209,705.93	3,796,035.61
Energía eléctrica generada con Guascor				118,474.19	100,802.30	90,301.61	97,961.21	74,161.85	159,127.51	198,027.05	214,440.31	191,119.89	148,077.54	144,504.97	89,873.97	1,626,872.41
Horas de trabajo Jenbacher		1040 kW/h		265.81	226.16	202.60	219.78	166.39	357.02	444.29	481.12	428.79	332.23	324.21	201.64	3,650

Fuente: (Presupuesto EECOPALSA, 2026).

4.1.3 RESULTADOS DE LA CONSTRUCCIÓN DE LA BASE DE DATOS DEL CONSUMO ENERGÉTICO HISTÓRICO DE LA EMPRESA EECOPALSA

El estudio se abre con la revisión de las toneladas métricas estimadas de fruta a procesar, de donde se deriva el efluente que sirve como materia prima para generar biogás. Esta valoración se apoya en el registro de producción de la organización. Basándose de una cantidad estimada de efluente (m³), se determina el volumen de biogás disponible, el cual se convierte en electricidad usando un sistema de digestión anaeróbica y generación. Todos los datos utilizados son datos históricos operativos proporcionados por la empresa, lo que asegura la fiabilidad del cálculo energético.

Tabla 10. Historial de volúmenes y precios de biogás entre EECOPALSA y la Refinadora.

FECHA	Biogas M ³	Precio de venta de Biogas M ³	Total Venta en Lps
31/01/2024	174,908.00	L 3.80	L 664,650.40
29/02/2024	129,207.00	L 3.80	L 490,986.60
31/03/2024	138,201.00	L 3.80	L 525,163.80
30/04/2024	120,268.00	L 3.80	L 457,018.40
31/05/2024	220,726.00	L 3.80	L 838,758.80
29/06/2024	298,154.00	L 3.80	L 1,132,985.20
31/07/2024	299,600.00	L 3.80	L 1,138,480.00
31/08/2024	420,923.00	L 3.80	L 1,599,507.40
30/09/2024	388,907.00	L 3.80	L 1,477,846.60
31/10/2024	297,212.00	L 3.80	L 1,129,405.60
30/11/2024	375,100.00	L 3.80	L 1,425,380.00
31/12/2024	233,109.00	L 3.80	L 885,814.20
31/01/2025	307,327.00	L 3.80	L 1,167,842.60
28/02/2025	238,157.00	L 3.80	L 904,996.60
31/03/2025	373,760.00	L 3.80	L 1,420,288.00
30/04/2025	314,635.00	L 3.80	L 1,195,613.00
31/05/2025	314,500.00	L 3.80	L 1,195,100.00
30/06/2025	293,384.00	L 3.80	L 1,114,859.20
31/07/2025	347,348.00	L 3.80	L 1,319,922.40
31/08/2025	271,579.00	L 3.80	L 1,032,000.20
30/09/2025	274,695.00	L 3.80	L 1,043,841.00
31/10/2025	203,346.00	L 3.80	L 772,714.80
TOTALES	6,035,046.00		22,933,174.80

Fuente: (Historial Empresa EECOPALSA, 2024-2025).

Tabla 11. Tabla de aprovechamiento energético del biogás transferido a la Refinadora

FECHA	Biogas M ³	kWh/M ³ de biogas	Total kWh de energía	Precio de venta de kWh energía	Total Venta de kWh en Lps.
31/01/2024	174,908.00	2.1	367,306.80	L 3.40	L 1,248,843.12
29/02/2024	129,207.00	2.1	271,334.70	L 3.40	L 922,537.98
31/03/2024	138,201.00	2.1	290,222.10	L 3.40	L 986,755.14
30/04/2024	120,268.00	2.1	252,562.80	L 3.40	L 858,713.52
31/05/2024	220,726.00	2.1	463,524.60	L 3.40	L 1,575,983.64
29/06/2024	298,154.00	2.1	626,123.40	L 3.40	L 2,128,819.56
31/07/2024	299,600.00	2.1	629,160.00	L 3.40	L 2,139,144.00
31/08/2024	420,923.00	2.1	883,938.30	L 3.40	L 3,005,390.22
30/09/2024	388,907.00	2.1	816,704.70	L 3.40	L 2,776,795.98
31/10/2024	297,212.00	2.1	624,145.20	L 3.40	L 2,122,093.68
30/11/2024	375,100.00	2.1	787,710.00	L 3.40	L 2,678,214.00
31/12/2024	233,109.00	2.1	489,528.90	L 3.40	L 1,664,398.26
31/01/2025	307,327.00	2.1	645,386.70	L 3.40	L 2,194,314.78
28/02/2025	238,157.00	2.1	500,129.70	L 3.40	L 1,700,440.98
31/03/2025	373,760.00	2.1	784,896.00	L 3.40	L 2,668,646.40
30/04/2025	314,635.00	2.1	660,733.50	L 3.40	L 2,246,493.90
31/05/2025	314,500.00	2.1	660,450.00	L 3.40	L 2,245,530.00
30/06/2025	293,384.00	2.1	616,106.40	L 3.40	L 2,094,761.76
31/07/2025	347,348.00	2.1	729,430.80	L 3.40	L 2,480,064.72
31/08/2025	271,579.00	2.1	570,315.90	L 3.40	L 1,939,074.06
30/09/2025	274,695.00	2.1	576,859.50	L 3.40	L 1,961,322.30
31/10/2025	203,346.00	2.1	427,026.60	L 3.40	L 1,451,890.44
TOTALES	6,035,046.00		12,673,596.60		L43,090,228.44

Fuente: (Historial Empresa EECOPALSA, 2024-2025).

En la Tabla 10 y 11 se muestra el consumo mensual de biogás (m³) en la planta Refinadora y su equivalente en energía eléctrica (kWh) al aplicar el factor de generación estimado de 2.1 kWh/m³ de biogás. Además, se adjunta la proyección del valor económico de dicha energía si se vendiera a la ENEE, utilizando una tarifa base promedio de L.3.4/kWh. Esta información son datos históricos operativos de los años 2024 y 2025 que muestran la variación mensual del biogás disponible y su potencial energético. Para el año 2026 se pretende que este biogás ilustrado en tablas ya no sea utilizado en su totalidad por La Refinadora ya que la planta extractora podrá suplir sus necesidades de vapor mediante la Caldera Mechmar, para el proceso productivo de La Refinadora, en el año 2025 se hicieron pruebas de paso de vapor hacia La Refinadora desde la Caldera Mechmar de Palcasa, lo cual ha resultado factible.

4.1.4 CAPACIDAD DE LOS MOTORES GENERADORES.

El motor generador debe ser un equipo de 1 MW de potencia eléctrica, acorde con la energía anual estimada para el sistema. Con los 3.7 millones de kWh/año estimados y 3,650 horas de funcionamiento, el motor opera a una potencia efectiva de alrededor de 1,040 kW, lo que verifica que su capacidad se ajusta a la generación modelada.

El motor funciona con un consumo específico de 0.5 m³/h por kWh, lo que requiere aproximadamente 520 m³/h de biogás, que deben ser suministrados en forma continua por la planta de digestión. Esta necesidad se alinea con el potencial de flujo de biogás que se podría generar a partir del efluente del procesamiento de fruta.

El equipo está garantizado, por lo que las 3,650 horas estimadas de funcionamiento son un uso moderado que disminuye el desgaste y permite cumplir con los mantenimientos sin afectar la generación de energía.

En conjunto, la potencia del motor-generador es apropiada y está bien dimensionada para la cantidad de biogás y la electricidad que necesita generar el proyecto.

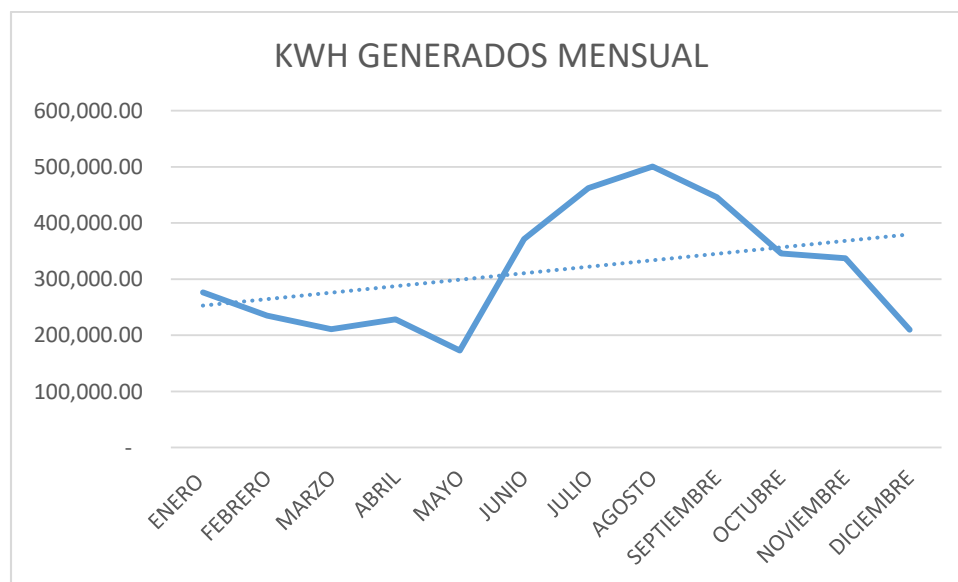


Figura 16. Producción mensual de energía

Fuente: (Presupuesto EECOPALSA, 2026)

4.1.5 LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO.

El proyecto de ampliación de capacidad instalada hará uso del espacio ya disponible en la planta biogás, el cual es de un máximo de 600 metros cuadrados.

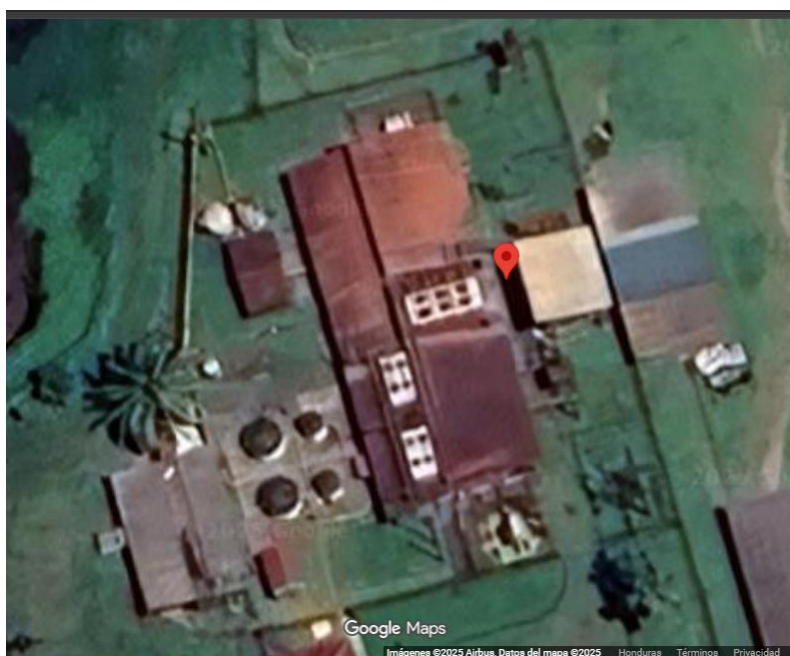


Figura 17. Ubicación de la instalación del motor generador EECOPALSA.

Fuente: (Google Maps 2025)

4.1.6 PROPUESTA DE LA JENBACHER

4.1.6.1 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL MOTOR

Tabla 12. Especificaciones técnicas del motor

Característica	Descripción
Modelo	Jenbacher JGS320
Tipo de motor	Motor de combustión interna, ciclo Otto
Combustible	Biogás (55–65 % CH ₄)
Número de cilindros	20
Configuración	V20
Revoluciones nominales	1,500 rpm (50 Hz) / 1,800 rpm (60 Hz)
Sistema de aspiración	Turboalimentado
Sistema de enfriamiento	Agua + intercooler

Fuente: (Elaboración propia, 2025)

La producción de energía en un motor a biogás se logra al convertir la energía química del metano en energía mecánica y luego en energía eléctrica. Primero, el biogás producido en la digestión anaeróbica se purifica, quitando el agua y los compuestos corrosivos (sulfuro de hidrógeno H₂S, por ejemplo).

Después, el biogás purificado se mezcla con aire, luego se inyecta en los cilindros del motor, donde se comprime y se enciende con bujías (ciclo Otto de combustión interna). La expansión de la mezcla quemada empuja los pistones, que mueven el cigüeñal, produciendo energía mecánica rotacional.

Esta energía se aplica de manera directa a un generador síncrono acoplado al motor, que la transforma en energía eléctrica trifásica. Todo ello transforma el biogás en energía eléctrica de forma continua y con eficiencias que pueden mejorarse recuperando el calor residual del motor, en caso de sistemas de cogeneración.

4.1.6.2 EQUIPAMIENTO DEL MOTOR GENERADOR



Figura 18. Motor generador
Fuente (Innio Jenbacher, 2025)



Figura 21. Panel de control
Fuente (All Power Solution, 2023)

4.1.6.3 PRODUCCIÓN TEÓRICA DEL MOTOR GENERADOR.

La simulación de la producción del motor generador resulto en 3.7 millones de kilowatts hora al año, con diferentes valores totales por mes acorde a las producción de efluente y biogás según presupuesto de proceso de fruta, se representan dicha producción con el siguiente gráfico.

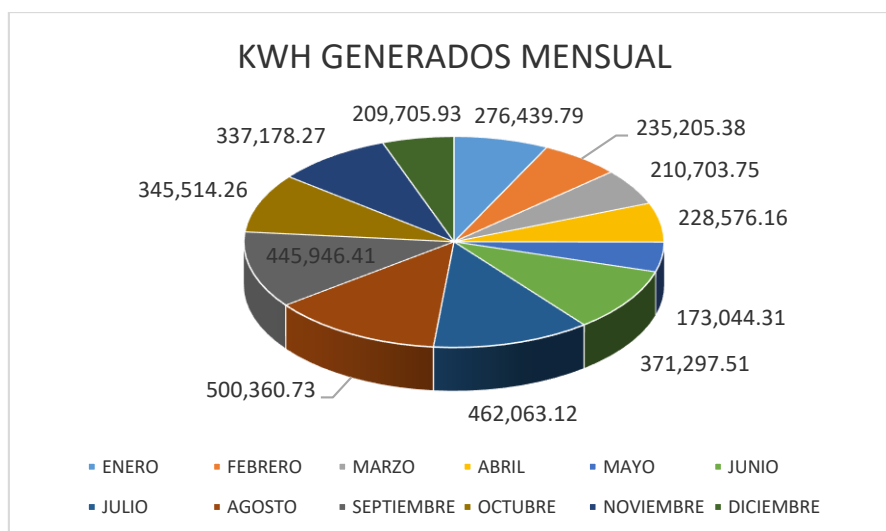


Figura 22. Producción mensual de kilowatts-hora del motor generador
Fuente: (Presupuestos EECOPALSA, 2026)

4.1.7 PROPUESTA DE LA EMPRESA GUASCOR ENERGY

4.1.7.1 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL MOTOR.

El motor-generator Guascor G-56SL de 1.03 MWe está concebido para trabajar en régimen continuo con biogás. Opera a 1800 rpm, genera a 480 V–60 Hz y está preparado para trabajar en paralelo con la red. Se entrega montado sobre skid con todos los equipos auxiliares para la generación. Tiene 12 meses de garantía desde la puesta en marcha (18 desde la entrega). Su potencia nominal requiere de un suministro de 520 m³/h de biogás, y puede funcionar 24/7 en aplicaciones industriales.

4.1.7.2 EQUIPAMIENTO DEL MOTOR GENERADOR

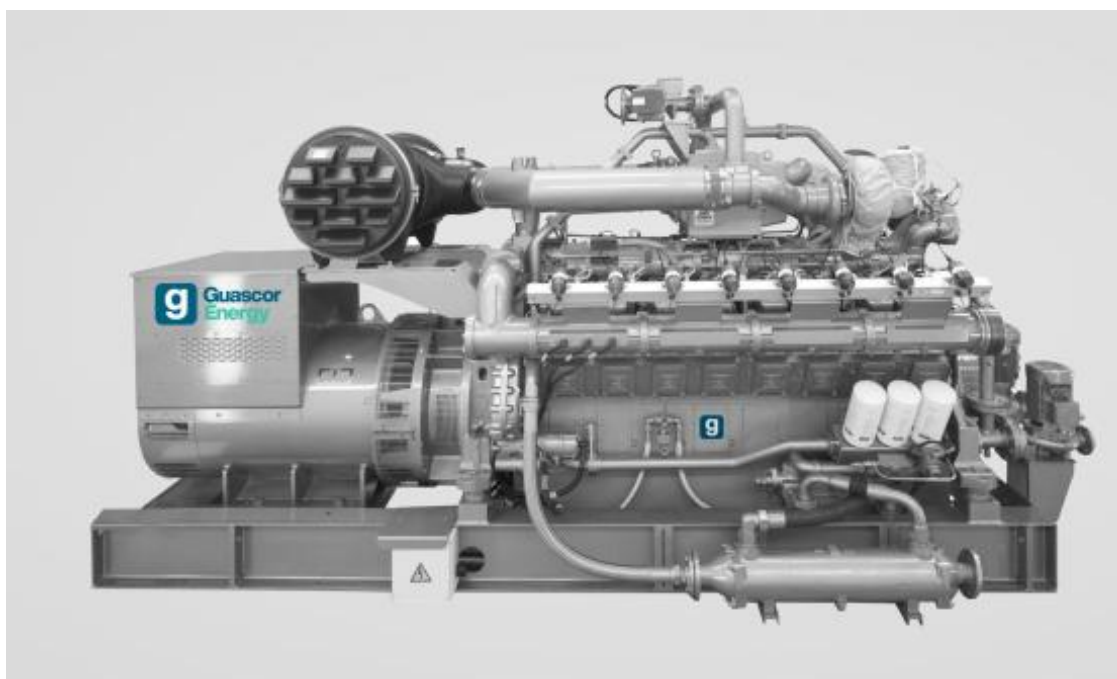


Figura 23. Motor generador Guascor.

Fuente: (Ecopalsa, 2025)



Figura 24. Silenciador motor Guascor

Fuente: (Eecopalsa, 2025)



Figura 25. Radiador motor Guascor

Fuente: (Eecopalsa, 2025)



Figura 26. Panel de control motor Guascor
 Fuente: (Eecopalsa, 2025)



Figura 27. Panel de control motor Guascor
 Fuente: (Eecopalsa, 2025)

4.1.7.3 PRODUCCIÓN PROYECTADA DEL MOTOR GENERADOR.

La simulación de la producción del motor generador resulto en 3.7 millones de kilowatts hora al año, con diferentes valores totales por mes acorde a las producción de efluente y biogás según presupuesto de proceso de fruta, se representan dicha producción con el siguiente gráfico.

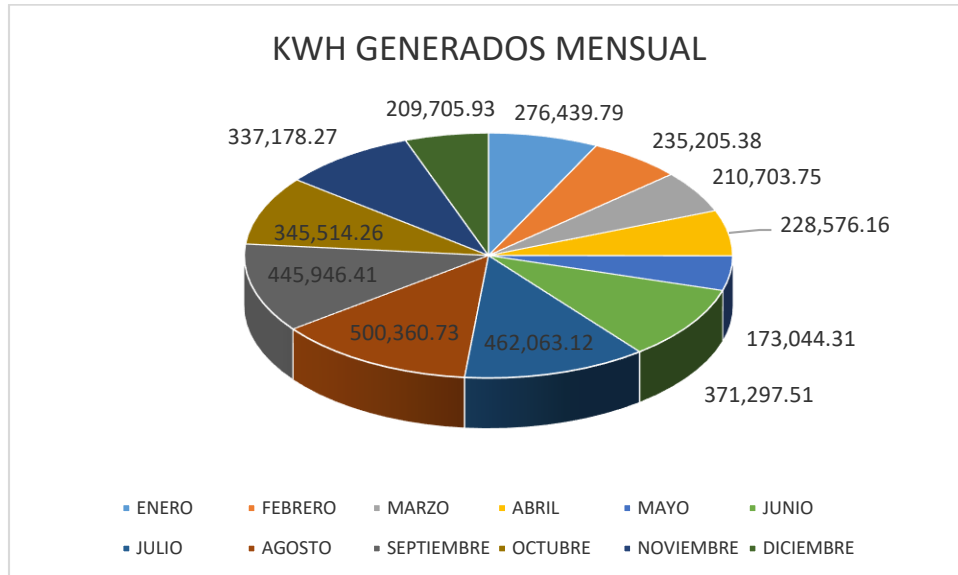


Figura 28. Producción mensual de kilowatts-hora del motor generador

Fuente: (Presupuestos EECOPALSA, 2026)

4.1.8 TRÁMITES LEGALES PARA LA OPERACIÓN DEL MOTOR GENERADOR.

La ley es esencial para la sostenibilidad, seguridad y viabilidad económica de los proyectos de energía renovable. En Honduras, el uso del biogás apoya la diversificación de la matriz energética, disminuye las emisiones y apoya el desarrollo rural. Por lo cual se describen los pasos ante la Secretaría de Energía (SEN), la Comisión Reguladora de Energía Eléctrica (CREE), la Empresa Nacional de Energía Eléctrica (ENEE) y otras autoridades pertinentes, incluyendo las consideraciones ambientales y fiscales a cumplir.

Requisitos:

- 1) Registro ante la Secretaría de Energía (SEN) como productor de biogás y solicitud de permiso de operación.

- 2) Obtención de exoneraciones fiscales para equipos e insumos conforme al Acuerdo SEN-132-2023.
- 3) Cumplimiento de la Ley General de la Industria Eléctrica (LGIE) y regulaciones emitidas por la Comisión Reguladora de Energía Eléctrica (CREE).
- 4) Realización de estudios técnicos y trámite de interconexión con la Empresa Nacional de Energía Eléctrica (ENEE).
- 5) Gestión de licencia ambiental ante SERNA/MiAmbiente mediante el Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental (SINEIA).
- 6) Permisos municipales y sectoriales (uso de suelo, agua, construcción) y coordinación con COPECO y SANAA.
- 7) Registro y seguimiento de trámites en la Ventanilla Única de SEN para generación eléctrica renovable.
- 8) Cumplimiento de la Hoja de Ruta Biogás 2023–2025 para integración de políticas y apoyo financiero.

4.1.9 IMPACTO AMBIENTAL DEL PROYECTO

La ampliación de la capacidad instalada de la planta de biogás Energía Ecológica de Palcasa S.A. de C.V. genera un impacto ambiental positivo significativo, ya que contribuye directamente a la mitigación de gases de efecto invernadero y al aprovechamiento eficiente de residuos agroindustriales que, de no ser tratados adecuadamente, representarían un riesgo ambiental.

Uno de los principales beneficios ambientales del proyecto es la reducción de emisiones de metano, gas con un potencial de calentamiento global considerablemente mayor al del dióxido de carbono. Al capturar y utilizar el biogás para la generación de energía eléctrica, se evita su liberación directa a la atmósfera, contribuyendo a la disminución de emisiones contaminantes y al cumplimiento de compromisos ambientales nacionales e internacionales.

Asimismo, el proyecto mejora la gestión de efluentes generados en los procesos productivos de la empresa, reduciendo la contaminación de suelos y cuerpos de agua al ser utilizados como un fertilizante orgánico para las plantaciones de palma africana. La valorización energética de estos residuos transforma un pasivo ambiental en un recurso productivo, fortaleciendo el enfoque de economía circular y sostenibilidad ambiental.

Desde una perspectiva ambiental integral, la ampliación de la planta se alinea con los Objetivos de Desarrollo Sostenible, especialmente el ODS 7 (energía asequible y no contaminante), ODS 12 (producción y consumo responsables) y ODS 13 (acción por el clima), consolidando al proyecto como una alternativa ambientalmente responsable y sostenible.

4.2 ESTUDIO FINANCIERO

La empresa EECOPALSA financiara el proyecto con crédito con Banco Atlántida con tasa de interés del 13.5% anual a pagar en 10 años.

Tabla 13. Inversión Total

PRESUPUESTO DE INVERSION MOTOR JENBACHER	
<i>Descripcion</i>	<i>Monto en Lps.</i>
Generador	L 12,030,716.93
Base de concreto	L 85,508.07
Análisis de Suelo	L 9,775.00
Instalacion de generador en su base	L 127,000.00
Instalacion de tubería para biogas	L 27,000.00
Instalacion de radiador	L 35,000.00
Instalacion electrica y de potencia	L 685,000.00
Total	L 13,000,000.00

Fuente: (Elaboración propia 2025)

Tabla 14. Cálculo del costo de capital

Monto:	13,000,000.00			
Plazo (años):	10		40	
Tasa (%):	13.5%		3.38%	
Cuota:	325,000.00			
Año	Capital	Interes	Cuota	Saldo
1	1,300,000.00	1,689,187.50	2,989,187.50	11,700,000.00
2	1,300,000.00	1,513,687.50	2,813,687.50	10,400,000.00
3	1,300,000.00	1,338,187.50	2,638,187.50	9,100,000.00
4	1,300,000.00	1,162,687.50	2,462,687.50	7,800,000.00
5	1,300,000.00	987,187.50	2,287,187.50	6,500,000.00
6	1,300,000.00	811,687.50	2,111,687.50	5,200,000.00
7	1,300,000.00	636,187.50	1,936,187.50	3,900,000.00
8	1,300,000.00	460,687.50	1,760,687.50	2,600,000.00
9	1,300,000.00	285,187.50	1,585,187.50	1,300,000.00
10	1,300,000.00	109,687.50	1,409,687.50	0.00
Total	13,000,000.00	8,994,375.00	21,994,375.00	
	Total Capital + Intereses		21,994,375.00	

Fuente: (Elaboración propia, 2025)

4.2.1 ANÁLISIS FINANCIERO DE LA INVERSIÓN JENBACHER

El monto total del proyecto con INNIO JENBACHER es de L. 13,000,000.00 donde los desembolsos de capital se harían con el siguiente esquema:

- 1) 50% del total del proyecto como pago inicial al momento de firmar el acuerdo contractual.
- 2) 40% del total del proyecto una vez se entreguen los equipos requeridos en las instalaciones de Eecopalsa.
- 3) 10% del monto total del proyecto una vez ejecutadas las pruebas de funcionamiento y EECOPALSA dando fe de recibir el proyecto totalmente completado y listo para puesta en marcha.

Una vez ejecutado el primer desembolso de inversión, el proyecto se estima completar instalaciones en 11 meses, para lo cual a partir del doceavo mes motor generador iniciaría su

operación, generación y venta de energía eléctrica, se presentan los siguientes flujos de efectivos anualizados para 10 años de evaluación.

Tabla 15. Flujos acumulados por año para la opción con Jenbacher.

Flujo de efectivo operativo		Flujos en Valor Presente
-	13,000,000.00	
	6,090,812.50	L5,366,354.63
	5,666,312.50	L4,398,542.57
	5,841,812.50	L3,995,397.83
	6,017,312.50	L3,625,927.54
	6,192,812.50	L3,287,824.47
	6,368,312.50	L2,978,853.86
	6,543,812.50	L2,696,868.78
	6,719,312.50	L2,439,820.90
	6,894,812.50	L2,205,767.36
	7,070,312.50	L1,992,874.70
		L32,988,232.63

Fuente: (Elaboración propia, 2025)

Se obtuvieron los siguientes resultados de Tasa Interna de Retorno (TIR) y Valor presente neto (VPN) calculados a 10 años del proyecto desglosados en la siguiente tabla:

Tabla 16. Indicadores de TIR y VPN para proyecto con JENBACHER.

1. TIR	45.25%
2. Valor Actual Neto	L29,759,821.21
3. Índice de Rentabilidad	2.54
4. Periodo de recuperación en años	3.18

Fuente: (Elaboración propia, 2025)

Los flujos de efectivo mensuales a partir del primer desembolso de capital proyectan que el tiempo de recuperación de la inversión es de 3.1 años y que, a partir del año posterior, el motor comenzaría a generar utilidad a la empresa EECOPALSA justo después de recuperar la inversión inicial. La siguiente tabla muestra los flujos de efectivo, para ilustrar el tiempo de recuperación de la inversión anualizada se denota a partir del tercer año flujos positivos.

Tabla 17. Flujos de efectivos para proyección de recuperación para Jenbacher.

Año	Flujos de Efectivo	Flujo acumulado
0	- 13,000,000.00	- 13,000,000.00
1	6,090,812.50	-7,633,645.37
2	5,666,312.50	-3,235,102.81
3	5,841,812.50	760,295.02
4	6,017,312.50	4,386,222.56
5	6,192,812.50	7,674,047.03
6	6,368,312.50	10,652,900.88
7	6,543,812.50	13,349,769.67
8	6,719,312.50	15,789,590.57
9	6,894,812.50	17,995,357.93
10	7,070,312.50	19,988,232.63

Fuente: (Elaboración propia, 2025)

4.2.2 ANÁLISIS FINANCIERO DE LA INVERSIÓN PARA GUASCOR ENERGY

Tabla 18. Inversión total Guascor

PRESUPUESTO DE INVERSION MOTOR GUASCOR	
<i>Descripcion</i>	<i>Monto en Lps.</i>
Generador	L 12,480,939.28
Base de concreto	L 85,508.07
Analisis de Suelo	L 9,775.00
Instalacion de generador en su base	L 127,000.00
Instalacion de tuberia para biogas	L 27,000.00
Instalacion de radiador	L 35,000.00
Instalacion electrica y de potencia	L 734,777.65
Total	L 13,500,000.00

Fuente: Elaboración propia 2025)

Tabla 19. Cálculo del costo de capital

Monto:	13,500,000.00			
Plazo (años):	10		40	
Tasa (%):	13.5%		3.38%	
Cuota:	337,500.00			
Año	Capital	Interes	Cuota	Saldo
1	1,350,000.00	1,754,156.25	3,104,156.25	12,150,000.00
2	1,350,000.00	1,571,906.25	2,921,906.25	10,800,000.00
3	1,350,000.00	1,389,656.25	2,739,656.25	9,450,000.00
4	1,350,000.00	1,207,406.25	2,557,406.25	8,100,000.00
5	1,350,000.00	1,025,156.25	2,375,156.25	6,750,000.00
6	1,350,000.00	842,906.25	2,192,906.25	5,400,000.00
7	1,350,000.00	660,656.25	2,010,656.25	4,050,000.00
8	1,350,000.00	478,406.25	1,828,406.25	2,700,000.00
9	1,350,000.00	296,156.25	1,646,156.25	1,350,000.00
10	1,350,000.00	113,906.25	1,463,906.25	0.00
Total	13,500,000.00	9,340,312.50	22,840,312.50	
	Total Capital + Intereses		22,840,312.50	

Fuente (Elaboración propia, 2025)

El monto total del proyecto con GUASCOR ENERGY es de L. 13,500,000.00 donde los desembolsos de capital se harían con el siguiente esquema:

- 1) 50% del total del proyecto como pago inicial al momento de firmar el acuerdo contractual.
- 2) Restante 50% Letra de cambio condiciones a definir en Banco Primera Línea.

Una vez ejecutado el primer desembolso de inversión, el proyecto se estima completar instalaciones en 11 meses, para lo cual a partir del onceavo mes el motor generador iniciaría su operación, generación y venta de energía eléctrica, se presentan los siguientes flujos de efectivos anualizados para 10 años de evaluación.

Tabla 20. Flujos acumulados por años para la opción con Guascor Energy

Flujo de efectivo operativo		Flujos en Valor Presente
-	13,500,000.00	
	6,025,843.75	L5,309,113.44
	5,608,093.75	L4,353,349.57
	5,790,343.75	L3,960,196.74
	5,972,593.75	L3,598,980.80
	6,154,843.75	L3,267,666.49
	6,337,093.75	L2,964,250.92
	6,519,343.75	L2,686,784.60
	6,701,593.75	L2,433,387.12
	6,883,843.75	L2,202,258.27
	7,066,093.75	L1,991,685.58
		L32,767,673.53

Fuente (Elaboración propia, 2025)

Se obtuvieron los siguientes resultados de Tasa Interna de Retorno (TIR) y Valor presente neto (VPN) calculados a 10 años del proyecto desglosados en la siguiente tabla:

Tabla 21. Indicadores de TIR y VPN para proyecto con Guascor Energy

1. TIR	43.08%	
2. Valor Actual Neto		L29,415,092.44
3. Índice de Rentabilidad		2.43
4. Periodo de recuperación en años		3.29

Fuente: (Elaboración propia, 2025)

Los flujos de efectivo mensuales a partir del primer desembolso de capital proyectan que el tiempo de recuperación de la inversión es de 3.2 años y que, a partir del año posterior, el motor comenzaría a generar utilidad a la empresa EECOPALSA justo después de recuperar la inversión inicial. La siguiente tabla muestra los flujos de efectivo, para ilustrar el tiempo de recuperación de la inversión anualizada se denota a partir del tercer año flujos positivos.

Tabla 22. Flujos de efectivos para proyección de recuperación para Guascor Energy

Año	Flujos de Efectivo	Flujo acumulado
0	- 13,500,000.00	- 13,500,000.00
1	6,025,843.75	-8,190,886.56
2	5,608,093.75	-3,837,536.99
3	5,790,343.75	122,659.75
4	5,972,593.75	3,721,640.55
5	6,154,843.75	6,989,307.04
6	6,337,093.75	9,953,557.95
7	6,519,343.75	12,640,342.55
8	6,701,593.75	15,073,729.67
9	6,883,843.75	17,275,987.95
10	7,066,093.75	19,267,673.53

Fuente: (Elaboración propia, 2025)

4.3 CUADROS COMPARATIVOS DE LOS MOTORES GENERADORES

A continuación, se presenta una tabla comparativa de las capacidades e indicadores financieros de ambos motores, para una mejor interpretación de las alternativas estudiadas.

Tabla 23. Tabla comparativa entre ambas alternativas de motores generadores

Estudio	Parámetro	Guascor G-56SL	Jenbacher JGS320 D825
Técnico	Potencia eléctrica nominal	1030 kW _e (Cos Φ = 1), 480 V-60 Hz	1.0 MW 480V
	Velocidad nominal	1800 rpm	1500/1800 rpm.
	Tipo de motor	Grupo on-skid para operación 24/24 h	Motor a biogás modelo JGS320 D825
	Incluye control remoto	Sí, RDS + hardware incluido	Incluido
	Puesta en marcha	No incluida	No incluida
Condiciones de entrega	Transporte / CIF	CIF Puerto Cortés	Incluido en el precio base
	Tiempo de entrega	10 meses	10 meses
	Condición de pago	50% anticipo + 50% LC	50% anticipo, 40% después de envío, 10% contra entrega
	Alcance del suministro	Incluye motor + auxiliares básicos + RDS	Solo motor; mayoría de sistemas deben adquirirse aparte
	Obras civiles	No incluidas	No incluidas
Garantía	Período de garantía	12 meses desde puesta en marcha o 18 meses desde entrega	12 meses desde PM o 8,000 h o 18 meses desde aviso de disponibilidad
	Condiciones especiales	Servicio debe ser realizado por partner autorizado	Debe cumplir mantenimiento, repuestos y procedimientos del fabricante
	Cobertura de herramientas y repuestos	No incluida	No incluida
Indicador financiero	Inversión total	L13,500,000.00	L13,000,000.00
	Inicio de operación	Mes 12	Mes 12
	Flujo neto año 3	5,790,343.75	5,841,812.50
	Flujo neto año 4	5,972,593.75	6,017,312.50
	Payback simple	3.2 años	3.1 años
	VPN (10 años)	L29,415,092.44	L29,759,821.21
	TIR (10 años)	43%	45%
Operativo	Energía anual estimada	3.4 GWh/año	3.4 GWh/año
	Horas de operación proyectadas	3,650 horas/año	3,650 horas/año
	Adecuación al biogás disponible	Alineado con el caudal proyectado en base al efluente	Alineado; requiere volumen similar
	Robustez técnica	Motor industrial de alto desempeño, reconocido en plantas grandes	Motor industrial de operación continua, ampliamente usado en biogás

Fuente: (Elaboración propia, 2025)

4.4 COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS

En base a los resultados y análisis del estudio financiero, se acepta la hipótesis de investigación, que dice: La implementación de la ampliación de la capacidad instalada en la planta biogás presenta una Tasa Interna de Retorno (TIR) mayor que el costo de capital, y esto se puede ver reflejado en la siguiente tabla para ambas propuestas:

Tabla 24. Comprobación de la hipótesis para Guascor y Jenbacher

Alternativas	TIR		Costo de capital
Guascor	43%	>	13.5%
Jenbacher	45%		

Fuente: (Elaboración propia, 2025)

Después del análisis financiero la empresa optara por la compra del motor Jenbacher, tomando en cuenta la calidad superior del motor y una TIR mayor que la propuesta del motor Guascor y las recomendaciones del experto en energía Ing. Raúl Zelaya mediante cuestionario (ver anexo #13).

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El objetivo de este capítulo, una vez revisado y procesado los datos recopilados de las propuestas de motores generadores de energía eléctrica a base de biogás y las estimaciones financieras del proyecto de inversión para solucionar una necesidad de la empresa EECOPALSA, es poder responder de manera lógica a las preguntas de la investigación.

5.1 CONCLUSIONES

1) Conclusiones generales del estudio técnico-financiero

En respuesta a la primera pregunta de investigación, el estudio técnico-financiero para la ampliación de la capacidad instalada de la planta Biogás Energía Ecológica de Palcasa concluye que el proyecto es totalmente viable en términos técnicos, financieros, ambientales y operativos, en base a lo siguiente:

- a) Hay disponibilidad y se puede asegurar el suministro continuo de biogás a partir de las aguas residuales del proceso de extracción de aceite de palma africana. Esta capacidad permite aumentar la generación de energía eléctrica sin afectar la estabilidad del sistema actual, garantizando una operación confiable y sostenible en el tiempo. Además, la generación histórica de biogás muestra una tendencia constante que apoya el crecimiento proyectado.
- b) La empresa tiene la infraestructura elemental, la experiencia operativa y el personal técnico capacitado para hacerse cargo de la ampliación de la capacidad instalada. Estos elementos disminuyen en gran medida los riesgos técnicos y operativos del proyecto, al aprovechar el conocimiento y la infraestructura instalada y evitar incurrir en costos adicionales de capacitación o infraestructura crítica.
- c) El proyecto se ajusta a la estrategia de crecimiento sostenible de la empresa, al hacer un uso eficiente de los recursos energéticos. La ampliación refuerza el modelo de economía circular de EECOPALSA, aprovechando al máximo los residuos orgánicos y ayudando a disminuir la contaminación, fortaleciendo su compromiso ambiental y social.

2) Estudio técnico de factibilidad.

Para responder a la segunda pregunta de investigación, el estudio técnico realizado determina que es viable aumentar la capacidad instalada de la planta, teniendo en cuenta lo siguiente:

- a) La cantidad histórica de biogás que se genera en la planta es suficiente para alimentar motores generadores adicionales y asegurar la continuidad y eficiencia energética del sistema ampliado. Los datos muestran que hay biogás infrautilizado que puede convertirse en electricidad sin alterar el proceso de digestión anaeróbica.
- b) Las alternativas de tecnología evaluadas cumplen con los requisitos técnicos, regulatorios y de compatibilidad con el equipamiento vigente en la instalación. Estas soluciones se integran de manera segura con los sistemas actuales, previniendo riesgos de incompatibilidad, fallos en la operación o incumplimientos ante el controlador del sector eléctrico.
- c) La ampliación propuesta puede utilizar mejor el biogás desaprovechado, mejorando la digestión anaeróbica e incrementando la producción de energía eléctrica renovable. Esto crea un sistema más eficiente en total, con menos pérdida de energía y beneficios ambientales al prevenir la quema o exposición de metano a la atmósfera

3) Análisis económico-financiero

Como respuesta a la tercera pregunta de investigación, el análisis económico-financiero indica que la ampliación de la capacidad instalada es viable económicamente, ya que se obtuvo lo siguiente:

- a) Los indicadores financieros logrados, como $VPN > 0$ y $TIR > \text{costo de capital}$, satisfacen los criterios de aceptabilidad financiera. Estos resultados señalan que el proyecto no solo recupera la inversión, sino que también genera ganancias para la empresa en el horizonte de tiempo planteado.

- b) Las dos alternativas analizadas tienen tiempos de recuperación de la inversión aceptables para proyectos de infraestructura energética. Esto disminuye el riesgo financiero al principio y aumenta la capacidad de la empresa para llevar a cabo el proyecto sin poner en peligro su estabilidad financiera.
- c) El proyecto crea valor económico para la empresa y fortalece su sostenibilidad financiera, al convertir una fuente renovable de energía en una fuente continua de ingresos o ahorro energético. Además, la ampliación refuerza la posición competitiva de la empresa en el sector de energía y la posiciona como modelo en generación renovable.

5.2 RECOMENDACIONES

1) Estrategia de implementación del proyecto

Como resultado de la viabilidad integral que arrojó el estudio técnico-financiero, se sugiere a la gerencia de Energía Ecológica de Palcasa tomar en cuenta las siguientes acciones estratégicas para garantizar la implementación exitosa del proyecto de ampliación de capacidad instalada:

- a) Aprobar la ampliación de la capacidad instalada como un proyecto prioritario en el plan estratégico institucional, por los beneficios que generará en la rentabilidad, eficiencia operativa y ambiental de la empresa. Esta medida fortalecerá la utilización del biogás como fuente de energía. Además, permitirá la canalización oportuna de recursos financieros, técnicos y humanos para su ejecución ordenada.
- b) Integrar el proyecto de ampliación en los planes de crecimiento y sostenibilidad empresarial a mediano y largo plazo, en concordancia con las políticas corporativas de responsabilidad social y ambiental. De este modo, el proyecto apoyará la consolidación de la visión estratégica de la empresa. Además, posibilitará la articulación de la expansión con futuras inversiones en tecnologías limpias y eficiencia energética.
- c) Priorizar la utilización integral del biogás producido en la planta para maximizar la producción de energía limpia y renovable. Esta medida hará que disminuya la dependencia de la energía

de la red eléctrica nacional. Además, ayudará a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y mejorar el desempeño ambiental general de la empresa.

2) Fortalecimiento técnico y operativo.

A partir de la base de la viabilidad técnica demostrada en el estudio, se sugiere que se adopten acciones para reforzar la operación y mantenimiento del sistema ampliado y garantizar su eficiencia y sostenibilidad en el tiempo:

- a) Aumentar la capacidad instalada en etapas sucesivas y graduales, para ir comprobando el comportamiento del sistema en cada etapa. Esta metodología reduce los fallos técnicos y operativos de cambios inesperados en la infraestructura. Además, permite la adaptación gradual del personal técnico y la optimización de los procesos operativos.
- b) Implementar sistemas de monitoreo y control en tiempo real del proceso de digestión anaeróbica y generación eléctrica para mejorar la eficiencia y la toma de decisiones. Estos sistemas podrán detectar a tiempo real cualquier anomalía en los parámetros de funcionamiento. Además, ayudarán a evitar averías, disminuirán los tiempos muertos y extenderán la vida útil de los equipos.
- c) Establecer programas permanentes de capacitación para el personal técnico y operativo en la operación segura, el mantenimiento preventivo y la sostenibilidad del sistema de generación. La actualización de conocimientos mejorará el desempeño del personal. Además, fortalecerá la cultura de seguridad industrial y protección ambiental en la empresa.

3) Optimización financiera y sostenibilidad del proyecto.

Teniendo en cuenta la viabilidad económico-financiera del proyecto, se sugiere implementar estrategias que mejoren su rentabilidad y sostenibilidad financiera en el tiempo:

- a) Elegir la alternativa tecnológica que ofrezca la mejor relación entre la inversión inicial y la rentabilidad esperada y el período de recuperación del capital. Esta evaluación debe incluir los costos directos y los beneficios operativos y ambientales. De esta manera garantizará una decisión de inversión alineada a los objetivos financieros de la empresa.

- b) Realizar análisis financieros periódicos para actualizar los índices financieros del proyecto en función de las tarifas de la energía, costos operativos y situaciones del mercado. Esta vigilancia constante posibilitará identificar riesgos financieros. Además, posibilitará la aplicación de medidas correctivas oportunas para conservar la rentabilidad del proyecto.

- c) Incorporar el proyecto en una estrategia de sostenibilidad financiera y ambiental, que incluya la gestión de créditos de carbono, el acceso a financiamiento verde y otros mecanismos de incentivos para energías renovables. Esta medida reforzará la capacidad financiera de la empresa. Además, fortalecerá su posición como líder en la generación de energía renovable en el país.

CAPÍTULO VI. APLICABILIDAD

6.1 NOMBRE DE LA PROPUESTA

Ampliación de capacidad instalada en planta Biogás Energía Ecológica de Palcasa S.A de C.V.

6.2 JUSTIFICACIÓN DE LA PROPUESTA

La ampliación de la capacidad instalada de la planta biogás generará ingresos que se traducen en un incremento en el margen de utilidad de la operación lo que contribuye directamente en la sostenibilidad de EECOPALSA, considerando la tasa constante de crecimiento en la tarifa energética en el país.

La comercialización de la energía eléctrica generada por la ampliación de la planta de biogás Energía Ecológica de Palcasa S.A. de C.V. se encuentra respaldada por un contrato de venta de energía vigente, lo cual fortalece significativamente la viabilidad comercial y financiera del proyecto. Dicho contrato establece las condiciones para la entrega de la energía generada, asegurando una demanda estable y continua para la producción eléctrica resultante de la ampliación de la capacidad instalada.

La existencia de este contrato reduce de manera sustancial el riesgo comercial del proyecto, ya que garantiza un comprador definido para la energía producida y respalda los supuestos utilizados en el estudio financiero, particularmente en lo relacionado con los ingresos proyectados. Asimismo, permite una mayor certidumbre en la planificación operativa y en la recuperación de la inversión.

Con el fin de respaldar formalmente esta condición, el contrato de venta de energía se incorpora en la sección de anexos del presente documento (ver Anexo 17), constituyéndose como un soporte documental que evidencia la aplicabilidad real del proyecto y su alineación con las proyecciones económicas y financieras presentadas en el estudio.

6.3 ALCANCE DE LA PROPUESTA

- 1) Describir el cronograma de actividades de ambas alternativas en evaluación, detallando de manera resumida las actividades y tiempo estimado en semanas de cada una de ellas dentro del plazo estipulado.
- 2) Especificar la estructuración de la inversión requerida, el porcentaje de desembolso inicial y como el resto se distribuye a lo largo del periodo de instalación y puesta en marcha.
- 3) Ampliar el detalle de equipamiento, herramientas y otros que se estipulan ser requeridos en las alternativas para la ampliación de la capacidad instalada de la planta biogás, adicional a los equipos desglosados en el capítulo 4.

6.4 DESCRIPCIÓN Y DESARROLLO A DETALLE DE LA PROPUESTA DE JENBACHER

Tamaño del proyecto (Potencia): 1,000 kWh. 1 motor generador de energía eléctrica a base de biogás metano.

- 1) Radiador
- 2) Silenciador
- 3) Panel de control

Los trámites para la instalación de los equipos, obtención de permisos o licencias ambientales exigidas por la legislación ambiental vigente serán por cuenta de la empresa EECOPALSA. Sin embargo, en el caso de que la planta tenga que hacer algún trámite adicional ante las autoridades competentes y con anticipación, INNIO Jenbacher facilitará la documentación técnica de soporte (en este caso, la información del diseño del motor de cogeneración y equipos auxiliares) para una instalación adecuada y en cumplimiento con las especificaciones técnicas y ambientales del proyecto.

6.5 MEDIDAS DE CONTROL

- 1) Cumplimiento del cronograma de actividades para la instalación y puesta en marcha del motor generador a partir de la firma del contrato de compra.
- 2) Medición de generación de biogás y energía eléctrica con lo cual se podrá comparar con el presupuesto del año 2026.
- 3) Seguimiento por hora para conocer con detalle la generación de energía eléctrica con el sistema de medición del Operadora de Sistema Eléctrico Nacional (ODS).

6.6 CRONOGRAMA DE IMPLEMENTACIÓN Y PRESUPUESTO DE JENBACHER

6.6.1 TIEMPO DE ENTREGA

10 meses a partir del depósito del anticipo requerido, el siguiente cronograma describe las actividades y rutas críticas.

6.6.2 TÉRMINOS DE PAGO

- 1) Pago Inicial del 50% en la fecha de la firma del contrato u orden de compra.
- 2) Pago del 40% en la fecha de envío del equipo en las instalaciones de la empresa EECOPALSA.
- 3) Pago del 10% a la fecha de entrega del motor en las instalaciones de la empresa.
- 4) Sus pagos los podrá realizar mediante transferencia electrónica a la cuenta de Innio Jenbacher en un banco local.

6.6.3 CRONOGRAMA

Tabla 25. Cronograma de entregas y puesta en marcha de generador Jenbacher



Fuente: (Ecopalsa, 2025)

6.7 CONCORDANCIA DE LOS SEGMENTOS DE LA TESIS CON LA PROPUESTA

Tabla 26. Congruencia del Proyecto

Capítulo I			Capítulo II	Capítulo III			Capítulo V	Capítulo VI	
Título de investigación	Objetivos		Teoría/ metodología	Variables de investigación	Población	Técnicas	Conclusiones	Nombre de la propuesta	Objetivos de la propuesta
	General	Específicos							
Estudio técnico financiero para ampliación de capacidad instalada en planta biogás energética Ecológica de Palcasa S.A de C.V.	Analizar la viabilidad técnica y financiera para aumentar la capacidad instalada de producción de energía mediante biogás en la planta Biogás Energía Ecológica de Palcasa.	Realizar un análisis técnico que establezca la viabilidad del proyecto.	Estudio Técnico	Capacidad de generación	Expertos Técnicos en energía	Entrevistas con expertos en Fianzas y Energía	A) Hay disponibilidad y se puede garantizar el suministro de biogás de las aguas residuales del proceso de extracción de aceite de palma africana y así aumentar la generación de energía eléctrica sin afectar la estabilidad del sistema. B) La empresa tiene la infraestructura elemental, la experiencia operativa y el personal técnico para duplicar su capacidad instalada. C) El proyecto se ajusta a la estrategia de crecimiento sostenible y de uso eficiente de los recursos energéticos existentes.	Ampliación de capacidad instalada en planta Biogás Energía Ecológica de Palcasa S.A de C.V.	Describir el cronograma de actividades de ambas alternativas en evaluación, detallando de manera resumida las actividades y tiempo estimado en semanas de cada una de ellas dentro del plazo estipulado.
		Demostrar la factibilidad de aumentar la capacidad instalada de producción eléctrica utilizando biogás en la planta Biogás	Estudio Financiero	Rentabilidad de operación	Expertos en Finanzas	A) La generación histórica de biogás es suficiente para alimentar motores generadores adicionales y asegurar la continuidad y eficiencia energética. B) Las opciones tecnológicas analizadas satisfacen los requisitos técnicos, regulatorios y de	Especificar la estructuración de la inversión requerida, el porcentaje de desembolso inicial y como el resto se distribuye a lo largo del periodo		

		Energía Ecológica de Palcasa.				compatibilidad con la infraestructura actual de la planta. C) La ampliación hace posible aprovechar mejor el biogás infrautilizado, optimizando la digestión anaerobia y aumentando la producción de energía eléctrica renovable.	de instalación y puesta en marcha.
		Realizar un análisis financiero y económico que posibilite determinar los beneficios de la ejecución del proyecto.				A) Los indicadores financieros logrados, como $VPN > 0$ y $TIR > \text{costo de capital}$, satisfacen los criterios de aceptabilidad financiera. B) Las dos opciones de inversión analizadas recuperan la inversión en un tiempo aceptable. C) El proyecto crea valor económico para la empresa y refuerza su sostenibilidad financiera, al explotar de manera eficiente un recurso energético renovable.	Ampliar el detalle de equipamiento, herramientas y otros que se estipulan ser requeridos en las alternativas para la ampliación de la capacidad instalada de la planta biogás, adicional a los equipos desglosados en el capítulo 4.

Fuente: (Elaboración propia)

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

American Biogas Council. (2021). *Championing the Biogas Industry | American Biogas*.

<https://americanbiogascouncil.org/>

Asociación Hondureña de Energía Renovable (AHER). (2025). *Asociación Hondureña de Energía Renovable (AHER)*. <https://aherhn.org/>

Baca Urbina, G. (2016). *Evaluación de proyectos* (Octava edición). McGraw-Hill Education.

Baca Urbina, G. (2022). *Evaluación de proyectos* (Novena edición). McGraw-Hill.

Banco Mundial. (2022, September 26). [Text/HTML]. World Bank.

<https://www.bancomundial.org/es/topic/energy/overview>

Bernal Torres, C. A. (with Urdaneta Silva, G. A., & Duitama Ochoa, C. F.). (2016). *Metodología de la investigación: Administración, economía, humanidades y ciencias sociales* (Cuarta edición). Pearson Educación de Colombia S.A.S.

Biogás Industrial. (2024). Biogás y biometano en comunidades rurales: Impacto social y económico - Biogás Industrial. <https://biogasindustrial.com/>.

<https://biogasindustrial.com/biogas-y-biometano-en-comunidades-rurales/>

Bulnes, D., Melgar, S., Vega, E., Rubio, A., Espinal, A., Velásquez-Tinoco, D. G., Díaz Reyes, G., Estrada-López, E. D., & Ortiz-Hernández, O. V. (2023). A look into Honduran biomass: Facts, uses and potential applications. *Bionatura*, 8(3), 1–18.

<https://doi.org/10.21931/RB/2023.08.03.37>

Campos Covarrubias, G., & Bermúdez Sánchez, R. (2006). *Hipótesis formulación y comprobación* (Primera reimpresión). Plaza y Valdés, S.A. de C.V.

Doblado Sierra, O., Santos Ramírez, J., & Reyes Duke, A. M. (2022). Biogas Resource Assesment: Analysis of temperature and pH factors to ensure efficient biogas production

using pineapple waste. *Proceedings of the 20th LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education and Technology: “Education, Research and Leadership in Post-Pandemic Engineering: Resilient, Inclusive and Sustainable Actions.”* 20th LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education and Technology: “Education, Research and Leadership in Post-pandemic Engineering: Resilient, Inclusive and Sustainable Actions.” <https://doi.org/10.18687/LACCEI2022.1.1.82>

Documentos-CPI-CREE-01-2019_Reforma-a-la-Ley-de-Promoción-a-la-Generación-de-Energía-Eléctrico-con-Recursos-Renovables.pdf. (n.d.). Retrieved November 19, 2022, from https://www.cree.gob.hn/wp-content/uploads/2019/02/Documentos-CPI-CREE-01-2019_Reforma-a-la-Ley-de-Promoci%C3%B3n-a-la-Generaci%C3%B3n-de-Energ%C3%ADa-El%C3%A9ctrico-con-Recursos-Renovables.pdf

Energy Institute. (2024). *Statistical Review of World Energy 2024 (73rd Edition)*. <https://www.energyinst.org/statistical-review>

Fraunhofer IEE. (2025). *Fraunhofer-Institut für Energiewirtschaft und Energiesystemtechnik*. <https://www.iee.fraunhofer.de/de.html>

Goode, W. J., Hatt, P. K., & Palazón Bertrán, R. (2013). *Métodos de investigación social* (Tercera edición). Editorial Trillas.

Hackfort, K. (2025). *EnviTec Biogas reports solid business development in a challenging market environment for H1 2025 | EnviTec Biogas*. <https://www.envitec-biogas.com/news/envitec-biogas-reports-solid-business-development-in-a-challenging-market-environment-for-h1-2025>

Haro de Rosario, A., & Rosario Díaz, J. (2017). *Dirección financiera*. Editorial Universidad de Almería.

He, K., Zhang, J., Wang, A., & Chang, H. (2020). Rural households' perceived value of energy

- utilization of crop residues: A case study from China. *Renewable Energy*, 155, 286–295.
<https://doi.org/10.1016/j.renene.2020.03.120>
- Hernández Sampieri, R., & Mendoza Torres, C. P. (2018a). *Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta* (First edition). McGraw-Hill Education.
- Hernández Sampieri, R., & Mendoza Torres, C. P. (2018b). *Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta* (First edition). McGraw-Hill Education.
- Hernández Sampieri, R., & Mendoza Torres, C. P. (2018c). *Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta* (First edition). McGraw-Hill Education.
- Hurtado, M. E. (2012). Biogás “mejoraría sustentabilidad del agro” en Latinoamérica. *América Latina y el Caribe*. <https://www.scidev.net/america-latina/news/biog-s-mejorar-a-sustentabilidad-del-agro-en-latinoam-rica/>
- La Prensa. (2022). *Honduras es el país que más pierde energía en Centroamérica*.
www.laprensa.hn. <https://www.laprensa.hn/honduras/honduras-es-el-pais-que-mas-pierde-energia-en-centroamerica-DX9617467>
- LEDS LAC. (2021). *Integrando la bioenergía en la política energética y climática nacional: La experiencia de Honduras*. <https://www.ledslac.org/webinars/integrando-la-bioenergia-en-la-politica-energetica-y-climatica-nacional-la-experiencia-de-honduras/>
- Leighton, P. (2012). Biogás: Oportunidad para pequeños agricultores. *SciDev.Net*.
<https://www.scidev.net/america-latina/news/biog-s-mejorar-a-sustentabilidad-del-agro-en-latinoam-rica/>
- Leyes, Reglamentos, Normas Técnicas y Procedimientos. (n.d.). *CREE*. Retrieved November 20, 2022, from <https://www.cree.gob.hn/leyes-reglamentos-y-normas-tecnicas/>
- Lindkvist, E., Johansson, M., & Rosenqvist, J. (2017). Methodology for Analysing Energy Demand in Biogas Production Plants—A Comparative Study of Two Biogas Plants.

- Energies*, 10(11), 1822. <https://doi.org/10.3390/en10111822>
- Ochoa Setzer, G. A., & Saldivar del Angel, R. (2012). *Administración financiera correlacionada con las NIF* (3rd ed.). McGraw-Hill Interamericana.
- Operador del Sistema (ODS). (2024). *Informe Anual de Mercado y Operación del SIN*. ODS Honduras. <https://ods.org.hn/>
- Pacheco Coello, C. E., & Pérez Brito, G. J. (2018). *El proyecto de inversión como estrategia gerencial*. Instituto Mexicano de Contadores Públicos.
- Palmas Centroamericanas. (2025). *Palmas Centroamericanas S.A DE C.V. | EECOPALSA*. <https://www.grupopalcasa.com/eecopalsa.html>
- Perez, L. (2020). *Metodología de la investigación científica*. Editorial Maipue.
- Primer periódico de investigación periodística* Historia de la reforma energética que enfrenta corrupción para rescatar la economía. (2022, July 25). <https://reporterosdeinvestigacion.com/2022/07/25/una-reforma-energetica-que-enfrenta-la-corrupcion-y-rescatara-la-economia/>
- Sarmiento, I. X. C. (n.d.). *PRESIDENTA DE LA REPÚBLICA*. 2.
- Secretaría de Energía (SEN). (2024). *Informe Estadístico Anual del Subsector Eléctrico Nacional (IEASEN) 2024*. <https://sen.hn/wp-content/uploads/2025/08/IEASEN-2024.pdf>
- SNV, & SERNA. (2014). *Biogás, su potencial de producción en Honduras*. <https://infoagro.hn/temarios/Biogas-Honduras.pdf>
- Sodri, A., & Septriana, F. E. (2022). Biogas Power Generation from Palm Oil Mill Effluent (POME): Techno-Economic and Environmental Impact Evaluation. *Energies*, 15(19), 7265. <https://doi.org/10.3390/en15197265>
- Unión Europea. (2023). *BOE.es—DOUE-L-2022-81968 Reglamento (UE) 2022/2577 del Consejo de 22 de diciembre de 2022 por el que se establece un marco para acelerar el*

despliegue de energías renovables. <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=DOUE-L-2022-81968>

Vargas, L. (2020). *Generación de Energía Eléctrica con Fuentes Renovables* (Primera edición). EU Editorial Universitaria.

Varnero, J. (2011). *Manual de biogás*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO).

Varnero Moreno, M. T. (2011). *Manual de Biogás*. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). <https://www.fao.org/4/as400s/as400s.pdf>

ANEXOS

ANEXO 1. CAJA DE RECEPCIÓN AFLUENTE



ANEXO 2. TORRE DE ENFRIAMIENTO



ANEXO 3. CAJA DE DISTRIBUCIÓN



ANEXO 4. CAPACIDADES DE LAS LAGUNAS

- IA: 7,500 M³.
- IB: 7,500 M³
- IC: 11,000 M³.



ANEXO 6. FILTROS BIOLÓGICOS



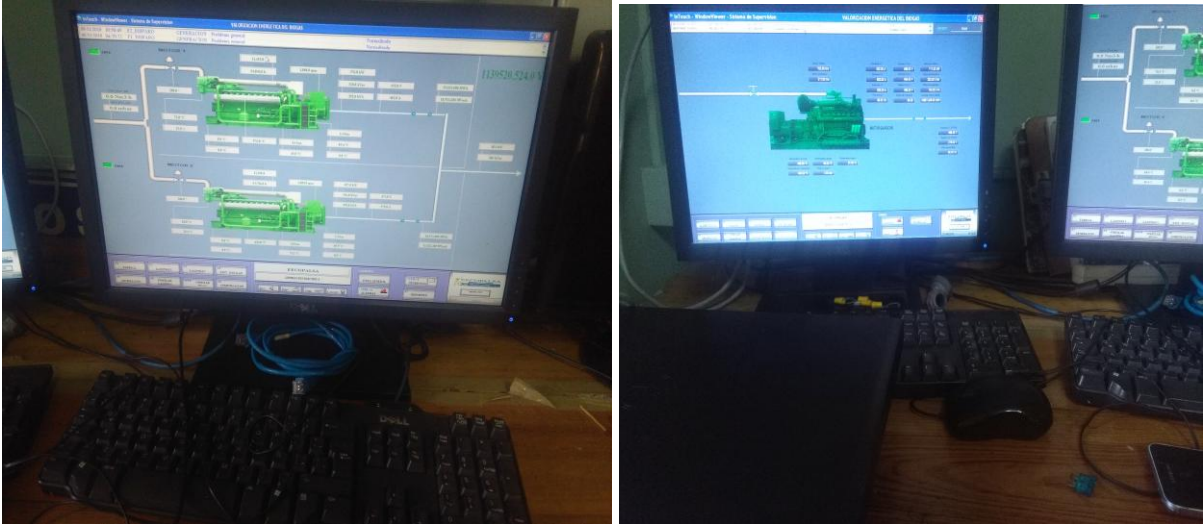
ANEXO 7. SOPLADORES



ANEXO 8. CABINA DE CONTROL, CONTROL DE VOLTAJE



ANEXO 9. SISTEMA DE MONITOREO SISTEMA DE SUPERVISIÓN, CONTROL Y ADQUISICIÓN DE DATOS (SCADA)



ANEXO 10. PLANTILLA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO – ENTREVISTA 1

Título del instrumento:

Validación de la Entrevista sobre: Finanzas del proyecto ESTUDIO TECNICO FINANCIERO PARA AMPLIACION DE CAPACIDAD INSTALADA EN PLANTA BIOGAS ENERGIA ECOLOGICA PALCASA

Datos del evaluador:

Nombre del evaluador: Wilmer Díaz

Cargo/Especialidad: Licenciado en Contaduría

Institución: Palcasa

Fecha: 25/11/2025

Objetivo de la validación: Determinar la pertinencia, claridad y relevancia de los ítems que conforman el instrumento.

Criterios de evaluación para las preguntas respecto al área **financiera** del proyecto:

Colocar el número según la escala correspondiente

Escala: 1 = Deficiente | 2 = Regular | 3 = Bueno | 4 = Excelente

N°	Ítems del instrumento	Claridad (1-4)	Pertinencia (1-4)	Relevancia (1-4)	Observaciones/Sugerencias
1	¿Cuál es el presupuesto total estimado y cómo se financiará el proyecto?	4	4	4	
2	¿Cuál es el retorno esperado (TIR, VAN) y el período de recuperación esperado de la inversión?	4	4	4	
3	¿Cómo impactará la ampliación en el flujo de caja y en la estructura de costos operativos actuales?	4	4	4	
4	¿Qué riesgos financieros se identifican?	4	4	4	
5	¿Existen oportunidades de financiamiento verde o bonos de carbono que puedan mejorar la rentabilidad?	4	4	4	

Criterios de evaluación para las preguntas respecto a los **factores técnicos**:

Marcar con ✓ en la escala correspondiente. Escala: 1 = Deficiente | 2 = Regular | 3 = Bueno | 4 = Excelente

N°	Items del instrumento	Claridad (1-4)	Pertinencia (1-4)	Relevancia (1-4)	Observaciones/Sugerencias
6	Actualmente cual es la capacidad instalada de la planta biogás EECOPALSA?	4	4	4	
7	¿Cuál será la capacidad adicional instalada (MWh) y cómo se integrará con la infraestructura existente?	4	4	4	
8	¿Hay suficiente disponibilidad de materia prima para sostener la ampliación?	4	4	4	
9	Cuenta con historial de reporteria, de efluentes recibidos, producción de biogás, biogás consumido en Refinadora de Palcasa?	4	4	4	
10	¿Qué mejoras tecnológicas se requieren para optimizar la eficiencia y reducir pérdidas energéticas?	4	4	4	
11	¿Cuál es el impacto esperado en los costos de mantenimiento?	4	4	4	
12	¿Por qué se eligió un motor de la empresa Innio Jenbacher?	4	4	4	

Valoración global: El instrumento es: Aceptable Requiere ajustes No aceptable

Observaciones generales:

Ninguna

Firma del evaluador: _____

ANEXO 11. PLANTILLA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO – ENTREVISTA 2

Título del instrumento:

Validación de la Entrevista sobre: Finanzas del proyecto ESTUDIO TECNICO FINANCIERO PARA AMPLIACION DE CAPACIDAD INSTALADA EN PLANTA BIOGAS ENERGIA ECOLOGICA PALCASA

Datos del evaluador:

Nombre del evaluador: Víctor Morel

Cargo/Especialidad: Ing. En Sistemas.

Institución: Megapaca

Fecha: 26/11/2025

Objetivo de la validación: Determinar la pertinencia, claridad y relevancia de los ítems que conforman el instrumento.

Criterios de evaluación para las preguntas respecto al área **financiera** del proyecto:

Colocar el número según la escala correspondiente

Escala: 1 = Deficiente | 2 = Regular | 3 = Bueno | 4 = Excelente

Nº	Ítems del instrumento	Claridad (1-4)	Pertinencia (1-4)	Relevancia (1-4)	Observaciones/Sugerencias
1	¿Cuál es el presupuesto total estimado y cómo se financiará el proyecto?	4	4	4	
2	¿Cuál es el retorno esperado (TIR, VAN) y el período de recuperación esperado de la inversión?	4	4	4	
3	¿Cómo impactará la ampliación en el flujo de caja y en la estructura de costos operativos actuales?	4	4	4	
4	¿Qué riesgos financieros se identifican?	4	4	4	
5	¿Existen oportunidades de financiamiento verde o bonos de carbono que puedan mejorar la rentabilidad?	4	4	4	

Criterios de evaluación para las preguntas respecto a los **factores técnicos**:

Marcar con ✓ en la escala correspondiente. Escala: 1 = Deficiente | 2 = Regular | 3 = Bueno | 4 =

Excelente

N°	Items del instrumento	Claridad (1-4)	Pertinencia (1-4)	Relevancia (1-4)	Observaciones/Sugerencias
6	Actualmente cual es la capacidad instalada de la planta biogás EECOPALSA?	4	4	4	
7	¿Cuál será la capacidad adicional instalada (MWh) y cómo se integrará con la infraestructura existente?	4	4	4	
8	¿Hay suficiente disponibilidad de materia prima para sostener la ampliación?	4	4	4	
9	Cuenta con historial de reporteria, de efluentes recibidos, producción de biogás, biogás consumido en Refinadora de Palcasa?	4	4	4	
10	¿Qué mejoras tecnológicas se requieren para optimizar la eficiencia y reducir pérdidas energéticas?	4	4	4	
11	¿Cuál es el impacto esperado en los costos de mantenimiento?	4	4	4	
12	¿Por qué se eligió un motor de la empresa Innio Jenbacher?	4	4	4	

Valoración global: El instrumento es: Aceptable Requiere ajustes No aceptable

Observaciones generales:

Ninguna

Firma del evaluador: _____

ANEXO 12. RESPUESTAS DE LOS EXPERTOS # 1

Estudio	Participantes	Método de recolección de los datos	Cuestionario
Financiero	Experto en Finanzas: MsC. Digna López (Contralor Grupo Palcasa)	Entrevista	<p>¿Cuál es el presupuesto total estimado y cómo se financiará el proyecto? Respuesta: El presupuesto general del proyecto es de 13 millones de Lempiras a financiar con préstamo con Banco Atlántida.</p> <p>¿Cuál es el retorno esperado (TIR, VAN) y el período de recuperación esperado de la inversión? Respuesta: Mayor al 13.5% que será nuestra tasa de costo de capital y se espera un periodo de recuperación de menos de 4 años.</p> <p>¿Cómo impactará la ampliación en el flujo de caja y en la estructura de costos operativos actuales? Respuesta: Se espera que la ampliación mejore sustancialmente el flujo de caja y refuerce la estructura financiera del proyecto, en cuanto al incremento de los costes operativos se espera sea moderado, controlado y ampliamente compensado por los ingresos adicionales. Esto hará que la expansión sea una decisión estratégica rentable y sostenible para la empresa.</p> <p>¿Qué riesgos financieros se identifican? Respuesta: fluctuación del cambio del dólar, subidas de tasas de interés, incremento en los costos operativos, control de precios por parte del estado por kilowatts, riesgo de pérdida de beneficio de exoneraciones fiscales.</p> <p>¿Existen oportunidades de financiamiento verde o bonos de carbono que puedan mejorar la rentabilidad? Respuesta: En este momento no, los bonos de carbono son planes de largo plazo no inciden directamente en la rentabilidad de corto plazo.</p>
Técnico	Experto colaborador de la empresa Ing. Walter Méndez (Jefe de Planta Eecopalsa)	Entrevista	<p>¿Actualmente cuál es la capacidad instalada de la planta biogás EECOPALSA? Respuesta: la capacidad de generación de la planta es de 650 kWh.</p> <p>¿Cuál será la capacidad adicional instalada (MWh) y cómo se integrará con la infraestructura existente? Respuesta: se pretende aumentar la capacidad en 1,000 kWh o 1 MW.</p> <p>¿Hay suficiente disponibilidad de materia prima para sostener la ampliación? Respuesta: Si hay, ver tabla 9 de presupuesto.</p> <p>¿Cuenta con historial de reporteria, de efluentes recibidos, producción de biogás, biogás consumido en Refinadora de Palcasa? Respuesta: Si se cuenta con historial estadístico ver tabla 10 y tabla 11.</p> <p>¿Qué mejoras tecnológicas se requieren para optimizar la eficiencia y reducir pérdidas energéticas? Respuesta: En este momento lo ideal es un motor nuevo, y seguidamente hacerle mantenimientos preventivos y no correctivos para mejorar su eficiencia.</p>

			<p>¿Cuál es el impacto esperado en los costos de mantenimiento?</p> <p>Respuesta: Esperamos que los costos de producción puedan bajar puesto que el motor solo requerirá mantenimientos preventivos que son más baratos.</p> <p>¿Por qué se eligió un motor de la empresa Innio Jenbacher?</p> <p>Respuesta: porque la calidad del motor es superior y sumado a esto contamos con algunos repuestos en existencia de un motor obsoleto de la misma marca que ya no funciona.</p>
--	--	--	---

ANEXO 13. RESPUESTAS DE LOS EXPERTOS # 2

Estudio	Participantes	Método de recolección de los datos	Cuestionario
Financiero	Experto en Energía a base de biogás: Ing. Raúl Zelaya, Ingeniero industrial, Gerente INVEPRO	Entrevista	<p>¿Desde su experiencia técnica, ¿qué tecnología de motor generador (Jenbacher o Guascor) es más confiable y eficiente usando biogás de efluentes de palma africana, con fluctuaciones en el contenido de metano y presencia de impurezas como el H₂S?</p> <p>Respuesta: Desde el punto de vista técnico, ambos motores pueden funcionar con biogás; sin embargo, los motores Jenbacher son más tolerantes a las fluctuaciones de calidad del biogás (en plantas donde el contenido de metano puede variar). Jenbacher tiene controles más sofisticados para afinar la combustión y, por lo tanto, una mayor estabilidad de operación. Además, sus años de experiencia en proyectos de biogás agroindustrial le dan un plus en fiabilidad a largo plazo.</p> <p>¿En qué se asemejan los costos totales del ciclo de vida de los motores Jenbacher y Guascor (inversión inicial, costos de mantenimiento, accesibilidad de repuestos, vida útil)?</p> <p>Respuesta: En términos de costo inicial, los motores Guascor suelen ser más baratos. Pero si se tiene en consideración la vida útil del proyecto, los motores Jenbacher suelen ser más competitivos por sus menores costos de mantenimiento correctivo, prolongada eficiencia energética y mayor vida útil. La disponibilidad de piezas de repuesto y la estandarización de las piezas también contribuyen a la reducción de costes operativos en el futuro.</p> <p>¿Cómo afectará la expansión a su flujo de caja y estructura de costos operativos actuales?</p> <p>Respuesta: Se espera que la ampliación mejore significativamente el flujo de caja y fortalezca la estructura financiera del proyecto en términos de que el aumento de los costos operativos se espera que sea moderado, controlado y más que compensado por los ingresos suplementarios. Esto hará que la expansión sea una decisión estratégica rentable y sostenible para la empresa.</p> <p>¿Desde la perspectiva de compatibilidad con la infraestructura existente y la facilidad de integración con el sistema actual de generación y sincronización con la red eléctrica, ¿cuál de las dos tecnologías ve más adecuada para una expansión de capacidad instalada?</p> <p>Respuesta: Ambos fabricantes tienen soluciones compatibles con sistemas de cogeneración ya existentes, pero Jenbacher da más flexibilidad a sus sistemas de control y automatización. Esto facilita la integración con la infraestructura existente y acelera el tiempo de implementación. En proyectos de ampliación esta característica es especialmente valiosa, disminuyendo riesgos técnicos y costos en cambios futuros.</p> <p>¿Qué diferencias principales observas entre Jenbacher y Guascor en disponibilidad local, tiempos de respuesta y capacitación del personal?</p> <p>Respuesta: El soporte técnico es vital en proyectos de biogás. Jenbacher (INNIO) generalmente cuenta con una mayor red de</p>

		<p>sopORTE, programas de capacitación y más técnicos disponibles. Esto se traduce en tiempos más cortos de reacción ante fallas y mayor transferencia de conocimiento al personal operativo. Guascor también es compatible, pero en algunos casos puede tener menos cobertura geográfica.</p> <p>Considerando aspectos técnicos, económicos, operativos y ambientales, ¿qué motor recomendaría para una ampliación de capacidad instalada en una planta de biogás como EECOPALSA y por qué?</p> <p>Respuesta: Para una planta de biogás agroindustrial como EECOPALSA, el motor Jenbacher es el idóneo. Esta elección se basa en su mayor fiabilidad en caso de fluctuaciones del biogás, eficiencia energética, soporte técnico especializado y mejor rendimiento a largo plazo. Aunque la inversión inicial sea mayor, los beneficios en estabilidad, menor riesgo operativo y sostenibilidad financiera lo compensan.</p>
--	--	---

ANEXO 16. VISITA DEL ASESOR TEMÁTICO A LA PLANTA DE BIOGÁS



ANEXO 17. CONTRATO DE CONEXIÓN Y USO DE LA RED



CONTRATO No CACURD-007-2025 DE
ACCESO, CONEXIÓN Y USO DE LA RED
DE DISTRIBUCIÓN ENTRE LAS
EMPRESAS

ENERGÍA ECOLÓGICA DE PALCASA, S.A.
DE C.V. (EECOPALSA) Y LA EMPRESA
NACIONAL DE ENERGÍA ELÉCTRICA
(ENEE).



Gerencia de Distribución
Plantel de Distribución, Blvd. Suyapa frente al B.C.I.E.
Tegucigalpa, Honduras.



ANEXO 1

FRONTERA DE CONEXIÓN

GUAYMAS (GUA)

