



Cajamarca – Perú 2022

FACULTAD DE INGENIERÍA

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

“DISEÑO DE UN PROCESO DE PRODUCCIÓN DE BIOGÁS PARA REDUCIR COSTOS OPERATIVOS EN EL CONSORCIO VILLEGAS, CHICLAYO, 2021”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniera Industrial

Autores:

Leidy Di Anabel Castillo Morales

Idoña Mabel Rojas Barboza

Asesor:

Ing. Fanny Emelina Piedra Cabanillas

ACTA DE AUTORIZACIÓN PARA SUSTENTACIÓN DE TESIS

El asesor Fanny Emelina, Piedra Cabanillas, docente de la Universidad Privada del Norte, Facultad de Ingeniería, Carrera profesional de INGENIERÍA INDUSTRIAL, ha realizado el seguimiento del proceso de formulación y desarrollo de la tesis de los estudiantes:

- Leidy Di Anabel, Castillo Morales
- Idoña Mabel, Rojas Barboza

Por cuanto, **CONSIDERA** que la tesis titulada: "DISEÑO DE UN PROCESO DE PRODUCCIÓN DE BIOGÁS PARA REDUCIR COSTOS OPERATIVOS EN EL CONSORCIO VILLEGAS CHICLAYO, 2021" para aspirar al título profesional de: Ingeniero Industrial por la Universidad Privada del Norte, reúne las condiciones adecuadas, por lo cual, **AUTORIZA** al o a los interesados para su presentación.

Ing. Fanny Emelina, Piedra Cabanillas
Asesor

ACTA DE APROBACIÓN DE LA TESIS

Los miembros del jurado evaluador asignados han procedido a realizar la evaluación de la tesis de los estudiantes: Castillo Morales, Leidy Di Anabel y Rojas Barboza, Idoña Mabel para aspirar al título profesional con la tesis denominada: "DISEÑO DE UN PROCESO DE PRODUCCIÓN DE BIOGÁS PARA REDUCIR COSTOS OPERATIVOS EN EL CONSORCIO VILLEGAS CHICLAYO, 2021"

Luego de la revisión del trabajo, en forma y contenido, los miembros del jurado concuerdan:

Aprobación por unanimidad

Aprobación por mayoría

Calificativo:

Excelente [20 - 18]

Sobresaliente [17 - 15]

Bueno [14 - 13]

Calificativo:

Excelente [20 - 18]

Sobresaliente [17 - 15]

Bueno [14 - 13]

Desaprobado

Firman en señal de conformidad:

Ing./Lic./Dr./Mg. Nombre y Apellidos
Jurado
Presidente

Ing./Lic./Dr./Mg. Nombre y Apellidos
Jurado

Ing./Lic./Dr./Mg. Nombre y Apellidos
Jurado

DEDICATORIA

A Dios todopoderoso por darnos la vida, cuidarnos e iluminarnos para seguir adelante, y por darnos la gran oportunidad de seguir cumpliendo con nuestro sueño profesional.

A nuestras familias, en especial nuestros padres por su amor, trabajo, sacrificio y por estar a nuestro lado en todo momento, por el apoyo incondicional que nos impulsa a seguir y luchar en esta etapa profesional.

A nuestros abuelos, hermanos y tíos por darnos apoyo moral, por escucharnos y por estar siempre presentes en cada etapa de nuestras vidas.

A nuestros compañeros de trabajo, por su apoyo, motivación y buenos consejos para seguir adelante y luchar por con nuestros sueños.

AGRADECIMIENTO

A través de este crecimiento profesional y personal, lo cual ha hecho que enfrentemos desafíos, luchas, cambios y triunfos, queremos agradecer:

A nuestras asesoras de tesis; Karla Rossemary Sisniegas Noriega y Fanny Emelina Piedra Cabanillas, por el apoyo, la comprensión, enseñanzas y la buena orientación en el desarrollo de la tesis; también agradecer a todos los docentes de esta prestigiosa universidad, por su invaluable apoyo y por brindarnos buenos conocimientos durante el proceso académico.

Al Ingeniero Jimmy Oblitas, por su extraordinaria labor, su gran apoyo y orientación durante el desarrollo de nuestra tesis.

TABLA DE CONTENIDOS

ACTA DE AUTORIZACIÓN PARA SUSTENTACIÓN DE TESIS	1
ACTA DE APROBACIÓN DE LA TESIS.....	2
DEDICATORIA	3
AGRADECIMIENTO	4
TABLA DE CONTENIDOS	5
ÍNDICE DE TABLAS.....	9
ÍNDICE DE FIGURAS	11
ÍNDICE DE ECUACIONES	12
RESUMEN	13
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....	14
1.1. Realidad problemática	14
1.2. Formulación del problema	21
1.2.1. Formulación del problema general.....	21
1.3. Objetivos	21
1.3.1. Objetivo general	21
1.3.2. Objetivos específicos	21
1.4. Hipótesis	21
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA	22
2.1. Tipo de investigación	22
2.1.1. Enfoque	22
2.1.2. Diseño	22
2.1.2.1. No experimental:	22
2.1.3. Tipo	23
2.2. Población y muestra.....	23
2.3. Métodos, Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos	24
2.3.1. Métodos.....	24
2.3.1.1. Método Inductivo – Deductivo:	24
2.3.1.2. Método Hermenéutico:.....	24
2.3.2. Técnicas.....	24

2.3.3.	Instrumentos	25
2.4.	Procedimiento	25
2.4.1.	Validez y confiabilidad de información	26
2.4.2.	Análisis de datos	27
2.4.3.	Aspectos éticos.....	27
2.5.	Matriz de operacionalización de variables.....	29
CAPÍTULO III. RESULTADOS		30
3.1.	Información general de la empresa.....	30
3.2.	Diagnóstico general del área de estudio:	31
3.2.1.	Diagrama de flujo	34
3.2.2.	Diagrama de Análisis del Proceso	35
3.2.3.	Ishikawa.....	38
3.2.4.	Diagrama de Pareto	42
3.3.	Diagnóstico de la variable independiente: Proceso de producción de biogás.	43
3.3.1.	Diagnóstico de la dimensión calidad	43
3.3.2.	Diagnóstico de la dimensión producción	43
3.3.2.1.	Cantidad biogás producido	43
3.3.2.2.	Cantidad de energía utilizada por máquina (kW/hora).....	43
3.3.2.3.	Cantidad producida de productos balanceados.....	45
3.3.2.4.	Tiempos de producción	50
3.3.2.5.	Número de paradas de producción	51
3.4.	Diagnóstico de la variable dependiente: Costos Operativos	52
3.4.1.	Diagnóstico de la dimensión costos	52
3.4.1.1.	Costos de energía.....	52
3.4.1.2.	Costo del proceso de producción de biogás	53
3.4.1.3.	Costos fijos	53
3.4.1.4.	Costos variables.....	55
3.5.	Concentración de metano	57
3.6.	Cantidad de biogás producido	57
3.7.	Costo del proceso de producción de biogás.....	57
3.8.	Diseño de mejora de variable independiente: Proceso de producción de biogás	57

3.8.1. Diseño de mejora de dimensión calidad:	57
3.8.1.1. Nivel de Concentración de metano.....	58
3.8.2. Diagnóstico de la dimensión producción:	59
3.8.2.1. Cantidad biogás producido	59
3.8.2.1.1. Carga diaria de alimentación del biodigestor	60
3.8.2.1.2. Tiempo de Retención Hidráulica.....	62
3.8.2.1.3. Volumen del Biodigestor.....	64
3.8.2.1.4. Elección del biodigestor	65
3.8.2.1.5. Dimensión del Biodigestor	68
3.8.2.1.6. Ubicación del biodigestor.....	69
3.8.2.2. Cantidad de energía (kW/hora) de biogás	72
3.8.2.3. Cantidad Producida de productos balanceados	74
3.8.2.4. Tiempos de producción	76
3.8.2.5. Número de paradas de producción	77
3.9. Diseño de mejora de variable dependiente: costos operativos.	78
3.9.1. Diseño de mejora de la dimensión costos de energía	78
3.9.2. Diseño de mejora de la dimensión costos fijos	80
3.9.3. Diseño de mejora de la dimensión costos variables	82
3.10. Matriz de operacionalización de variables con resultados diagnóstico y mejora:.....	83
Tabla 33 Matriz de operacionalización de variables con resultados diagnóstico y diseño de mejora	83
3.11. Análisis económico/financiero:	85
3.11.1. Costos por incurrir en la propuesta de mejora	85
3.11.2. Ingresos generados con la propuesta de mejora	91
3.11.3. Flujo de caja	93
CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	94
4.1. Discusión	94
4.2. Conclusiones.....	96
REFERENCIAS	98
ANEXOS	105
Anexo 1. Matriz de consistencia	105

Anexo 3: Entrevista.....	114
Anexo 4: Diagnóstico de la producción de alimentos balanceados en la empresa Consorcio Villegas y horas extras 2019.	116
Anexo 5: Costos Fijos	117
Anexo 6: Costos variables.....	120
Anexo 7: Paradas de producción por mes	122
Anexo 8: Costo de horas extras.....	123
Anexo 9: Costo de horas extras.....	124
Anexo 10: Mejora de la producción de alimentos balanceados en la empresa Consorcio Villegas y horas extras	125
Anexo 11: Temperatura.....	126
Anexo 12: Promedio de temperatura normal para Chiclayo.....	127
Anexo 13: Ton eq.de Co y energía eléctrica producida en diferente tamaño de establos lecheros	128
Anexo 14: Tipos de Biodigestores	129
Anexo 15: Características de los biodigestores.....	130
Anexo 16: Sistema discontinuo.....	131
Anexo 17: Sistema continuo	132
Anexo 18: Ventajas y desventajas de los biodigestores.....	133
Anexo 19: Dimensiones del biodigestor	135
Anexo 20: Equivalencias energéticas del biogás	136
Anexo 21: Costos para la implementación del biodigestor.....	136
Anexo 22: Ventajas del Biol	137
Anexo 23: Panel fotográfico	138
Anexo 24: Carta de autorización	142

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Técnicas e instrumentos a utilizar	25
Tabla 2 Matriz de operacionalización	29
Tabla 3 Máquinas y artefactos que dependen de un suministro energético	33
Tabla 4 Diagrama de actividades del proceso de molienda de maíz	36
Tabla 5 Diagrama de actividades del proceso de producción de concentrado	37
Tabla 6 Datos para el Diagrama Ishikawa.....	38
Tabla 7 Cantidad de energía utilizada por máquina	43
Tabla 8 Demanda energética Anual.....	44
Tabla 9 Producción de alimentos balanceados en toneladas del Consorcios Villegas 2019.47	
Tabla 10 Tiempo de producción y horas extras.....	50
Tabla 11 Cantidad de paradas de producción.....	51
Tabla 12 Costos de energía en soles.....	52
Tabla 13 Costos fijos en soles	54
Tabla 14 Costos Variables en soles	55
Tabla 15 Matriz de operacionalización de variables con resultados de diagnóstico	56
Tabla 16 Valores promedios aproximados de la relación carbono/nitrógeno	58
Tabla 17 Tasa de generación de estiércol de acuerdo con cada subsector y el tipo de animal	59
Tabla 18 Volumen de la carga diaria del biodigestor.....	61
Tabla 19 Escala de clasificación.....	66
Tabla 20 Factores ponderados para la elección del biodigestorvolumen	67
Tabla 21 Cálculo de las dimensiones del biodigestor.....	68
Tabla 22 Ubicación de biodigestor.....	69
Tabla 23 Relaciones de prioridades.....	70
Tabla 24 Sustitución de demanda energética con energía a partir del biogás	73
Tabla 25 Producción de alimentos balanceados en toneladas del Consorcios Villegas.....	75
Tabla 26 Tiempo de producción de horas extras	76
Tabla 27 Paradas de producción después de la mejora	77
Tabla 28 Cantidad de toneladas producidas con tiempo extra	78

Tabla 29 Costos para la implementación del biodigestor.....	79
Tabla 30 Costos de energía en soles	79
Tabla 31 Costos fijos en soles	80
Tabla 32 Costos Variables en soles	82
Tabla 33 Matriz de operacionalización de variables con resultados diagnóstico y diseño de mejora	83
Tabla 34 Costos por procedimientos (maquinaria, equipos y herramientas)	85
Tabla 35 Costos en capacitaciones semestrales.....	86
Tabla 36 Implementos para exposición	87
Tabla 37 Costo en material de registro (mensual).....	87
Tabla 38 Costos en cuidado a la salud anual	88
Tabla 39 Costos en higiene mensual	89
Tabla 40 Costos de mantenimiento	89
Tabla 41 Costos por incurrir en la propuesta de mejora.....	90
Tabla 42 Ingresos generados a partir de la implementación de un proceso de producción de biogás.....	91
Tabla 43. Flujo de caja	93

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Organigrama de trabajadores	31
Figura 2: Diagrama de flujo	34
Figura 3: Diagrama Ishikawa	39
Figura 4: Diagrama de Pareto.....	42
Figura 5: Toneladas producidas con horas extras.....	49
Figura 6: Gráfica del tiempo de retención hidráulico en función de la temperatura ambiente	63
Figura 7: Método de Richard Muther	70
Figura 8: Diagrama relacional de actividades	71
Figura 9: Plano de distribución de interna.....	72

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1: % de S.T.	61
Ecuación 2: Tiempo de retención hidráulica	63
Ecuación 3: Volumen de Biogás	64
Ecuación 4: producción de biogás	65
Ecuación 5: El volumen total del biodigestor (VTB).....	65
Ecuación 6: Generación de biogás	73

RESUMEN

Consortio Villegas E.I.R.L. es una empresa que se dedica a la producción y comercialización de alimentos balanceados, así como a la crianza y venta de ganado vacuno con un total de 200 animales, los mismos que generan una cantidad considerable de estiércol a partir del cual, mediante un proceso de digestión anaerobia, se puede producir biogás para satisfacer la demanda energética que requiere la producción de alimentos balanceados y de esta manera reducir los costos operativos. Para ello se realizó un estudio con un enfoque cuantitativo y un diseño no experimental, de tipo correlacional, mediante el que se determinó la dimensión del biodigestor con un volumen de 204.84 m^3 , además de delimitar el área para su implementación y realizar la planificación de su distribución. Se calculó una obtención de 91.152 m^3 diarios de biogás, equivalente a 73195.056 kW de energía eléctrica por año, además de generar ingresos adicionales como los bonos de carbono y la venta de fertilizante. El análisis económico muestra un VAN de S/. S/. 191,092.56, un TIR de 30% y un IR de 1.66, por lo que se concluye que la implementación de un proceso de producción de biogás es viable.

Palabras clave: Biogás, estiércol, energía, biodigestor, digestión anaerobia, costos operativos.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

Actualmente existen diversos problemas en el mundo, entre los cuales se encuentra la contaminación ambiental, por lo que desde hace varios años se vienen creando alternativas que ayudan a reducirla y a la vez que contribuyen con el desarrollo sostenible. Un sector importante en este problema es el industrial, ya que las emisiones directas de dióxido de carbono generadas por éste alcanzan casi una cuarta parte de las globales (IEA, 2020), además de generar una gran cantidad de desechos que, si no son tratados de manera adecuada, pueden ocasionar graves consecuencias ambientales.

Una alternativa muy importante para esta problemática es la producción de biogás a partir de desechos industriales. El biogás es una mezcla de gases, formado fundamentalmente de metano y dióxido de carbono en proporciones de 50 a 75% y 25 a 50% respectivamente, además de pequeñas cantidades de compuestos de azufre (Pérez, 2016). Y es obtenido a partir de la digestión anaeróbica de materiales orgánicos de origen vegetal o animal (Arellano, y otros, 2017, p. 19). Asimismo, el biogás es un combustible obtenido de desechos orgánicos y medios naturales, lo que un recurso de bajo costo y una fuente que ayuda a disminuir los residuos contaminantes a la atmósfera (Martínez M., 2015, p. 20).

El biogás está siendo utilizado alrededor del mundo ya sea como energía calórica o energía eléctrica que esta se produce con el empleo de un motogenerador (Venegas, Raj, & Pinto, 2019). Se usa ampliamente como fuente de energía renovable y calor (IEA, 2020). Asimismo, es aprovechado para la producción de energía en forma de calor y energía

eléctrica (Rivera & Umaña, 2019, p. 124). Además, el biogás puede ser empleado como combustible en motores de combustión interna con el cometido de generar energía eléctrica (Saavedra, 2019, p. 12) y como combustible de cocina para la preparación diaria de los alimentos (Barrera, y otros, 2019).

Al hacer uso de este combustible, las empresas pueden convertir los desechos en energía eléctrica y disminuir los costos en un nivel mucho más económico y a la desvalorización de fuentes energéticas externas a partir de la reutilización de aguas residuales, siendo esto un valioso recurso y permitiendo producir productos de mejor calidad (Molina, 2016, p. 8). La generación y uso del biogás como fuente de energía renovable es una opción técnica y económicamente viable, que no sólo resuelve un problema ambiental al momento de reutilizar los desechos orgánicos, sino que también permite la autosustentabilidad al producir su propia energía eléctrica y calorífica (Dinza, Recio, Pacheco, & Martínez, 2015, pp. 324-331).

El proceso de producción de biogás hace referencia a una serie de pasos mediante los cuales se obtiene biogás a partir de residuos orgánicos mediante la digestión anaeróbica, pasando por un proceso de fermentación en ausencia de oxígeno de los desechos orgánicos, como también de los residuos ganaderos y agroindustriales, de los lodos de estaciones depuradoras de aguas residuales urbanas y de la fracción orgánica de los residuos domésticos; el biogás obtenido según el porcentaje de metano contenido en él puede ser usado para generar energía mecánica, eléctrica y/o calorífica (IDAE, 2016).

Los costos operativos son aquellos que abarcan todo lo relacionado a las actividades diarias de una empresa y se clasifican de forma separada a los costos indirectos ya que están

vinculados a la producción en cierta medida (CERTUS, 2020). Como también están relacionados con el proceso de producción o de prestación del servicio. Donde el costo operativo por unidad (CU) resulta de la suma de los costos fijos (CF) más los costos variables (CV) divididos entre la cantidad producida (Q) (Cansino, 2019). Asimismo, los costos operativos fijos son aquellos que no varían, es decir, al margen del nivel de producción que abarque la empresa, será siempre igual. En cambio, los costos operativos variables dependen del nivel de producción de la empresa (Muño, 2017); entre los cuales se encuentra el costo de energía eléctrica.

El biol es un abono foliar líquido que es obtenido de los desechos orgánicos animal y vegetal, a partir de la descomposición de residuos orgánicos, como excretas de los diferentes animales, residuos de frutas y alimentos, plantas verdes, aguas residuales, etc., en ausencia del oxígeno. Es decir, este abono contiene nutrientes que son asimilados fácilmente por las plantas haciéndolas más vigorosas y resistentes y mejorando en los cultivos. (Universo porcino, s.f.). Asimismo (Sistema Biobolsa, S.f.) Señala que el biol es un fertilizante obtenido del proceso de fermentación de agua y estiércol a través de la fermentación y transformación químicas de desechos orgánicos con ausencia de oxígeno.

Los Bonos de Carbono según (Portal de las Responsabilidades y el desarrollo sustentable, S.f) nos dice que es un mecanismo internacional que ayuda para reducir las emisiones contaminantes de CO₂ que contribuye al calentamiento global; es uno de los tres mecanismos propuestos en el Protocolo de Kioto para la reducción de emisiones causantes del calentamiento global o efecto invernadero. Los bonos de carbono representan un derecho al emitir una tonelada de dióxido de carbono por lo que con su transacción se benefician las

empresas que disminuyen su emisión o directamente no los emiten, haciendo pagar a las que emiten más de lo permitido.

En lo internacional, Rivera & Umaña (2019) afirman que, según el estudio realizado en la industria ganadera en El Salvador sobre la identificación de la disposición del recurso para la producción de biogás y su potencial energético mediante el aprovechamiento del sustrato Bobino/ Porcino, lograron estimar el potencial del recurso disponible en la industria ganadera para producir biogás así como, el potencial energético para la producción de electricidad que se podría producir a partir de este recurso; concluyendo que a partir del biogás se obtiene un gran potencial energético que puede ser utilizado según las necesidades de las empresas de diversos sectores.

Santos, Souza, Abud, & Olivera (2015), realizaron un estudio para estimar la viabilidad de producir biogás a partir de los efluentes de productos lácteos en el estado de Sergipe a través de modelos matemáticos. Haciendo uso de un biodigestor anaeróbico e interpretando el comportamiento cinético por un modelo Monod, se demostró que los efluentes generados por la industria láctea se pueden utilizar en la fabricación de biogás, asimismo, a partir de los efluentes que presentan una alta demanda química de oxígeno (DQO), se obtuvieron valores superiores, 6200 a 6600 m³, generando 68634 y 73062 mil kWh, en 28 días. Concluyendo que el biogás obtenido podría suplir parte de la energía gastada por las empresas, lo que representa una alternativa viable para las industrias de Sergipe.

Asimismo, Carrasco (2015) señala que, en la actualidad, existe una considerable escasez energética a nivel mundial que incita la búsqueda de nuevas energías que sean

amigables con el medio ambiente y sostenibles en el tiempo. Debido a esta problemática, desarrolló una evaluación técnica y económica de una planta de biogás para autoabastecimiento energético mediante cogeneración a partir del estiércol. El estudio mostró indicadores económicos favorables, se obtuvo un VAN de [USD] 807.668 y TIR de 21%. Además, de satisfacer las necesidades energéticas de una empresa, también se puede evaluar la venta de energía en el caso de que existan excedentes significativos.

En lo nacional, Altamirano (2017) desarrolló una investigación con el fin de identificar el potencial de producción energética de biogás a partir de residuos pecuarios en la región La Libertad. Para ello, calculó la cantidad de estiércol, sangre y rumen, y se estimó el potencial de producción de biogás, la concentración de metano, el poder calorífico y la producción de energía. Se obtuvo 817 178 221.8 m³ anuales de biogás que podría producir este sector, proveyendo un potencial eléctrico de 1 470 920.81 MWh anualmente, el mismo que cubriría el consumo de energía en un 76.72% en el año 2015 o en el año 2016 un 72.86% en esta región.

Hernández & Zapata (2018) nos dan a conocer que, con el objetivo de solucionar las deficiencias de energía eléctrica observadas en el caserío la Zanja en Cajamarca, desarrollaron un biodigestor para producir biogás y generar energía. Se realizó un estudio respecto a la cantidad de biogás obtenido a partir del estiércol, teniendo en cuenta la demanda energética de la población y se determinó que con un promedio diario de 78 kg de estiércol se puede satisfacer las necesidades energéticas en 18.59 kWh por día a la población. Además, el análisis económico efectuado empleando el Período de Retorno de Inversión (PRI) indica un tiempo de recuperación de 4 años y 8 meses.

Por otro lado, Jiménez & García (2020) desarrollaron un estudio en la provincia de Jaén con el objetivo evaluar la eficacia del estiércol de ganado porcino y la cáscara de café en la producción de biogás. Para ello se construyó un biodigestor para ver la eficacia del estiércol de ganado porcino y cáscara de café, aplicando el análisis estadístico para determinar la eficacia mediante la comparación de los tres tratamientos, usando el software Minitab 8. Los resultados obtenidos nos muestran que la mayor eficacia en la producción de biogás es el tratamiento cuya proporción de mezcla es de 60 % estiércol de ganado porcino y 40 % cáscara de café produciendo 0.142336 m³ de biogás, siendo una fuente eficiente tanto para la economía, al ser utilizado como energía, como para el cuidado del medio ambiente.

A nivel local, Ruiz (2020) desarrolló un estudio con el fin de apoyar a las necesidades tanto de energía eléctrica como de cocción de alimentos en una vivienda rural del CC.PP. Las Canteras del distrito de Pátapo – Chiclayo – Lambayeque, todo esto a partir del biogás generado de las excretas de ganado vacuno, ya que estos animales producen 314,0 kg/día de estiércol; PH de 7,3; materia seca 6%; teniendo un potencial para producir biogás de 0,55 m³ /día. La cual estaría cubriendo las necesidades de esta comunidad y para llevar a cabo esta implementación de biodigestores se requiere un presupuesto de s/ 3 909,20, y los gastos de mantenimiento y operación es de s/ 300 anual, teniendo un TIR de 17% y un Valor Actual Neto de S/. 474 208 y 5 años el tiempo de recuperación de la inversión.

Este trabajo de investigación se busca realizarlo en el Consorcio Villegas E.I.R.L., una empresa ubicada en la provincia de Chiclayo, que se dedica a la actividad económica de Elaboración de Piensos Preparados Para Animales, crianza de ganado vacuno y su comercialización. Actualmente esta organización presenta distintos problemas entre los

cuales, uno de los más resaltantes es el de las paradas de producción debido a diversos factores como la avería de una de las máquinas, falta de insumos, cortes de energía eléctrica, entre otros. Entre estos factores, los cortes de energía eléctrica afectan significativamente el proceso de producción debido a que el Consorcio Villegas E.I.R.L, no cuenta con energía de reserva para estos casos, lo que significa una paralización completa del proceso de producción, además de pérdidas económicas considerables. Además, la empresa cuenta con los recursos necesarios para el proceso de producción de biogás, como es el estiércol y otros residuos orgánicos, que pueden ser utilizados para este fin.

Por lo mencionado anteriormente, el presente estudio se centrará en el diseño de un proceso de producción de biogás a partir de los desechos orgánicos obtenidos de la actividad pecuaria y su aprovechamiento en forma de energía con la finalidad reducir los costos operativos con relación al gasto energético del Consorcio Villegas E.I.R.L y, a la vez contribuir con el cuidado del ambiente, siendo así una investigación factible, cuya aplicación genera beneficios tanto económicos como ambientales.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Formulación del problema general

¿En qué medida el diseño de un proceso de producción de biogás permitirá reducir costos operativos en el Consorcio Villegas E.I.R.L. Chiclayo, 2021?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Diseñar un proceso de producción de biogás para reducir costos operativos en el Consorcio Villegas E.I.R.L. Chiclayo, 2021.

1.3.2. Objetivos específicos

- Realizar una medición de los costos operativos actuales de la empresa.
- Diseñar un proceso de producción de biogás en la empresa.
- Evaluar los costos operativos después del diseño del proceso de producción de biogás.
- Realizar una evaluación económica para verificar la viabilidad del diseño.

1.4. Hipótesis

El diseño de un proceso de producción de biogás reducirá significativamente los costos operativos en el Consorcio Villegas. Chiclayo, 2021

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

2.1. Tipo de investigación

2.1.1. Enfoque

2.1.1.1. X

Se considera que nuestra investigación es de enfoque cuantitativo por el mismo hecho de que nuestro estudio presenta un conjunto de procesos en los que vamos a utilizar la recolección y análisis de datos siguiendo un orden, la cual se da a partir de una idea que se va delimitando; y a partir de ello se originan los objetivos y la pregunta de investigación, para luego seguir a implantar la hipótesis, decretar variables, diseñar un plan para justificar el estudio. (Hernández, Fernández, & Baptista, 2014, pp. 1-10).

2.1.2. Diseño

2.1.2.1. No experimental:

Se considera que esta investigación es no experimental, ya que se refiere al análisis que se realiza en su contexto natural observando los fenómenos que está atravesando. (Hernández, Fernández, & Baptista, 2014, pp. 152-154) nos dice que un estudio es no experimental por el mismo hecho de que no se realizan variaciones en forma intencional a las variables independientes para sus consecuencias de las demás variables, además no se originan ninguna situación, sino que se examina casos que se tiene presentes en el estudio que se está realizando y que los defectos encontrados no son inducidos de manera intencional por quienes lo realizan.

De tal manera que este estudio presenta un corte transversal debido a que en la investigación se recopilan datos en una sola ocasión, es decir en un único tiempo; teniendo como fin especificar variables y examinar; evaluando los sucesos en el momento real (Hernández, Fernández, & Baptista, 2014, pp. 154-158).

2.1.3. Tipo

2.1.3.1. Correlacional:

Según los estudios realizados concluimos que nuestra investigación es de tipo correlacional por lo que las variables se encuentran relacionadas. Ya que una investigación es correlacional por el mismo hecho de tener como propósito evaluar el nivel de relación o semejanza que pueda existir entre dos o más variables, dado que para estimar la correlación en primer lugar se tiene que medir las variables, seguidamente las pruebas de hipótesis correlacional y por último la aplicación de las técnicas estadísticas (Peña, 2012, pp. 3-4).

2.2. Población y muestra

2.2.1. Población

La población está conformada por todas las áreas de la empresa Consorcio Villegas E.I.R.L.

2.2.2. Muestra

La muestra está conformada el área de producción de la empresa Consorcio Villegas E.I.R.L.

2.3. Métodos, Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos

2.3.1. Métodos

2.3.1.1. Método Inductivo – Deductivo:

A través de este método analizamos y obtenemos conocimientos que nos ayudan a llevar una investigación adecuada. Ya que al utilizar el método inductivo obtenemos un conocimiento que va desde lo general a lo particular (Prieto, 2017). Es por esta razón que nuestro estudio de cada variable implica los objetivos de investigación, donde se podrá llevar a cabo, con razones lógicas e investigaciones científicas, nuestra hipótesis.

2.3.1.2. Método Hermenéutico:

Mediante esta herramienta vamos a analizar, indagar conocimientos de las teorías planteadas en este estudio; como también este método nos permite interpretar y comprender el contexto en el que se describe esta investigación (García, S.f).

2.3.2. Técnicas.

Las técnicas son un conjunto de procedimiento donde abarca diferentes tipos de herramientas, que nos permite recolectar, mantener, analizar y optimizando el desarrollo de información, adquiriendo diversos conocimientos para la investigación (Ibáñez, 2015, p. 164). Es por esta razón que en nuestra investigación utilizamos diversos métodos que nos permite acceder a una variedad de estudios y así obtengamos un buen resultado de la investigación.

2.3.3. Instrumentos

Martínez V. L., (2013) Nos dice que el instrumento es un método que utiliza el investigador para la recolección de información accediendo a diversos conocimientos, resolviendo el problema de investigación y las variables que se tiene en mente. De tal manera que en esta investigación se utilizó los instrumentos detallados en la siguiente tabla.

Tabla 1

Técnicas e instrumentos a utilizar

Técnica	Instrumento
Análisis documental	Guía de análisis de datos
Entrevista	Guía de entrevista

Fuente: Elaboración propia

Nota: En esta tabla tenemos que para la investigación utilizamos 2 técnicas, el análisis documental y la entrevista; como también utilizamos 2 instrumentos la guía de análisis de datos y la guía de entrevista para obtener la información que requerimos para el desarrollo del presente estudio.

2.4. Procedimiento

En el presente estudio se utilizó diversas herramientas para el recojo de información; una de ellas es el análisis documental, siendo esta una técnica que consiste en la recolección de información, análisis de documentos que están relacionados a nuestra investigación, es por eso por lo que mediante esta técnica vamos a obtener una información detallada sobre los Kilowatts por hora obtenidos a partir de la producción de biogás. Este método nos permite

llegar a conocer los temas a mayor profundidad a partir de documentos escritos, ya sea estudios, informes, artículos, tesis y libros (Ballén, Pulido, & Zúniga, 2007).

Asimismo, utilizamos la herramienta de guía de análisis de datos, con el propósito de obtener información precisa y necesaria para nuestra investigación. Puesto que, la guía de análisis de datos es un método que se utiliza para estudiar la información de mayor utilidad, analizando los datos obtenidos a partir de los cuales obtendremos resultados precisos (Hernández, Fernández, & Baptista, 2014, pp. 270-272).

También se utilizó la entrevista, la cual es apropiada para obtener información personalizada y completa a partir de los datos proporcionados por otras técnicas y permite profundizar mucho más en el tema de investigación (Martínez & Galán, 2014, pp. 262-264). Esta entrevista consiste en 15 preguntas y va dirigida al representante de la empresa con la finalidad de obtener información personalizada a cerca de los costos de energía, costos variables y costos fijos de la empresa en estudio. Se utilizó la guía para la entrevista con la finalidad de planificar de manera ordenada los puntos a abordar en la entrevista para evitar omitir algún detalle importante, siendo éste un instrumento que permite realizar un trabajo reflexivo para la organización de los posibles temas que serán abordados en la entrevista (León, 2002, pp. 180-181).

2.4.1. Validez y confiabilidad de información

Para creer y reconocer la validez y confiabilidad de los instrumentos, se empleó la opinión, criterio y el visto bueno de expertos en el tema de la carrera profesional de Ingeniería Industrial de nuestra casa superior de estudios, sede Cajamarca.

2.4.2. Análisis de datos

Después de realizar la aplicación de las herramientas, se procedió a organizar en un Excel toda la información obtenida, para luego realizar tablas que nos ayuden a describir y analizar los resultados finales de las variables y dimensiones de una manera más concreta y precisa, para la redacción del informe se utilizó el Microsoft Word.

2.4.3. Aspectos éticos

Toda información que no es de nuestra opinión propia se ha citado, es decir, todas las fuentes que han sido consultadas y consideradas en esta investigación son citadas indicando el autor a quien pertenecen. Ya que también tenemos la autorización de la institución para recolectar toda la información de páginas confiables que es necesaria para la investigación, siendo así toda información obtenida será utilizada con fines académicos llevando consigo los valores que debe tener en cuenta un investigador; y todos los resultados que se presentan son datos reales sin alteración ninguna.

2.5. Matriz de operacionalización de variables

Tabla 2

Matriz de operacionalización

Variable	Definición conceptual	Dimensiones	Indicadores
Variable independiente: Proceso de producción de biogás	El proceso de producción de biogás consiste en una serie de pasos mediante los cuales se obtiene biogás a partir de residuos orgánicos mediante la digestión anaeróbica, que puede ser usado para generar energía mecánica, eléctrica y/o calorífica (IDAE, 2016).	CALIDAD PRODUCCIÓN	Nivel de concentración de metano Cantidad biogás producido Cantidad de energía consumida (kW/hora) Cantidad producida de productos balanceados Tiempo extra de producción Número de paradas de producción
Variable dependiente: costos operativos	Los costos operativos son aquellos que abarcan todo lo relacionado a las actividades diarias de una empresa y se clasifican de forma separada a los costos indirectos ya que están vinculados a la producción en cierta medida (CERTUS, 2020)	COSTOS	Costo de energía Costos fijos (mano de obra, mantenimiento, depreciación) Costos variables (material directo, material indirecto, servicios)

Fuente: Elaboración Propia

Nota: En esta tabla de matriz de operacionalización, podemos ver que en su contenido nos da a conocer las variables, lo cual se tiene dos, variables independientes y dependiente, también se menciona la definición conceptual, las dimensiones y los indicadores.

CAPÍTULO III. RESULTADOS

3.1 Información general de la empresa

CONSORCIO VILLEGAS E.I.R.L. con RUC N° 20538937321 es una empresa Individual de Responsabilidad Limitada; ésta es una compañía privada que se encuentra ubicada en la calle Inca Roca Nro. 1210, distrito La Victoria, provincia Chiclayo, departamento Lambayeque. Siendo constituida el 01 de diciembre del año 2012, desde ese entonces tiene como gerente general al Sr. Villegas Guevara, Cesar y Subgerente al Sr. Villegas Guevara, René; quienes a partir de ese momento son los responsables, ya que vienen dirigiendo y administrando dicha empresa.

Esta organización está enfocada en el rubro de producción y comercialización de alimentos balanceados para ganado, así como también, la cría de ganado bovino teniendo un total de 200 cabezas de ganado entre toros, vacas y terneros de diferentes edades. La actividad principal de la empresa es la elaboración de piensos preparados, para la cual cuenta con 6 máquinas principales que tienen como función la molienda de maíz, arrocillo, y demás granos, como también para el corte de chala o panca seca de maíz. Con sus productos satisfacen las necesidades del ganado que poseen, así como también, las necesidades de sus clientes, brindando productos de alta calidad y la comercialización del mejor ganado; obteniendo así la confianza y la satisfacción de sus clientes.

La organización actualmente cuenta con un sólido equipo de trabajo que está conformado por personas con diferentes habilidades, disciplinas a nivel de gerencia,

administrativas, contables, finanzas, marketing y atención al cliente, lo cual se detalla a continuación:

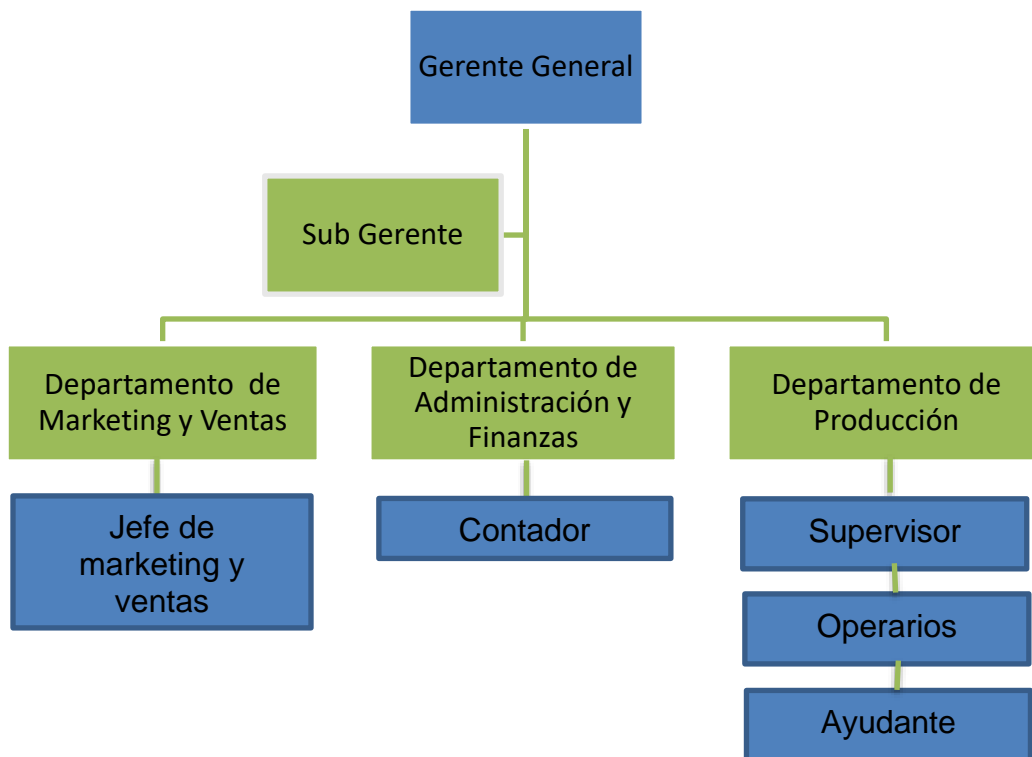


Figura 1: Organigrama de trabajadores

Fuente: Consorcio Villegas E.I.R.L. Chiclayo / elaboración propia

3.2 Diagnóstico general del área de estudio:

Según la información obtenida, la empresa Consorcio Villegas E.I.R.L. hace uso de energía para el funcionamiento de distintas máquinas y artefactos eléctricos, detallados en la tabla N° 3, que intervienen en el proceso de elaboración de alimentos balanceados; así como para realización de las actividades diarias dentro del establo de ganado vacuno. Las máquinas que consumen mayor energía son: los molinos de maíz, la cual solo se encarga de

la molienda de maíz criollo o maíz integral; el molino de granos, encargado de la molienda de los demás granos, por ejemplo, están todas las clases de frejoles negros, blancos, lentejas, etc. Además, se tiene las tres máquinas de mezclar, dos horizontales y otra vertical y por último se tiene la máquina de cortar chala o panca seca de maíz; estas máquinas consumen una gran cantidad de energía ya que están en constante funcionamiento.

A partir de ello podemos decir que, el desarrollo de sus actividades depende del suministro energético, el mismo que suele verse interrumpido especialmente por cortes de energía eléctrica. Esto representa una parada en la producción sin opción de aplicar un plan de contingencia, debido a que la empresa no cuenta con un suministro energético como sustituto para este tipo de casos, y a causa de esto la empresa atraviesa una serie de problemas con el abastecimiento de los productos para el consumo de sus animales como también con los pedidos de los clientes.

La ausencia esporádica del servicio de energía eléctrica dificulta el cumplimiento de la meta de producción asignada, tanto diaria como mensual, puesto que esta organización trabaja con una cantidad establecida de productos diarios según la cantidad de pedidos requeridos, generando inconvenientes para la entrega de los pedidos. Si para la fecha asignada la empresa no tiene el pedido completo no podrá cumplir con el cliente, y a consecuencia de esto podría perder a este cliente. Como alternativa para evitar esta situación problemática, se adquieren de los productos faltantes para completar el pedido y así satisfacer al cliente y éste no cambie de proveedor.

Por ello, las paradas de la producción significan pérdidas monetarias, un incremento en los costos operativos, puesto que, implica la contratación de mano de obra extra, lo cual

es perjudicial para la empresa. Asimismo, los costos de energía son considerables, haciendo total de S/ 46100.6 anuales para el año 2019.

El Consorcio Villegas E.I.R.L. cuenta con máquinas, y artefactos que intervienen de manera directa e indirecta en el proceso de producción y sobre todo en el desarrollo de las actividades diarias de la empresa haciendo un total de 52 aparatos que consumen energía eléctrica para su funcionamiento. Esta información se encuentra detallada en la siguiente tabla.

Tabla 3

Máquinas y artefactos que dependen de un suministro energético

Artículo	Cantidad de equipos
Molinos	2
Mescladora vertical	1
Mescladora horizontal	2
Cortadora de chala	1
Cosedoras	4
Balanzas	5
Compresora	1
Bomba de agua	1
Bomba de melaza	1
Computadoras	3
Impresoras	2
Fluorescentes	10
Cámaras de seguridad HD	6
Máquinas de ordeñar	13
Total	52

Fuente: Consorcio Villegas E.I.R.L. Chiclayo / elaboración propia

Nota: En esta tabla podemos observar las máquinas y artefactos que tiene la empresa Consorcio Villegas E.I.R.L. tiene un total de 52 unidades de diferentes máquinas y que son herramientas que, para su funcionamiento, hacen el consumo de energía eléctrica.

3.2.1. Diagrama de flujo

Los procesos productivos en el Consorcio Villegas E.I.R.L. se relacionan entre si, puesto que la producción de alimento para animales es comercializada y a la vez utilizada como alimento para el ganado que pertenece a la empresa, como se puede observar en el diagrama de flujo presentado a continuación:

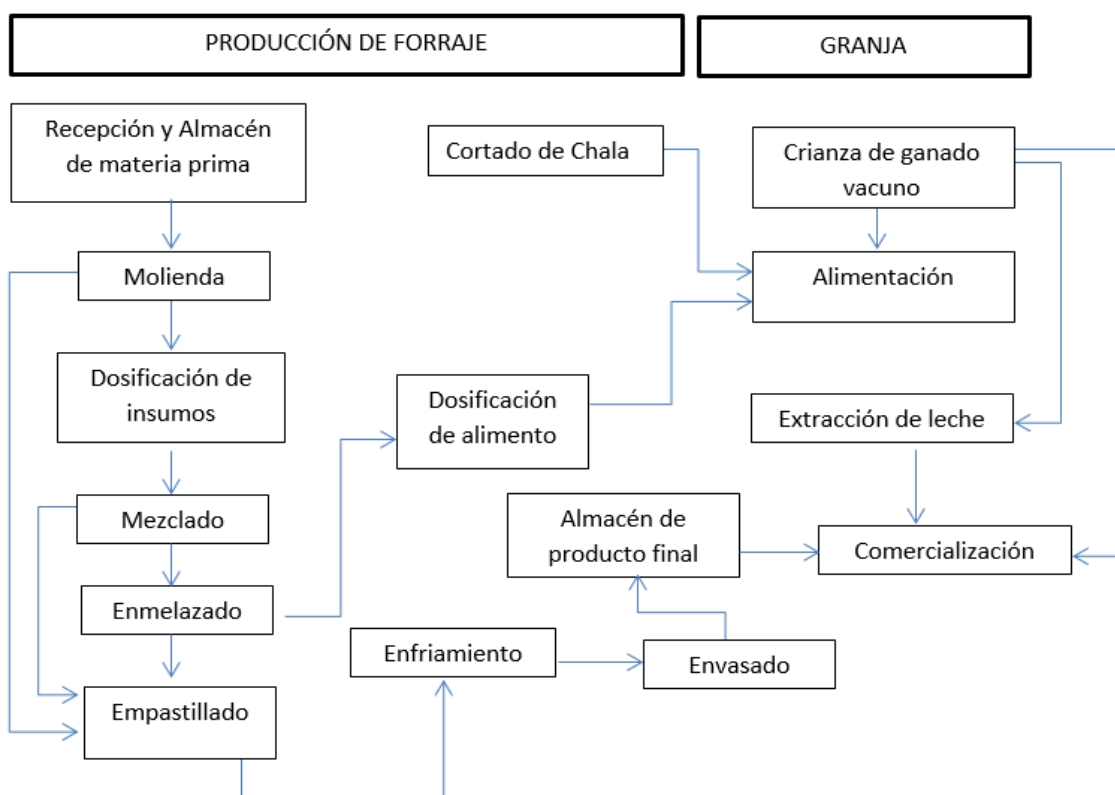


Figura 2: Diagrama de flujo

Fuente: Consorcio Villegas E.I.R.L. Chiclayo / elaboración propia

Nota: En esta figura tenemos un diagrama de flujo, donde se hace la distribución de la llegada de los pedidos que realiza la empresa, es decir, los alimentos de materia prima se almacenan

en el primer almacén de Materia Prima, luego hacen diferentes procesos con cada uno de los productos en las máquinas que tiene la empresa y de esto se obtiene los productos balanceados y de más alimentos que son llevados al almacén de productos terminados, como también se hace la entrega a los clientes y para la alimentación de sus propios animales.

3.2.2. Diagrama de Análisis del Proceso

Con el objetivo de analizar los principales procesos que se llevan a cabo para la producción en el Consorcio Villegas E.I.R.L., realizamos el diagrama de análisis del proceso de aquellos que son fundamentales para garantizar la continuidad de la producción y evaluar la importancia del suministro energético. Los procesos seleccionados son la molienda de maíz y la producción de concentrado.

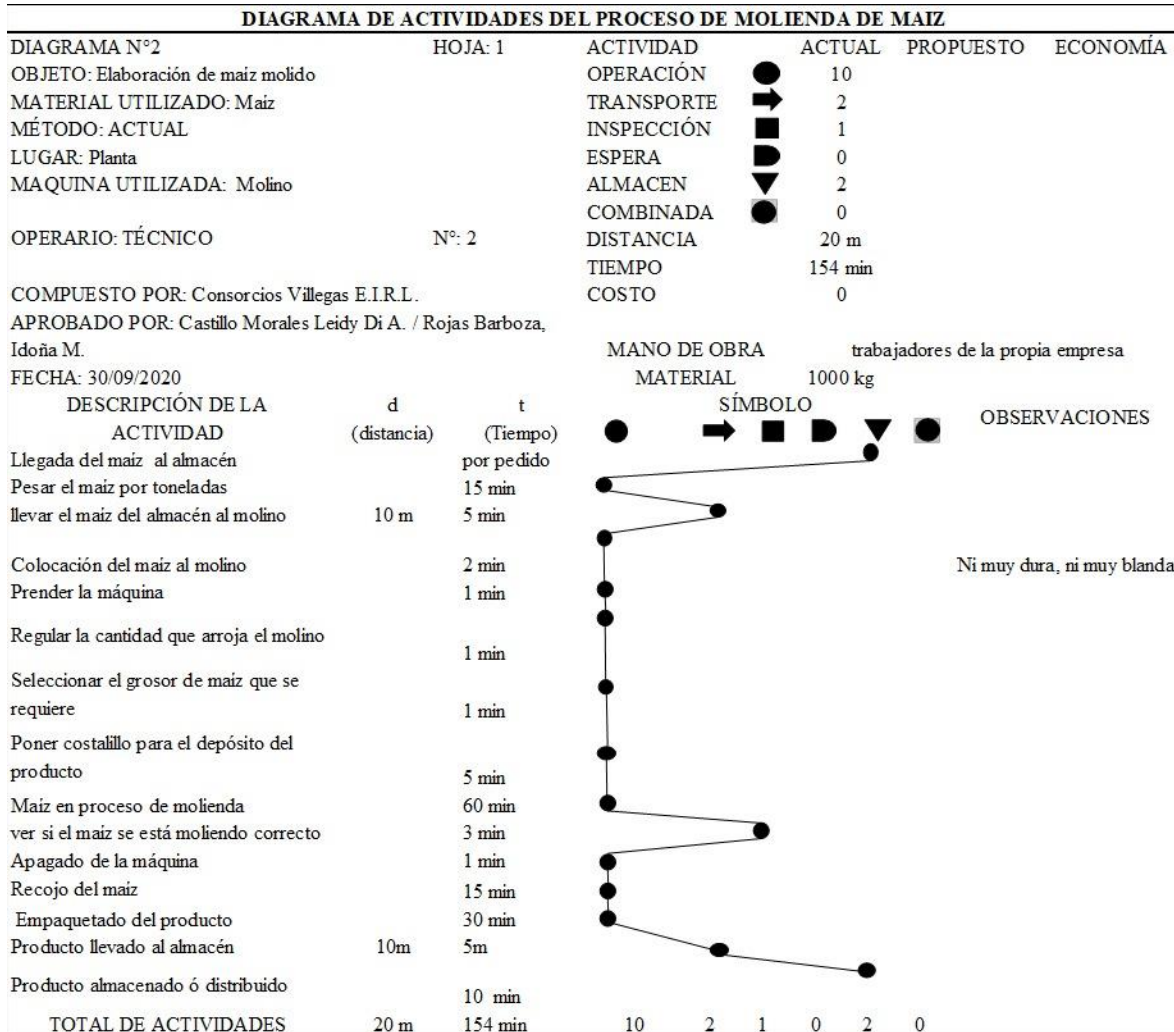
La molienda de maíz es primordial puesto que, el maíz es uno de los productos más comercializados, bajo la denominación de Maíz Molido y Maíz I; además es un ingrediente fundamental para la elaboración de otros productos como: Concentrado Estándar, Concentrado Medio, Concentrado Alto, Concentrado Súper Alto, Preparato, Crecimiento, Afrecho, Torta de Soya. En caso la molienda de maíz se viera afectada, esto no solo repercutiría en la producción de Maíz Molido o Maíz I, sino a todos los productos que dependen del maíz para su elaboración.

Según el diagrama de análisis del proceso para realizar la molienda del maíz, que se encuentra detallado en la tabla 4, se necesita de un molino industrial con capacidad de 1

tonelada por hora, el mismo que consume 7 kW por hora y es utilizado durante toda la jornada de trabajo.

Tabla 4

Diagrama de actividades del proceso de molienda de maíz



Fuente: Consorcio Villegas E.I.R.L. Chiclayo / elaboración propia

Nota. En esta tabla 4 podemos observar los pasos que se sigue para la molienda de maíz, ya que para obtener maíz molido se utiliza una máquina que es el molino con una capacidad de 1000 kg y una duración en el proceso de molienda de 60 minutos, lo cual para obtener dicho producto se tiene un total de 15 pasos, donde 10 son operaciones, 2 transportes, 1 inspección y 2 almacenes.

Otro de los productos más vendidos es el Concentrado, ya que existen diferentes variedades de este producto, cuyo procedimiento es similar. Para producir el Concentrado se emplea un molino, una mezcladora, dos balanzas y dos cosedoras, por ello el proceso es totalmente dependiente del correcto funcionamiento de las máquinas, como se puede observar en la tabla 5.

Tabla 5

Diagrama de actividades del proceso de producción de concentrado

DIAGRAMA DE ACTIVIDADES DEL PROCESO DE CONCENTRADO								
DIAGRAMA Nº1	ACTIVIDAD	ACTUAL	PROPUESTO	ECONOMÍA				
OBJETO: Mezcla de alimentos	OPERACIÓN	●	11					
MATERIAL UTILIZADO: Maiz, Zinc, Vitamina C, etc.	TRANSPORTE	➔	6					
MÉTODO: ACTUAL	INSPECCIÓN	■	3					
LUGAR: Planta	ESPERA	◐	0					
MAQUINA UTILIZADA: Molino y mezcladora	ALMACEN	▼	1					
	COMBINADA	●	0					
OPERARIO: TÉCNICO	Nº: 1	DISTANCIA	35m					
	TIEMPO		147 min					
	COSTO							
COMPUESTO POR: Consorcios Villegas E.I.R.L.								
APROBADO POR: Castillo Morales, Leidy Di A. / Rojas Barboza, Idoña M.								
FECHA: 30/09/2020								
	MANO DE OBRA				trabajadores de la propia empresa			
	MATERIAL				1 tn			
	SÍMBOLO							
DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	d (distancia)	t (Tiempo en min) por pedido	●	➔	■	◐	▼	OBSERVACIONES
Llegada del maíz al molino			●					
Molienda de maíz			●					
Maiz molido llevado a la mezcladora	10m	5 min	●	➔				
Diferentes insumos llevado a la mezcladora	10m	6 min	●	➔				
Prender máquina mezcladora		1 min	●					
Colocar los productos a mezclar en la máquina		5 min	●					
Regular la cantidad que arroja la mezcladora		1 min	●					
Colocar recipiente para el recojo del producto		2 min	●					
Productos en proceso de mezcla		60 min	●					
Ver si la producción esta adecuada		1 min	●					
Ver si la maquina ya mezcló todos los productos		1 min	●					
Apagado de la máquina		1 min	●					
Recojo del producto final		10 min	●					
Empaquetado del producto		10 min	●					
Pesar el producto en una balanza		10 min	●					
Verificación si el peso es el correcto		1 min	●					
Llevar cosedora al empaquetado de los productos	5m	3 min	●	➔				
Coser el producto empaquetado		10 min	●					
Productos llevados al almacén	10 m	10 min	●					
Producto almacenado		5 min	●					
Almacenado o Distribuido		5 min	●					
TOTAL DE ACTIVIDADES	35 m	147 min	11	6	3	0	1	

Fuente: Consorcio Villegas E.I.R.L. Chiclayo / elaboración propia

Nota. En esta tabla 5 podemos analizar cómo se desarrolla el proceso para obtener el concentrado, en este proceso se cuenta con un total de 21 pasos para obtener dicho producto, de los cuales 11 son operaciones, 6 son transportes, 3 son inspecciones y 1 es almacén, y para toda esta actividad se utilizó 1 tonelada de material.

En los dos procesos analizados se evidencia la dependencia de las máquinas para garantizar la continuidad de la producción y a su vez estas necesitan de energía eléctrica para poder funcionar.

3.2.3. Ishikawa

Se recolectó información para realizar un diagrama de Ishikawa, la misma que se detalla a continuación.

Tabla 6

Datos para el Diagrama Ishikawa

Elevados costos operativos - causas			
Producción	Mano de obra	Materiales	Métodos
Paradas de máquina y/o producción	Deficiente coordinación	Desperdicio de insumos	Cuellos de botella
Pedidos incompletos	Falta de Capacitación	Falta de materiales	Procedimientos poco estandarizados
	Falta de Supervisión	Insuficiente homologación de insumos	Insuficiente gestión de pedidos

Fuente: Consorcio Villegas E.I.R.L. Chiclayo / elaboración propia

Nota: en esta tabla nos da a conocer los datos para elaborar el diagrama Ishikawa, teniendo como problema en dicha empresa los elevados costos operativos, y a partir de ello se

desarrolla 4 factores: producción, mano de obra, materiales y métodos.

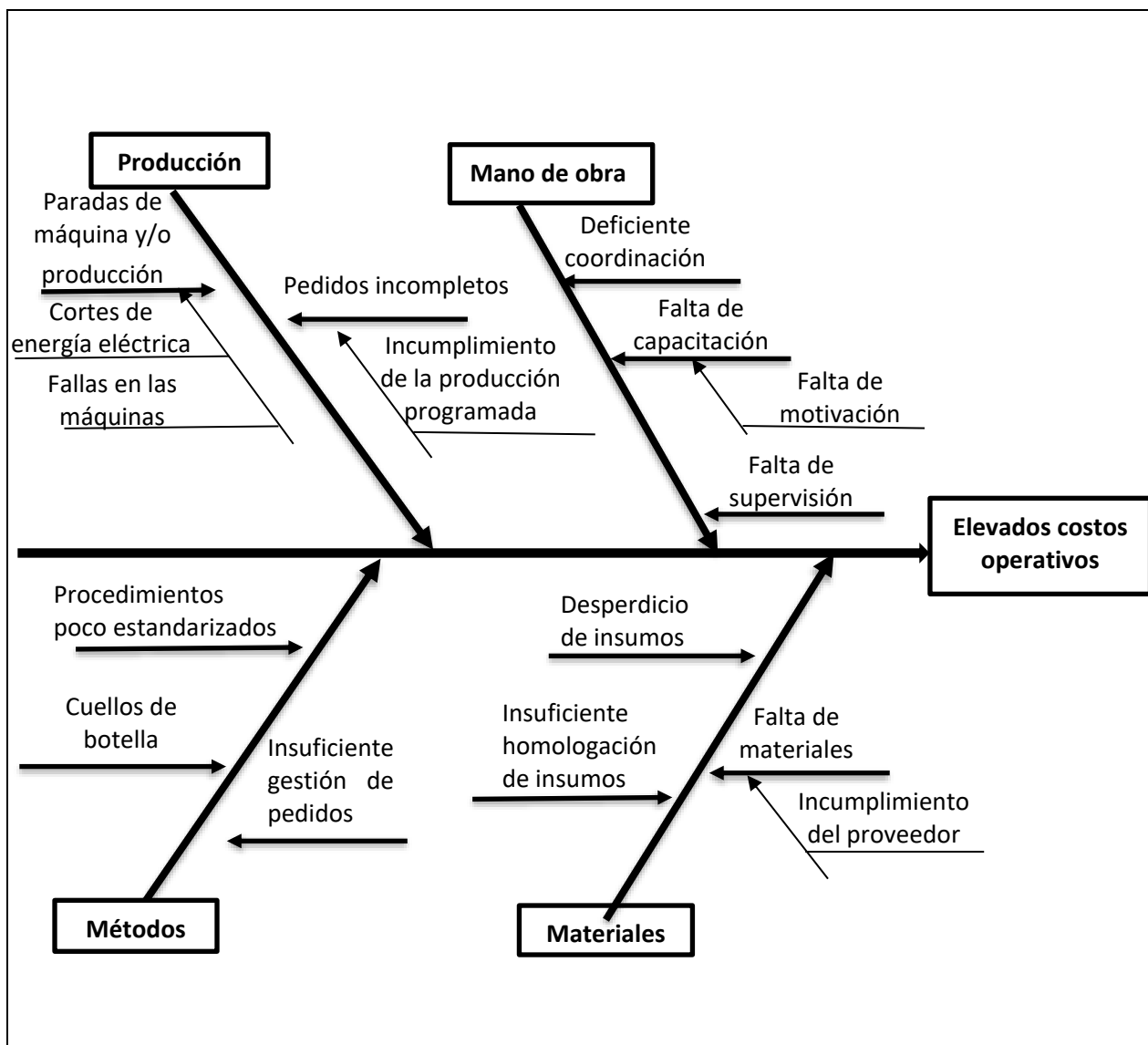


Figura 3: Diagrama Ishikawa

Fuente: Consorcio Villegas E.I.R.L. Chiclayo / elaboración propia

Nota. En esta figura 3 se observa un diagrama de Ishikawa referente a las causas de los elevados costos operativos analizando 4 factores: mano de obra, producción, métodos y materiales.

Cada uno de los factores analizados tienen causas relacionadas con el problema principal las cuales se explican detalladamente a continuación:

3.2.3.1. Mano de obra

La mano de obra es una causa que va en conjunto de sus 4 subcausas que afecta a la empresa en el incremento de los costos, una de ellas es la deficiente coordinación, la misma que repercute de manera negativa generando inconvenientes al realizar el trabajo asignado; otra de las subcausas es la falta de capacitación, ya que los trabajadores no tienen en claro a sus funciones lo cual se relaciona con la falta de motivación, cuya consecuencia es no obtener el resultado que la empresa desea; y por último se tiene una subcausa de falta de supervisión, que afecta directamente al proceso de producción y la calidad del producto, generando pérdidas y ampliación de tiempo de proceso productivo. Por lo tanto, de esta causa general decimos que la empresa al tener estos inconvenientes se ve afectada respecto a sus costos.

3.2.3.2. Materiales

La empresa también tiene esta causa que esta conjunta a 3 subcausas una de ellas es el desperdicio de insumos, ya que la empresa al no tener un sistema actualizado de los productos de llegada y salida hay insumos que están vencidos; otra subcausa es la insuficiente homologación de insumos lo que ocasiona reducidas opciones de sustitutos. La tercera subcausa es la falta de materiales, cuando hay un incremento de pedidos y la empresa no cuenta con el stock de materia prima suficiente para cubrir la demanda.

3.2.3.3. Producción

Esta causa presenta 2 subcausas que afectan a los costos de la empresa, una de las subcausas corresponde a los pedidos incompletos y que son provocados por el incumplimiento de la meta de producción. Otra subcausa es las paradas de máquina y/o producción debido a los cortes de energía eléctrica, ya que al no tener este servicio las máquinas se paralizan, la producción proyectada se ve afectada y su recuperación requiere horas extras, incrementando los costos para la empresa.

3.2.3.4. Métodos

Esta es la última causa que también afecta al problema de los costos en la empresa, esta causa va ligada a tres subcausas entre las cuales se encuentra el procedimiento poco estandarizados, el cual repercute negativamente al no contar con un procedimiento adecuado de actividades en caso de que ocurra una parada de máquina no programada. Otra subcausa es la ineficiente gestión de pedidos que repercute en la planificación de la producción y a su vez con el cumplimiento de estos. También tenemos a los cuellos de botella de los cuales los más impactantes son generados por las paradas de máquina no programadas.

3.2.4. Diagrama de Pareto

A partir de la información recolectada, se realizó un Diagrama de Pareto con el fin de analizar más a detalle la frecuencia de cada uno de los problemas presentados, como se observa a continuación:

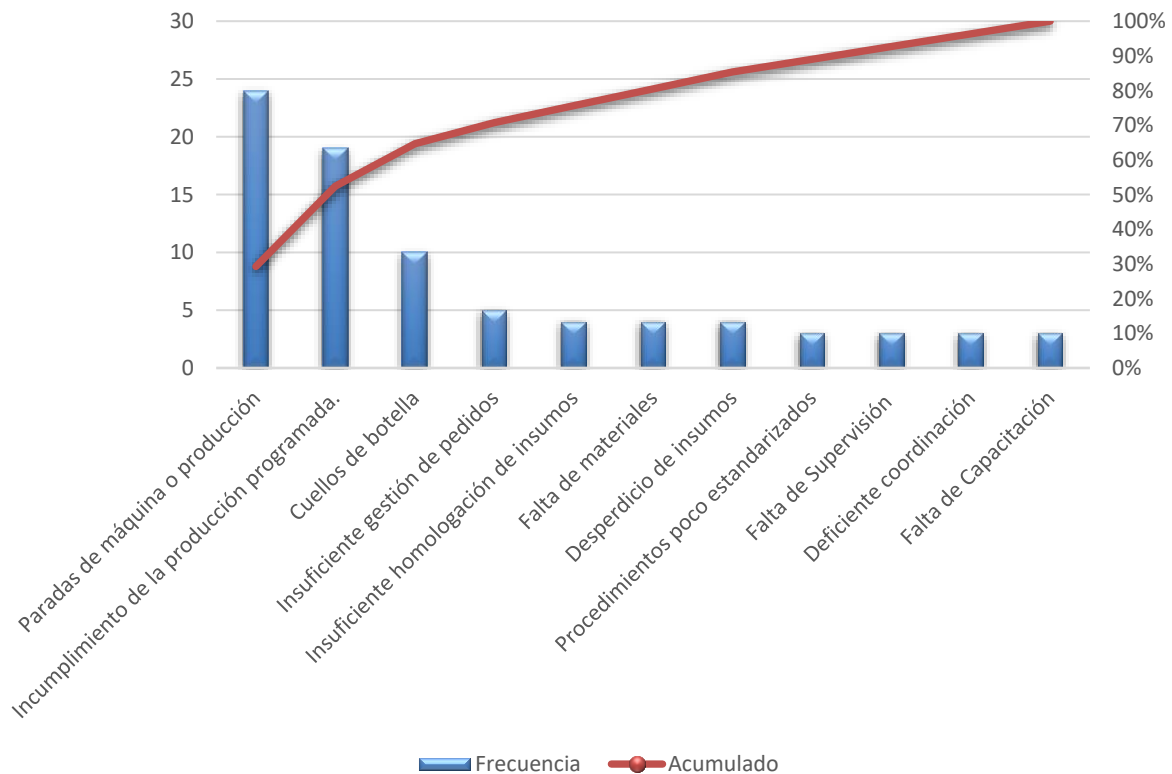


Figura 4: Diagrama de Pareto

Fuente: Consorcio Villegas E.I.R.L. Chiclayo / elaboración propia.

Nota. En esta figura 4 se visualiza un diagrama de Pareto, en el que observamos que el problema más frecuente son las paradas de máquina o producción, seguido por los cuellos de botella, productos dañados y el incumplimiento de la meta de producción, que están relacionados con las paradas de máquina y/o producción.

3.3. Diagnóstico de la variable independiente: Proceso de producción de biogás.

3.3.1. Diagnóstico de la dimensión calidad:

El indicador actualmente no se calcula porque la empresa Consorcio Villegas E.I.R.L., no cuenta con la información que se requiere para este diagnóstico.

3.3.2. Diagnóstico de la dimensión producción:

3.3.2.1. Cantidad biogás producido:

El indicador actualmente no se calcula porque la empresa Consorcio Villegas E.I.R.L., no cuenta con la información que se requiere para este diagnóstico.

3.3.2.2. Cantidad de energía utilizada por máquina (kW/hora):

La empresa Consorcio Villegas E.I.R.L. hace uso de distintas máquinas para la ejecución de sus procesos de producción las mismas que utilizan considerables cantidades de energía, especificadas en la tabla 7.

Tabla 7

Cantidad de energía utilizada por máquina

Artículo	Watts/hora	Tiempo de uso diario(horas)	Cantidad de equipos	Watts por hora	KWH/día
Molinos	7000	8	2	14000	112
Mescladora vertical	3200	8	1	3200	25.6
Mescladora horizontal	3200	8	2	6400	51.2
Cortadora de chala	2000	3	1	2000	6
Cosedoras	90	8	4	360	2.88
Balanzas	100	4	5	500	2
Comprensora	4200	6	1	4200	25.2
Bomba de agua	500	2	1	500	1

Bomba de melaza	2100	3	1	2100	6.3
Computadoras	250	8	3	750	6
Impresoras	150	3	2	300	0.9
Fluorescentes	23	5	10	230	1.15
Cámaras de seguridad HD	6.5	24	6	39	0.936
Máquinas de ordeñar	525	2	13	6825	13.65
Total	27571.5	92	52	41404	254.816

Fuente: Consorcio Villegas E.I.R.L. Chiclayo / elaboración propia

Nota: La cantidad de energía utilizada para llevar a cabo el proceso de producción hace un total de 254.816 kWh/día. Uno de los principales procesos para la elaboración de alimento para animales del cual derivan otros productos, es la molienda de maíz por el hecho de que está ligada a uno de los molinos, el mismo que tiene un alto consumo de energía y es usado durante toda la jornada laboral.

Esto evidencia lo importante que es la energía eléctrica para asegurar la producción, la empresa necesita un considerable suministro de energía, el mismo que si faltase, impediría la continuidad de la producción, generando pérdidas para la empresa.

Tabla 8

Demanda energética Anual

Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
Demand a energétic a (kW)	4466	5249	4861	5866	5624	6862	6604	6735	6824	6525	6978	6373
Costo	2822	3316	3071	3706	3553	4335	4173	4255	4311	4123	4409	4027

Fuente: Consorcio Villegas E.I.R.L. Chiclayo / elaboración propia

Nota: En esta tabla observamos la demanda de energía anual y el costo de cada mes, asimismo podemos ver el costo más bajo que se presenta en dicha empresa, siendo en el mes de enero con un total de S/ 2822, y el mes más elevado es en el mes de noviembre con

un costo de S/ 4409.

3.3.2.3. Cantidad producida de productos balanceados

En el Consorcio Villegas E.I.R.L. la cantidad producida de productos balanceados varia mes a mes según la demanda de alimento para animales, según los datos brindados por la empresa del año 2019, lo cual se encuentra especificado en la tabla 9.

Tabla 9

Producción de alimentos balanceados en toneladas del Consorcio Villegas 2019.

Producto	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
Afrecho	24	28	26	30	28	34	32	34	34	32	34	32	368
Maíz molido	28	32	32	34	32	38	36	38	40	38	38	38	424
Torta Soya	24	28	26	30	28	34	34	36	34	32	34	32	372
Menestra	24	28	26	30	28	34	34	34	34	32	34	32	370
Arrocillo	22	26	24	28	26	30	30	30	30	30	30	30	336
Maíz I	20	22	22	24	22	28	28	28	28	28	28	26	304
Torta Integral	32	36	36	40	36	44	44	44	44	44	44	42	486
Polvillo	30	34	34	36	34	42	42	42	42	40	42	40	458
Palmiste	30	34	34	36	34	42	42	42	42	40	42	40	458
Pancamel	20	22	22	24	22	28	28	28	28	28	28	26	304
Concentrado estándar	22	26	24	28	26	30	30	30	30	30	30	30	336
Concentrado medio	26	30	28	32	30	36	36	38	36	36	36	34	398
Concentrado alto	20	22	22	24	22	28	28	28	30	28	28	26	306
Concentrado Súper Alto	22	26	24	28	26	30	30	30	32	30	30	30	338
Preparto	24	28	26	30	28	34	34	34	34	32	34	32	370
Crecimiento	20	22	22	24	22	28	28	28	28	28	28	26	304
Total programado	388	444	428	478	444	540	536	544	546	528	540	516	5932
Total producido (jornada normal)	388.00	424.16	405.43	457.79	444.00	525.00	505.79	515.32	522.07	500.16	534.11	489.73	5711.55
Toneladas producidas con horas extras	0.00	19.84	22.57	20.21	0.00	15.00	30.21	28.68	23.93	27.84	5.89	26.27	220.45

Fuente: Consorcio Villegas E.I.R.L. Chiclayo / elaboración propia

Nota: En el mes de enero la empresa Consorcio Villegas E.I.R.L. no tuvo ninguna parada, por lo que en este mes se produce las 388 t programadas en la jornada normal.

En el mes de febrero la empresa Consorcio Villegas E.I.R.L. tiene programado producir un total de 444 t de alimentos balanceados; pero tan solo se llegó a producir un total de 424.16 t por lo que se generó una diferencia de 19.84 t. En el mes de marzo se produjo 405.43 t de un total de 428 t programadas para dicho mes haciendo una diferencia de 22.57 t. En el mes de abril se programó producir un total de 478 t y solo se obtuvo 457.79 t con una diferencia de 20.21 t. En el mes de mayo no se presentó ninguna parada, pero en los siguientes meses de junio, julio, agosto, septiembre, octubre, noviembre y diciembre se presentaron diferencias entre la producción programada y la obtenida de 15 t, 30.21 t, 28.68 t, 23.93 t, 27.84 t, 5.89 t y 26.27 t, respectivamente. Es así que en un año la empresa tiene 5932 t programadas en su producción, pero tan solo se produce un total de 5711.55 t, teniendo una diferencia de 220.45 t no producidas, y para estar al 100% con su la producción programada esta diferencia lo produce con horas extras.

Por lo tanto, se analiza un punto importante, en el que la empresa al no tener un suministro energético para estas paradas seguirá teniendo inconvenientes para el funcionamiento de las máquinas y la producción de los diferentes productos que produce.

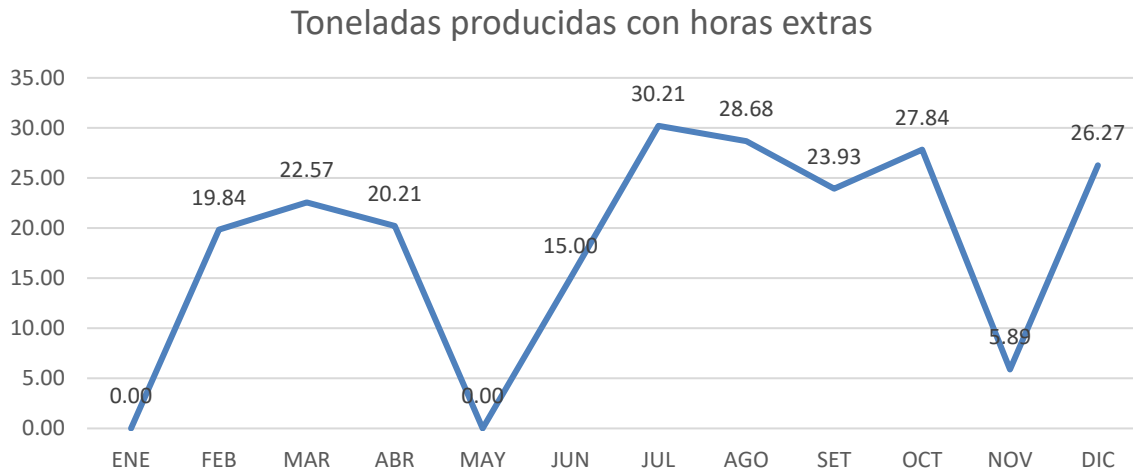


Figura 5: Toneladas producidas con horas extras

Fuente: Consorcio Villegas E.I.R.L. Chiclayo / elaboración propia

Nota. En la figura 5 podemos observar el total de toneladas producidas de las horas extras de cada mes, ocasionadas por las paradas de máquinas. En el mes de enero se produjeron todas las toneladas que se solicitaron, en el mes de febrero la empresa tuvo un total de 19.84 t producidas con horas extras, en marzo se tuvo un total de 22.57 t producidas con horas extras, en abril 20.21 t no producidas, en mayo si se realizó toda la producción en el horario de trabajo, en junio se tuvo 15.0 t producidas mediante horas extras, en julio 30.21 t (cantidad mayor de toneladas producidas con horas extra), en agosto se tiene 28.68 t , en setiembre 23.93 t, en octubre 27.84 t, en noviembre 5.89 t y en el último mes del año se tuvo un total de 26.27 t producidas con horas extra.

Esto quiere decir que, la empresa al tener toneladas no producidas en el tiempo programado estaría generando un costo adicional por el hecho de que tiene que pagar a sus trabajadores horas extras para producir las toneladas faltantes.

3.3.2.4. Tiempos de producción

La producción de cada producto demanda una determinada cantidad de tiempo en horas por mes, la cual se ve incrementada por la programación de horas extra como consecuencia de las paradas de producción, esta información esta especificada en la tabla 10.

Tabla 10

Tiempo de producción y horas extras

MES	Toneladas Programadas	Tiempo de producción	T. producidas con horas extra	TIEMPO EXTRA
Enero	388	216	0.00	-
Febrero	444	200	19.84	10
Marzo	428	216	22.57	11
Abril	478	208	5.21	10
Mayo	444	208	0.00	-
Junio	540	208	15.00	8
Julio	536	216	30.21	15
Agosto	544	208	28.68	14
Setiembre	546	208	23.93	12
Octubre	528	216	27.84	14
Noviembre	540	200	5.89	3
Diciembre	516	216	26.27	13
Total	5932	2520	220.5	110.2

Fuente: Consorcio Villegas E.I.R.L. Chiclayo / elaboración propia

Nota: En la tabla 10 observamos el tiempo de producción y horas extras, donde la empresa en todo un año tiene un total de 220.5 t no producidas en el horario establecido y para cumplir con la producción la empresa tiene que realizar la producción que falta en horas extras teniendo un total de 110.2 horas extras en un año.

El proceso de producción de un producto se lleva a cabo en simultáneo con otros productos, es decir, se producen dos productos o más al mismo tiempo. Cabe mencionar que el horario de trabajo en el Consorcio Villegas E.I.R.L. es de lunes a sábado de 8 de la mañana a 1 de la tarde y de 3 a 6 de la tarde.

3.3.2.5. Número de paradas de producción

Según lo expresado por el gerente del Consorcio Villegas E.I.R.L., el proceso de producción se ve paralizado debido a diferentes causas como: la falla de alguna de las máquinas, falta de algún insumo por el incumplimiento del proveedor, cortes de luz, los mismo que son detallado en la tabla 11.

Tabla 11

Cantidad de paradas de producción

Motivo de la parada	Número de paradas	Porcentaje
Falla de máquina	4	17%
Falta de insumos	3	13%
Corte de energía eléctrica prolongado	5	21%
Corte de energía eléctrica por pequeños lapsos	12	50%
Total	24	100%

Fuente: Consorcio Villegas E.I.R.L. Chiclayo / elaboración propia

Nota: Es esta tabla analizamos que la empresa tiene un total de 24 paradas al año de las cuales el 50% es por cortes de energía eléctrica por pequeños lapsos, 21% corte de energía eléctrica prolongado, 13% por falta de insumos y 17% por fallas en las máquinas.

Las paradas de producción no programadas afectan considerablemente a la empresa, puesto que ésta tiene una meta mensual para poder cumplir con los pedidos y satisfacer las necesidades de sus clientes. Al verse afectada por ello y no tener la cantidad requerida mensual bajo el plan de producción establecido, la empresa tiene que ver la manera de completar dicha cantidad, ya sea comprando el producto faltante o programando horas extras, lo cual genera costos adicionales para la empresa, donde asciende en un total de S/9,024.86 anuales (Anexos 8 y 9).

La principal causa de las paradas de producción es generada por los cortes de luz, que además de ocasionar retrasos e impedir el cumplimiento de la cantidad de productos programado.

3.4. Diagnóstico de la variable dependiente: Costos Operativos

3.4.1. Diagnóstico de la dimensión costos

3.4.1.1. Costos de energía

Los costos de energía que emplea la empresa para el funcionamiento de sus actividades diarias se encuentran detallados en la tabla 12.

Tabla 12

Costos de energía en soles

Mes	Costo (S/)
Enero	2821.7
Febrero	3316.2
Marzo	3071.1
Abril	3706.0

Mayo	3553.3
Junio	4335.5
Julio	4172.6
Agosto	4254.9
Setiembre	4311.4
Octubre	4122.6
Noviembre	4408.6
Diciembre	4026.7
Total	46100.6

Fuente: Consorcio Villegas E.I.R.L. Chiclayo / elaboración propia

Nota: en esta tabla se observa los costos de energía eléctrica de cada mes; donde en el mes de noviembre tiene un costo más elevado de S/ 4408.6 en el consumo de energía a diferencia de los demás meses, y el mes con menos costo de energía es el mes de enero con un monto total de S/ 2821.7 y es así que se tiene un total de S/ 46100.6 anuales del costo de energía.

3.4.1.2. Costo del proceso de producción de biogás

El indicador actualmente no se calcula porque la empresa no cuenta con la información

3.4.1.3. Costos fijos

Los costos operativos fijos del Consorcio Villegas E.I.R.L. están conformados por la mano de obra directa, el mantenimiento, la depreciación de maquinaria y utensilios, la mano de obra indirecta y los gastos administrativos, que se detallan en la tabla 13.

Tabla 13

Costos fijos en soles

Costos fijos	Mensual (S/)	Anual (S/)
MOD	20250	243000
Mantenimiento	868.75	10425
Depreciación	2046.69	24560.33
Gastos administrativos	11600	139200
Total	34765.44	417185.33

Fuente: Consorcio Villegas E.I.R.L. Chiclayo / elaboración propia

Nota: Estos costos se mantienen y son asumidos por el Consorcio Villegas E.I.R.L se realice o no el proceso de producción programado, entre los que tenemos los costos de mano de obra directa, mantenimiento, depreciación de maquinaria, y los gastos administrativos, teniendo un total de costos fijos de S/ 34765.44 mensuales y S/ 417185.33 anuales.

3.4.1.4. Costos variables

Los costos variables están comprendidos por los materiales directos e indirectos y los suministros de energía y agua, como se detalla en la siguiente tabla.

Tabla 14

Costos variables en soles

Costo	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total
Material Directo	255950	288700	282000	315225	295350	356250	353600	359750	361400	350750	356200	347500	3922675
Material Indirecto	47092	42471	48641	48106	47092	49305	49606	43926	8625	44037	49066	40903	518867
Servicios Horas	3383	3958	3690	4527	4195	5116	4948	5041	5101	4886	5189	4773	54807
Extra del personal	0	812	924	320	0	614	1237	1174	980	1140	241	1075	8518
Total (S/)	306425	335941	335254	368177	346637	411285	409390	409891	376105	400812	410696	394251	4504866

Fuente: Consorcio Villegas E.I.R.L. Chiclayo / elaboración propia

Nota: En esta tabla se tiene los costos variables, el cual asciende a S/ 4,504,866 anuales correspondientes a los costos de materia prima directa, material indirecto, servicios y horas extras. Estos costos son variables por el hecho de que varía según la demanda del mercado, ya que, si hay más pedidos habrá un gasto mayor y si disminuye la demanda habrá un gasto menor, y quien asume dichos costos es la empresa.

Tabla 15

Matriz de operacionalización de variables con resultados de diagnóstico

Variable	Definición conceptual	Dimensiones	Indicadores	Resultados diagnósticos
Variable independiente: Proceso de producción de biogás	El proceso de producción de biogás consiste en una serie de pasos mediante los cuales se obtiene biogás a partir de residuos orgánicos mediante la digestión anaeróbica, que puede ser usado para generar energía mecánica, eléctrica y/o calorífica (IDAE, 2016).	Calidad	Relación carbono/nitrógeno	-
			Producción	Cantidad biogás
		Cantidad de energía consumida (kW)		72967.1 kW anuales, ver (Tabla 8).
		Cantidad producida de productos balanceados	5711.55 t anuales en jornada normal (Tabla 9).	
Variable dependiente: costos operativos	Los costos operativos son aquellos que abarcan todo lo relacionado a las actividades diarias de una empresa y se clasifican de forma separada a los costos indirectos ya que están vinculados a la producción en cierta medida (CERTUS, 2020)	Costos	Tiempo extra de producción	220.5 horas extras al año (Tabla 10)
			N° de paradas de producción	24 paradas al año, (Tabla 11).
			Costo energía	S/ 46,100.6 anuales (Tabla 12).
			Costos fijos (mano de obra indirecta, mantenimiento)	S/ 417,185.33 anuales (Tabla 13).
Costos variables (MD, MI, insumos, etc.)	S/ 4,504,866 anuales (Tabla 14).			

Fuente: Elaboración propia

Nota: Respecto a la variable independiente de la dimensión producción, tenemos como resultado del diagnóstico que las máquinas consumen un total de 72967.1 kW al año, se realiza una producción de 5711.55 t en jornada normal y se generan 220.5 horas extras al año para completar la producción programada. Asimismo, observamos que en la empresa se presentan 24 paradas de la producción al año, la principal causa es el corte de la energía eléctrica. También observamos que en la variable dependiente de la dimensión costos, tenemos como resultado del diagnóstico un costo de energía de S/ 46,100.6 al año, los costos fijos que ascienden a S/ 417,185.33 anuales y los costos variables con un total de S/ 4,504,866 anuales.

3.5. Concentración de metano

El indicador actualmente no se calcula porque la empresa Consorcio Villegas E.I.R.L., no cuenta con la información que se requiere para este diagnóstico.

3.6. Cantidad de biogás producido

Este indicador actualmente no se calcula porque la empresa no cuenta con la información.

3.7. Costo del proceso de producción de biogás

El indicador actualmente no se calcula porque la empresa no cuenta con la información.

3.8. Diseño de mejora de variable independiente: Proceso de producción de biogás

3.8.1. Diseño de mejora de dimensión calidad:

Según la información obtenida mediante el análisis documental podemos decir que el proceso de producción del biogás es una buena alternativa para la obtención de energía cuyo potencial varía dependiendo del nivel de concentración de metano.

3.8.1.1. Nivel de Concentración de metano

La concentración de metano en el biogás obtenido a partir del estiércol de distintos animales suele variar dependiendo de la relación carbono/nitrógeno presente.

Toda materia orgánica al ser sometida a fermentación anaeróbica es capaz de producir biogás. La calidad y la cantidad de este dependerán de la composición y la naturaleza del residuo utilizado. La composición óptima se encuentra en la relación carbono/nitrógeno de 30:1 hasta 20:1. La descomposición de materiales con alto contenido de carbono, superior a 35:1, ocurre más lentamente, mientras que con una relación C/N menor de 8:1 se inhibe la actividad bacteriana debido a la formación de un excesivo contenido de amonio (FAO, 2011, p. 34).

La relación carbono/nitrógeno del estiércol bovino, utilizado para la digestión anaeróbica del presente estudio, se encuentra detallada en la siguiente tabla:

Tabla 16

Valores promedios aproximados de la relación carbono/nitrógeno

Sustrato	Contenido de carbono por peso (%)	Contenido de nitrógeno por peso (%)	Relación carbono a nitrógeno (C/n)
Estiércol fresco de vaca	7.3	0.29	25/1

Fuente: Adaptado de (Briseño, 2017)

Nota: esta tabla nos muestra los valores promedios aproximados de la relación

carbono/nitrógeno, donde se tiene 7.3% de contenido de carbono por peso en el estiércol fresco de vaca, 0.29% en contenido de nitrógeno por peso en el estiércol fresco de vaca y una relación de 25/1 en carbono a nitrógeno.

A partir del valor de esta información, podemos afirmar que el estiércol vacuno tiene una relación carbono/nitrógeno dentro del rango óptimo para la producción de biogás.

3.8.2. Diagnóstico de la dimensión producción:

3.8.2.1. Cantidad biogás producido

Para determinar la cantidad de biogás a producir el primer paso es hallar la cantidad de estiércol diario.

La empresa Consorcio Villegas E.I.R.L. posee 200 cabezas de ganado vacuno, los mismos que generan una cantidad aproximada de 2110.00 kg de estiércol diariamente. Según los datos mostrados en la Tabla 17, efectuamos el cálculo que nos permitió obtener esa cantidad, multiplicando el número de animales según su tipo por el estiércol que cada uno de estos genera de manera diaria.

Tabla 17

Tasa de generación de estiércol de acuerdo al tipo de animal

Subsector	Tipo	Cantidad de animales	Estiércol (kg/animal/d)	Total de estiércol
Bovino	De 1 a 2 años	70	8	560
	De 2 a 3 años	25	10	250
	Mayores de 3 años	80	15	1200
	Menores de 1 año	25	4	100
	Total			2110

Fuente: Consorcio Villegas E.I.R.L. Chiclayo / elaboración propia

Nota: en esta tabla podemos ver la cantidad de animales que tiene la empresa y la cantidad de estiércol que producen, es decir los animales que son de 1 a 2 años producen 8 kg cada uno, como se tiene 70 animales de esta edad producen en total 560 kg de estiércol, también se tiene un total de 25 cabezas de ganado de la edad de 2 a 3 años y estos producen un total de 250 kg de estiércol, de la misma manera los animales mayores de 3 años producen 15 kg de estiércol, como se tiene 80 animales de esta edad producen en total 1200 kg de excretas y por último, un total de 25 animales menores de un año y estos producen 4 kg cada uno haciendo un total de 100 kg de estiércol.

Por lo tanto, todos estos animales producen un total de 2110 kg de estiércol, cantidad a la que le daremos uso mediante la digestión anaeróbica, que beneficiará a la empresa como al medio ambiente; en la empresa ayudará a mejorar sus costos operativos y en cuanto al medio ambiente, se estará reduciendo la contaminación que generan estas excretas.

3.8.2.1.1. Carga diaria de alimentación del biodigestor

La carga de alimentación diaria está compuesta por el estiércol y cantidad de agua necesaria que asegure las condiciones óptimas para llevar a cabo el proceso de producción de biogás. En digestores continuos el porcentaje de sólidos óptimo oscila entre el 8% y el 12%. (Infoagro, s.f., p 11). Asimismo, según Olaya (2006), el porcentaje de sólidos totales (%ST) del estiércol vacuno es 14. Además, el porcentaje de sólidos totales (%ST) del estiércol vacuno es 20 (IEA Bioenergy, 2013). Para calcular la carga diaria es necesario conocer, además de la cantidad de estiércol diario, el volumen de agua que se debe mezclar

para dar la proporción adecuada de sólidos totales, este calcula mediante la siguiente fórmula (FAO, 2011, p. 38).

Ecuación 1. % de S.T.

$$\% \text{ S. T. (carga diluida)} = \frac{1 \text{ kg excreta} * \% \text{ S. T. excreta fresca}}{1 \text{ kg excreta fresca} + \text{agua agregada}} \quad (1)$$

Considerando como porcentaje de sólidos totales (%ST) de la carga diluida, 10% por ser el promedio de sólidos óptimo.

$$10\% = \frac{1 * 20\%}{1 + \text{agua agregada}}$$

$$1 + \text{agua agregada} = \frac{1 * 20\%}{10\%}$$

$$\text{agua agregada} = 2 - 1$$

$$\text{agua agregada} = 1$$

Conocida la cantidad de agua agregar por kg de estiércol, procedemos a calcular la carga diaria, la cual se encuentra detallada en la siguiente tabla.

Tabla 18

Volumen de la carga diaria del biodigestor

Sustrato	kg	l	m^3
Estiércol	2110	2626.528	2.627
Agua	2110	2110	2.110
Total	4220	4736.528	4.737

Fuente: Elaboración propia

Nota: En esta analizamos el volumen de la carga diaria del biogás, donde se tiene $4.737 m^3$ en total de carga diaria, lo cual viene hacer estiércol $2.627 m^3$ y de agua $2.110 m^3$.

Para calcular la cantidad de biogás obtenido, se requiere del tiempo de retención hidráulico (TRH), para el cual se necesita la temperatura ambiente.

3.8.2.1.2. Tiempo de Retención Hidráulica

En Chiclayo, la temperatura ambiente presenta diversas variaciones respecto a la estación, la temperatura más alta se ubica en el mes de febrero con 28.8°C ; la temperatura más baja se da en el mes de setiembre con 15.4°C . Según los datos obtenidos del SENAMHI (2020), la temperatura ambiente promedio es de 21.17°C .

El tiempo de retención hidráulica se calcula con la siguiente ecuación (2) logarítmica modela el tiempo de retención hidráulico en días para la producción de biogás en función de la temperatura ambiente en grados Celsius ($^{\circ}\text{C}$), con un ajuste $R^2 = 0,924$, como se observa en la figura 5 (Barrera, Olivares, Taramona, & Chaucha, 2017, p. 24).

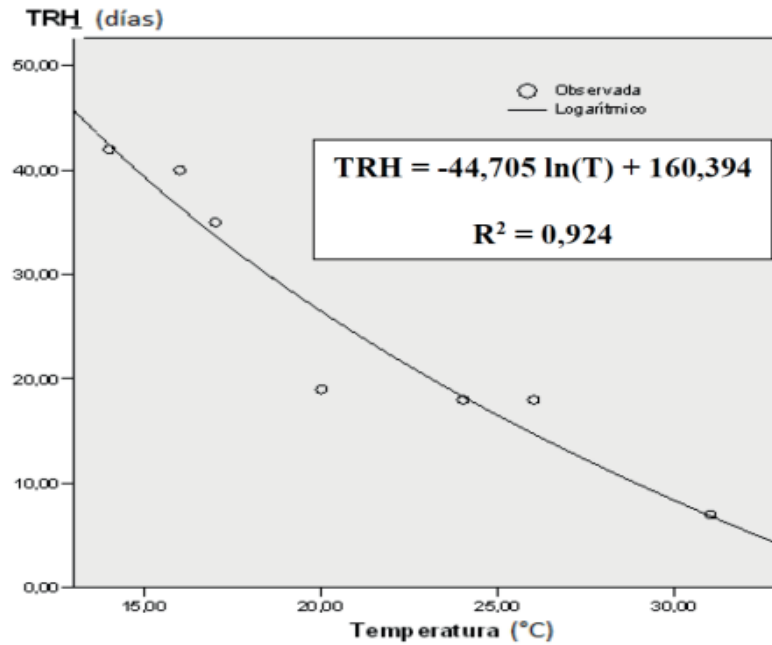


Figura 6: Gráfica del tiempo de retención hidráulico en función de la temperatura ambiente

Ecuación 2. Tiempo de retención hidráulica

$$\mathbf{TRH = -44.705 \ln(T) + 160.394} \quad (2)$$

$$TRH = -44.705 \ln(21.17) + 160.394$$

$$TRH = 23.9 \approx 24$$

El tiempo de retención hidrulica (TRH) para nuestro proceso de proceso de producción de biogás es de 24 días.

3.8.2.1.3. Volumen del Biodigestor

El tamaño del biodigestor tiene una relación directa con el tiempo de retención hidráulica, por ello para hallar el volumen del biodigestor en relación con la biomasa, hacemos uso de la siguiente fórmula (FAO, 2011, p. 41).

Ecuación 3. Volumen de Biogás

$$\frac{\text{Volumen del digestor (m}^3\text{)}}{\text{Tiempo de retención (días)}} = \text{Volumen de carga diaria m}^3 \quad (3)$$

$$\frac{\text{Volumen del digestor (m}^3\text{)}}{24} = 4.737\text{m}^3$$

$$\text{Volumen del digestor} = 113.688 \text{ m}^3$$

El volumen del biodigestor en relación con la biomasa es de 113.688 m^3 , sin embargo, el volumen total del biodigestor está dado por el volumen líquido (mezcla) más el volumen de biogás. El volumen de biogás se calcula con relación a la cantidad de biomasa y al rendimiento de biogás según el tipo de biomasa. La cantidad de biogás producida depende de la proporción de sólidos volátiles (SV) y sólidos totales (ST) en la mezcla (Forget, 2011, p. 19). Según la IEA Bioenergy (2013), el estiércol tiene una proporción de 20% de sólidos volátiles y 80% de sólidos totales. El factor de producción de biogás (m^3) por kg de SV según la procedencia del estiércol varía entre 0.25 y 0.3 y tiene como factor general 0.27 (ETSEIB, s.f.).

La siguiente fórmula calcula la producción de biogás teórica (García, Alamo, & Marcelo, 2017, p. 8):

Ecuación 4. producción de biogás

$$\frac{m^3 \text{ biogás}}{\text{día}} = \frac{Kg (\text{estiércol fresco})}{\text{día}} \times \%ST \times \%SV(\text{de ST}) \times \text{rendimiento} \left(\frac{m^3 \text{ biogás}}{kgSV} \right) \quad (4)$$

$$\frac{m^3 \text{ biogás}}{\text{día}} = 2110 \text{ kg} \times 0.80 \times 0.20 \times 0.27 \frac{m^3 \text{ biogás}}{kg}$$

$$\text{Volumen de biogás por día} = 91.152 m^3$$

El volumen de biogás generado por día es de $91.152 m^3$, teniendo un rendimiento de $0.0432 \frac{m^3 \text{ biogás}}{kg}$.

Volumen Total del Biodigestor

El volumen total del biodigestor (VTB) es:

Ecuación 5. El volumen total del biodigestor (VTB)

$$V_{\text{Total}} = V_{\text{Biodigestor}} + V_{\text{biogás}} \quad (5)$$

$$VTB = 113.688 m^3 + 91.152 m^3$$

$$VTB = 204.84 m^3$$

El volumen total del biodigestor sería de $= 204.84 m^3$

3.8.2.1.4. Elección del biodigestor

Existen diferentes tipos de biodigestores, los diferentes modelos y descripciones de cada uno de ellos lo podemos ver en el anexo 11.

Resultados para la elección del biodigestor

Según el análisis de los estudios realizados, para la elección de un modelo de biodigestor realizamos una clasificación en la que se detalla las escalas según niveles de valoración del nivel más alto con un rango de 9 - 10 a un nivel más bajo con un rango de 1 – 2. (Rojas, 2018).

Tabla 19

Escala de clasificación

Valoración	Escala
Excelente	9 a 10
Muy Bueno	7 a 8
Bueno	5 a 6
Medio	3 a 4
Bajo	1 a 2

Fuente: Elaboración propia

Nota: En esta tabla podemos observar la clasificación en escalas para la selección del modelo de biogás, tenemos que 1 a 2 es bajo, 3 a 4 es una valorización medio, bueno es de 5 a 6, asimismo, muy bueno tiene una puntuación de 7 a 8 y la última escala tiene una valorización excelente con un rango de 9 a 10. Esto nos servirá en la selección del modelo del biodigestor.

Asimismo, nos apoyamos de la información presentada en la tabla 19 y utilizamos los criterios de evaluación con diferentes factores de selección del mejor biodigestor que contribuya con la necesidad que estamos requiriendo, la cual se presenta en la tabla 20.

Tabla 20

Factores ponderados para la elección del biodigestor

Criterios de evaluación	Ponderación	Tubular (Salchicha)	Cúpula Fija (Tipo Chino)	Cúpula Flotante (Tipo Hindú)
Vida Útil	15%	6	9	8
Presión del biogás	10%	7	6	8
Seguridad	16%	9	6	8
Capacidad de carga	15%	8	5	7
Costo	14%	10	6	5
Mantenimiento del Sistema	12%	9	7	6
Ubicación y requerimiento de espacio	10%	8	6	7
Tipo de residuo	8%	8	9	6
Total	100%	8.16	6.66	6.93

Fuente: Elaboración propia

Nota: En esta tabla de ponderación y selección de biodigestores podemos observar que, según los criterios de evaluación utilizados, el biodigestor tubular tiene un puntaje de 8.16, el biodigestor de cúpula fija tiene una ponderación de 6.66 y el de cúpula flotante tiene una puntuación de 6.93.

Al analizar la información presentada en la tabla anterior, seleccionamos el biodigestor de modelo tubular debido a que tiene una puntuación mucho más alta con respecto a los otros 2 modelos, puesto que cumple con la mayoría de los requisitos que se requiere para este proyecto.

3.8.2.1.5. Dimensión del Biodigestor

El cálculo del tamaño del biodigestor se desarrolló teniendo en cuenta la cantidad de residuo orgánico que se produce en la empresa, también se tuvo en cuenta el ancho, largo, alto y el número de lados de los elementos, asimismo, los materiales a utilizar (Anexo 18).

Método de guerchetg

El cálculo de las dimensiones del biodigestor se desarrolló mediante el método de Guerchetg, así como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 21

Cálculo de las dimensiones del biodigestor

Elementos		Ss	Sg	Se	St
Estáticos	Biodigestor	40	40	30.17	110.17
	Fosa de entrada	4.5	4.5	3.39	12.39
	Fosa de salida	10	10	7.54	27.54
	Generador	1.53	3.06	1.73	6.32
	Desulfurador	1	1	0.75	2.75
	Gasómetro	20	20	15.08	55.08
Móviles	Operarios	-	-	-	-
	Carretillas	0.96	1.92	1.09	3.97
Total					218.2

Fuente: Elaboración propia

Nota: en esta tabla podemos observar que para la construcción del biodigestor de modelo tubular necesitamos un área de 218.2 m², ya que para el proceso de construcción necesitamos elementos estáticos y móviles. Este análisis nos ayuda a ver cuáles son las

dimensiones que vamos a ocupar para la implementación del biogás en el terreno de la empresa.

3.8.2.1.6. Ubicación del biodigestor

Para la ubicación del biodigestor en el área de la empresa se utiliza el método de Richard Muther, este método nos ayuda a identificar en cual área es la mejor para que se coloque el biodigestor, que se encuentra en la figura 7. Este método se apoya de la tabla de codificación con relación de prioridad la cual se muestra en la tabla 22.

Tabla 22

Ubicación de biodigestor

Código	Relación de Prioridad
A	Absolutamente necesario
E	Especialmente importante
I	Importante
O	Ocasionalmente
U	Es indiferente la cercanía
X	Es necesario que estén separados

Fuente: Elaboración propia

Nota: En esta tabla mostramos como desarrollamos el análisis para la selección de terreno y para la implementación de biodigestor, para ello utilizamos el método de Richard Muther. Utilizando códigos de A, E, I, O, U, y X.

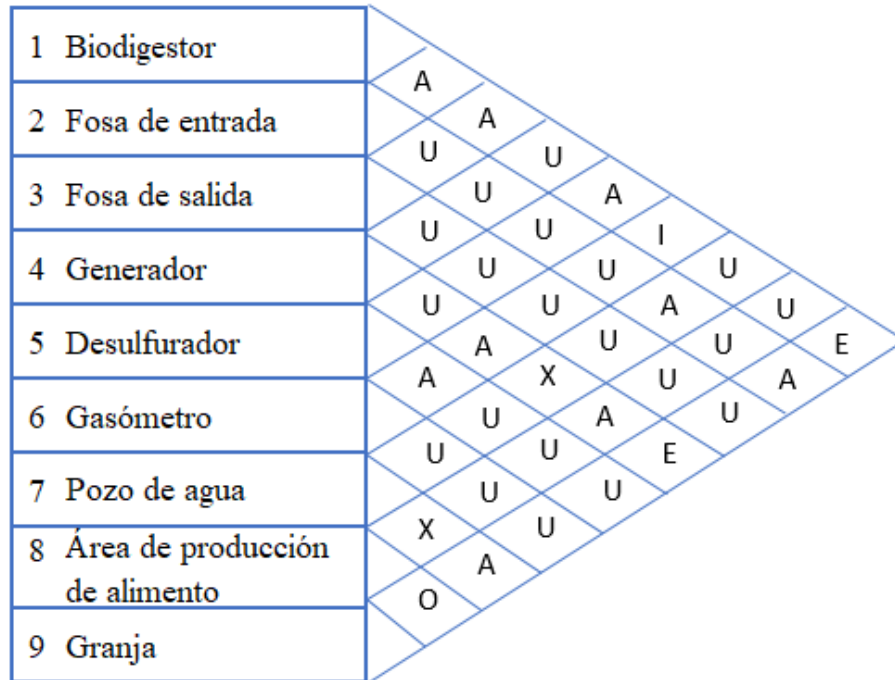


Figura 7: Método de Richard Muther

Fuente: Elaboración propia

Nota: En esta figura observamos cómo se desarrolló el método de Richard Muther para la selección del área en la que será ubicado dicho biodigestor, este método es de gran ayuda para poder llegar a una conclusión más rápida y factible.

Tabla 23

Relaciones de prioridades

Símbolo	Relación de Prioridad
	Absolutamente necesario
	Especialmente importante
	Importante
	Ocasionalmente
	Es indiferente la cercanía
	Es necesario que estén separados

Fuente: Elaboración propia

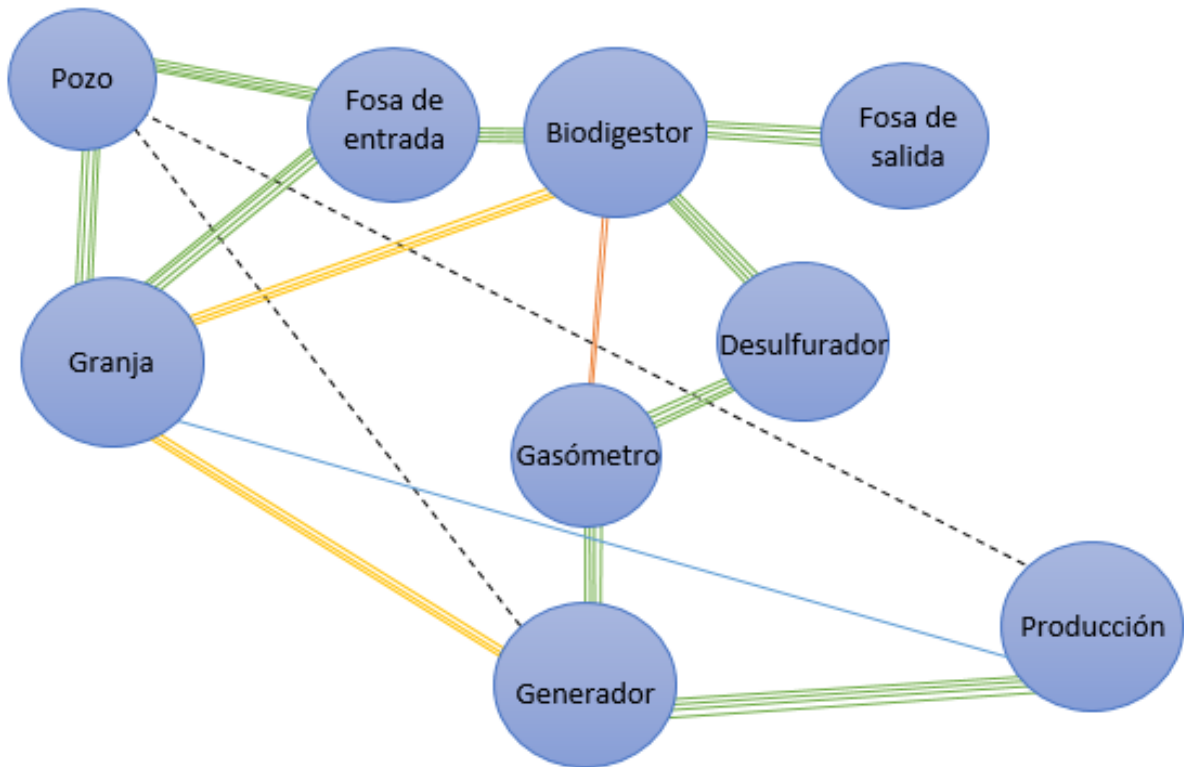


Figura 8: Diagrama relacional de actividades

Fuente: elaboración propia

Nota: En esta figura podemos ver cuál va a ser la relación que tiene cada actividad con otra, lo cual se desarrolla 10 actividades tenemos: la granja, pozos, fosa de entrada, biodigestor, fosa de salida, desulfurador, gasómetro, generador y producción

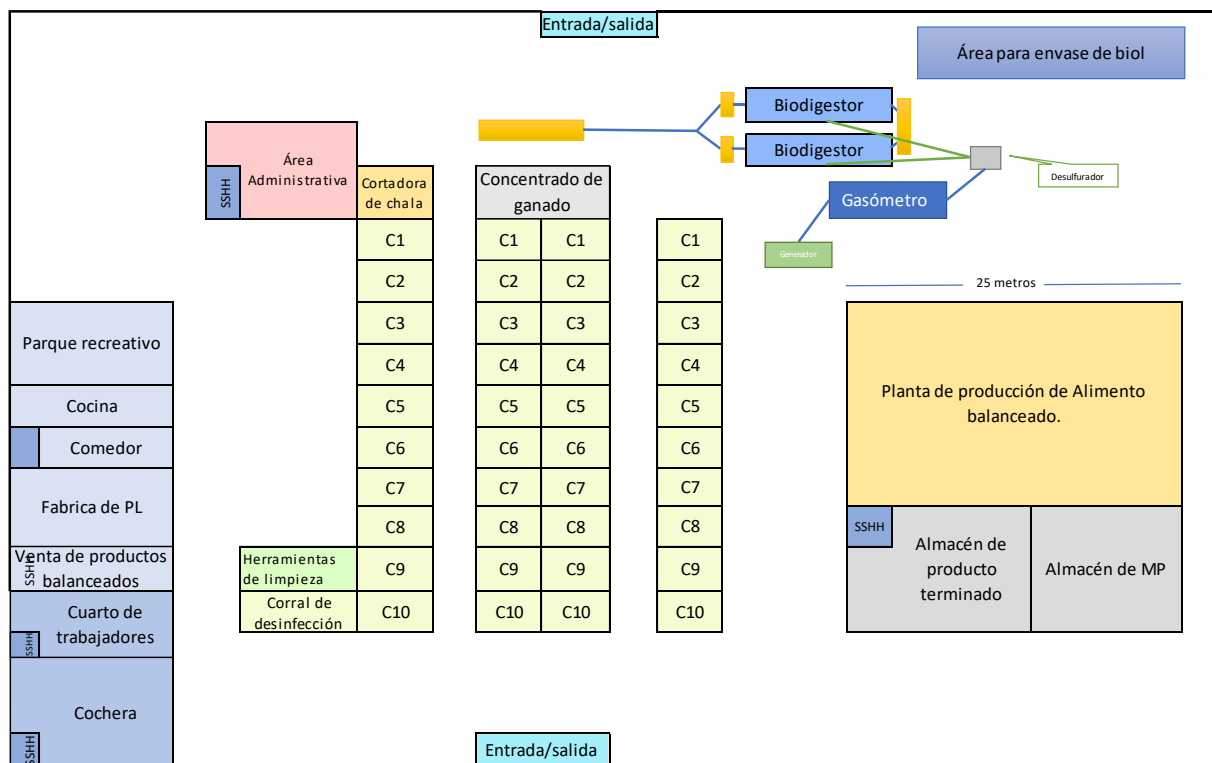


Figura 9: Plano de distribución de interna.

Fuente: Elaboración propia

Nota: Se observa la distribución interna de las áreas de la empresa y el lugar propuesto para la instalación de biodigestor considerando la selección del área mediante el método de Richard Muther.

3.8.2.2. Cantidad de energía (kW/hora) de biogás

Para calcular la cantidad de energía que puede ser generada a partir del biogás, se multiplica el biogás obtenido por su equivalencia en energía eléctrica mediante la siguiente fórmula (AQUALIMPIA ENGINEERING E.K., 2017, p. 5):

Ecuación 6. Generación de energía eléctrica

$$\text{Generación de energía eléctrica} = m^3 \text{biogás} \times 2,2 \frac{kW}{m^3 \text{biogás}} \quad (6)$$

Donde:

m^3 biogás : Rendimiento de biogás a partir del estiércol

2,2 kWh : Factor de conversión de biogás a kW

$$\text{Generación de energía eléctrica} = m^3 \text{biogás} \times \frac{kW}{m^3 \text{biogás}}$$

$$\text{Generación de energía eléctrica} = 91.152 m^3 \text{biogás} \times 2,2 \frac{kW}{m^3 \text{biogás}}$$

$$\text{Generación de energía eléctrica} = 200,53 \text{ kW}$$

En el Consorcio Villegas E.I.R.L. se genera de manera diaria 2110 kg de estiércol equivalente a $4.737m^3$, que mediante la implementación de un proceso de producción de biogás se obtendría $91.152m^3$ de biogás diario, que a su vez mediante el proceso adecuado de conversión de energía; y produciría 200,5344 kW diarios, los cual supliría en su totalidad la demanda energética de la empresa.

Tabla 24

Sustitución de demanda energética con energía a partir del biogás

Demanda energética anual	kW producidos a partir del biogás	Porcentaje de Energía reemplazada
72967.1	73195.056	100.00%

Fuente: Elaboración propia

Nota: En esta tabla observamos la demanda de energía a partir del biogás, según el resultado obtenemos una demanda energética anual de 72967.1 kW y 73195.056 kW producidos a partir del biogás, como también tenemos que la energía se remplazara en un 100%.

3.8.2.3. Cantidad Producida de productos balanceados

Teniendo en cuenta que el CONSORCIO VILLEGAS E.I.R.L. programa la cantidad a producir por mes con el fin de satisfacer las necesidades de sus clientes, tratando de evitar en todo momento algún tipo de incumplimiento. Como consecuencia de la implementación de la mejora propuesta, se reducen las toneladas producidas mediante horas extras, así como se muestra a continuación:

Tabla 25

Producción de alimentos balanceados en toneladas del Consorcio Villegas.

Producto	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
Afrecho	24	28	26	30	28	34	32	34	34	32	34	32	368
Maíz molido	28	32	32	34	32	38	36	38	40	38	38	38	424
Torta Soya	24	28	26	30	28	34	34	36	34	32	34	32	372
Menestra	24	28	26	30	28	34	34	34	34	32	34	32	370
Arrocillo	22	26	24	28	26	30	30	30	30	30	30	30	336
Maíz I	20	22	22	24	22	28	28	28	28	28	28	26	304
Torta Integral	32	36	36	40	36	44	44	44	44	44	44	42	486
Polvillo	30	34	34	36	34	42	42	42	42	40	42	40	458
Palmiste	30	34	34	36	34	42	42	42	42	40	42	40	458
Pancamel	20	22	22	24	22	28	28	28	28	28	28	26	304
Concentrado estándar	22	26	24	28	26	30	30	30	30	30	30	30	336
Concentrado medio	26	30	28	32	30	36	36	38	36	36	36	34	398
Concentrado alto	20	22	22	24	22	28	28	28	30	28	28	26	306
Concentrado Súper	22	26	24	28	26	30	30	30	32	30	30	30	338
Alto													
Preparto	24	28	26	30	28	34	34	34	34	32	34	32	370
Crecimiento	20	22	22	24	22	28	28	28	28	28	28	26	304
Total programado	388	444	428	478	444	540	536	544	546	528	540	516	5932
Total producido (jornada normal)	388	429	425	463	444	525	536	540	531	524	540	516	5861.09
Toneladas producidas con horas extras	0	15	3	15	0	15	0	4	15	4	0	0	71

Fuente: Consorcio Villegas E.I.R.L. Chiclayo / elaboración propia

Nota: en esta tabla tenemos la producción de alimentos balanceados después de la implementación de la mejora se tiene una gran diferencia en la producción, de 220.5 t producidas en horas extras ahora producimos tan solo 71 t en horas extras, provenientes a la falta de materia prima y a las fallas de maquinaria.

3.8.2.4. Tiempos de producción

Se calcula los tiempos de producción de cada mes de las toneladas no producidas, el tiempo extra y el costo generado por el pago de horas extras.

Tabla 26

Tiempo de producción de horas extras

MES	Toneladas Programadas	Tiempo de producción	T. producidas con horas extra	TIEMPO EXTRA
Enero	388	216	0	-
Febrero	444	200	15	8
Marzo	428	216	3.1	2
Abril	478	208	15	8
Mayo	444	208	0	-
Junio	540	208	15	8
Julio	536	216	0	-
Agosto	544	208	3.96	2
Setiembre	546	208	15	8
Octubre	528	216	3.84	2
Noviembre	540	200	0	-
Diciembre	516	216	0	-
Total	5932.0	2520.0	70.9	35.5

Fuente: elaboración propia

Nota: En la tabla 26 observamos que la empresa en todo un año tiene un total de 70.9 t producidas mediante horas extra y para cumplir con la producción programada la empresa tiene que recurrir al uso de horas extras teniendo un total de 35.5 horas extras en un año.

3.8.2.5. Número de paradas de producción

La implementación de un proceso de producción de biogás para Consorcio Villegas E.I.R.L. eliminaría todas las paradas de producción producidas por cortes de energía eléctrica, disminuyendo las paradas de producción en un 70%, beneficiando de manera significativa a la empresa.

Tabla 27

Paradas de producción después de la mejora

Motivo de parada	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Total
Falla de máquina		1		1		1			1				4
Falta de insumos			1					1		1			3
TOTAL	0	1	1	1	0	1	0	1	1	1	0	0	7

Fuente: Elaboración propia

Nota: en esta tabla se muestra las paradas de producción después de la mejora, donde se tiene una reducción en las paradas de producción de 24 paradas tenemos tan solo 7 paradas al año. Ya que estas paradas son causadas por la falta de insumos y por las fallas de las máquinas. Lo cual se muestra 4 paradas por falla de máquina y 3 por falta de insumos.

Tabla 28

Cantidad de toneladas producidas con tiempo extra

Toneladas producidas con horas extras	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Total
Falla de máquina		15		15		15			15				60
Falta de insumos	0	0	3.11	0	0	0	0	3.96	0	3.84	0	0	10.9
Total de Toneladas producidas con horas extras	0	15.0	3.1	15.0	0.0	15.0	0.0	4.0	15.0	3.8	0.0	0.0	70.9

Fuente: Elaboración propia

Nota: En esta tabla observamos que la empresa CONSORCIO VILLEGAS E.I.R.L. presenta 70.9 toneladas de sus productos que se producen mediante horas extra. Durante 5 meses se producen la cantidad programada sin contratiempos, sin embargo, en los 7 meses restantes no se produce la cantidad programada en el tiempo establecido generando un total de 70.9 toneladas anuales producidas mediante horas extra.

3.9. Diseño de mejora de variable dependiente: costos operativos.

3.9.1. Diseño de mejora de la dimensión costos de energía

Tras la implementación un proceso de proceso de producción de biogás para el Consorcio Villegas, se reduciría considerablemente el uso del servicio de luz eléctrica,

generando un ahorro de S/ 11,844.1 anuales.

Tabla 29

Costo de producción de energía a partir de biogás

Costo de producción	Mensual (S/)	Anual (S/)
Costo MPD	177.5	2130.54
Costo MOD	1860	22320
CIF	823.88	9886.56
TOTAL	2865.51	34337.15

Fuente: Elaboración propia

Nota: Se observa que la producción de energía eléctrica a partir del biogás tiene un costo de S/ 2,861.4 mensuales lo que hace un total de S/ 3,4337.15 anuales.

Asimismo, al comparar el costo del servicio de energía eléctrica con el costo de la producción de energía eléctrica a partir de biogás se puede observar el ahorro en soles que representa, como se evidencia en la siguiente tabla:

Tabla 30

Costos de energía en soles

Mes	Costo de servicio de energía eléctrica (S/)	Costo de energía eléctrica a partir de biogás (S/)	Ahorro
Enero	2821.67	2861.4	-39.73
Febrero	3316.18	2861.4	454.78
Marzo	3071.11	2861.4	209.71
Abril	3835.60	2861.4	974.2
Mayo	3553.34	2861.4	691.94

Junio	4335.48	2861.4	1474.08
Julio	4172.64	2861.4	1311.24
Agosto	4254.92	2861.4	1393.52
Setiembre	4311.39	2861.4	1449.99
Octubre	4122.56	2861.4	1261.16
Noviembre	4408.60	2861.4	1547.2
Diciembre	4026.73	2861.4	1165.33
Total	46230.2	34337.15	11893.05

Fuente: Elaboración propia

Nota: En esta tabla observamos el costo del servicio de energía que asciende a un total anual de S/ 46230.2 y el costo energía eléctrica a partir de biogás con un total anual de S/ 34337.15 haciendo una diferencia de S/ 11893.05, lo que representa un ahorro en los costos de energía.

3.9.2. Diseño de mejora de la dimensión costos fijos

Los costos fijos se mantienen constantes respecto a la extensión del presente proyecto. Se detallan a continuación en la tabla 31.

Tabla 31

Costos fijos en soles

Costos fijos	Mensual (S/)	Anual (S/)
MOD	20250	243000
Mantenimiento	868.75	10425
Depreciación	2046.69	24560.33
Gastos administrativos	11600	139200
Total	34765.44	417185.33

Fuente: Consorcio Villegas E.I.R.L. Chiclayo / elaboración propia

Nota: Los costos fijos comprenden: costos de mano de obra directa, mantenimiento, depreciación de maquinaria, y los gastos administrativos, teniendo un total de costos fijos de S/ 34765.44 mensuales y S/ 417185.33 anuales; estos costos se mantienen y son asumidos por el Consorcio Villegas E.I.R.L se realice o no el proceso de producción programado.

3.9.3. Diseño de mejora de la dimensión costos variables

Los costos variables están comprendidos por los materiales directos e indirectos y los suministros de energía y agua, como se detalla en la siguiente tabla.

Tabla 32

Costos Variables en soles

Costo	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total
Material Directo	255950	288700	282000	315225	295350	356250	353600	359750	361400	350750	356200	347500	3922675
Material Indirecto	47092	42471	48641	48106	47092	49305	49606	43926	8625	44037	49066	40903	518867
Servicios	611	692	669	741	692	831	825	837	839	813	831	796	9176
Costo de energía a partir de biogás	2866	2866	2866	2866	2866	2866	2866	2866	2866	2866	2866	2866	34386
Horas Extra del personal	0	614	127	614	0	614	0	162	614	157	0	0	2903
Total (S/)	306518	335343	334302	367551	345999	409865	406896	407539	374344	398623	408962	392064	4488007

Fuente: Consorcio Villegas E.I.R.L. Chiclayo / elaboración propia

Nota: En esta tabla se tiene los costos variables el cual asciende a S/ 4,488,007 anuales que correspondientes a los costos de materia prima indirecta, material indirecto, servicios y horas extras. A diferencia de los costos variables iniciales, la cantidad actual representa un ahorro de S/ 17507.8 al año.

3.10. Matriz de operacionalización de variables con resultados diagnóstico y mejora:

Tabla 33

Matriz de operacionalización de variables con resultados diagnóstico y diseño de mejora

Variable	Definición conceptual	Dimensiones	Indicadores	Resultados diagnósticos	Mejora
Variable independiente: Proceso de producción de biogás	El proceso de producción de biogás consiste en una serie de pasos mediante los cuales se obtiene biogás a partir de residuos orgánicos mediante la digestión anaeróbica, que puede ser usado para generar energía mecánica, eléctrica y/o calorífica (IDAE, 2016).	Calidad Producción	Relación carbono/nitrógeno Cantidad biogás Cantidad de energía consumida (kW) Cantidad producida de productos balanceados Tiempo extra de producción # De paradas de producción	- - 72967.1 kW anuales, ver (Tabla 8). 5711.55 t anuales en jornada normal (Tabla 9). 220.5 horas extras al año (Tabla 10) 24 paradas al año, (Tabla 11).	Relación C/N igual a 25/1 (tabla 16) Volumen de biogás es de 91.152m ³ diariamente. 100% de la demanda energética cubierta por la energía generada a partir del biogás. 5861.09 t anuales en jornada normal (Tabla 25). Disminución de horas extra a 35.5 horas por año (Tabla 26). 7 paradas al año (reducción del 70%). (Tabla 27).
Variable dependiente: costos operativos	Los costos operativos son aquellos que abarcan todo lo relacionado a las actividades diarias de una empresa y se clasifican de forma separada a los costos	Costos	Costo energía Costos fijos (mano de obra	S/ 46,100.6 anuales (Tabla 12). S/ 417,185.33 anuales (Tabla 13).	S/ 34337.15 anuales (Tabla 30). Se mantiene constantes por ser fijos

indirectos ya que están vinculados a la producción en cierta medida (CERTUS, 2020)	indirecta, mantenimiento) Costos variables (MD, MI, insumos, etc.)	S/ 4,504,866 anuales (Tabla 14).	Disminuyen en S/17507.8 anual debido al reemplazo energético por energía eléctrica a partir de biogás y la disminución de horas extras (Tabla 32).
--	---	----------------------------------	--

Fuente: Elaboración propia

Nota: En esta tabla observamos la mejora que se realizó en dicha empresa, donde en la variable independiente, la dimensión Calidad tiene el indicador carbono – nitrógeno con una relación de 25/1. Asimismo, en la dimensión producción del indicador cantidad de biogás en la mejora se tiene un volumen de biogás es de 91.152m³ diariamente. Del mismo modo tenemos que en el indicador cantidad de energía eléctrica con un total de 72967.1 kW por año, esta cantidad es reemplazada en su totalidad por energía eléctrica a partir de biogás. También tenemos, el siguiente indicador cantidad producida con 5711.55 t anuales en jornada normal en el resultado del diagnóstico y en la mejora hay una producción de 5861.09 t anuales en jornada normal. Así también, el indicador tiempos de producción presenta una mejora de 185 horas extras menos por año. Y en el indicador número de paradas de producción tiene una reducción de las paradas de producción en un 70% de 24 a 7.

En la variable dependiente, la dimensión costos contiene el indicador Costo energía que representa un ahorro de S/ 11844 anuales. El siguiente indicador es Costos fijos (mano de obra indirecta, mantenimiento), en el resultado del diagnóstico se tiene un total de S/ 417,185.33 anuales los cuales se mantienen constantes por ser fijos. Y el último indicador que corresponde a los costos variables se evidencia la disminución de S/17507.8 anuales debido al reemplazo energético por energía eléctrica a partir de biogás y la disminución de horas extras.

3.11. Análisis económico/financiero:

Según los datos brindados por la empresa hemos realizado los siguientes cálculos para ver el análisis económico de la empresa al implementar un proceso de producción de biogás.

3.11.1. Costos por incurrir en la propuesta de mejora

Según el análisis realizado, para la implementación de la propuesta de mejora se deben tener en cuenta los costos presentados en las siguientes tablas, los cuales corresponden a la inversión para la implementación de un proceso de producción de biogás.

Tabla 34

Costos por procedimientos (maquinaria, equipos y herramientas)

Descripción	Cantidad	Costo S/.	Total S/.
Biodigestor	2	14744.57	29489.15
Grupo electrógeno	1	39560	39560
Instalación de grupo electrógeno	1	1500	1500
Tuberías de conexión	1	1000	550

Total	S/ 71,099.15
-------	--------------

Fuente: Elaboración propia

Nota: En esta tabla tenemos los costos por procedimientos (maquinaria, equipo y herramientas), teniendo 2 biodigestores, un grupo electrógeno, la instalación de grupo electrógeno, y una tubería de conexión, lo cual genera un costo total de s/ 71,099.15

Así mismo, se incluyen costos por incurrir en el proceso de manejo en los que conciernen los costos de capacitación para el personal involucrado, los cuales se detallan en la siguiente tabla.

Tabla 35

Costos en capacitaciones semestrales

Temas	N° de capacitadores	Tiempo horas	Costo S/hora	Total semestral S/	Total anual S/
Capacitación en mantenimiento de equipos	1	3	500	1500	3000
Capacitación sobre uso de equipos nuevos	1	3	500	1500	3000
Capacitación en seguridad y salud en el trabajo	1	3	500	1500	3000
Total				S/. 4,500	S/. 9,000

Fuente: Elaboración propia

Nota: en esta tabla se observa el costo en capacitación semestrales que generaría la implementación de la propuesta de mejora con un total de S/ 9000 anuales en capacitación

de mantenimiento de equipos, capacitación sobre uso de equipos nuevos, capacitación en seguridad y salud en el trabajo.

Además de los costos generados para las capacitaciones, otro costo que se relaciona directamente con el anterior es de los implementos para exposición detallado en la tabla 36.

Tabla 36

Implementos para exposición

Implementos	Costo de material S/	N° de trabajadores	Total semestral S/	Total anual S/
Separatas, videos y diapositivas	12	14	S/ 168	S/ 336
Otros materiales	8	14	S/ 112	S/ 224
Total			S/. 280	S/. 560

Fuente: Elaboración propia

Nota: esta tabla presenta los implementos para exposición con un costo total de S/ 560 soles mensuales.

Entre otros costos que incurren en la implementación de la propuesta de mejora se encuentra el costo de materiales de registro que incluye el requerimiento de un cuadernillo de registro mensual, indicado en la siguiente tabla:

Tabla 37

Costo en material de registro (mensual)

Descripción	Cantidad	Costo S/	Total mensual	Total anual S/
Cuadernillo de registro	1	15	15	180

Fuente: Elaboración propia

Nota: esta tabla indica el costo en material de registro que resultaría con la implementación de la propuesta de mejora, lo que comprende el uso de cuadernillos de registros con un costo total de S/ 180.00 anuales.

El cuidado a la salud es otro de los costos involucrados que comprende equipos de protección personal los mismos que se encuentran detallados en la tabla 38.

Tabla 38

Costos en cuidado a la salud anual

Descripción	Cantidad	Costo S/	Total semestral S/	Total anual S/
EPP	2	250	500	1000

Fuente: Elaboración propia

Nota: en esta tabla nos da a conocer que los equipos de protección personal necesarios para la implementación de la propuesta de mejora tienen un costo de S/ 1000 soles anuales en cuidado a la salud.

En la siguiente tabla se encuentran indicados los costos mensuales y anuales de higiene que se deben de tener en cuenta según el personal involucrado para la implementación y funcionamiento de un sistema de producción de biogás.

Tabla 39

Costos en higiene mensual

Descripción	Cantidad	Costo S/.	Total mensual	Total anual S/
Papel Higiénico	1 paquete	12	12	144
Jabón líquido	1	18	18	216
Tachos de basura	2	12	24	24

Desinfectante	2	9.8	19.6	235.2
Total		51.8	73.6	619.2

Fuente: Elaboración propia

Nota: en esta tabla se observa los costos de higiene comprenden el papel higiénico, jabón líquido, botes de basura y desinfectante los cuales generan un costo total de S/ 619.20 anuales.

Por último, otro de los costos por incurrir en la implementación de un proceso de producción de biogás es el costo de mantenimiento, el que sería realizado de manera trimestral como se detalla en la siguiente tabla

Tabla 40

Costos de mantenimiento

Descripción	Costo trimestral	Total anual
Mantenimiento preventivo	1,000.00	3000
Repuestos	500.00	1500
Total	S/ 1500.00	S/. 4,500.00

Fuente: Elaboración propia

Nota: en esta tabla nos muestra que para la implementación de este proyecto se considera un costo total de s/ 4500.00 anuales en mantenimiento (mantenimiento preventivo y repuestos).

A continuación, se presenta la información sobre los costos por incurrir en la propuesta de mejora proyectados desde el año 0 al año 5.

Tabla 41
Costos por incurrir en la propuesta de mejora

Costos por incurrir en el proceso	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
Biodigestor	29,489.15
Grupo electrógeno	39,560.00					
Instalación de GE	1,500.00					
Tuberías de conexión	550.00					
Capacitación en mantenimiento de equipos	3,000.00	1,500.00	1500	1500	1,500.00	1,500.00
Capacitación sobre uso de equipos nuevos	3,000.00	1,500.00	1500	1500	1,500.00	1,500.00
Capacitación en seguridad y salud en el trabajo	3,000.00	1,500.00	1500	1500	1,500.00	1,500.00
Separatas, videos y diapositivas	336.00	168.00	168	168	168.00	168.00
Otros materiales	224.00	112.00	112	112	112.00	112.00
Cuadernillos de registro	180	180	180	180	180.00	180.00
EPP	1000	1000	1000	1000	1,000.00	1,000.00
Costos en higiene	619.2	619.2	619.2	619.2	619.20	619.20
Mantenimiento preventivo	3,000.00	3000	3000	3000	3,000.00	3,000.00
Repuestos	1,500.00	1500	1500	1500	1,500.00	1,500.00
Pago a operarios y supervisor	26040	26040	26040	26040	26,040.00	26,040.00
Consumo de agua	2130.5	2,130.5	2,130.5	2,130.5	2,130.5	2,130.5
TOTAL DE COSTOS	115,128.89	39,249.74	39,249.74	39,249.74	39,249.74	39,249.74

Fuente: Elaboración propia

Nota: En la presente tabla se observan los costos por incurrir en la propuesta de mejora mediante la implementación de un proceso de producción de biogás, indicando que durante

el año cero los costos totales ascienden a S/ 115,128.89 y a partir del año 1 al año 5 los costos son de S/ 39,249.72

3.11.2. Ingresos generados con la propuesta de mejora

Con la implementación de la mejora planteada para el Consorcio Villegas E.I.R.L se obtienen distintos ingresos los cuales se encuentran detallados en la tabla 42.

Tabla 42

Ingresos generados a partir de la implementación de un proceso de producción de biogás

Ingresos generados	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
Ahorro de energía eléctrica	11893	11893	11893	11893	11893
Ahorro por disminución de paradas de producción	5615	5615	5615	5615	5615
Utilidad por venta de biol	47823	52606	57866	63653	70018
Bonos de carbono	13427	13427	13427	13427	13427
TOTAL DE INGRESOS	78758	83540	88801	94588	100953

Fuente: Elaboración propia

Nota: En esta tabla analizamos los ingresos generados a partir de la implementación de un proceso de producción de biogás. Esto comprendería un ahorro anual de energía de S/ 11893 y un ahorro por disminución de paradas de producción de S/ 5615 anuales. También se considera como ingreso la utilidad adquirida a partir de la venta de biol, el cual

es generado como residuo del proceso de producción de biogás, que va de S/ 47,823 durante el año 1, hasta S/70018 durante el año 5. Además, se obtienen ingresos por bonos de carbono, puesto que la producción de biogás y si uso como energía eléctrica evita emisiones de gases con efecto invernadero, lo cual genera un ingreso importante para la empresa con un total de S/ 13,426.8 en el primer año.

3.11.3. Flujo de caja

En la siguiente tabla se presenta el flujo de caja de la implementación de la propuesta de mejora.

Tabla 43

Flujo de caja

FLUJO DE CAJA NETO	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5		
	-115,128.89	39,508.22	44,290.56	49,551.14	55,337.77	61,703.07	TASA	9%
VAN	S/ 191,092.56							
TIR	30 %							
IR	S/ 1.66							

Fuente: Elaboración propia

Nota: En esta tabla verificamos el resultado del análisis económico financiero en el que se obtuvo un valor actual neto (VAN) de S/ 191,092.56 que, al ser una cantidad positiva, indica que el proyecto crea valor; con una tasa interna de retorno (TIR) de 30% y como índice de rentabilidad S/ 1.66, lo que significa que por cada sol invertido se obtendrá una ganancia de S/ 0.66 soles.

CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1. Discusión

El desarrollo de esta investigación tuvo como objetivo general diseñar un proceso de producción de biogás y su aprovechamiento para reducir los costos operativos en el Consorcio Villegas E.I.R.L Chiclayo, 2020. Para ello se realizó un diagnóstico de la situación actual a partir del cual se estableció un diseño de mejora mediante el que se propone implementar un proceso de producción de biogás para generar energía eléctrica y de esta manera beneficiar a la empresa.

Para la producción de biogás mediante fermentación anaeróbica, el carbono y el nitrógeno son fundamentales, puesto que la calidad y la cantidad de este dependerán de la composición y la naturaleza del residuo utilizado. La composición óptima se encuentra en la relación carbono/nitrógeno de 30:1 hasta 20:1. La descomposición de materiales con alto contenido de carbono, superior a 35:1, ocurre más lentamente, mientras que con una relación C/N menor de 8:1 se inhibe la actividad bacteriana debido a la formación de un excesivo contenido de amonio (FAO, 2011, p. 34). Canales, Rivas, & Sorto (2010) afirman que existen muchos criterios con respecto a la relación carbono/nitrógeno, sin embargo, se reconoce en general como aceptable una relación C/N de 20-30:1. Así mismo, en la presente investigación se nitrógeno utilizó una relación carbono/nitrógeno de 25.1724, a partir de la cual se produciría una cantidad óptima de biogás

Siqueira, Santana, Souza, & Oliveira (2015) realizaron un estudio en el cual demostraron, a través de la modelación matemática, que los efluentes generados por la industria láctea pueden ser utilizados en la fabricación de biogás; además la cantidad de

biogás generado puede satisfacer, en parte, las necesidades energéticas industriales, que disminuirían sus costos fijos con energía y promovería la maximización de beneficios dependiendo menos de las empresas de suministro de energía. López & Suárez (2018), realizaron un estudio en una comunidad rural de Cuba, en el que evaluaron el suministro, el consumo y el empleo del biogás producido en una granja porcina y en 31 viviendas de la comunidad rural aledaña, disminuyó el consumo de energía eléctrica entre 40 y 60 %. Así mismo, en la presente investigación se ha desarrollado un proceso de producción de biogás con estiércol de ganado vacuno que podría suplir el 100% la demanda energética del Consorcio Villegas E.I.R.L.

Según el estudio que realizó Toala (2013), en el rancho Verónica sobre la implementación de un diseño para la producción de biogás a partir del estiércol que cuenta este rancho, se obtuvo como resultado que de 1.865 Kg estiércol fresco se obtiene 1.212,25 kWh. Rojas (2018) realizó un estudio para la generación de biogás a partir de la cascarilla de arroz en la Piladora La Merced S.R.L. haciendo uso del balance de materia y energía, método de Güerchet, herramienta costo-beneficio y fuentes bibliográficas. Determinó que se produciría 323 827 kWh de energía para el funcionamiento de los motores del área de producción. Del mismo modo, en la presente investigación, haciendo uso de los mismos métodos aplicados en el Consorcio Villegas E.I.R.L. para la producción de biogás a partir del estiércol vacuno se obtuvo como resultado que se podría generar 73195.056 kW de energía eléctrica por año.

Dinza, Recio, Pacheco, & Martínez (2015) realizaron un estudio en el que mediante un proceso de digestión anaerobia determinaron el potencial de biogás de los residuos producidos por la Empresa Refinadora de Aceite de Santiago de Cuba "ERASOL",

alcanzando una producción diaria de 370,24 m³, aportando un total de 166,60 MWh de electricidad, a partir de los residuos líquidos de Erasol, generando un ahorro de 764,69 CUC. Así mismo, en esta investigación se ha desarrollado un proceso de producción de biogás mediante digestión anaerobia a partir de estiércol vacuno, ascendiendo a 91. 152 m³ diarios equivalente a 20.1344 kW de energía eléctrica, generando un ahorro de S/ 11893 anuales.

Carrasco (2015) desarrolló una evaluación técnica y económica de una planta de biogás para autoabastecimiento energético mediante cogeneración a partir del estiércol. El estudio mostró indicadores económicos favorables, se obtuvo un VAN de [USD] 807.668 y TIR de 21%. Núñez (2016), muestra los resultados del diseño y construcción de una planta de biogás de cúpula fija para el tratamiento de los residuales porcinos a través de la digestión anaeróbica cuyo flujo de fondos económicos otorga un VAN positivo de 43 634,89 CUP, a una tasa de descuento del 10%, junto a una TIR de 30%. Delgado (2018) afirma que, según los análisis de la investigación para la implementación de un sistema de producción de biogás para la Asociación de Ganaderos de Lambayeque se concluye que la propuesta si es viable ya que se tiene un costo-beneficio de 2.74. Así también, se realizó el análisis económico de la implementación del proceso de producción de biogás para el Consorcio Villegas E.I.R.L, a partir del cual se obtuvo como valor actual neto (VAN) de S/ 191,092.56, una tasa interna de retorno (TIR) de 30% y un Índice de Rentabilidad (IR) de 1.66.

4.2. Conclusiones

Se realizó la medición de los costos operativos del Consorcio Villegas E.I.R.L. y se observó que, si bien no son costos excesivamente altos para la actividad productiva que realiza la empresa, estos tienden a subir por distintas causas, entre ellas las paradas de

producción que son originadas por el corte de luz eléctrica, la cual, al tener mayor incidencia, repercute negativamente en el aumento de costos operativos.

Se realizó el diseño de un proceso de producción de biogás en el Consorcio Villegas E.I.R.L. para el cual se determinó la ubicación y el área requerida para su implementación; los costos que conlleva su implementación, la cantidad de biogás producido a partir del estiércol generado por día ascienden a $91.152 m^3$ diarios y la cantidad de energía eléctrica obtenida a partir del biogás equivalente a 73195.056 kW por año.

Al implementar un proceso de producción de biogás en el Consorcio Villegas E.I.R.L. se logrará reducir las paradas de producción en un 70%, además con la producción de energía eléctrica a partir del biogás, se podrá suplir el 100% la demanda energética del Consorcio Villegas E.I.R.L, generando un ahorro de S/ 11,893 anuales.

La implementación de un proceso de producción de biogás generará ingresos adicionales como, los bonos de carbono con un ingreso de S/ 13,427 anuales y la venta de biol con S/ 47,823 durante el primer año, lo cual es muy beneficioso para la empresa.

Se realizó el análisis económico mediante el cual se obtuvo como valor actual neto (VAN) un monto de S/. 191,092.56, una tasa interna de retorno (TIR) de 30% y un índice de rentabilidad (IR) de 1.66. A partir de ello, podemos concluir que la implementación de un proceso de producción de biogás será viable.

REFERENCIAS

- Altamirano, R. J. (2017). *Potencial de producción energética de biogás a partir de residuos pecuarios en la región la Libertad*. Tesis, Universidad Nacional De Trujillo, Ciencias Agropecuarias, Trujillo. Obtenido de <http://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/10012/Altamirano%20Barrios%20Rigoberto%20Javier.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Arellano, L., Dorado, A. D., Fortuny, M., Grabiél, D., Gamisans, X., Sánchez, A. G., . . . Sierra, H. (2017). *Purificación y usos del biogás*. (Grabiél, & Sierra, Edits.) Obtenido de <https://books.google.com.pe/books?id=O1IoDwAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=biogas+libros&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwix74aduuboAhVjh-AKHXkBDi4Q6AEIMTAB#v=onepage&q&f=false>
- Banco Interamericano de Desarrollo. (2017). *Generación de electricidad a partir de biogás capturado de residuos sólidos urbanos: Un análisis teórico-práctico*. Obtenido de <https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/Generaci%C3%B3n-de-electricidad-a-partir-de-biog%C3%A1s-capturado-de-residuos-s%C3%B3lidos-urbanos-Un-an%C3%A1lisis-te%C3%B3rico-pr%C3%A1ctico.pdf>
- Banco Interamericano de Desarrollo. (2017). *Generación de electricidad a partir de biogás capturado de residuos sólidos urbanos: Un análisis teórico-práctico*. Obtenido de <https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/Generaci%C3%B3n-de-electricidad-a-partir-de-biog%C3%A1s-capturado-de-residuos-s%C3%B3lidos-urbanos-Un-an%C3%A1lisis-te%C3%B3rico-pr%C3%A1ctico.pdf>
- Barrera, M. A., Cubas, F., Gosgot, A., Ordinola, C. M., Rascón, J., & Huanes, M. (s.f.). *Sistema de producción de biogás y bioabonos a partir del estiércol de bovino, Molinopampa, Chachapoyas, Amazonas, Perú*. Obtenido de http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2413-32992019000200014&lang=es
- Caba, N., Chamorro, O., & Fontalvo, T. J. (s.f.). *Gestión de producción y operaciones*. Obtenido de https://biblioteca.utec.edu.sv/siab/virtual/elibros_internet/55847.pdf

- Cansino, M. (2019). *Cómo calcular los costos operativos totales y el volumen del punto de equilibrio*. Obtenido de <https://www.cuidatudinero.com/13074354/como-calcular-los-costos-operativos-totales-y-el-volumen-del-punto-de-equilibrio>
- Carrasco, J. L. (2015). *Evaluación técnica y económica de una planta de biogás para autoabastecimiento energético: una estrategia para diferentes contextos*. Tesis, Universidad de Chile, Departamento de Ingeniería Química y Biotecnología, Santiago de Chile. Obtenido de <http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/133520/Evaluacion-tecnica-y-economica-de-una-planta-de-biogas.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Castañeda. (2019). *Potencial de producción de biogás mediante co-digestión anaerobia de lactosuero residual y excretas bovinas en Perú*. Tesis, Universidad Nacional de Trujillo, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Trujillo. Obtenido de <http://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/12630/Casta%20c3%b1eda%20Arrascue%2c%20Liliana%20Maritza.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Castañeda. (2019). *Universidad Nacional de Trujillo*. Obtenido de <http://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/12630>
- CERTUS. (2020). *Descubre los principales tipos de costo en una empresa*. Obtenido de <https://www.certus.edu.pe/blog/tipos-costo-empresa/>
- Dinza, T., Recio, D., Pacheco, A. A., & Martínez, L. (setiembre-diciembre de 2015). Aprovechamiento energético del biogás a partir de los residuales de la Empresa Refinadora de Aceite de Santiago de Cuba. *Revista CENIC Ciencias Biológicas*, 46(especial), 324-331. Obtenido de <https://ojs.cnice.cu/index.php/RevBiol/article/viewFile/52/52>
- FAO. (1998). *Ingeniería Económica Aplicada a la Industria Pesquera*. Obtenido de <http://www.fao.org/3/V8490S/v8490s06.htm#4.%20costos%20de%20produccion>
- FAO. (2011). *Manual de Biogás*. Obtenido de <http://www.fao.org/3/as400s/as400s.pdf>
- FAO. (2020). *Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura*. Obtenido de <http://www.fao.org/americas/acerca-de/es/>

Gestión. (26 de 06 de 2019). *Costos fijos y costos variables: ¿cuáles son sus diferencias?* Obtenido de <https://gestion.pe/economia/empresas/costos-fijos-costos-variables-son-diferencias-empresa-emprendimiento-negocio-nnda-nnlt-263127-noticia/?ref=gesr>

Hernández, M. A., & Zapata, M. E. (2018). *Diseño de un biodigestor con estiércol de ganado vacuno para el caserío la Zanja-Cajamarca*. Tesis, Universidad Señor de Sipán, Cajamarca. Obtenido de <http://repositorio.uss.edu.pe/handle/uss/5583>

Hornngren, C. T., Datar, S. M., & George, F. (2007). *CONTABILIDAD DE COSTOS UN ENFOQUE GERENCIAL*. Obtenido de [https://books.google.com.pe/books?id=zDCb9fDzNgC&printsec=frontcover&dq=Los+gerentes+intentan+encontrar+formas+de+reducir+el+consumo+de+energ%C3%ADa+debido+a+los+costos+que+estos+generan+\(Hornngren,+Foster,+%26+Datar,+2007\)&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwj4-dL](https://books.google.com.pe/books?id=zDCb9fDzNgC&printsec=frontcover&dq=Los+gerentes+intentan+encontrar+formas+de+reducir+el+consumo+de+energ%C3%ADa+debido+a+los+costos+que+estos+generan+(Hornngren,+Foster,+%26+Datar,+2007)&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwj4-dL)

Hornngren, C., Foster, G., & Datar, S. (2007). *CONTABILIDAD DE COSTOS UN ENFOQUE GERENCIAL*. Obtenido de <https://books.google.com.pe/books?id=zDCb9fDzNgC&pg=PA622&dq=costos+de+operacion&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwjK54qXmu7pAhXiTN8KHRMZCWkQ6AEIQDAD#v=onepage&q=energ%C3%ADa&f=false>

IDAE. (2007). *Biomasa: Digestores anaerobios*. Obtenido de https://www.idae.es/uploads/documentos/documentos_10737_Biomasa_digestores_07_a996b846.pdf

IEA. (Marzo de 2020). *Perspectivas de biogás y biometano: perspectivas de crecimiento orgánico*. Obtenido de <https://www.iea.org/reports/outlook-for-biogas-and-biomethane-prospects-for-organic-growth/sustainable-supply-potential-and-costs#abstract>

INEI. (enero de 2019). *Producción Nacional*. Obtenido de <https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/boletines/03-informe-tecnico-n03-produccion-nacional-ene2019.pdf>

Instituto Nacional de Estadística e Informática. (11 de abril de 2020). *Economía*. Obtenido de <https://www.pqs.pe/economia/cajamarca-es-el-departamento-mas-pobre-del-peru-informa-inei>

- Jiménez, C. E., & García, E. (2020). *Eficacia del Empleo de Estiércol de Ganado Porcino y Cáscara de Café, en la Producción de Biogás y Digestatos Líquidos, Jaén, Cajamarca*. Tesis, Universidad Nacional de Jaén, Jaén-Cajamarca. Obtenido de <http://repositorio.unj.edu.pe/handle/UNJ/281>
- López, A., & Suárez, J. (enero-marzo de 2018). Experiencia de suministro de biogás en una comunidad rural en Cuba. (SciELO, Ed.) *Pastos y Forrajes*, 41(1). Obtenido de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-03942018000100010
- Martínez, M. (2015). Producción potencial de biogás empleando excretas de ganado porcino en el estado de Guanajuato. *Revista Electrónica Nova Scientia*, 7(15), 20. Obtenido de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-07052015000300096
- Marulanda, O. J. (2009). *Costos y presupuestos*. Módulo, Universidad Nacional Abierta y a Distancia. Obtenido de <https://www.upg.mx/wp-content/uploads/2015/10/LIBRO-44-Curso-costos-y-presupuestos.pdf>
- Marulanda, O. J. (2009). *Costos y presupuestos*. Módulo, Universidad Nacional Abierta y a Distancia. Obtenido de <https://www.upg.mx/wp-content/uploads/2015/10/LIBRO-44-Curso-costos-y-presupuestos.pdf>
- Marulanda, O. J. (2009). *Costos y Presupuestos*.
- Ministerio de Agricultura y Riesgo. (8 de 12 de 2019). *Gestión*. Obtenido de Economía: <https://gestion.pe/noticias/sector-pecuario/>
- Molina. (agosto de 2016). Aguas residuales una de las claves de la sostenibilidad. *Industria Alimentaria*, 27(8), 8-15. Obtenido de <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=a9h&AN=116967280&lang=es&site=eds-live&custid=s4509042>
- Molina, J. (2016). *Aguas residuales, una de las claves de la sostenibilidad*. Obtenido de <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=a9h&AN=116967280&lang=es&site=eds-live&custid=s4509042>
- Molina, J. (2016). *Aguas residuales, una de las claves de la sostenibilidad*. Obtenido de <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=a9h&AN=116967280&lang=es&site=eds-live&custid=s4509042>

Montenegro, K. T., Rojas, A. S., Cabeza, I., & Hernández, M. A. (15 de Julio de 2016). Potencial de biogás de los residuos agroindustriales generados en el departamento de Cundinamarca. *ION*, 29(2), 23-37.

Obtenido de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=342050982003>

Muño, P. (2017). *Costes operativos*. Obtenido de <https://www.emprendepyme.net/costes-operativos.html>

Muñoz. (2019). *Contabilidad de costos*. Informe, Universidad Nacional de la Amazonia Peruana, Facultad de Ciencias Económicas y de Negocios, Iquitos. Obtenido de http://repositorio.unapiquitos.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/5736/Daniela_ExamenTitulo_2019.pdf?sequence=4&isAllowed=y

Núñez, O. M. (2016). Diseño y construcción de un digestor para la generación de biogás y fertilizante orgánico. Santa Clara: Scielo. Obtenido de http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S2223-48612016000200004&script=sci_arttext&tlng=en

Pérez, P. (2016). Biocombustibles. *Fondo de Cultura Económica*. Obtenido de <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=EdaiDQAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT9&dq=biocombustibles+joaquin+perez+pariente&ots=hEkBYRW0k5&sig=BS05sCAJcCkmoKC8uHtgaqe93U#v=onepage&q=biocombustibles%20joaquin%20perez%20pariente&f=false>

Rivera, O. A., & Umaña, R. F. (2019). *Identificación de la disposición del recurso para la producción de biogás y su potencial energético en la industria ganadera en el Salvador*. Tesis, Universidad del Salvador, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, El Salvador. Obtenido de <http://ri.ues.edu.sv/id/eprint/20134/1/Identificaci%C3%B3n%20de%20la%20disposici%C3%B3n%20del%20recurso%20para%20la%20producci%C3%B3n%20de%20biog%C3%A1s%20y%20su%20potencial%20energ%C3%A9tico%20en%20la%20Industria%20Ganadera%20en%20El%20Salvador.pdf>

Rojas. (2007). *Sistema de costos, un proceso para su implementación*. Tesis, Universidad Nacional de Colombia, Sede Manizales, Colombia. Obtenido de <https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/51873753/librocostos-130206091207-phpapp02-140620142752-phpapp01-141014165842-conversion-gate02.pdf?1487609968=&response-content->

disposition=inline%3B+filename%3DLibro_costos.pdf&Expires=1592686658&Signature=fZs8oMd3T

- Rojas, C. A. (2018). Generación de biogás a partir de la cascarilla de arroz para reducir costos energéticos en la Piladora la merced S.R.L. Tesis, Chiclayo. Obtenido de http://tesis.usat.edu.pe/bitstream/20.500.12423/1437/1/TL_RojasSanchezCristian.pdf
- Saavedra, M. A. (2019). *Generación de electricidad a partir de biogás y la energía solar fotovoltaica en el caserío Santa Rosa de Tumar en el distrito de Huambos, provincia de Chota departamento de Cajamarca*. Perú. Obtenido de <https://pdfs.semanticscholar.org/fe06/e65429017bc3340cc1e73d388e3be62985bb.pdf>
- Sáez, R. (s.f.). *Contabilidad de costos*. Instituto Profesional Diego portales. Obtenido de https://www.academia.edu/36795879/Instituto_Profesional_Diego_Portales
- Sáez, R. (s.f.). *Contabilidad de costos*. Instituto Profesional Diego portales. Obtenido de https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/56744482/CONTABILIDAD_DE_COSTOS_modulo.pdf?1528336100=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DInstituto_Profesional_Diego_Portales.pdf&Expires=1592683577&Signature=KGZb~6q48Z-0nt7Frml9KQXK9naOpTNapXFxBA2xHr
- Santos, J., Souza, D. F., Abud, A. K., & Olivera, J. A. (2015). *Estimativa da viabilidade de produção de biogás a partir do efluente de indústrias de laticínios no estado de Sergipe utilizando modelagem e simulação*. Universidade Nove de Julho. São Paulo, Brasil: EXACTA. Obtenido de Universidad Nove de Julho Brasil: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=81043159009>
- Sanz, J., Rodrigo, J. C., Monge, S., Geest, J. V., & Kiechle, C. (2011). *Proceso Biothane: tratamiento anaeróbico de las aguas residuales de la industria cervecera con aprovechamiento energético del biogás*. (V. Water, Ed.) Obtenido de http://www.veoliawatertechnologies.es/vwst-iberica/ressources/documents/1/16366,Cerveza-y-Malta_190_Junio2011.pdf
- Venegas, J. A., Raj, D., & Pinto, R. (2019). *Biogás, la energía renovable para el desarrollo de granjas porcícolas en el estado de Chiapas*. México. Obtenido de

http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2448-66552019000100169&lang=es#B51

Vera, I., Martínez, J., Estrada, M., & Ortiz, A. (julio de 2015). Potencial de generación de biogás y energía eléctrica. Parte II: residuos sólidos urbanos. (U. N. México, Ed.) *Ingeniería Investigación y Tecnología*, XVI (3), 471-478. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/404/40440683013.pdf>

AQUALIMPIA ENGINEERING E.K. (2017). Alemania. Obtenido de <https://www.aqualimpia.com/app/download/14489637722/QUE-ES-EL-BIOGAS.pdf?t=1505441029>

ANEXOS

Anexo 1. Matriz de consistencia

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	METODOLOGÍA	POBLACIÓN
¿En qué medida el diseño de un proceso de producción de biogás permitirá reducir costos operativos en el Consorcio Villegas E.I.R.L. Chiclayo, 2020?	1. General Diseñar un proceso de producción de biogás y su aprovechamiento para reducir los costos operativos en el Consorcio Villegas E.I.R.L. Chiclayo, 2020.	El diseño de un proceso de producción de biogás reducirá significativamente los costos operativos en el Consorcio Villegas Chiclayo.	Variable independiente: Proceso de producción de biogás	Tipo de investigación Correlacional. Diseño de investigación No experimental. Técnicas. Análisis documental Encuesta Entrevista Instrumentos. Guía de análisis de datos. Guía de entrevista.	Población La población es todas las áreas de la empresa Consorcio Villegas E.I.R.L.

2. Especifico	Variable dependiente:	Método de análisis de datos.	Muestra
<p>Realizar una medición de los costos operativos actuales de la empresa.</p> <p>Diseñar un proceso de producción de biogás en la empresa.</p> <p>Evaluar los costos operativos después del diseño del proceso de producción de biogás.</p> <p>Realizar una evaluación económica para verificar la viabilidad del diseño.</p>	Costos operativos	<p>Método inductivo – deductivo</p> <p>Método Hermenéutico</p>	<p>La muestra es el área de producción de la empresa Consorcio Villegas E.I.R.L.</p>

Fuente: Elaboración propia

Anexo 2: Análisis Documental

FICHA DE ANÁLISIS DOCUMENTAL

Indicador: kW / HORA

N°	Tipo de Documento	Nombre de documento	Autor	Año	Objetivo	Conclusiones
1	Artículo	Potencial de biogás de los residuos agroindustriales generados en el departamento de Cundinamarca.	Montenegro Orozco, Karen Tatiana; Rojas Carpio, Ana Sofía; Cabeza Rojas, Iván; Hernández Pardo, Mario Andrés	2016	Determinar el potencial de producción de biogás de los residuos agroindustriales en el departamento de Cundinamarca a través de digestión anaerobia.	Cundinamarca tiene un potencial promedio de biogás de 1.117.567TJ/año. Las regiones que podrían cobijar sistemas centralizados se identificaron en torno a los municipios de Fómeque, Guachetá y Anapoima. El potencial estimado para estas regiones fue de 89.651, 127.513, 58.541TJ/año para la región 1, región 2 y región 3, los cuales son similares a los reportados para plantas de biogás en varias regiones del mundo.

2	Artículo Evaluación del potencial de producción del biogás en Cuba	Jesús Suárez-Hernández, Roberto Sosa-Cáceres, Yeney Martínez-Labrada, Alfredo Curbelo-Alonso, Tania Figueredo-Rodríguez	2016	En Cuba se aprecia un significativo potencial para la producción y utilización del biogás, basado en la diversidad y el volumen de residuos contaminantes que generan los sectores agropecuario y agroalimentario. En tal sentido, el objetivo del artículo es brindar una evaluación del potencial de producción y utilización del biogás en el país.	El potencial diario de producción de biogás es de 674 609 m ³ , en lo cual destacan la producción porcina y avícola; este potencial significa una producción de energía de 1 477 394 MWh/año, equivalente a 132 856 t de diésel, cuya importación cuesta a Cuba 48 615 065 USD según los precios actuales.
3	Artículo Potencial de generación de biogás y energía eléctrica. Parte II: residuos sólidos urbanos	Vera Romero Iván; Martínez Reyes José; Ortiz-Soriano Agustina y Estrada-Jaramillo Melitón.	2016	El objetivo de este trabajo es estimar la cantidad de biogás que se podría obtener a través de la descomposición anaeróbica de la fracción orgánica de los residuos sólidos urbanos (RSU)	Se justifica económicamente la construcción de un relleno sanitario intermunicipal obteniendo beneficios económicos sustanciales a largo plazo (26.5×10 ⁶ USD, 22.8×10 ⁶ , 17.9×10 ⁶ y

dispuestos en un relleno sanitario, captándola y aprovechándola para generar energía eléctrica. mismo tiempo que se contribuye a la mitigación del cambio climático y a la prevención de enfermedades).

6	Artículo Biogás como una fuente alternativa de energía primaria para el Estado de Jalisco, México	Iván Vera, Romero; Melitón Estrada, Jaramillo; Conrado González, Vera; Martín Tejeda, Jiménez; Xicoténcatl López, Andrade; Agustina Ortiz, Soriano.	2017	En el siguiente trabajo se presenta un análisis energético y económico para el aprovechamiento de la fracción metano contenida en el biogás, como una alternativa energética para la producción de energía eléctrica.	Se observó que se obtiene mayor cantidad de energía eléctrica por parte de los biodigestores (16.977GWh) que de los rellenos sanitarios (4.373GWh), así como mayores beneficios económicos al término de la vida útil del proyecto \$35,031x106 MN y \$5,404 x106 MN, respectivamente.
---	---	---	------	---	--

7	Artículo	Viabilidad Económica de la Utilización de Biogás para la Conversión en Energía Eléctrica	Ricardo G. Cervi; Maura S. T. Esperancini y Osmar de C. Bueno	2011	identificar los costos y beneficios de una planta instalada de aprovechamiento de desechos de cerdos para producción de biogás y posterior conversión en energía eléctrica en unidad productiva biointegrada, en la Región de Botucatu-SP y analizar la viabilidad económica del sistema, a partir de la utilización actual de la energía eléctrica generada, bien como identificar el consumo mínimo necesario de energía para viabilizar económicamente el sistema	Sistemas de biodigestión anaeróbica pueden ser considerados instrumentos importantes de racionalización de la producción y del uso de energías renovables en la agricultura, principalmente en escalas menores de producción. En este caso, se puede recomendar la utilización de un grupo generador de energía eléctrica superior a su punto de equilibrio para que el sistema genere beneficios financieros.
---	----------	--	---	------	--	--

8	Artículo	Generación de Energía Eléctrica a partir del Biogás	R. Quesada, N. Salas, M. Arguedas, R. Botero	2007	Evaluación de un filtro de óxido de calcio y filtros de alambrina que se instalaron en la tubería de conducción para incrementar la calidad del biogás.	Los principales parámetros indispensables para el buen funcionamiento del generador fueron la cantidad de metano (61 % - 97 %), presión (7 kPa - 21 kPa) y eliminación total de la humedad presente en el biogás. La cantidad de metano obtenida en el biogás que ingresa a la planta fue de 79,3 %, lo que indicó un poder calorífico de 7372 kcal m ⁻³ . La producción total en cada turno promedio fue de 19 kWh, a una potencia promedio de 14 kW, que representó apenas el 35 % de la potencia total del generador, con lo cual se logró una eficiencia de generación de apenas un 7 %.
---	----------	---	--	------	---	---

9	Artículo	Métodos sencillos en obtención de biogás rural y su conversión en electricidad	Ernesto Ponce	2016	producir una fuente de energía	En la actualidad existe una tecnología sencilla, económica y fácil de instalar para la generación de biogás. Se evita la emisión de gases invernadero y se obtiene una fuente energética de bajo costo tanto para familias campesinas como para instalaciones agrícolas de ganadería. Por otro lado, se reduce el consumo de hidrocarburos que son contaminantes y de un costo superior, así como su traslado a regiones remotas de consumo.
10	Tesis	Diseño y estudio económico preliminar de una planta productora de biogás utilizando residuos	Juan Miguel Mantilla González; Carlos Alberto Duque Daza y Carlos Humberto Galeano Urueña	2007	observar la factibilidad técnica y económica para la implementación de este tipo de sistemas de manejo de residuos orgánicos en el país.	Se desarrolla y presenta la metodología para el diseño de una planta productora de 2.440 m ³ de biogás por día, la cual permite la generación de 500 kW de energía eléctrica para

		orgánicos de ganado vacuno				una instalación agropecuaria de 1.500 empleados, a partir de los residuos orgánicos de 1.300 reses de ganado vacuno.
11	Tesis	Rendimiento de Biogás como Combustible en un Grupo Electrónico de 1 kW. Fundo San Isidro, Colcamar.	Evans Tejedo Soberón y Edwin Jesús Yopán Chocaca	2015	determinar el rendimiento de biogás como combustible en un grupo electrónico de 1 kW, con motor de combustión interna de 2,4 hp	Se ha mantenido la integridad del motor, en cuanto a la no alteración de sus mecanismos, tal como hubiese sido el caso de la adaptación de un carburador especial para biogás. Se ha empleado un carburador normal para gasolina, y sin alteración alguna ha funcionado con biogás. A mayor presión de biogás, funcionamiento más estable del motor, siempre y cuando se mantenga constante la presión de abastecimiento de biogás.

Fuente: Elaboración propia

La presente entrevista fue realizada al gerente del Consorcio Villegas E.I.R.L, el Sr Cesar Villegas Guevara:

1. ¿A qué se dedica la empresa Consorcio Villegas E.I.R.L.?

A la producción de productos balanceados y crianza de ganado bovino.

2. ¿Cuántas cabezas de ganado tiene en el establo?

Se tiene un total de 200 cabezas de ganado bovino de los cuales 70 están entre 1 a 2 años. 25 de 2 a 3 años, 80 son mayores a 3 años y 25 menores de 1 años.

3. ¿Le dan algún uso al estiércol del ganado?

Sí, lo utilizamos como abono y también, es distribuido a los agricultores de la zona.

4. ¿Cuál es el problema más frecuente que causa elevados costos operativos?

Las paradas de máquina y/o producción, seguido del incumplimiento de la producción programada.

5. ¿Cuántas paradas de máquina atraviesa la empresa al año y cuáles son sus causas?

Al año se presenta un aproximado de 24 paradas entre máquina y/o producción. Sus causas son la falla de máquina, falta de insumos, y cortes de energía.

6. ¿Cuántos cortes de energía hay al año?

Se presentan un aproximado de 17 cortes de energía al año.

7. ¿Cuántas máquinas tiene la empresa que consumen energía?

La empresa cuenta con 52 equipos que consumen energía eléctrica.

8. ¿Cuáles son las máquinas que consumen una cantidad de energía mayor?

Se tiene un total de 6 máquinas que consumen las más altas cantidades de energía eléctrica: 2 molinos, 1 mezcladora de insumos vertical, 2 mezcladora de insumos horizontal y 1 cortadora de chala.

9. ¿Qué productos balanceados producen?

- Afrecho
- Maíz molido
- Torta Soya
- Menestra
- Arrocillo
- Maíz I
- Torta Integral
- Polvillo
-
- Palmiste
- Pancamel
- Concentrado estándar
- Concentrado medio
- Concentrado alto
- Concentrado Súper Alto
- Preparto
- Crecimiento

10. ¿Cuántas toneladas de productos son producidas año?

Alrededor de 5700 toneladas anuales.

11. ¿Cuántos almacenes tiene la empresa?

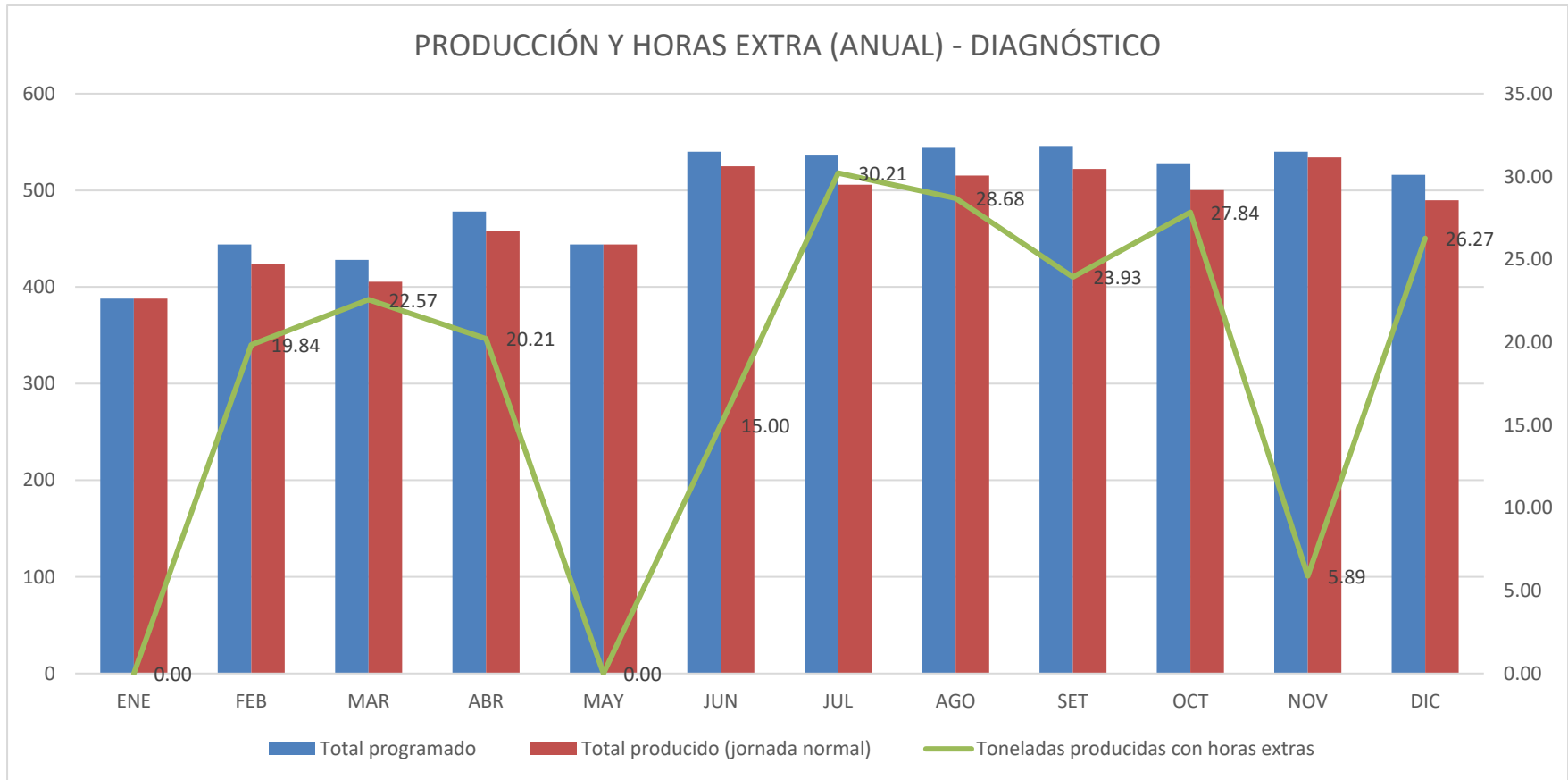
Contamos con 2 almacenes, uno de MP y el otro de productos terminados

12. ¿Qué opina de la implementación de un proceso de producción de biogás a partir del cual se puede obtener energía eléctrica?

Creo que sería muy beneficioso para mi empresa.

Anexo 4: Diagnóstico de la producción de alimentos balanceados en la empresa Consorcio

Villegas y horas extras 2019.



Fuente: Consorcio Villegas E.I.R.L. Chiclayo / elaboración propia

Anexo 5: Costos Fijos

COSTOS FIJOS						
MOD	Descripción	Cantida		Costo	Total	Total
		d		unitario	Mensual	Anual
	Operario	6		1500	11250	135000
	Ayudantes	6		1200	9000	108000
	TOTAL	12		2700	20250	243000
MATENIMIEN TO	Descripción	Cantida		COSTO	COSTO DE	Total
		d		DE	MANT.	Anual
				MANT.	MENSUAL	
				ANUAL		
	Molinos	2		1500	250	3000
	Mescladora vertical	1		500	41.7	500
	Mescladora horizontal	2		500	83.3	1000
	Cortadora de chala	1		350	29.2	350
	Cosedoras	4		250	83.3	1000
	Balanzas	5		75	31.3	375
	Comprensora	1		180	15.0	180
	Bomba de agua	1		350	29.2	350
	Bomba de melaza	1		400	33.3	400
	Computadora s	3		150	37.5	450
	Impresoras	2		150	25.0	300
	Fluorescentes	10		100	83.3	1000
Cámaras de seguridad HD	6		80	40.0	480	
Máquinas de ordeñar	13		80	86.7	1040	
	Total	52		4665	868.8	10425
DEPRECIACIÓN DE MAQUINARIAS	Descripción	Vida	Preci	Cantidad	Depreciación	Total
		Útil	o	de	n Mensual	Anual

		máquina s				
	Molinos	5	1500 0	2	500.0	6000
	Mescladora vertical	5	7500	1	125.0	1500
	Mescladora horizontal	5	1035 0	2	345.0	4140
	Cortadora de chala	5	8500	1	141.7	1700
	Cosedora	5	560	4	37.3	448
	Balanza	5	1560	5	130.0	1560
	Comprensora	5	5650	1	94.2	1130
	Bomba de agua	5	1320	1	22.0	264
	Bomba de melaza	5	2400	1	40.0	480
	Computadora s	3	1500	3	125.0	1500
	Impresoras	3	800	2	44.4	533.3
	Fluorescentes	3	120	10	33.3	400.0
	Cámaras de seguridad HD	2	120	6	30.0	360.0
	Máquinas de ordeñar	5	1550	13	335.8	4030.0
	TOTAL		5693 0	52	2003.8	24045. 3
DEPRECIACIÓN DE UTENSILIOS	Descripción	Vida Útil	Preci o	Cantidad	Depreciación Mensual	Total Anual
	Baldes 20 l	2	10	10	4.2	50
	Recogedor	1	6	5	2.5	30
	Escobas	1	10	10	8.3	100
	Caja de herramientas	2	210	2	17.5	210
	Machetes	1	25	5	10.4	125
	TOTAL		261	32	42.9	515
MOI	Supervisor				2300.0	27600

Gastos administrativos	Gerente	4500.0	54000
	sub Gerente	3000.0	36000
	Contador	1800.0	21600
TOTAL		34765.4	417185

Fuente: Consorcio Villegas E.I.R.L. Chiclayo / elaboración propia

Anexo 6: Costos variables

Costos variables – diciembre 2019					
Costo	Descripción	Cantidad	Unidades	Costo unitario	Costo total
Materia	Maíz criollo	125	t	620	77500
Prima	Panca de maíz	10	t	450	4500
directa	Afrecho	35	t	700	24500
	Palmiste	45	t	710	31950
	Torta de soya	35	t	720	25200
	Variedad de granos	150	t	705	105750
	Chala	15	t	220	3300
	Maíz argentino importado	110	t	680	74800
Material	Pemix 100	50	kg	15	750
Indirecto	Estándar premix	25	kg	0.48	12
	Battfos	20	kg	0.8	16
	Avimix	10	kg	1	10
	Porcimix	15	kg	1	15
	Óxido de zinc	10	kg	0.88	8.8
	Bicarbonato	350	kg	2.6	910
	Fungikor	250	kg	0.56	140
	Poultrygrow	250	kg	21	5250
	Sintox plus	200	kg	0.64	128
	Toxibong	200	kg	0.2	40
	Methionina	350	kg	0.8	280
	Colina	250	kg	0.32	80
	Lisina	300	kg	0.48	144
	Zinc bacitracina	200	kg	0.72	144
	Treonina	250	kg	0.72	180
	Vitamina c	200	kg	60	12000
	Premezcla eqh	250	kg	1	250
	Procreatin 7	300	kg	4.5	1350
	Energifat	300	kg	0.23	69
	Sulfato de cobre	200	kg	0.88	176
	Pecutrin	250	kg	25	6250
	Chemi stress	250	kg	1	250
	Nitrato de potasio	300	kg	9.5	2850
	Sorbato de potasio	200	kg	28	5600
	Sacos	10000	und	0.4	4000
Servicios			Energía eléctrica		4026.73

	Servicio de agua	796.02
	Ahoras Extra	1125.39
	Total	394250.9

Fuente: Consorcio Villegas E.I.R.L. Chiclayo / elaboración propia

Anexo 7: Paradas de producción por mes

Producto	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Total
Falla de máquina	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	4
Falta de insumos	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	3
Corte de energía x 1 día pequeños lapsos de corte	0	0	1	0	0	0	1	1	0	1	0	1	5
	0	2	0	2	0	0	2	0	3	0	2	1	12
TOTAL	0	3	2	3	0	1	3	2	4	2	2	2	24

Fuente: Consorcio Villegas E.I.R.L. Chiclayo / elaboración propia

Anexo 8: Costo de horas extras

Personal	Horas	Remuneración mensual	remuneración por hora	remuneración por el total de hora
OPERARIO	4.0	1500.0	9.4	37.5
AYUDANTE	4.0	1200.0	7.5	30
SUPERVISOR	1	2300	14.4	14.375
TOTAL			31.3	81.875

Fuente: Consorcio Villegas E.I.R.L. Chiclayo / elaboración propia

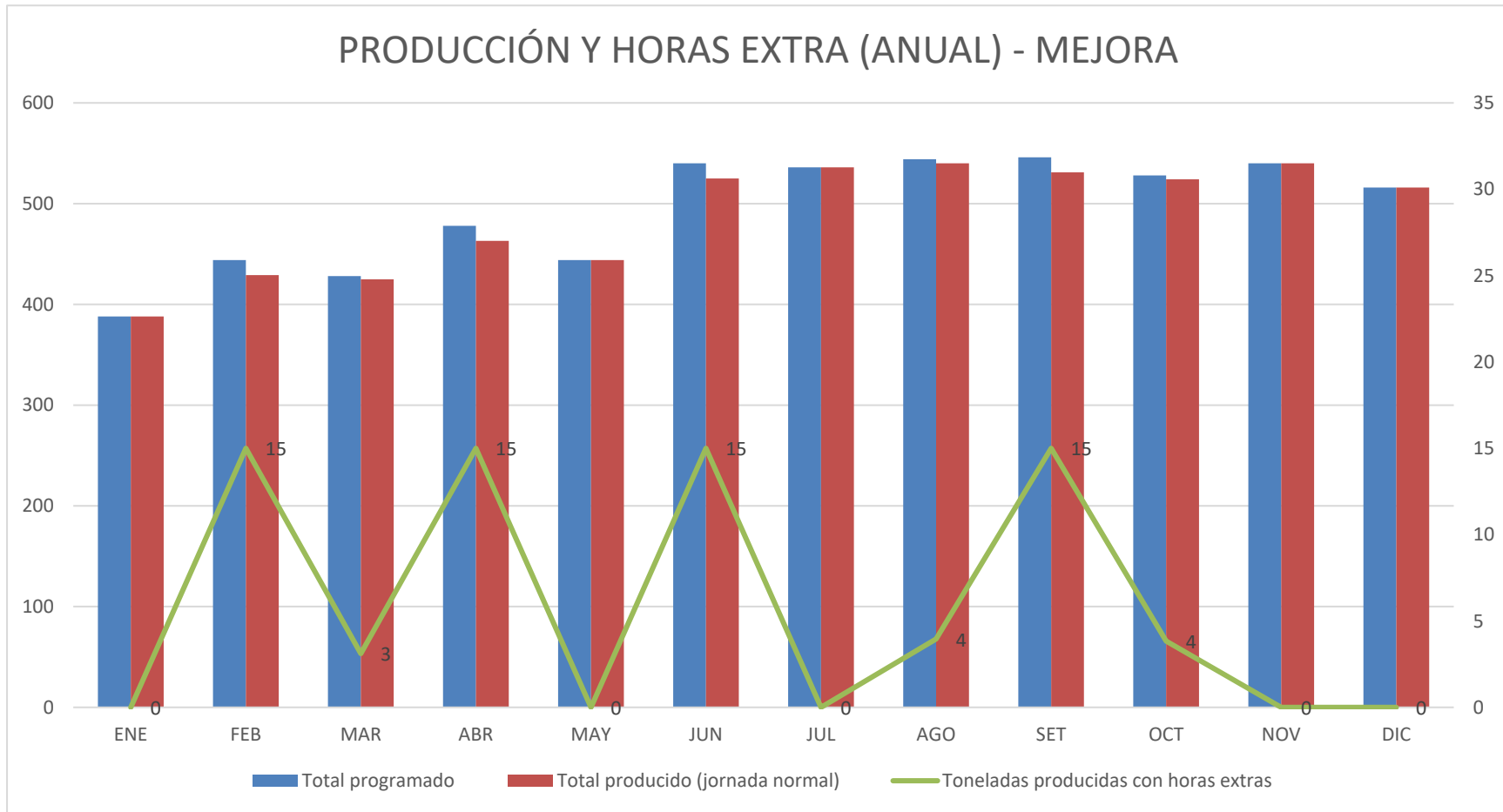
Anexo 9: Costo de horas extras

MES	TONETADAS NO PRODUCIDAS	TIEMPO EXTRA	COSTOS
ENERO	0.0	0.0	S/0.00
FEBRERO	19.8	9.9	S/812.35
MARZO	22.6	11.3	S/923.85
ABRIL	20.2	10.1	S/827.53
MAYO	0.0	0.0	S/0.00
JUNIO	15.0	7.5	S/614.06
JULIO	30.2	15.1	S/1,236.76
AGOSTO	28.7	14.3	S/1,174.24
SETIEMBRE	23.9	12.0	S/979.82
OCTUBRE	27.8	13.9	S/1,139.70
NOVIEMBRE	5.9	2.9	S/241.16
DICIEMBRE	26.3	13.1	S/1,075.39
TOTAL	223.4	110.2	S/9,024.86

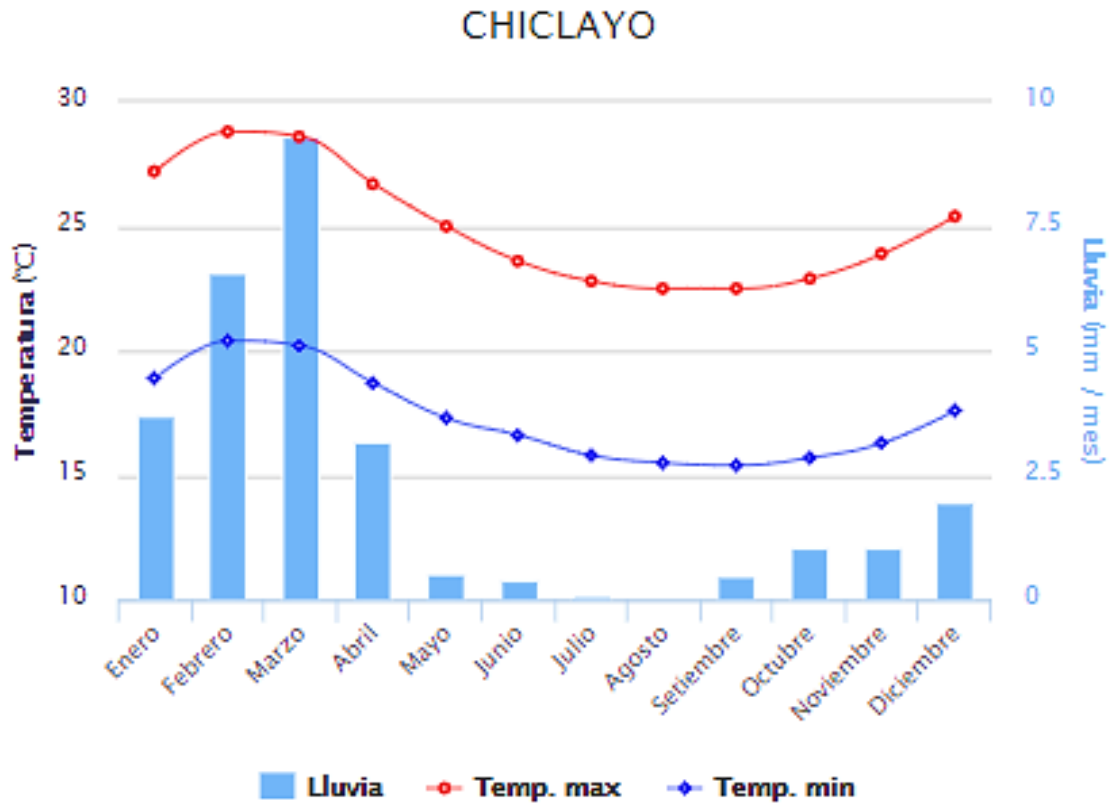
Fuente: Consorcio Villegas E.I.R.L. Chiclayo / elaboración propia

Anexo 10: Mejora de la producción de alimentos balanceados en la empresa Consorcio

Villegas y horas extras.



Fuente: Consorcio Villegas E.I.R.L. Chiclayo / elaboración propia



Fuente: Senamhi (<https://www.senamhi.gob.pe/main.php?dp=lambayeque&p=pronostico-detalle>).

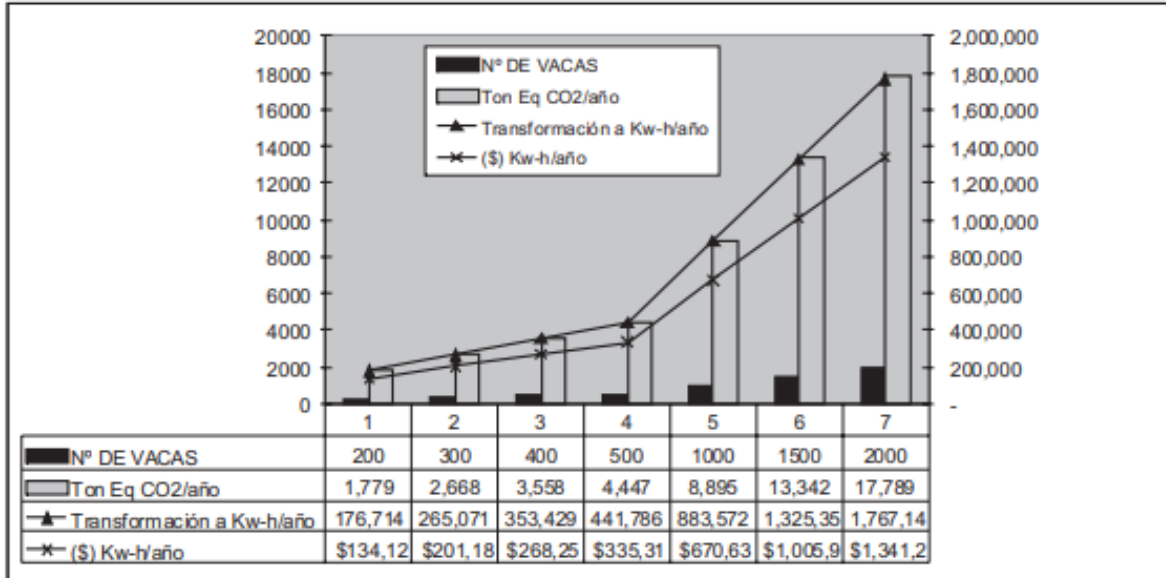
Anexo 12: Promedio de temperatura normal para Chiclayo

Mes	Temperatura Máxima °C	Temperatura Mínima °C
Enero	27.2	18.9
Febrero	28.8	20.4
Marzo	28.6	20.2
Abril	26.7	18.7
Mayo	25	17.3
Junio	23.6	16.6
Julio	22.8	15.8
Agosto	22.5	15.5
Setiembre	22.5	15.4
Octubre	22.9	15.7
Noviembre	23.9	16.3
Diciembre	25.4	17.6

Fuente: Senamhi (<https://www.senamhi.gob.pe/main.php?dp=lambayeque&p=pronostico-detalle>).

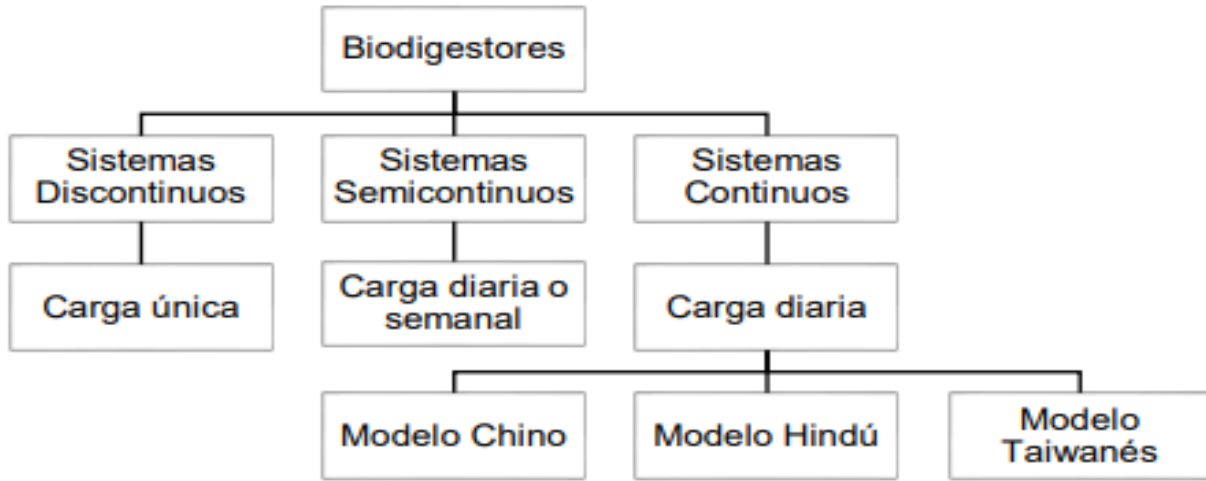
Anexo 13: Ton eq.de Co y energía eléctrica producida en diferente tamaño de establos

lecheros



Fuente: (Casas P. M., y otros, S.f.)

Anexo 14: Tipos de Biodigestores



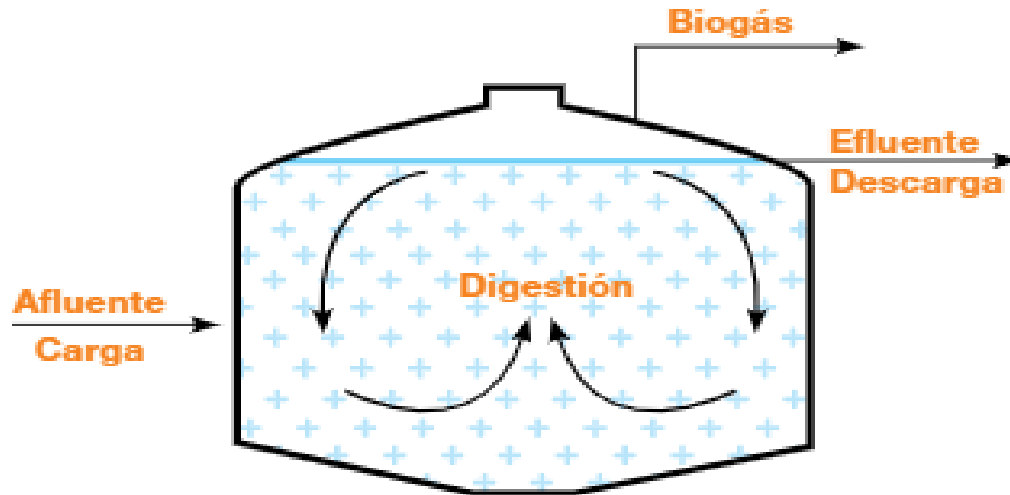
Fuente: (Molina, 2019)

Anexo 15: Características de los biodigestores

Características	TIPO DE BIODIGESTORES		
	Tubular (Salchicha)	Cúpula Fija (Tipo Chino)	Cúpula Flotante (Tipo Hindú)
Vida Útil	10-15 años	20 años	15 años
Presión del biogás	Variable y baja	Variable	Constante
Fuga del biogás	No es común	Común	No hay fuga si se le da mantenimiento constante a la cúpula
Tamaño típico	4 - 100 metros cúbicos	5 metros cúbicos	5 a 15 metros cúbicos
Materiales de construcción	Plástico PVC (polietileno)	Cemento, ladrillo o bloque y varillas de hierro	Cemento, ladrillo cúpula flotante de acero anticorrosivo.
Mantenimiento del Sistema	Bajos niveles de mantenimiento	Baja, no hay componente móviles ni elementos que se oxiden	Altos niveles de mantenimiento a la cúpula flotante, eliminación de óxido, recubrimiento corrosivo periódicamente
Ubicación y requerimiento de espacio	Semienterrado, alto. Zanja de aproximadamente 2.5m de profundidad	Bajo tierra totalmente	Bajo tierra casi en su totalidad
Tipo de residuo	Aguas residuales de cualquier sector, evitando uso de desecho solidos	Sin restricción	Residuos con mucha fibra

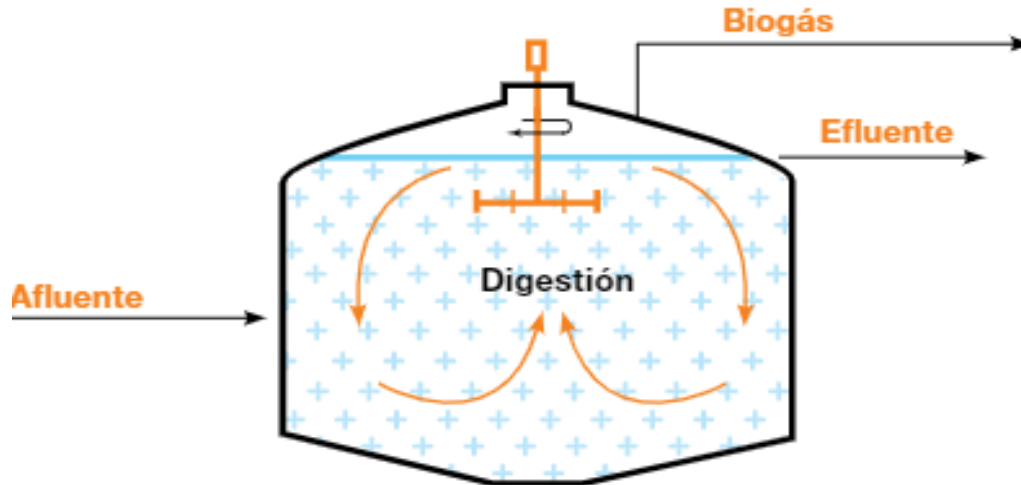
Fuente: (Samayoa, Bueno, & Viquez, 2012)

Anexo 16: Sistema discontinuo



Fuente: (Samayoa, Bueno, & Víquez, 2012)

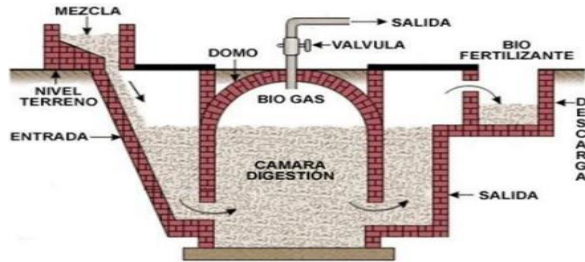
Anexo 17: Sistema continuo



Fuente: (Samayoa, Bueno, & Viquez, 2012)

Anexo 18: Ventajas y desventajas de los biodigestores

Tipos de biodigestores



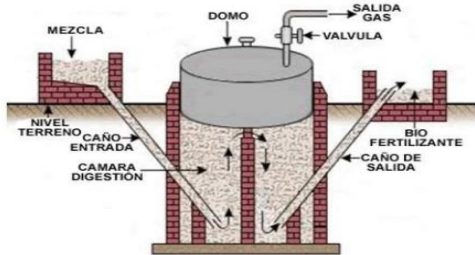
Modelo Chino o cúpula fija
VENTAJAS

- Bajo costo
- Vida útil 20 años
- No contiene componentes móviles y partes oxidable
- No requiere de mucho espacio
- No hay restricción para los residuos

DESVENTAJAS

- Conocimiento técnico para la construcción
- Fugas de gas ocurren frecuentemente
- La presión del biogás es variable y eso complica su uso.
- El biocombustible producido no es apreciado a la vista
- La excavación en suelos rocosos puede traer consigo costos elevados.

Fuente: (Samayoa, Bueno, & Víquez, 2012)



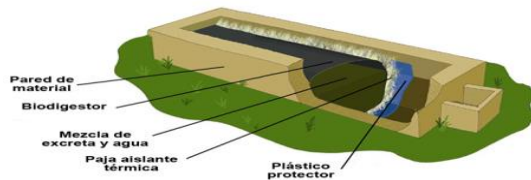
Modelo HINDU
VENTAJAS

- Vida útil, 15 años
- Fácil de comprender su funcionamiento
- tamaño según la necesidad
- Rápida visibilidad del Biogás
- Es impermeable
- Presión constante del gas

DESVENTAJAS

- Costos altos en mantenimiento y construcción
- Altos niveles de mantenimiento a la cúpula flotante
- Residuos con mucha fibra suelen causar problemas a la cúpula
- Alta variación de presión y eso dificulta el manejo de gas metano para el uso doméstico.
- Debe de contener entre el 80% y 90% de humedad.

Fuente: (Samayoa, Bueno, & Víquez, 2012)



Modelo Tubular
VENTAJAS

- Bajo costo de fabricación
- Uso en cualquier suelo
- Facilidad de limpieza, Vaciado y mantenimiento

DESVENTAJAS

- Vida útil baja, 5 a 10 años
- La escoria no puede ser sacada mientras está funcionando
- Normalmente se necesitan bombas para

Se obtienen altas temperaturas de digestión en áreas cálidas. Aumentar la presión del gas.
Bajos niveles de mantenimiento
Modelo estandarizado

Fuente: e. HOGAR (http://www.dgpc.com.ar/2011/1_cuat/jt24/1/biogas.html)

Anexo 19: Dimensiones del biodigestor

Elementos		Número de elementos	Largo	Ancho	Alto	N	Ss	Sg	Se	St	
		(lados)									
Estáticos	Biodigestor	2	10	2	2.5	1	40	40	30.2	110.2	
	Fosa de entrada	2	1.5	1.5	1	1	4.5	4.5	3.4	12.4	
	Fosa de salida	1	5	2	1.2	1	10	10	7.5	27.5	
	Generador	1	1.8	0.85	1.5	2	1.5	3.1	1.7	6.3	
	Desulfurador	1	1	1	2	1	1	1	0.8	2.8	
	Gasómetro	1	10	2	3	1	20	20	15.1	55.1	
Móviles	Operarios	5	-	-	1.7	-	-	-	-	-	
	Carretillas	2	0.8	0.6	0.6	2	1	1.9	1.1	4.0	
		Total									218.22

Fuente: Elaboración propia

Para sacar la altura de los elementos estáticos que son biodigestor, fosa de entrada y de salida, generador, desulfurador y gasómetro. Así mismo de los elementos móviles operarios y carretillas utilizamos la siguiente formula:

Donde:

H1: Altura de los elementos estáticos

H2: Altura de los elementos móviles

K:

$$k = h1/(2*h2)$$

$$k = 0.4$$

$$h1= 1.3857$$

$$h2= 1.8375$$

Anexo 20: Equivalencias energéticas del biogás

Cantidad equivalente	Tipo de biomasa o sustrato	Capacidad energética
0.6 kg	Diesel	12 kWh/kg
0.7 kg	Carbón	8.5 kWh/kg
0.6 m3	Gas natural	5.3 kWh/m3
0.24 m3	Gas propano	25 kWh/m3
1 m3	Energía Eléctrica	2.2 kWh

Fuente: (AQUALIMPIA ENGINEERING E.K., 2017, p. 5)

Anexo 21: Costos para la implementación del biodigestor

N°	Descripción	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
1	Biodigestor de 102.5 m3 geomembrana PVC 1.0mm	2	2260.8	4521.6
2	Gasómetro de geomembrana PVC	2	1496.367	2992.7
3	Manómetro	2	200	400.0
4	Filtro H2S	1	2116	2116.0
5	Válvula Sobrepresión	2	88.956	177.9
6	Trampa de agua	2	15.9	31.8
7	Válvula antirretorno	2	35.1	70.2
8	Agitador	4	126	504.0
9	Bomba de extracción de lodos	2	108	216.0
10	Bomba de biogás	2	2880	5760.0
11	Otros accesorios de PVC	1	300	300.0
11	Zanja 14.5*1.5m (102.5 m3)	2	2818.75	5637.5
12	Paredes por biodigestor	2	1542.702	3085.4
13	Techo policarbonato	2	1738	3476.0
14	Accesorios para conexiones y acabados	1	200	200.0
	Total			29489.2

Fuente: Elaboración propia

Nota: Para la implementación del biodigestor se requiere de los artículos mencionados en las cantidades especificadas haciendo un total de S/ 29489.2 soles.

Anexo 22: Ventajas del Biol

VENTAJAS	BENEFICIOS
<p>Según el I.N.I.A. las ventajas del biol son las siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Es un abono orgánico que no contamina a nuestro planeta - Insumos de bajo costo - Se elabora con cualquier deshecho orgánico que produzca la empresa - Las propiedades de los insumos pueden variar - Fácil de elaborar - Aumenta la fertilidad de la madre tierra - Proporciona vigor y resistencia en su crecimiento de las plantas 	<p>Según (Jatun Sacha, S.f.) nos dice que además de presentar diversas ventajas el biol también sirve para:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Incrementa la producción de los cultivos - Abono nutricional para las plantas - Estimular la floración y mejora la presentación del fruto. - Aumentar el follaje - Favorecer un mejor enraizamiento de la planta - Aumentar y acelerar el crecimiento de brotes en los cultivos - Previene las plagas por su fuerte olor repelente.

Fuente: (Instituto Nacional De Investigación Agraria INIA, 2008)

Anexo 23: Panel fotográfico



Foto 1: Parte externa del Consorcio Villegas E.I.R.L



Foto 2: Ganado del Consorcio Villegas E.I.R.L

Foto 3: Almacén de producto terminado del Consorcio Villegas E.I.R.L



Foto 4: Maíz molido en el Consorcio Villegas E.I.R.L



Foto 5: Productos terminados en el Consorcio Villegas E.I.R.L



Foto 6: Maquinas utilizadas en el proceso de producción de los productos del Consorcio Villegas E.I.R.L



"AÑO DE LA UNIVERSALIZACIÓN DE LA SALUD"

Cajamarca, 24 de agosto de 2020.

CARTA N° 01 - 2020.

SEÑOR : Ing. Ricardo Fernando Ortega Mestanza
Director de la carrera de Ingeniería Industrial Universidad Privada del norte.
ASUNTO: Carta De Aceptación

De mi especial consideración:

Tengo el agrado de dirigirme a usted, con la finalidad de hacer de su conocimiento que la Sta. **CASTILLO MORALES, LEIDY DI ANABEL** con DNI. N° 76529840, Código: N00019181 y la Sta., **ROJAS BARBOZA, IDOÑA MABEL**, identificado con el DNI. N° 73224348, Código: N00032358; estudiantes de la carrera de Ingeniería Industrial en la casa de estudios superiores Universidad Privada del Norte, sede Cajamarca; han sido admitidos para poder aplicar su estudio de investigación científica, que lleva por nombre "**DISEÑO DE UN PROCESO DE PRODUCCIÓN DE BIOGÁS Y SU APROVECHAMIENTO EN LA REDUCCIÓN DE COSTOS OPERATIVOS EN EL CONSORCIO VILLEGAS E. I. R. L. CHICLAYO, 2020**", con el objeto de establecer mejoras convenientes dentro de las áreas funcionales de la empresa a la cual represento y que a cambio se vean beneficiados con la obtención de título profesional de Ingeniero Industrial; teniendo como fecha de inicio 31 de Agosto del año 2020 y como fecha de culminación 10 de diciembre del año 2020.

A la misma vez, aprovecho la oportunidad para expresarle mi consideración y estima personal.

CONSORCIO VILLEGAS E.I.R.L.
[Firma]
César Villegas Guev.
GERENTE GENERAL

Firma del Representante Legal
DNI: 48690033

Contacto: 989 478 494 ó 967 948 895 E-
MAIL: cvillegas198449@mail.com