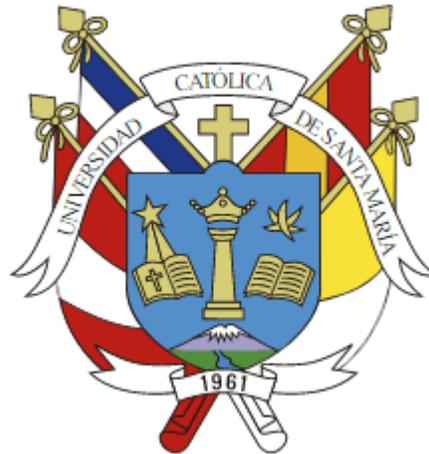


Universidad Católica de Santa María
Facultad de Ciencias e Ingenierías Físicas y Formales
Escuela Profesional de Ingeniería Industrial



**“PROPUESTA DE GESTIÓN DE RESIDUOS ORGÁNICOS PARA SU
REUTILIZACIÓN EN LA EMPRESA PECUARIA PRODUCCIONES
TALAN S.R.L. AREQUIPA-PERU”**

Tesis presentada por el Bachiller:
Gonzales Nayhua, José Anthony

Para optar el Título Profesional de:
Ingeniero Industrial

Asesora:
**Mg. Tupayachy Quispe, Danny
Pamela**

Arequipa – Perú

2023

UCSM-ERP

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA
INGENIERIA INDUSTRIAL
TITULACIÓN CON TESIS
DICTAMEN APROBACIÓN DE BORRADOR

Arequipa, 10 de Octubre del 2022

Dictamen: 001527-C-EPII-2022

Visto el borrador del expediente 001527, presentado por:

2014150221 - GONZALES NAYHUA JOSE ANTHONY

Titulado:

**PROPUESTA DE GESTIÓN DE RESIDUOS ORGÁNICOS PARA SU REUTILIZACIÓN EN LA EMPRESA
PECUARIA PRODUCCIONES TALAN S.R.L. AREQUIPA-PERU**

Nuestro dictamen es:

APROBADO

**1151 - LLAZA LOAYZA MARCO ANTONIO
DICTAMINADOR**



**1258 - DELGADO MONTESINOS MAX EDWIN
DICTAMINADOR**



**2349 - PEREZ GOMEZ AYME MIRTHA
DICTAMINADOR**



DEDICATORIA

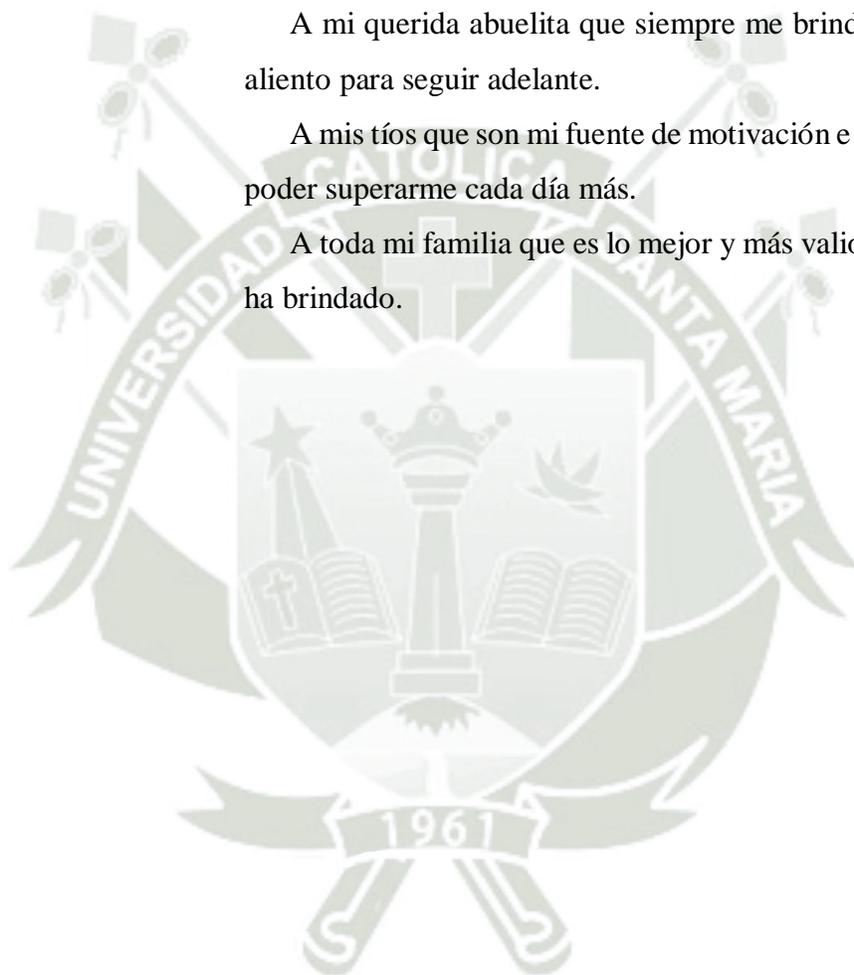
A Dios por bendecirme en todo momento.

A mí amada madre Fanny por brindarme su amor, apoyo, comprensión y educación en cada etapa de mi vida.

A mi querida abuelita que siempre me brindaba palabras de aliento para seguir adelante.

A mis tíos que son mi fuente de motivación e inspiración para poder superarme cada día más.

A toda mi familia que es lo mejor y más valioso que Dios me ha brindado.

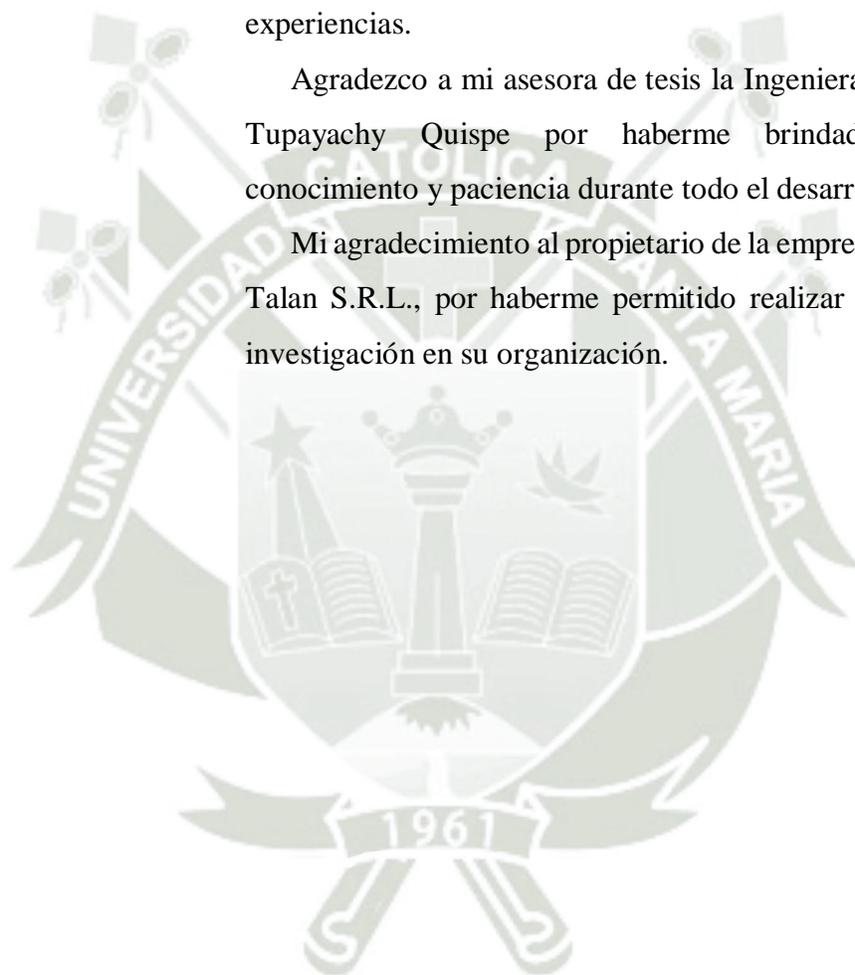


AGRADECIMIENTO

Agradezco a mi Universidad que me abrió las puertas de su casa para poder estudiar mi carrera profesional, así como también a mis docentes que me brindaron sus conocimientos y experiencias.

Agradezco a mi asesora de tesis la Ingeniera Danny Pamela Tupayachy Quispe por haberme brindado su apoyo, conocimiento y paciencia durante todo el desarrollo de mi tesis.

Mi agradecimiento al propietario de la empresa Producciones Talan S.R.L., por haberme permitido realizar mi proyecto de investigación en su organización.



RESUMEN

La generación de gran cantidad de residuo orgánico o estiércol porcino es un problema muy grave de crecimiento acelerado que se viene arrastrando desde hace muchos años atrás, lo que ha conllevado a una gestión deficiente, desperdiciando un recurso completamente aprovechable, además también repercute en la emisión de gases contaminantes al medio ambiente.

La presente investigación tiene como modelo de evaluación el enfoque de economía circular, la cual es una nueva tendencia de modelo económico sostenible, basada en reducir, reutilizar y reciclar productos, es decir, dar un segundo uso o vida útil a los desechos, convirtiéndolos en nuevas materias primas.

La propuesta de mejora tiene por finalidad desarrollar un adecuado sistema de tratamiento de residuos orgánicos o estiércol porcino, mediante la implementación de una planta de biodigestión de 120 m³ basada en biodigestores tubulares de geomembrana de PVC que permitirá aprovechar la totalidad del estiércol producido (17782 kg mensual), transformándolos en biogás y abono orgánico; obteniéndose 733.89 m³ de biogás mensual que tienen una equivalencia energética de 19,542,672.90 Kj que cubrirá el 94.2% de la demanda energética de la pecuaria para ser utilizados en las etapas productivas de Gestación y Maternidad, para reducir costos de producción; el proyecto tiene excelentes indicadores económicos, un Valor Actual Neto (VAN) de S/ 97,368.37 con una Tasa Interna de Retorno (TIR) equivalente al 24.8%; y un Retorno de Capital (RT) después del tercer mes de inversión (3.2 mes), todo esto analizado en un periodo de 8 meses

El enfoque económico circular pretende concientizar a los profesionales y público en general, en buscar soluciones adecuadas, sostenibles y responsables a los diversos problemas en las empresas, teniendo en consideración aspectos económicos, ambientales y sociales.

Palabras claves: Residuo orgánico, estiércol, economía circular, biogás, planta de biodigestor.

ABSTRACT

The generation of a large amount of organic waste or livestock manure is a problem of accelerated growth that has been dragging on for many years, for the company under study represents a serious management or management problem that also affects the emission of polluting gases to the environment.

The generation of a large amount of organic waste or pig manure is a very serious problem of accelerated growth that has been dragging on for many years, which has led to poor management, wasting a fully usable resource, and also has repercussions on emissions of polluting gases into the environment.

The present investigation has as an evaluation model the circular economy approach, which is a new trend of a sustainable economic model, based on reducing, reusing and recycling products, that is, giving a second use or useful life to waste, turning it into new raw materials.

The purpose of the improvement proposal is to develop an adequate system for the treatment of organic waste or pig manure, through the implementation of a 120 m³ biodigestion plant based on tubular PVC geomembrane biodigesters that will make it possible to take advantage of all the manure produced (17,782 kg monthly), transforming them into biogas and organic fertilizer; obtaining 733.89 m³ of monthly biogas that have an energy equivalence of 19,542,672.90 Kj that will cover 94.2% of the energy demand of livestock to be used in the productive stages of Gestation and Maternity, to reduce production costs; the project has excellent economic indicators, a Net Present Value (NPV) of S/ 97,368.37 with an Internal Rate of Return (IRR) equivalent to 24.8%; and a Return on Capital (RT) after the third month of investment (3.2 months), all this analyzed in a period of 8 months

The circular economic approach aims to raise awareness among professionals and the general public, in seeking adequate, sustainable and responsible solutions to the various problems in companies, taking into account economic, environmental and social aspects.

Key Words: Organic waste, manure, circular economy, biogas, biodigestión plant.

ÍNDICE DE CONTENIDO

DICTAMEN APROBATORIO

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

RESUMEN

ABSTRACT

ÍNDICE DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN16

CAPITULO I

1 PLANTEAMIENTO TEÓRICO 18

1.1. Problema de investigación 19

1.1.1. Identificación del problema 19

1.1.2. Descripción del problema 19

1.2. Justificación de la investigación 20

1.3. Formulación del problema 22

1.3.1. Problema principal 22

1.3.2. Problemas específicos 22

1.4. Objetivos de la investigación 22

1.4.1. Objetivo principal..... 22

1.4.2. Objetivos específicos..... 22

1.5. Alcance de la investigación..... 22

1.6. Limitaciones de la investigación 23

1.7. Hipótesis..... 23

1.8. Variables 23

1.9. Tipo de investigación..... 23

CAPITULO II

2 MARCO TEORICO	24
2.1. Marco Referencial	25
2.1.1. Nacional.....	25
2.1.2. Internacional	25
2.2. Marco Conceptual.....	26
2.2.1. Economía Circular	26
2.2.2. Mapeo de Flujo de Materiales y Residuos.....	29
2.2.3. Diagnóstico de Impacto Ambiental por Residuos Orgánicos.....	30
2.2.4. Análisis de Costo de Ciclo de Vida.....	34
2.2.5. Indicadores de Sostenibilidad y Circularidad	34
2.3. Marco Teórico	34
2.3.1. Industria Pecuaria.....	34
2.3.2. Residuos Orgánicos de la Industria Pecuaria.....	36
2.3.3. Gestión de Residuos Orgánicos de la Industria Pecuaria	40
2.3.4. Biodigestión (Digestión Anaeróbica).....	45
2.3.5. Descomposición Anaeróbica	50
2.4. Glosario de Términos.....	52

CAPITULO III

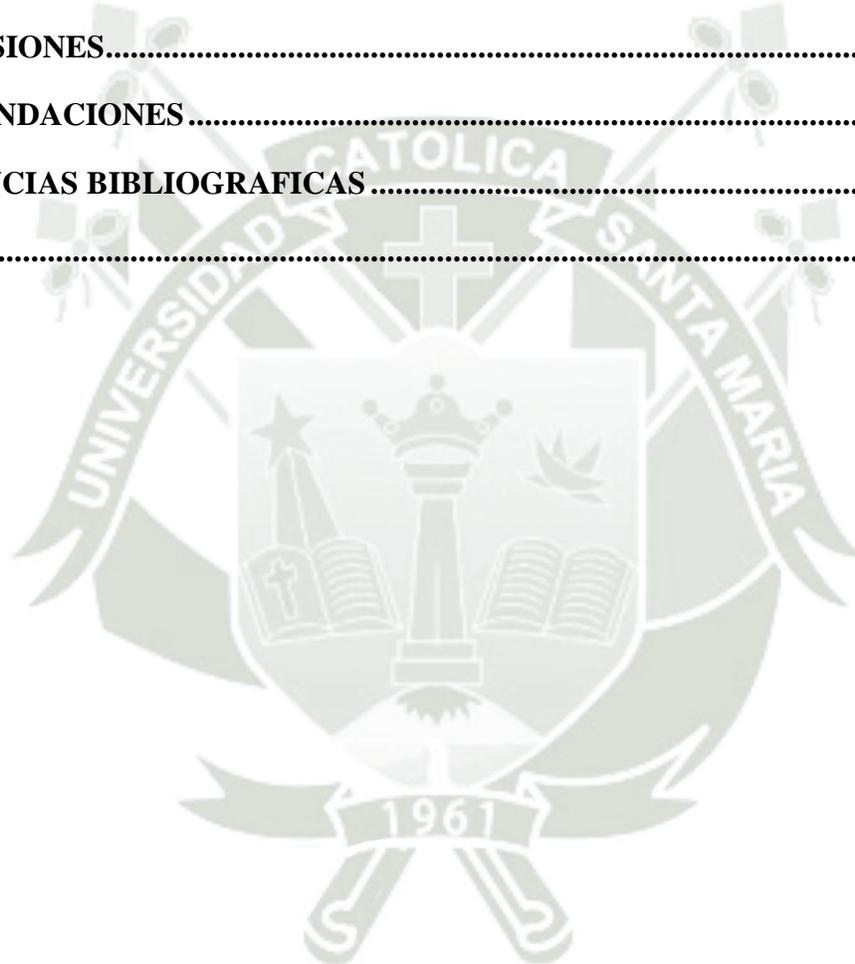
3 DIAGNOSTICO SITUACIONAL.....	54
3.1. Descripción de la empresa	55
3.1.1. Datos Generales	55
3.1.2. Organigrama	55
3.1.3. Clientes	55
3.1.4. Proveedores.....	56

3.2. Mapa de procesos	56
3.3. Análisis Situacional	56
3.3.1. Descripción del proceso actual	56
3.3.2. Diagrama de flujo de Producción porcina	62
3.3.3. Diagrama de flujo de Gestión de residuos orgánicos	63
3.3.4. Diagrama de bloques del proceso productivo porcino	65
3.3.5. Flow Sheet	66
3.3.6. Producción mensual porcina	67
3.3.7. Sistema Actual de Gestión de Residuos	71
3.3.8. Impacto Ambiental.....	76
CAPITULO IV	
4 PROPUESTA DE MEJORA	77
4.1. Evaluación de producción según indicadores de economía circular	78
4.2. Fase I: Mapeo de Flujo de Materiales, Recursos y Residuos.....	79
4.2.1. Materia Prima y Materiales Auxiliares.	81
4.2.2. Recursos: Agua y Energía	82
4.2.3. Efluentes Industriales	85
4.3. Fase II: Diagnostico de Impacto Ambiental.....	86
4.3.1. Generación de efluentes industriales.....	86
4.3.2. Gestión de efluentes industriales.....	87
4.3.3. Lista de Verificación (Check List)	88
4.4. Fase III: Indicadores de Circularidad - Sostenibilidad	93
4.4.1. Indicadores Económicos.....	93
4.4.2. Indicadores de Eficiencia en el Uso de Recursos	95
4.5. Fase IV: Identificación de Oportunidades de Circularidad.....	100

4.5.1. Implementación de un Sistema de Gestión de Residuos Orgánicos	101
4.5.2. Ser proveedor de fertilizantes orgánicos agrícolas	101
CAPITULO V	
5 ANÁLISIS DE PROPUESTA.....	102
5.1. Diseño de Sistema de Biodigestor	103
5.1.1. Criterios para el Diseño de Sistema de Biodigestión	104
5.1.2. Parámetros operativos	107
5.2. Componentes y materiales para el Sistema de Biodigestión.....	111
5.2.1. Componentes del Sistema de Biodigestión	111
5.2.2. Materiales del Sistema de Biodigestión	115
5.3. Cronograma de actividades para la implementación	118
5.4. Diagrama de Gantt de implementación del biodigestor.....	119
5.5. Análisis de Inversión del Proyecto	120
5.5.1. Ingresos Mensuales	120
5.5.2. Costo Mensual de Materia Prima y Auxiliar	121
5.5.3. Costo Mensual del Personal.....	122
5.5.4. Costo Mensual de Servicios.....	123
5.5.5. Estimación de ventas	123
5.5.6. Estimación de Costos de Inversión el Proyecto	124
5.5.7. Rentabilidad	126
5.5.8. Flujo de caja.....	129
5.5.9. Flujograma propuesto en la implementación del biodigestor.....	131
5.5.10. Mapa de procesos propuesto	131

CAPITULO VI

6 RESULTADOS	133
6.1. Aspecto de Impacto Industrial.....	134
6.1.1. Reducción de costos	134
6.1.2. Ingresos por abono orgánico.....	134
6.2. Seguridad y Salud en el Trabajo.....	135
CONCLUSIONES.....	137
RECOMENDACIONES	138
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	139
ANEXOS	144



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Variables e indicadores.....	23
Tabla 2	Diferencia de economía lineal y economía circular	27
Tabla 3	Escala de valoración de intensidad.....	31
Tabla 4	Escala de valoración de extensión.....	31
Tabla 5	Escala de valoración de duración	32
Tabla 6	Escala de valoración de reversibilidad	32
Tabla 7	Escala de valoración de riesgo	32
Tabla 8	Valores de pesos relativos asignados	33
Tabla 9	Producción pecuaria por especie según región en el Perú	36
Tabla 10	Composición química del estiércol de Porcino	37
Tabla 11	Composición química de estiércol de diferentes animales	37
Tabla 12	Potencial de calentamiento de los gases de efecto invernadero	39
Tabla 13	Alternativas de manejo de purín porcino.....	41
Tabla 14	Características generales del biogás	49
Tabla 15	Tipos de bacterias en la fermentación anaerobia	52
Tabla 16	Cantidad de animales por etapa 2021	67
Tabla 17	Cantidad de alimento y estiércol por etapa.....	69
Tabla 18	Costo promedio por insumo (2021).....	81
Tabla 19	Porcentaje de dieta de cerdo por tipo de insumo	82
Tabla 20	Simbología de punto contaminante	86
Tabla 21	Personal evaluador	89
Tabla 22	Niveles de aplicación.....	89
Tabla 23	Resumen de evaluación inicial.....	90
Tabla 24	Escala de significancia de impactos ambientales	90
Tabla 25	Categorización de impacto ambiental	91
Tabla 26	Matriz de Criterios Relevantes Integrados.....	92
Tabla 27	Costo de ciclo de vida por tonelada de producto	93
Tabla 28	Costo por limpieza de residuos orgánicos	94
Tabla 29	Relación de mezcla de estiércol y agua	96
Tabla 30	Cálculo de obtención de biogás, biol y biosol de estiércol porcino	98

Tabla 31	Comparativo de GLP consumido y Biogás producido	99
Tabla 32	Equivalencia de GLP y Biogás en términos de energía.....	99
Tabla 33	Selección de tipo de biodigestor	105
Tabla 34	Ventajas y desventajas de biodigestor tubular	105
Tabla 35	Características fisicoquímicas del estiércol porcino	106
Tabla 36	Análisis de pH de estiércol de cerdo	107
Tabla 37	Carga inicial de alimentación.....	108
Tabla 38	Carga diaria de alimentación del biodigestor.....	109
Tabla 39	Componentes del biodigestor tubular	111
Tabla 40	Cronograma de actividades de implementación	118
Tabla 41	Ingreso mensual del año 2021.....	120
Tabla 42	Precio de abonos orgánicos.....	121
Tabla 43	Ingreso mensual estimado de venta de biol y biosol	121
Tabla 44	Costo mensual promedio de materia prima y auxiliar	122
Tabla 45	Costo de personal mensual	122
Tabla 46	Costo mensual de servicios	123
Tabla 47	Crecimiento de consumo de carne porcina	123
Tabla 48	Variación Anual porcentual del incremento de consumo de carne porcina ..	124
Tabla 49	Estimación de ventas 2022 (soles)	124
Tabla 50	Costo de implementación del sistema de tratamiento de residuo	125
Tabla 51	Costo estimado de mano de obra en la instalación.....	126
Tabla 52	Cuantificadores de Costo y Beneficios del Biodigestor	127
Tabla 53	Depreciación de equipos.....	127
Tabla 54	Depreciación del biodigestor	128
Tabla 55	Flujo de Caja económico del proyecto	129
Tabla 56	Costo de oportunidad del capital.....	130
Tabla 57	Comparación de costos según economía lineal y circular	134
Tabla 58	Comparación de ingresos adicionales	134
Tabla 59	Valores de pesos relativos asignados	170

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Vista periférica de la empresa Producciones Talan	20
Figura 2	Economía circular vs economía lineal	27
Figura 3	Esquema de economía circular	29
Figura 4	Evolución de la producción pecuaria en el Perú	35
Figura 5	Emisiones de gases del purín de cerdo.....	38
Figura 6	Impacto medioambiental de la actividad ganadera.....	39
Figura 7	Estiércol de cerdo.....	40
Figura 8	Purín de cerdo almacenado.....	40
Figura 9	Esquema general de compostaje para una granja comercial	42
Figura 10	Composición de caja de lombricultura.....	43
Figura 11	Proceso de fertilización con purines	44
Figura 12	Esquema general de digestión anaerobia para una granja familiar.....	45
Figura 13	Esquema de un biodigestor y almacenamiento de biogás	46
Figura 14	Biodigestor tipo chino	47
Figura 15	Biodigestor tipo hindú.....	47
Figura 16	Biodigestor tipo Taiwán o Tubular	48
Figura 17	Fases de la fermentación anaerobia.....	51
Figura 18	Organigrama de la pecuaria (2021).....	55
Figura 19	Mapa de procesos actual.....	56
Figura 20	Diagrama de actividades principales.....	57
Figura 21	Diagrama del ciclo productivo.....	60
Figura 22	Proceso productivo de Pecuaria Producciones Talan.....	61
Figura 23	Diagrama de flujo del proceso productivo porcino.....	63
Figura 24	Diagrama de flujo de gestión de residuos orgánicos.....	64
Figura 25	Diagrama de Bloques de la Pecuaria.....	65
Figura 26	Proceso de producción de carne de cerdo.....	66
Figura 27	Producción porcina 2021	67
Figura 28	Mortandad por etapas del año 2021	68
Figura 29	Producción porcina en la pecuaria 2021.....	68
Figura 30	Producción Total Porcina (canal y vísceras)	69

Figura 31 Balance de materia de la pecuaria.....	70
Figura 32 Balance de energía de la pecuaria	71
Figura 33 Equivalencia diaria por cerdo de alimento, estiércol y biogás	71
Figura 34 Balance de Efluentes Generados.....	72
Figura 35 Porcentaje de residuo orgánico	73
Figura 36 Vista periferia de la pecuaria	73
Figura 37 Canales de traslado de purín	74
Figura 38 Pozo de estiércol	74
Figura 39 Cantidad de efluentes generados.....	75
Figura 40 Vista periférica de disposición de estiércol	75
Figura 41 Vista periférica de pozas de estiércol.....	76
Figura 42 Proceso actual de producción porcina desde la cuna a la cuna.....	78
Figura 43 Balance general de materia bajo el enfoque de economía circular	79
Figura 44 Balance detallado de alimento y efluentes orgánicos	80
Figura 45 Flujograma de efluentes mensual.....	81
Figura 46 Consumo de agua por mes (m3)	82
Figura 47 Consumo de energía eléctrica por mes (Kw-h)	83
Figura 48 Consumo de gas doméstico por mes	84
Figura 49 Consumo gaseoso equivalente en biogás por mes	84
Figura 50 Calefactores de la pecuaria	85
Figura 51 Producto - Residuo orgánico total.....	86
Figura 52 Identificación de puntos contaminantes	87
Figura 53 Diagrama de gestión actual de efluentes	88
Figura 54 Consumo total de agua con la recuperación de agua mensual	96
Figura 55 Porcentaje de utilización de biogás	99
Figura 56 Identificación de oportunidades de circularidad	100
Figura 57 Esquema del sistema de tratamiento de residuos orgánicos.....	103
Figura 58 Papel indicador para medir pH	107
Figura 59 Biodigestor tubular prefabricado de geomembrana de PVC	112
Figura 60 Poza de entrada o alimentación del biodigestor.....	112
Figura 61 Biodigestor tubular con invernadero a una sola agua	113

Figura 62 Reservorio de biogás	114
Figura 63 Esquema general de sistema de tratamiento de biogás	115
Figura 64 Regulador de presión en forma de T	117
Figura 65 Diagrama de Gantt	119
Figura 66 Flujo de gestión para Residuos Orgánicos	131
Figura 67 Mapa de procesos actual.....	132



INTRODUCCIÓN

La FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura) en el 2006, señaló que el subsector pecuario es uno de las causantes principales de los problemas ambientales del mundo; los cuales son el calentamiento global y la contaminación atmosférica; ya que esta actividad que genera grandes cantidades de residuos ganaderos. Este organismo estimó que el ganado es responsable del 14,5% de las emisiones de gases que producen el efecto invernadero GEI (dióxido de carbono, metano y óxido nitroso).

Entonces la gran contaminación generada por residuos orgánicos ganaderos se produce porque existe un manejo inadecuado de estos, por lo tanto, las empresas pecuarias deben actuar de manera responsable para realizar una correcta eliminación de los desechos que generen.

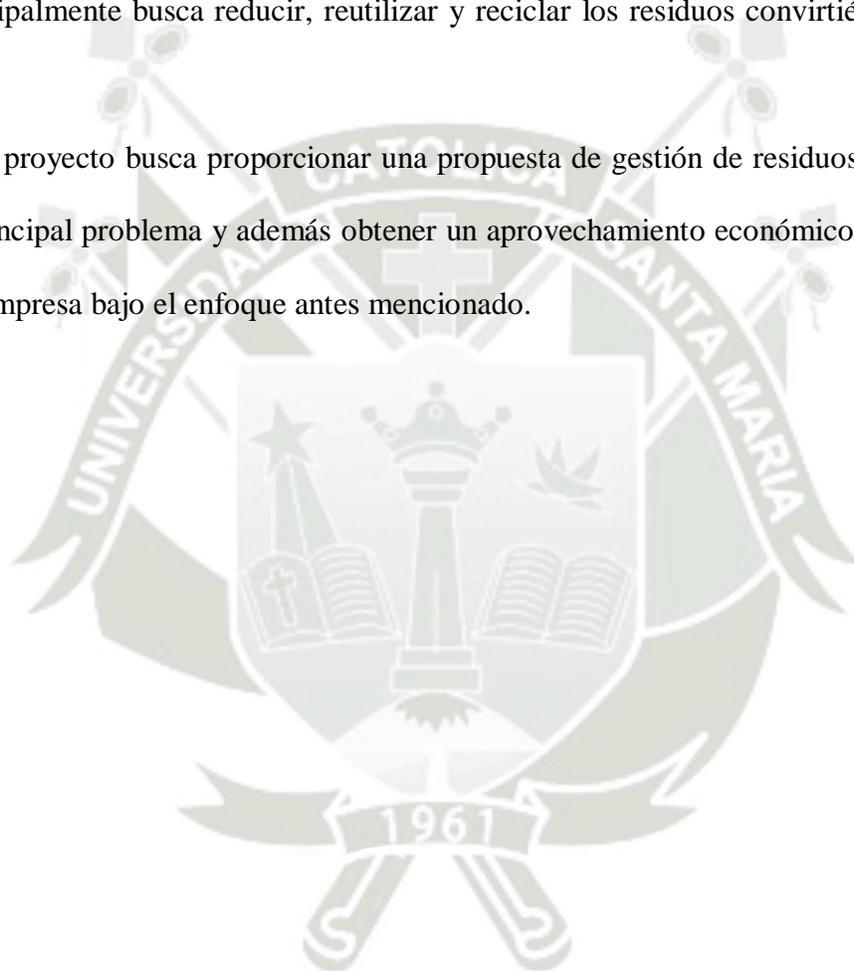
La empresa pecuaria “Producciones Talan S.R.L.” se dedica a la crianza de ganado porcino en la ciudad de Arequipa, como consecuencia de su actividad genera una gran cantidad de desechos ganaderos (estiércol o purín), por lo cual tiene un enorme flujo diario de estiércol que se ha estado almacenando, convirtiéndose en uno de sus principales problemas a resolver.

Según la literatura existente acerca de la gestión de residuos pecuarios, existen diversas formas de tratamiento y aprovechamiento, entre los cuales están: la aplicación directa al suelo, el compostaje y la biometanización (biogás). Siendo este último la de mayor aplicación por los beneficios que se obtiene, como por ejemplo lo indicó el Proyecto ECOREGA (proyecto de la Comunidad Europea para la gestión de residuos orgánicos en las explotaciones ganaderas) y también la FAO promueve la generación de biogás (gas obtenido a partir de la descomposición de

residuos en un ambiente anaeróbico, es decir sin oxígeno) como opción de gestión de residuos ganaderos y brinda diversos documentos informativos sobre este tema.

La presente investigación propone como modelo, la economía circular, una estrategia económica sostenible que es la intersección de la gestión en aspectos ambientales, económicos y sociales, principalmente busca reducir, reutilizar y reciclar los residuos convirtiéndolos en otros productos.

El presente proyecto busca proporcionar una propuesta de gestión de residuos orgánicos para resolver su principal problema y además obtener un aprovechamiento económico y energético de estos para la empresa bajo el enfoque antes mencionado.





1.1. Problema de investigación

1.1.1. Identificación del problema

El principal problema de la empresa pecuaria “Producciones Talan S.R.L.” es que, debido a la naturaleza de sus actividades productivas de crianza, genera una gran cantidad de residuos orgánicos, es decir, flujo de estiércol porcino; lo que genera graves problemas de gestión y medioambientales.

1.1.2. Descripción del problema

La empresa en estudio es una empresa del subsector pecuario, con 10 años de trayectoria dedicada a la producción intensiva de ganado porcino. Cuenta con un extenso terreno de 20 hectáreas ubicado en Rio Seco en el distrito de Cerro Colorado, donde se encuentran sus instalaciones y corrales.

El principal problema que afronta es que su actividad genera un enorme flujo diario de estiércol; la empresa ha estado acumulando estos en grandes pozos cavados (actualmente son dos) dentro de sus terrenos, con una gestión simple y desaprovechando un recurso con un alto potencial de reutilización para la empresa.

Los pozos de purín de cerdo se encuentran conectados, de tal forma que el pozo 1 desfoga su cantidad en el pozo 2; este almacenaje se realiza por lo general durante un semestre. Al terminar dicho periodo, el purín es liberado hacía una zona agrícola aledaña, a terrenos en reposo, pues es utilizado como abono; esta práctica se da por acuerdo de ambas partes. Además, la empresa pretende continuar con el cavado de nuevos pozos para evitar el desborde de estos, si es que fuese necesario.

Por lo cual esta práctica genera un grave problema de gestión y riesgo potencial al medio ambiente y a la salud de los trabajadores por la emanación de gases a la atmosfera: dióxido de carbono, metano y óxido nitroso (gases responsables del efecto invernadero) y por los olores, además del foco de infección producido por la aglomeración de variedad de insectos en los alrededores.

La cantidad mensual en promedio de estiércol es de 17782 kilos, además tiene almacenado aproximadamente 1785 m³ de purín en los dos pozos. Actualmente la poza 1 y 2 tienen almacenado 1611 m³ y 174 m³ purín respectivamente.



Figura 1 Vista periférica de la empresa Producciones Talan

Comentario: El estiércol fresco es conducido a estos pozos de purín ubicados dentro del terreno propio de la empresa.

Fuente: Google Earth (2021)

Por lo tanto, al abordar este problema en la organización, surge la idea de brindar una propuesta de gestión de residuos, la cual busca principalmente solucionar el problema de manejo y ambiental, convirtiéndolo en una fuente de aprovechamiento energético y económico; de esta forma afrontar el problema como una oportunidad de mejora.

1.2. Justificación de la investigación

Técnica: La gestión de residuos orgánicos es una oportunidad de mejora viable, factible y sostenible, con la propuesta de un sistema de gestión de residuos la empresa pecuaria alcanzara el enfoque de economía circular que busca reducir, reutilizar y reciclar los desechos generados; asimismo la implementación de este proyecto es de baja dificultad.

Económico-Ambiental: El desarrollo de la presente investigación es importante ya que es un aporte que contribuirá a que las empresas del sector agropecuario tengan una alternativa de solución frente al problema ambiental que afrontan, que a su vez es una oportunidad de mejora, ya que se obtendrá una energía limpia y renovable (con impacto ambiental bajo) que se podrá utilizar en la empresa, además de un beneficio económico a mediano y largo plazo ya que permitirá ahorrar en costos de energía y costos de eliminación de desechos, lo cual conllevará al crecimiento y fortalecimiento de la empresa. Además, también servirá como precedente para lograr futuras certificaciones de calidad y ambiental.

Legal: La realización y ejecución de la presente investigación busca cumplir con las siguientes legislaciones:

Decreto Legislativo N° 1278 (2016), Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos, la cual indica que se debe recuperar y valorizar energéticamente los residuos generados, con adecuadas alternativas como por ejemplo, reciclaje, compostaje, entre otros; todo ello para garantizar la protección de la salud y del medio ambiente.

El D.S. 002-2010-AG, Reglamento del Sistema Sanitario Porcino, se indica que se prohíbe arrojar desechos a cualquier lugar donde constituya riesgo sanitario a otros establecimientos pecuarios, salud pública o al medio ambiente.

Además, también se han presentado anteproyectos de ley que buscan regularizar específicamente la gestión de desechos orgánicos pecuarios para emular legislaciones de la Unión Europea y otros países respecto a este tema específico.

Académico: El desarrollo de la presente investigación es relevante e importante porque desarrollara aspectos relacionados a la gestión ambiental y energética a través del cual se busca tener una responsabilidad ambiental y obtener un beneficio económico aplicado a una empresa del subsector pecuario, lo cual permitirá aplicar todos los conocimientos adquiridos en la facultad de Ingeniería Industrial, además que este estudio pueda ser comentado, estudiado y debatido por los alumnos de la facultad.

1.3. Formulación del problema

1.3.1. Problema principal

¿La propuesta de sistema de gestión de residuos orgánicos porcinos en la empresa pecuaria puede contribuir para la reutilización de estos?

1.3.2. Problemas específicos

- ¿Cuál es el diagnóstico del estado actual de la empresa respecto a la gestión del estiércol generado?
- ¿Cómo desarrollar un sistema de tratamiento de estiércol que promuevan su reutilización en la empresa?
- ¿Qué beneficios económicos y ambientales se obtendrán con el sistema de tratamiento de residuo?

1.4. Objetivos de la investigación

1.4.1. Objetivo principal

Realizar una propuesta de sistema de gestión de residuos orgánicos porcinos en la empresa pecuaria para su reutilización.

1.4.2. Objetivos específicos

- Realizar un diagnóstico de la situación actual de la empresa, con la finalidad de analizar la gestión actual del estiércol generado.
- Desarrollar un sistema de tratamiento de residuos orgánicos porcinos que promuevan su reutilización basada en el tipo de estiércol, características, flujo y tamaño de la empresa
- Evaluar los beneficios económicos que se obtendrán con un sistema de tratamiento de residuo.

1.5. Alcance de la investigación

La presente investigación se enfoca en el aprovechamiento y reutilización de los residuos orgánicos porcinos generados, bajo un enfoque de economía circular para su uso como energía gaseosa en las etapas de Gestación y Maternidad del proceso de crianza

1.6. Limitaciones de la investigación

Entre las limitaciones identificadas se describen las siguientes:

- Limitado registro de la cantidad de estiércol almacenado en los pozos.
- Reserva de información específica por parte de la empresa.
- Tiempo para realizar la investigación.

1.7. Hipótesis

Es posible que con la propuesta de sistema de gestión de residuos orgánicos se logre reutilizarlos en la empresa pecuaria.

1.8. Variables

Variables	Dimensiones	Indicadores	Instrumentos
Variable Independiente Propuesta de gestión de residuos orgánicos	Técnica	Análisis químico	Caracterización de los residuos orgánicos
	Económico	Económico	Estimación de costos por el sistema de gestión de residuos orgánicos
Variable Dependiente Reutilización en la empresa	Económico	Cantidad de bioabono	kg de bioabono
		Cantidad de biogás	m ³ de biogás

Tabla 1 Variables e indicadores

Elaboración propia

1.9. Tipo de investigación

El nivel de la investigación que se realiza tiene un enfoque cuantitativo no experimental con corte transversal descriptivo.

Es de un enfoque **cuantitativo no experimental**, porque se simulará una propuesta de mejora de gestión de residuos orgánicos que no alterará ninguna variable.

Es de **corte transversal descriptiva**, porque la presente investigación tiene por finalidad demostrar y determinar el aprovechamiento de residuos orgánicos mediante métodos estadísticos, recolectando datos en un determinado y único momento; orientado hacia el enfoque de economía circular, es decir un sistema de producción sostenible para la empresa.



CAPITULO II
MARCO TEORICO

2.1. Marco Referencial

Para la realización de la presente investigación se ha tomado en consideración los siguientes antecedentes.

2.1.1. Nacional

Según Gonzales et al., (2017) en su tesis, plantea como objetivo generar energía a través de los residuos vacunos para resolver el problema de las emisiones de metano a la atmosfera, por lo cual propone implementar un biodigestor para generar biogás y utilizarlo para alimentar dos cocinas industriales y la iluminación de corrales de la empresa. Mediante la investigación comprobó que es posible realizar la implementación de un biodigestor en la agropecuaria para aprovechar la materia orgánica como energía limpia, además comprobó el potencial de biogás que genera.

Según Sánchez (2017) en su investigación, tiene como objetivo demostrar que la implementación de un biodigestor garantiza el tratamiento adecuado de residuos orgánicos generados por el ganado vacuno con la obtención de biogás y abono orgánico para obtener un beneficio económico; concluye que el biodigestor es una buena opción frente a otras, ya que desde el punto de vista ambiental y económico muestran ventajas interesantes, destacando que son sistemas sencillos de construir, operar y mantener.

Según Amado (2020) en su tesis, plantea en desarrollar un sistema de gestión de aguas residuales mediante la implementación de una planta de tratamiento como solución sostenible para reducir el impacto ambiental y aprovecha el recurso hídrico requerido por la empresa bajo el enfoque de economía circular, dedicada a reducir, reutilizar y reciclar diversos materiales.

2.1.2. Internacional

Según Bolívar & Ramírez (2012) en su tesis, plantea como objetivo aprovechar la materia orgánica generada a través de un biodigestor, además de calcular la cantidad de biogás y abono orgánico obtenido como resultado y determinar necesidades energéticas de los procesos en donde pueda ser aprovechado esta energía, concluye que esta propuesta es posible ya que la implementación no es un proceso complejo, además cubriría la necesidad energética requerida en la empresa.

Según Agostinho, Brunet, & Muñoz (2012) en su artículo científico, describen que la electricidad que consume la granja La Rosita proviene del Sistema Eléctrico Nacional y puede ser reemplazado por su generación propia de energía ya que produce un volumen importante diario de excretas que, si se maneja adecuadamente a través de biodigestores, puede generar suficiente m^3 de biogás que reemplazaría su consumo actual de combustibles fósiles.

Según Herrero et al., (2014) en su artículo científico, tiene por objetivo la mejora de la protección del medio ambiente así como la sostenibilidad de la ganadería potenciando el uso de tecnología de tratamiento de residuos mediante un sistema de digestión anaerobia de purín porcino, plantea dos alternativas: planta de digestión anaerobia de purín porcino y planta de codigestión anaerobia de estiércol y residuos agroalimentarios; obtiene como resultado que es mejor la primera alternativa ya que obtiene una mayor producción media de biogás.

2.2. Marco Conceptual

2.2.1. Economía Circular

a) Definición

Economía Circular es un reciente sistema o modelo económico sostenible reparador y regenerador, cuyo principal objetivo es prolongar la vida útil de los productos, gestionando recursos y supuestos residuos para su máximo aprovechamiento, Zhexembayeva (2014).

Durante mucho tiempo la mayoría de empresas han funcionado bajo un enfoque de economía lineal con el pensamiento de que habrá recursos ilimitados para explotar. Sin embargo, en la actualidad este enfoque ha cambiado transformándose en enfoque de economía circular con el uso de las 3R (reducir, reutilizar y reciclar).



Figura 2 Economía circular vs economía lineal

Comentario: El enfoque de economía circular se basa en utilizar desechos como fuentes de materia prima para otro proceso, mientras el enfoque económico lineal o tradicional genera una gran acumulación de desechos.

Fuente: RAEEANDALUCIA (2020)

A continuación, en la **Tabla 2** se muestra las principales diferencias del modelo económico lineal versus el modelo económico circular.

Modelo Económicos Lineal	Modelo Económicos Circular
Modelo insostenible	Modelo sostenible
Para consumo a corto plazo	Para consumo a largo plazo
Adquirir - Usar - Desechar	Reducir - Reutilizar - Reciclar
Desecho generado con un ciclo de vida	Desechos generados con varios ciclos de vida
Sin oportunidad de mejora	Mejora continua

Tabla 2 Diferencia de economía lineal y economía circular

Elaboración propia

Según Chagas y Caldeira-Pires (2022) , dentro de este modelo, enfoque o estrategia existen 3 conceptos muy importantes que son:

- Ecología industrial

Es un concepto basado en la simbiosis industrial, en la cual todo residuo generado se convierte en el recurso de otra, promoviendo el eficiente aprovechamiento de residuos generados por una empresa y reincorporados a la misma.

- Performance economy

Es un concepto nuevo que rechaza el sistema predominante actual de las empresas enfocadas en un consumo lineal, por el contrario, promueve el desarrollo de modelos sostenibles con el enfoque en reducir, reutilizar y reciclar.

- Cradle to cradle

Es un concepto que se centra en promover un concepto nuevo de industria en la que todo pueda reutilizarse, ya sea que el producto vuelva a la tierra o vuelva a la industria para que pueda ser aprovechado una y otra vez.

b) Objetivos

El modelo de economía circular tiene los siguientes objetivos:

- Promover formas de consumo sostenible.
- Impulsar la aplicación del principio de jerarquía de residuos.
- Proteger el medio ambiente y la salud de las personas.

c) Procesos

En la economía circular se maneja dos conceptos importantes; gestión del flujo de renovables y gestión de stock, como se observa en la **Figura 3**.

- La gestión del flujo de renovables es destinada para recursos renovables, está conformada por procesos de regeneración y sustitución de materiales para lograr que el proceso productivo sea cíclico.
- La gestión de stock es destinada para recursos finitos, está conformada por procesos de desmaterialización y restauración.

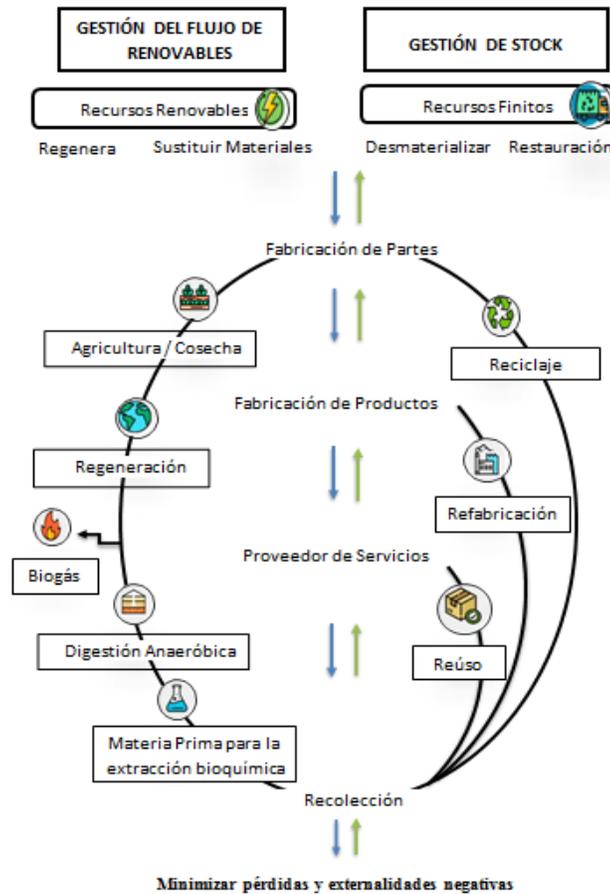


Figura 3 Esquema de economía circular

Comentario: La economía circular desarrolla la idea de una gestión sostenible de todos los recursos que se empleen.

Fuente: Ellen Mac (2012)

d) Importancia

La importancia de la economía circular se materializa en la optimización de procesos (eficiencia) y el desarrollo sostenible (crecimiento responsable y sustentable económicamente, socialmente y ambientalmente).

2.2.2. Mapeo de Flujo de Materiales y Residuos

a) Definición

El mapeo de flujo de materiales y residuos hace referencia a la elaboración de un diagrama con la finalidad de conocer la cantidad y secuencia de materiales y residuos que entran y salen en un proceso productivo.

b) Objetivos

- Conocer los procesos productivos y la secuencia respectiva.
- Observar la cantidad de ingreso de recursos.
- Observar la cantidad de residuos generados en el proceso.

c) Importancia

Esta técnica es muy importante porque permitirá conocer los procesos productivos, flujo de materiales y flujo de residuos generados.

2.2.3. Diagnóstico de Impacto Ambiental por Residuos Orgánicos**a) Definición**

El diagnóstico de impacto ambiental generado por residuos orgánicos es un proceso de evaluación para conocer, analizar y estudiar cómo se gestiona los residuos orgánicos y las consecuencias que estos generan.

b) Objetivos

- Realizar la evaluación de los efluentes de residuos orgánicos mediante criterios y escalas de evaluación.
- Realizar la evaluación del impacto ambiental que generan los residuos orgánicos mediante matrices.

c) Herramientas**Diagrama de flujo de residuos orgánicos**

El diagrama de flujo de residuos orgánicos tiene por finalidad mostrar los impactos ambientales negativos de cada proceso productivo y la gestión sobre estos.

Lista de Verificación

Esta es una herramienta que se emplea para la evaluación o diagnóstico de impactos ambientales, para verificar la gestión de la organización a través de evaluaciones constantes con el fin de detectar y exhibir problemas o fallas que requieran propuestas de mejora.

Matriz de Criterios Relevantes Integrados (C.R.I.)

Matriz de acciones que evalúa impactos positivos o negativos a los componentes: aire, suelo y agua según escalas de valoración, calificados mediante los siguientes criterios, este es un análisis multicriterio, que consiste en medir el impacto ambiental a partir de la discusión y análisis de criterios, los cuales son seleccionados dependiendo del proyecto; es una técnica vigente muy utilizada para diversas investigaciones. Buroz Castillo (1998)

La valoración de cada impacto ambiental, según la metodología de Criterios Relevantes Integrados, se realiza a través de la evaluación de la Intensidad, Extensión, Duración, Reversibilidad y Riesgo.

Intensidad del impacto (I)

Criterio o indicador de cuantificación de la fuerza, peso o rigor con que se manifiesta el proceso o impacto puesto en marcha, puede ser alto, medio o bajo.

Intensidad	Valoración
Alto	6-10
Medio	3-5
Bajo	1-2

Tabla 3 Escala de valoración de intensidad

Fuente: Buroz Castillo (1998)

Extensión (E)

Criterio o indicador que mide la influencia espacial o superficie afectada por la acción. Es decir, medida del ámbito espacial o superficie donde ocurre la afectación del impacto.

Extensión	Valoración
Generalizado	6-10
Local	3-5
Puntual	1-2

Tabla 4 Escala de valoración de extensión

Fuente: Buroz Castillo (1998)

Duración (D)

Criterio o indicador que mide el periodo de tiempo que dura la perturbación en el medio ambiente por un impacto negativo.

Duración (Años)	Valoración
alto	6-10
medio	3-5
bajo	1-2

Tabla 5 Escala de valoración de duración

Fuente: Buroz Castillo (1998)

Reversibilidad (Rv)

Criterio o indicador que mide la posibilidad o dificultad para retornar a la situación actual.

Categoría	Capacidad de reversibilidad	Valoración
Irreversible	De 50 años a mas	6-10
parcialmente reversible	De 10 a 50 años	3-5
Reversible	De 0 a 10 años	1-2

Tabla 6 Escala de valoración de reversibilidad

Fuente: Buroz Castillo (1998)

Riesgo (Ri)

Criterio o indicador que mide la probabilidad de que el impacto ambiental ocurra.

Probabilidad	Porcentaje (%)	Valoración
alto	>50	6 - 10
medio	10 - 50	3 - 5
bajo	<10	1 - 2

Tabla 7 Escala de valoración de riesgo

Fuente: Buroz Castillo (1998)

Con los anteriores indicadores de calcula la magnitud de CRI y el índice integral de impacto ambiental (VIA)

❖ **Ecuación 1**

Ecuación de Magnitud de CRI

$$M = \Sigma [I \cdot W_I] + (E \cdot W_E) + (D \cdot W_D)]$$

Donde:

- I** = Intensidad
- W_I** = Peso del Criterio de Intensidad
- E** = Extensión
- W_E** = Peso del Criterio de Extensión
- D** = Duración
- W_D** = Peso del Criterio de Duración

A continuación, se muestra los pesos relativos asignados para la ecuación de magnitud de CRI.

Criterio	Peso Relativo
W Intensidad	0.4
W Extensión	0.4
W Duración	0.4
W Magnitud	0.4
W Reversibilidad	0.4
W Riesgo	0.4

Tabla 8 Valores de pesos relativos asignados

Fuente: Buroz Castillo (1998)

❖ **Ecuación 2**

Ecuación de VIA

$$VIA = [R^{WR} * RG^{WRG} * M^{WM}]$$

Donde:

- R** = Reversibilidad
- W_R** = Peso del Criterio de Reversibilidad
- RG** = Riesgo
- W_{RG}** = Peso del Criterio de Riesgo
- M** = Magnitud
- W_M** = Peso del Criterio de Magnitud

2.2.4. Análisis de Costo de Ciclo de Vida

a) Definición

El análisis de costo de vida es una herramienta que sirve para medir el costo de producción de un producto final.

b) Objetivos

El objetivo principal del costeo de ciclo de vida es poder analizar todos los costos totales para su producción.

2.2.5. Indicadores de Sostenibilidad y Circularidad

a) Definición

Los indicadores de sostenibilidad y circularidad son instrumentos que evalúan la situación actual económica y ambiental de la organización referidos a sostenibilidad y economía circular, Cámara de Navarra (2017).

- Indicadores económicos, que sirven para evaluar los costos de ciclo de vida de un producto, además de los costos de prevención y control ambiental.
- Indicadores de eficiencia en el uso de materiales, que sirven para determinar el porcentaje de reutilización en el proceso.
-

b) Objetivo

El objetivo principal es poder analizar la situación actual de gestión ambiental de la organización mediante indicadores económicos y de eficiencia de uso de materiales.

2.3. Marco Teórico

2.3.1. Industria Pecuaria

El sector agropecuario está dividido en dos subsectores: el subsector agrícola y el subsector pecuario cuyo fin es la producción y explotación intensiva de carne de animales para el consumo.

Según el artículo publicado por la Cámara de Comercio de Lima (2019), en donde indica que en los últimos 10 años (2009-2018) el sector agropecuario presentó el segundo mayor crecimiento promedio anual para la década con 3.5% validando su importancia en el PBI del Perú. El

crecimiento del subsector pecuario en el Perú ha sido constante, según el BCR del Perú la actividad agropecuaria represento el 7.5% del PBI del 2018.

La producción nacional de carne de ganado porcino es la tercera más importante por detrás de la carne de ave y de vaca en ese respectivo orden.

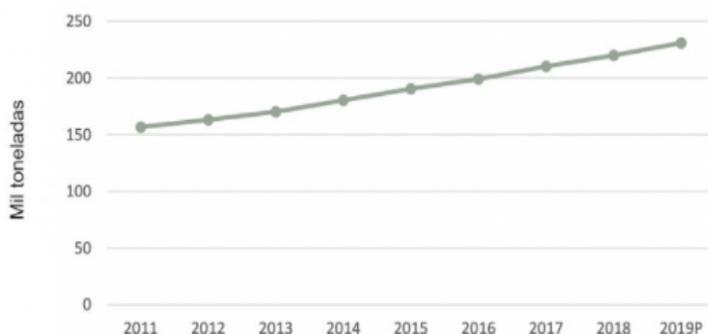


Figura 4 Evolución de la producción pecuaria en el Perú

Comentario: La producción porcina ha mantenido un crecimiento a lo largo de los años, pues es un tipo de carne demandado en el país por costumbres gastronómicas.

Fuente: Consejo de Comercio de Dinamarca, de la Asociación Peruana de Porcicultores (2021)

La industria pecuaria porcina en la región de Arequipa se ha ido desarrollando e intensificando de manera favorable a lo largo de los años, convirtiéndose en una actividad muy importante para la región. Según el MINAGRI en el 2017 fue la segunda especie con mayor producción en unidades y en toneladas solo por detrás de las aves.

Región	Ave	Ovino	Porcino	Vacuno	Caprino	Alpaca	Llama
NACIONAL	1 569 280	33 449	157 741	188 680	5 547	12 749	4 009
Tumbes	164	37	398	880	378	0	0
Piura	28 902	1 360	4 739	7 680	1 377	0	0
Lambayeque	22 689	539	1 665	3 078	456	0	0
La Libertad	270 847	2 413	16 876	7 660	507	37	0
Cajamarca	3 617	1 219	6 393	26 794	234	0	0
Cajamarca	2 442	894	2 317	13 939	115	0	0
Chota	575	255	2 293	8 232	13	0	0
Jaén	601	70	1 784	4 623	106	0	0
Amazonas	3 697	51	1 712	8 885	57	0	0
Ancash	39 416	1 376	1 375	9 019	214	10	0
Lima	848 198	976	71 500	21 842	603	80	50
Ica	72 365	61	3 935	2 006	211	0	0
Huánuco	1 213	1 751	6 784	18 495	242	26	1
Pasco	406	1 381	1 265	3 407	14	321	115
Junín	12 053	3 300	4 447	9 511	48	321	273
Huancavelica	948	1 601	1 486	3 884	369	783	376
Arequipa	153 406	2 024	11 362	5 488	178	1 189	380
Moquegua	170	84	885	986	13	145	77
Tacna	20 635	182	2 621	970	72	182	129

Tabla 9 Producción pecuaria por especie según región en el Perú

Comentario: La región de Arequipa fue la 3° mayor productora de carne porcina en toneladas solo por detrás de Lima y La Libertad.

Fuente Direcciones Regionales de Agricultura (2017)

La producción porcina se ha mantenido oscilante al del año 2017, con 10,910.4 kg. (2018), 11,061.4 kg. (2019) y 11,395.3 kg. (2020) según información disponible en la plataforma del Gobierno Regional de Arequipa.

2.3.2. Residuos Orgánicos de la Industria Pecuaria

El crecimiento de la producción intensiva de cerdos está relacionado directamente con el aumento de estiércol generado, por lo tanto, es evidente que hay un incremento considerable de esta materia orgánica. Estas deyecciones porcinas son un compuesto fecal orgánico muy rico en nutrientes, pero también son un potencial contaminante del medioambiente; están integrados por excrementos sólidos y líquidos de los animales.

La composición química de estas excretas varía en función de distintos parámetros como son el tipo de ganado, edad, tipo de alimentación, etc.; a continuación, se presenta los valores promedios que componen esta materia.

Composición	%
Nitrógeno	4.28
Fosforo	5.96
Potasio	5.17
Calcio	4.04
Magnesio	0.96

Tabla 10 Composición química del estiércol de Porcino

Comentario: La composición del estiércol porcino contiene diversos elementos.
Fuente: Sociedad Española de Agricultura Ecológica (SEAE) (2002)

Animal	% Nitrógeno (N)	% Oxido de Fosforo (P ₂ O ₅)	% Oxido de Potasio (K ₂ O)	Conductividad Eléctrica (CE) dS/m	pH	Carbono/ Nitrógeno (C/N)
Cerdos	4.00	6.98	0.52	5.40	7.1	9.80
Vacuno	2.09	2.86	1.41	36.0	8.3	38.8
Gallinaza	2.90	4.08	2.02	9.20	7.1	10.92
Codomiz	1.50	0.19	1.19	20.0	8.2	22.40
Caprinos	2.17	1.26	2.91	11	8.5	17.2

Tabla 11 Composición química de estiércol de diferentes animales

Comentario: El estiércol de cerdo tiene un pH neutro, cercano a 7.
Fuente: Guerrero B (1993)

Estos residuos orgánicos como se mencionó antes, también son una fuente potencial de contaminación ambiental por los gases que emite a la atmosfera por la descomposición de estos, tales gases y son:

- **Metano (CH₄)**

El metano es un gas de efecto invernadero (GEI), se forma de la descomposición anaeróbica de la materia orgánica tanto en el almacenamiento de las deyecciones orgánicas y en el tracto digestivo animal. Para el caso del cerdo la mayor parte del metano generado proviene del estiércol expulsado. FAO (2017)

- **Amoniaco (NH_3)**

Es un gas emitido en las explotaciones ganaderas, es el responsable de la lluvia ácida. Los purines y estiércoles son ricos en nitrógeno provienen de la alimentación del cerdo que solo retiene un poco y la mayoría es eliminada en las heces y orines.

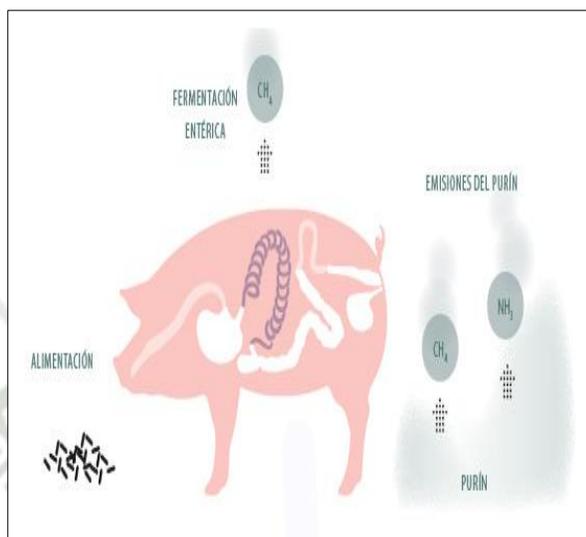


Figura 5 Emisiones de gases del purín de cerdo

Comentario: Los animales rumiantes pueden liberar metano (CH_4) que puede ser exhalado o expulsado por el extremo terminal del tracto.

Fuente: Nordlund Sierra (2019)

Dentro del purín el amoníaco se encuentra en equilibrio entre una forma iónica soluble en agua (NH_4) y una forma gaseosa NH_3 , este nitrógeno orgánico representa un 25% del purín porcino. Portal Universo Porcino (2005)

- **Óxido nitroso (N_2O)**

Según la publicación de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (2017) indica que el óxido nitroso es otro gas de efecto invernadero (GEI), proviene de la descomposición del amoníaco contenido en las excretas del animal.

- **Dióxido de Carbono (CO_2)**

El CO_2 es un gas de efecto invernadero (GEI), este gas que contribuye en mayor medida al calentamiento simplemente porque sus emisiones y concentraciones son más altas que las de otros gases contaminantes. El 9 % de las emisiones globales de origen antrópico proviene del sector ganadero. (FAO, 2006)

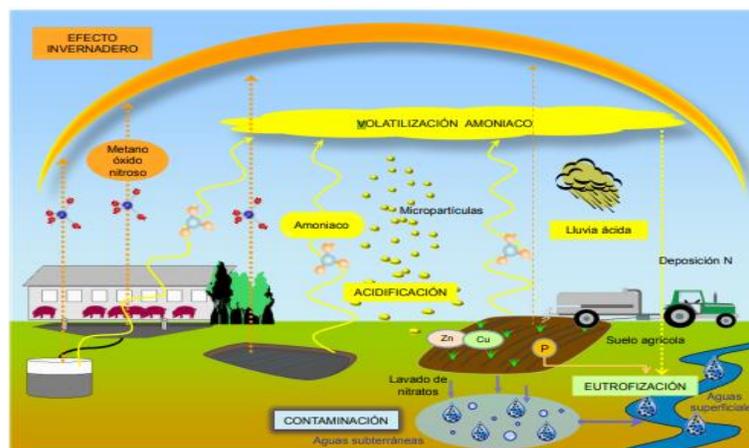


Figura 6 Impacto medioambiental de la actividad ganadera

Comentario: El efecto invernadero es producido por las emisiones de gases de las granjas pecuarias provocan la acidificación.

Fuente: Dauden (2011)

Es importante mencionar que el metano (CH_4) tiene un potencial de calentamiento (para el efecto invernadero) mayor que el dióxido de carbono (CO_2), por lo cual realizarle un tratamiento para transformarlo en CO_2 es de notoria importancia.

Gas	Potencial de Calentamiento
CO_2	1
CH_4	21
N_2O	310
SF_4	23900
PFC	9200
HFC	1700

Tabla 12 Potencial de calentamiento de los gases de efecto invernadero

Comentario: El metano (CH_4) tiene 21 veces más de poder de calentamiento global que el dióxido de carbono CO_2 .

Fuente: Comisión Nacional de Energía (2006)

A. Estiércol

Las excretas animales son denominadas estiércol cuando son la mezcla de: excremento, orines, restos de comidas y otros restos tales como paja o pasto, es una mezcla sólida de color oscuro. El

estiércol de cerdo es uno de las mejores excretas animales, pues presentan un mayor potencial de biogás de 34.4%. Batzias et al., (2005)



Figura 7 Estiércol de cerdo

Comentario: El estiércol de cerdo tiene buenas propiedades para su aprovechamiento.
Fuente: Lombricultura (2018)

B. Purín

El purín de cerdo es el estiércol de ganado porcino, formado por una mezcla de deyecciones sólidas y líquidas, mezclado con agua procedente de la limpieza de las instalaciones, pérdidas de los bebederos y lluvias, Sánchez (2001).



Figura 8 Purín de cerdo almacenado

Comentario: El purín de cerdo se encuentra en estado más líquido, pero tiene las mismas propiedades.
Fuente: Campo Galego Xornal dixital agrario, 2018

2.3.3. Gestión de Residuos Orgánicos de la Industria Pecuaria

Distintos autores indican la necesidad de contar con instalaciones para el manejo de los residuos orgánicos o efluentes a fin de evitar problemas ambientales. De los efluentes provenientes de la

crianza intensiva de animales, podremos distinguir dos fases: una líquida, y otra sólida. Bragachini et al., (2013)

Según diversos autores y especialistas existen diversas formas de gestionar los efluentes del ganado porcino, se muestra las alternativas de manejo más desarrolladas.

Alternativas para el Manejo de Purines Porcino				
Tipo de recolección del purín	Tecnologías	Tipo de granjas		
		familiar	comercial	industrial
seca	Compostaje	x	x	x
	Lombricultura	x	x	x
líquida	Fertilización con purines	x	x	x
	Digestión anaerobia	x	x	x
	Pantanos artificiales		x	x
	Lagunas en serie			x
	Lodos activados			x
	Filtro percolador			x

Tabla 13 Alternativas de manejo de purín porcino

Comentario: Las alternativas de manejo más utilizadas por su aplicabilidad y beneficios son la digestión anaerobia y el compostaje.

Fuente: Agencia Ecuatoriana de Aseguramiento de la Calidad del Agro (AGROCALIDAD) – Asociación de Porcicultores de Ecuador (ASPE), (2012)

Dentro de las técnicas más utilizadas en el sector pecuario según las características del residuo orgánico y el costo de inversión son el compostaje, lombricultura, fertilización con purines y digestión anaeróbica; ya que pueden ser utilizadas para cualquier tipo de granja (familiar, comercial e industrial) y cualquier estado del desecho (sólido y líquido).

2.3.3.1. Compostaje

Esta alternativa de gestión consiste en la degradación de la materia orgánica (estiércol) para transformarla en abono orgánico denominado compost. Este proceso ocurre gracias a la acción de los microorganismos propios presentes en el estiércol y el material de cama o residuos vegetales que se incorporen (viruta, paja, cascarilla de arroz, entre otros). El estiércol recolectado debe ser

apilado en suelo impermeabilizado, para evitar lixiviados a aguas subterráneas. El porcentaje de humedad que debe mantenerse es entre 30 - 40 %. Pilar et al., (2013)

El proceso de compostaje se realiza en dos etapas:

1. Fermentación: Para el funcionamiento óptimo del proceso se debe tener en consideración especial la relación carbono/nitrógeno (C/N), la cual debe oscilar entre 20 a 35. En esta etapa es necesario realizar volteos de los desechos apilados cada semana por un tiempo entre 30 y 60 días en que se concluye la fermentación. Pilar et al., (2013)

2. Maduración: Después de finalizar la etapa anterior, el material requiere estabilizarse entre 30 y 60 días adicionales, a partir de lo cual no se necesita volteo. El volumen del producto disminuye a la mitad y debe permanecer igualmente apilado. Pilar et al., (2013)

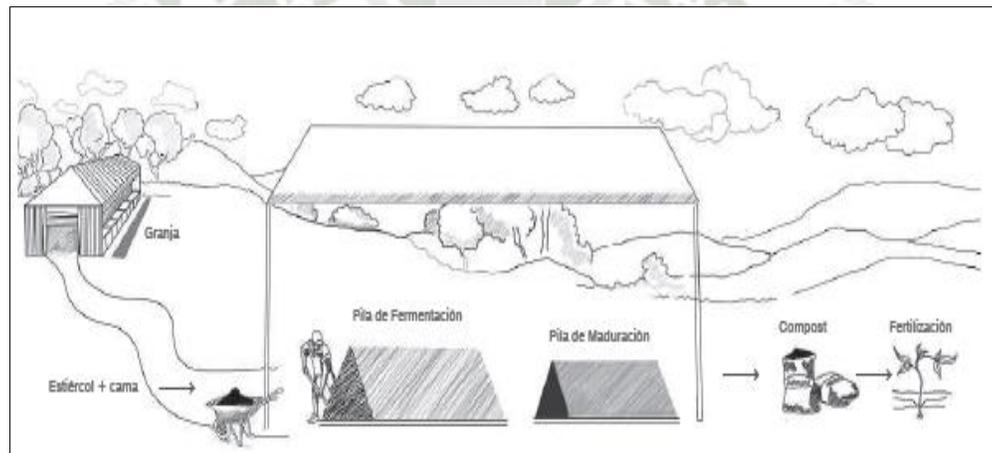


Figura 9 Esquema general de compostaje para una granja comercial

Comentario: El proceso de compostaje requiere varias zonas de terreno para apilar el estiércol y realizar la fermentación y maduración.

Fuente: Asociación de Porcicultores de Ecuador (ASPE), (2012)

2.3.3.2. Lombricultura

La lombricultura es una alternativa sencilla que requiere tomar en cuenta el control de la humedad 70-80 % y proteger los cajones para evitar el ingreso de roedores y aves que pudieran consumir las lombrices sembradas. Es recomendable sembrar en cada cajón 10 kg de lombrices adultas para 15 m² o su equivalencia. El lapso de tiempo que se demoran las lombrices en degradar la materia orgánica y producir humus es de 30 días aproximadamente. Somarriba & Guzmán (2004)



Figura 10 Composición de caja de lombricultura

Comentario: La lombricultura requiere de un elemento esencial que son las lombrices que consumirán la materia orgánica, además de un ambiente adecuado e impermeabilizado.

Fuente: Asociación de Porcicultores de Ecuador (ASPE) (2012)

2.3.3.3. Fertilización con Purines

Se basa en aplicar el residuo porcino sobre el suelo agrícola para restituir los nutrientes que se ha extraído en el cultivo. De esta forma cumple un ciclo biológico, ya que el cultivo extrae los nutrientes del suelo para formar una planta, luego el animal ingiere la cosecha en forma de alimento y posteriormente se repone al suelo los nutrientes que faltan en forma de purín o estiércol.

Es muy importante tomar en cuenta que los nutrientes que aporta el purín a los cultivos, deben suministrarse controladamente, ya que, si se excede en la dosificación, estos ya no serán asimilados ni por la planta ni por el suelo, pudiendo convertirse en contaminante. Productores de Porcicultores ASPE (2012)

Aspectos ambientales a considerarse:

- Recurso aire: El purín emana nitrógeno en forma de amonio (NH_4), lo que puede contribuir al efecto invernadero, es aconsejable que la aplicación al cultivo se realice lo más cerca al suelo y en el menor tiempo posible.
- Recurso agua: El nitrógeno amoniacal (NH_4) incorporado en el suelo es absorbido por la planta. Por esta razón, las cantidades a aplicarse en un cultivo deben ser calculadas de acuerdo a los requerimientos del mismo y al tipo de suelo, para evitar la lixiviación a aguas subterráneas.

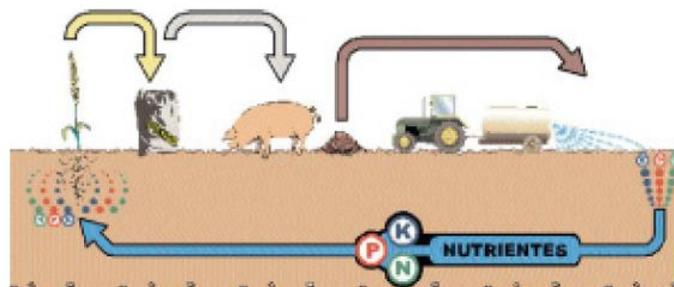


Figura 11 Proceso de fertilización con purines

Comentario: La fertilización con purín de manera directa, requiere de un control del nitrógeno amoniacal (NH_4) contenido, pues pudiera convertirse en contaminante, Fuente: Agencia Ecuatoriana de Aseguramiento de la Calidad del Agro (AGROCALIDAD) – Asociación de Porcicultores de Ecuador (ASPE), (2012)

2.3.3.4. Digestión Anaerobia (Biodigestión)

Esta alternativa de gestión es adecuada para granjas familiares, comerciales e industriales. La digestión anaerobia es un proceso en el cual los microorganismos (bacterias mesófilas y termófilas) presentes en el estiércol descomponen la materia biodegradable en ausencia de oxígeno. Este proceso genera una mezcla de metano y dióxido de carbono. Acosta & Obaya (2005)

En la biodigestión se aprovecha la liberación de gases para luego ser usado como combustible. La intensidad y duración del proceso anaeróbico varían dependiendo de diversos factores, entre los que se destacan la temperatura y el pH del material biodegradado.

Procedimiento:

1. Homogenización: El estiércol generado en la granja, es enviado a un tanque de premezcla en donde se adiciona de 1.5 a 3 partes de agua por 1 de estiércol. El tanque puede ser de hormigón. El transporte desde el tanque de homogenización al digester anaerobio se realiza por tubería de PVC.

2. Digester anaerobio: El biodigester consiste básicamente en una bolsa de geomembrana (sus dimensiones varían dependiendo de la cantidad de estiércol generado) contiene dos orificios en los extremos que sirven para entrada y salida del material orgánico además de una tubería pequeña que se conecta con la parte central superior de la bolsa, para salida de biogás.

3. Producción de Biogás: El biogás que se produce en los biodigestores es recogido desde la cúpula superior, para que pase por una unidad de filtrado hecha con una botella perforada de agua. Luego el biogás es dirigido por tubería galvanizada con uniones especiales para transporte de gas hasta su uso destinado.

4. Producción de Abonos: Además del biogás generado en el proceso, también se obtiene en la parte inferior un líquido ya digerido, que sale por un extremo del digestor que se denomina biol y se utiliza para fertilización. Además, se produce un lodo (biosol) que resulta del proceso de degradación, que debe ser retirado del biodigestor y trasladado a camas de secado para luego puede ser utilizado o vendido como fertilizante agrícola.

Ventajas:

- Producción de biogás: Se puede remplazar el tanque de gas doméstico y utilizar el biogás para uso en calefactores de lechones (gas industrial).
- Producción de abonos orgánicos: Produce biol y biosol que pueden utilizarse en cultivos o para la venta.

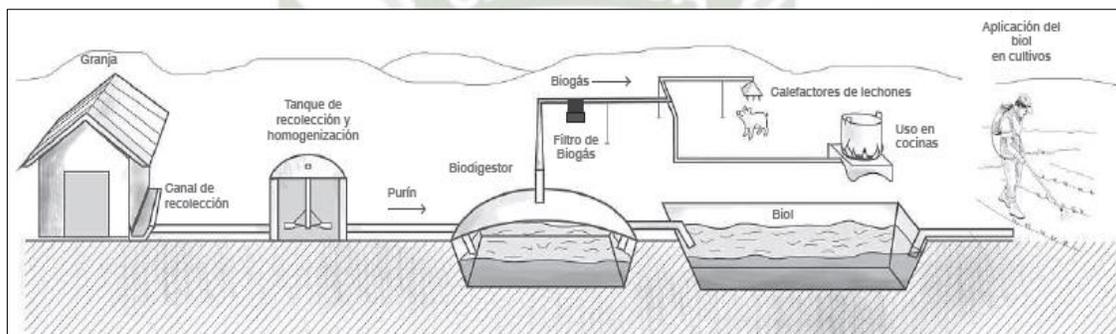


Figura 12 Esquema general de digestión anaerobia para una granja familiar

Comentario: La digestión anaerobia se realiza mediante un biodigestor que trata el estiércol produciendo biogás para utilizarlo como fuente energética y el biol con fines fertilizantes.

Fuente: Agencia Ecuatoriana de Aseguramiento de la Calidad del Agro (AGROCALIDAD) – Asociación de Porcicultores de Ecuador (ASPE) (2012)

2.3.4. Biodigestión (Digestión Anaeróbica)

Por lo tanto, de todas las alternativas de gestión para residuos orgánicos, la que resulta más idónea para este tipo de empresas es la biodigestión por las características, cantidad y flujo del estiércol. Se expresa más detalle a continuación:

- La cantidad o flujo diario de estiércol.
- El estado semisólido de la materia fecal del ganado porcino.
- El tamaño de la empresa, la cual es comercial.
- Recomendación de diversas organizaciones y autores especialistas en el tema de gestión de residuos orgánicos porcinos.
- Implementación con un grado bajo de dificultad.

2.3.4.1. Biodigestor

Los primeros biodigestores se realizaron en China a mediados del siglo XX. Eran biodigestores hechos de ladrillo que se asemejaban a ollas gigantes de cocina enterradas y cerradas herméticamente, pero la tecnología tan compleja y sus altísimos costes de inversión alejaban aún más a los biodigestores de las familias con menores recursos y que no poseían cantidad de ganado. A finales de los ochenta se propusieron biodigestores familiares con tecnología contemporánea apropiada, donde los costes de inversión eran fácilmente recuperados por una familia en dos o tres años: es el nacimiento de los biodigestores de bajo costo. Marti Herrero (2008)

Según Rivas Solano & Guillen Watson (2009), los biodigestores son sistemas diseñados para optimizar la producción de biogás a partir de desechos agrícolas, estiércol o efluentes industriales, entre otros, los cuales permiten así la obtención de energía limpia y de bajo costo a partir de una fuente renovable.

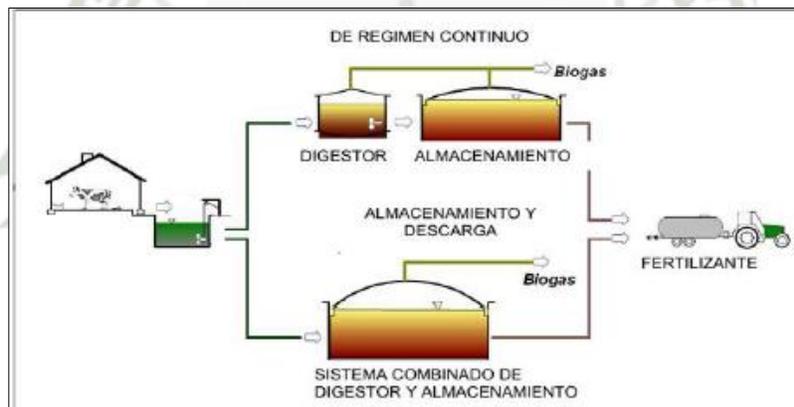


Figura 13 Esquema de un biodigestor y almacenamiento de biogás

Comentario: El esquema muestra dos sistemas de tratamiento; el de régimen continuo que opera con digestor y almacenamiento por separado y el de sistema combinado que opera de manera conjunta.

Fuente: Moncayo Romero (2013)

2.3.4.2. Tipos de Biodigestores

a) Modelo Chino

Es el modelo de biodigestor más popular en el mundo, formado por una base enterrada de ladrillo u hormigón y una cúpula fija de hormigón. Es del tipo batch y mezcla debido a las dos

cargas diferentes que se le pueden hacer. Cuando empieza a generar biogás este se mueve a la cúpula desplazando el bioabono a un tanque. Groppelli & Giampaoli (2007)

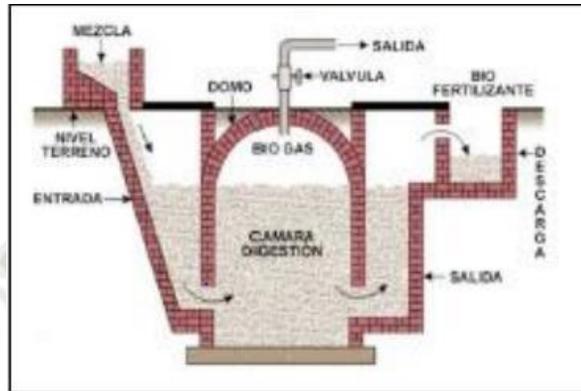


Figura 14 Biodigestor tipo chino

Comentario: El biodigestor chino es de la forma de un domo enterrado, acondicionando compartimientos de entrada y salida de material, construido a base de ladrillos.

Fuente: Ramón, Romero & Simanca (s.f.)

b) Modelo Hindú

Su forma puede ser cilíndrica o de un domo, hecho de hormigón o ladrillo y en la parte superior una cúpula flotante que se desplaza en forma vertical, al producirse biogás el desplazamiento es hacia arriba y si se consume el biogás el desplazamiento es hacia abajo. La cúpula puede ser de acero, pero en los últimos años han fabricado cúpulas de plástico reforzado con fibra de vidrio. Su carga es diaria, su proceso operación es relativamente fácil. Groppelli & Giampaoli (2007)

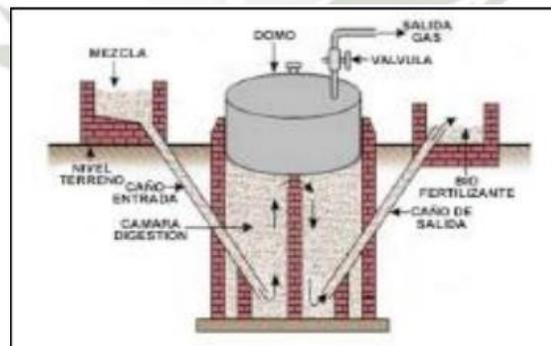


Figura 15 Biodigestor tipo hindú

Comentario: El biodigestor hindú es de la forma de un domo enterrado, con una cúpula flotante en la parte superior, construido a base de ladrillo y hormigón

Fuente: Ramón, Romero & Simanca (s.f.)

c) Modelo Taiwán o tubular

Es un biodigestor de material sintético como geomembrana o polietileno de forma tubular horizontal y semienterrado. La mezcla de estiércol-agua ingresa por un extremo del biodigestor desplazándose horizontalmente hasta el otro extremo de salida del bioabono, el gas sube verticalmente y se almacena en la misma unidad para su consumo. Su operación es muy sencilla y tiene un bajo costo. La vida útil depende del material de fabricación. Groppelli & Giampaoli, (2007).

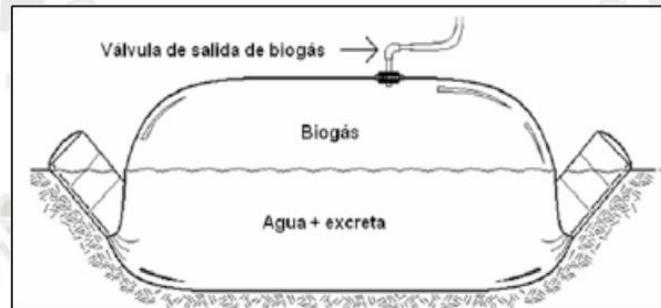


Figura 16 Biodigestor tipo Taiwán o Tubular

Comentario: El biodigestor tubular es de material prefabricado y de fácil implementación.

Fuente: An, Rodríguez, Sarwatt, Preston & Dolberg (1996)

2.3.4.3. Productos del Biodigestor

a) Biogás

El biogás es un gas producto del metabolismo de bacterias metanogénicas que participan en la descomposición de la materia orgánica (desechos fecales) en ambientes húmedos y carentes de oxígeno, conocidos como biodigestores. Este está constituido por metano (CH_4) en una proporción que oscila entre (40 – 70) % y el resto de dióxido de carbono (CO_2), conteniendo pequeñas proporciones de otros gases como hidrógeno (H_2), nitrógeno (N_2), oxígeno (O_2) y sulfuro de hidrógeno (H_2S). EBE y Associats (2011)

Características de biogás

Composición	55 - 70% metano 30-45% dióxido de carbono
contenido energético	6.0 - 6.5 KW hm ³
equivalencia de combustible	0.60-0.65 l petróleo/ m ³ biogás
límite de explosión	6-12% de biogás de aire
temperatura de ignición	650-750°C (con el contenido de CH ₄ mencionando)
presión critica	74-88 atm
temperatura critica	"-82.5°C"
densidad normal	1.2 Kg m ³
olor	huevo podrido
masa molar	16.043 Kg Kmol ⁻¹

Tabla 14 Características generales del biogás

Comentario: El biogás es el principal producto que se obtiene de un sistema de biodigestión, es de gran importancia por su versatilidad de uso como fuente energética.

Fuente: Deublein y Steinhauser (2008)

b) Biol

Cada vez que se carga el biodigestor con estiércol fresco y agua por la tubería de alimentación, por el otro extremo (tubería de salida) rebalsan litros de biol. Este biol es estiércol y agua que se fermentó dentro del biodigestor. El biol es un fertilizante líquido que sustituye completamente el fertilizante químico. Filtrado, el biol puede ser utilizado como fertilizante foliar en una mochila dispersora, o puede ser vaciado directamente al suelo y a los canales de riego. Además, el biol protege contra los insectos y permite recuperar las plantas afectados por la helada. Marti Herrero, (2008)

c) Biosol

El biosol es un fertilizante orgánico que también se obtiene del biodigestor, es la materia que se asienta en el inferior, su naturaleza es semisólida. También se utiliza para fertilizar suelos agrícolas; la diferencia con el biol es que este es líquido y el biosol no, por lo cual el biofertilizante en estado líquido es más fácil de utilizar.

Beneficios del uso de un Biodigestor

Los beneficios que pueden llevar a la implementación de la tecnología del biodigestor son:

- Aprovechar el metano del estiércol convirtiéndolo en biogás generado para uso directo o convertirlo en otra forma energética (electricidad) para el uso en las instalaciones, como alumbrado, maquinaria, etc.
- Aprovechar el biol y biosol (abono orgánico) para obtener beneficio económico a través de su venta a agricultores de actividad familiar, comercial o industrial.
- Tratar en su totalidad los desechos orgánicos, por lo cual se elimina su efecto perjudicial para el medio ambiente y la salud de los trabajadores.
- Recuperación y mejoramiento de las condiciones del medio ambiente, con un evidente beneficio ecológico.

2.3.5. Descomposición Anaeróbica

El proceso de digestión anaerobia se configura como uno de los más idóneos para la reducción de emisiones de efecto invernadero, el aprovechamiento energético de los residuos orgánicos y el mantenimiento del valor fertilizante de los productos tratados.

La descomposición anaerobia (en ausencia total de oxígeno o nitratos) de la materia orgánica produce un gas combustible, este contiene una alta proporción en metano (concentración superior al 60 % en el gas), con una potencia calorífica de 5.500 kcal/m³ y se designa usualmente como biogás. Todo proceso de digestión anaerobia lleva una eliminación de la carga orgánica y la producción de este gas.

Las instalaciones especialmente diseñadas para optimizar este proceso se designan como digestores de metano, plantas de biogás”. Flotats, Campos, Palatsi, & Bonmatì , (2001)

El proceso de digestión anaerobia aplicado al estiércol de cerdo ha demostrado a lo largo de las últimas décadas, su viabilidad técnica y versatilidad para adaptarse a diferentes condiciones de trabajo. Flotats et al., (2001)

Fases de la Descomposición Anaeróbica

La digestión anaerobia está caracterizada por la existencia de tres fases diferenciadas en el proceso de degradación del substrato, interviniendo diversas poblaciones de bacterias.

- Hidrólisis
- Etapa fermentativa o acidogénica

- Etapa metanogénica

La primera fase es la hidrólisis de partículas y moléculas complejas (proteínas, carbohidratos y lípidos) que son hidrolizadas por enzimas extracelulares producidas por los microorganismos acidogénicos o fermentativos. Como resultado se producen compuestos solubles más sencillos (aminoácidos, azúcares y ácidos grasos de cadena larga) que serán metabolizados por las bacterias acidogénicas dando lugar, principalmente, a ácidos grasos de cadena corta, alcoholes, hidrógeno, dióxido de carbono y otros productos intermedios. Los ácidos grasos de cadena corta son transformados en ácido acético, hidrógeno y dióxido de carbono, mediante la acción de los microorganismos acetogénicos. Por último, los microorganismos metanogénicos producen metano a partir de ácido acético ($\text{CH}_3\text{-COOH}$), hidrogeno (H_2) y dióxido de carbono (CO_2). Parra (2015)

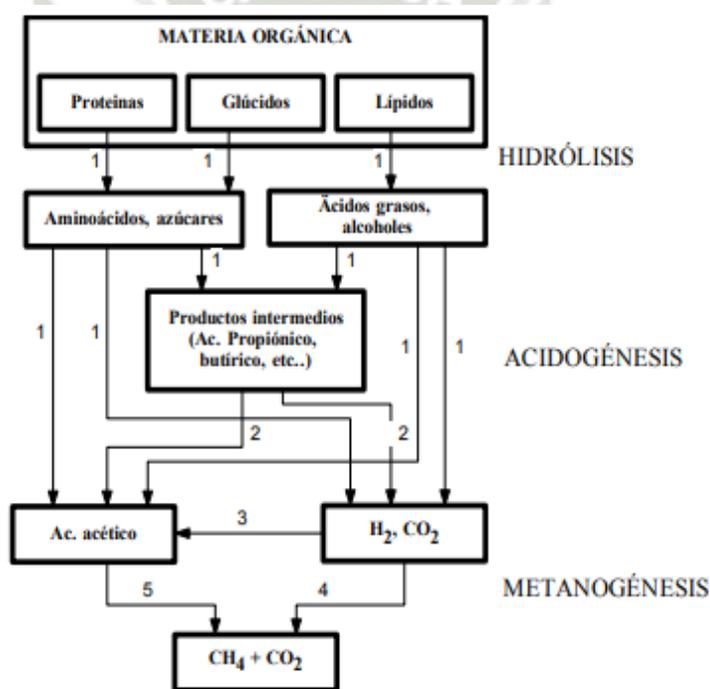


Figura 17 Fases de la fermentación anaerobia

Comentario: Intervienen distintos tipos de bacterias en las tres etapas de biodigestor.

Hidrolisis, ácido génesis y metalogénesis

Fuente: Pavlostathis & Giraldo (1991)

Tipos de Bacterias

1	Bacterias Hidrolíticasacidogénicas
2	Bacterias Acetogénicas
3	Bacterias Homoacetogénicas
4	Bacterias Metanogénicas Hidrogenófilas
5	Bacterias Metanogénicas Acetoclásticas

Tabla 15 Tipos de bacterias en la fermentación anaerobia

Comentario: Existen cinco tipos de bacterias que intervienen en el proceso biodigestivo los cuales aparecen en las condiciones adecuadas, humedad y ausencia de oxígeno Fuente:

Fuente: Pavlostathis & Giraldo (1991)

2.4. Glosario de Términos

- **Residuos orgánicos**

Los residuos orgánicos son residuos biodegradables de origen animal o vegetal, capas de degradarse biológicamente generados en el ámbito domiciliario y comercial. Navarro et al. (1995)

- **Biodigestor**

Un biodigestor es un recipiente o tanque cerrado herméticamente , donde se lleva a cabo el proceso de biodigestión, mediante un proceso natural de bacterias (anaerobias) presentes en los excrementos que descomponen el material contenido en metano y en fertilizante. Santa Fe (2019)

- **Biomasa**

La biomasa es la unidad de materia orgánica que se utiliza como fuente de energía. Esta materia puede ser proveniente de animales o de plantas, incluyendo residuos orgánicos, Raffino (2020).

- **Compost**

Mezcla de materia orgánica en descomposición, como la procedente de hojas y estiércol, que se emplea para mejorar la estructura del suelo y proporcionar nutrientes. Román, Martínez, & Pantoja (2013)

- **Descomposición anaeróbica**

La digestión anaeróbica es un proceso biológico complejo y degradativo en el cual parte de los materiales orgánicos de un substrato (residuos animales y vegetales) son convertidos en biogás, mezcla de dióxido de carbono y metano con trazas de otros elementos, por un consorcio de bacterias que son sensibles o completamente inhibidas por el oxígeno o sus precursores. Utilizando el proceso de digestión anaeróbica es posible convertir gran cantidad de residuos, residuos vegetales,

estiércoles, efluentes de la industria alimentaria y fermentativa, de la industria papelera y de algunas industrias químicas, en subproductos útiles. En la digestión anaerobia más del 90% de la energía disponible por oxidación directa se transforma en metano, consumiéndose sólo un 10% de la energía en crecimiento bacteriano frente al 50% consumido en un sistema aeróbico. Varnero (2011)

- **Método**

Método es un modo, manera o forma de realizar algo de forma sistemática, organizada y/o estructurada. Hace referencia a una técnica o conjunto de tareas para desarrollar una tarea, Kazadi (2022).

- **Metodología**

Como metodología se denomina la serie de métodos y técnicas de rigor científico que se aplican sistemáticamente durante un proceso de investigación para alcanzar un resultado teóricamente válido. En este sentido, la metodología funciona como el soporte conceptual que rige la manera en que aplicamos los procedimientos en una investigación. Coelho (2008)

- **Economía circular**

Economía Circular es un reciente sistema o modelo económico sostenible reparador y regenerador, cuyo principal objetivo es prolongar la vida útil de los productos, gestionando recursos y supuestos residuos para su máximo aprovechamiento, Zhexembayeva (2014).



CAPITULO III
DIAGNOSTICO SITUACIONAL

3.1. Descripción de la empresa

La empresa pecuaria en estudio pertenece al sector pecuario, se dedica a la crianza y producción intensiva de carne de cerdo desde hace más de 10 años, con el compromiso de brindar productos cárnicos porcinos, de alta calidad al mercado arequipeño.

3.1.1. Datos Generales

Razón Social: Producciones Talan S.R.L.

Actividad Económica: Producción de carne de cerdo

Dirección: Rio Seco, Cerro Colorado – Arequipa

3.1.2. Organigrama

La empresa está compuesta organizacionalmente de la siguiente manera: producción, logística, comercial, recursos humanos; además del área de contabilidad que es apoyo de gerencia.

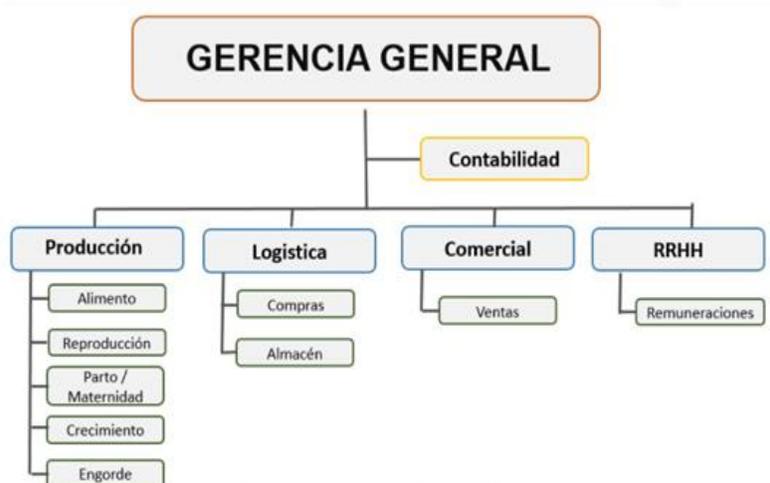


Figura 18 Organigrama de la pecuaria (2021)

Comentario: El organigrama de la empresa está estructurado en base a 4 áreas con 1 área de apoyo directo a la gerencia general

Fuente: La empresa

3.1.3. Clientes

Los tipos de clientes que posee la empresa están ubicados principalmente en el mercado de Rio Seco (ubicado en el distrito de Cerro Colorado) y mercado Andrés Avelino Cáceres (ubicado en el distrito de José Luis Bustamante y Rivero).

3.1.4. Proveedores

La cantidad de proveedores son los que trabaja la pecuaria son diversos y variados, que son seleccionados de acuerdo a diversos criterios coyunturales, como, por ejemplo: costo, oferta, disponibilidad, promoción, etc.; dentro de las cuales tenemos a ContiLatin del Perú (maíz) Grupo Semilla de Oro (soya), Montana (premezclas de vitamínicos), entre otros.

3.2. Mapa de procesos

En la siguiente figura se muestra el mapa de procesos actual de la empresa pecuaria con la finalidad de comprender los procesos estratégicos, misionales y de apoyo que ha identificado y sobre los cuales ha trabajado.



Figura 19 Mapa de procesos actual

Comentario: El mapa de proceso actual muestra la forma en que las actividades convierten los elementos de entradas en elementos de salidas, el cual genera un valor para el cliente. Fuente: La empresa

3.3. Análisis Situacional

3.3.1. Descripción del proceso actual

La empresa pecuaria tiene tres procesos principales misionales como se observó en su mapa de procesos, los cuales son: producción, logística y comercialización.

En la parte productiva tiene como procesos las diferentes etapas de crianza del cerdo desde la reproducción hasta el engorde.

En la parte logística tiene como procesos las compras, almacén y distribución de productos.

En la parte comercial tiene como proceso la venta del producto final denominado cerdo comercial.

Las actividades relacionadas directamente con la obtención del producto final son: compra de insumos, procesamiento de insumos, producción y comercialización, que abarcan de manera general todas las actividades esenciales.

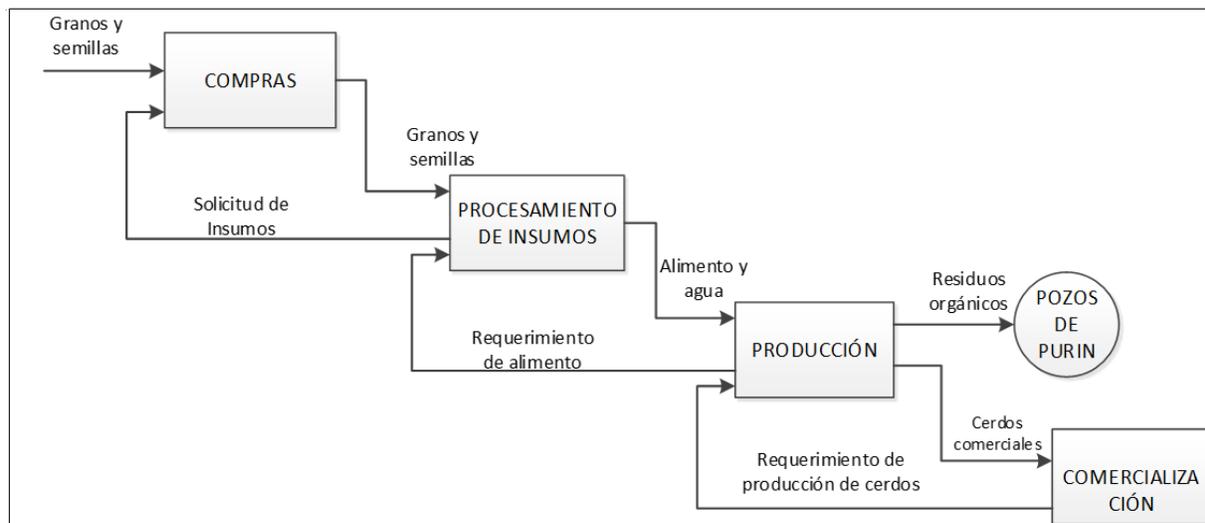


Figura 20 Diagrama de actividades principales

Comentario: La actividad inicial ligada directamente al proceso productivo, es la compra de insumos, la preparación de estos, la utilización de estos en las diferentes etapas de crianza y finalmente la venta del producto final

Fuente: La empresa
Elaboración Propia

3.3.1.1. Compra de insumos

Para que el proceso productivo pueda realizarse con normalidad, es necesario el abastecimiento de insumos alimenticios tales como maíz, soya, harina de pescado, aceite, proteína, afrecho, entre otros. En esta etapa se realiza la compra de todo el alimento balanceado requerido para las diversas etapas de crianza del animal. Por lo general las compras se realizan trimestralmente, por lo cual se trabaja con un stock para 3 meses, pero al ser productos commodities se toma mucho en cuenta la variación de precios para realizar dichas compras. Se lleva un control adecuado del stock con el personal operativo encargado de preparación de mezclas y criadores.

3.3.1.2. Procesamiento de insumos

En esta etapa la finalidad es moler, mezclar y combinar los insumos de alimento con la composición nutricional requerida para cada etapa de crecimiento del cerdo, así como también el suministro de agua. En esta etapa se realizan dos procesos importantes; la molienda y el mezclado de alimento (maíz, soya, entre otros). Se suministra 25 a 30 toneladas de alimento por semana en promedio según información de producción de la empresa del año 2021

3.3.1.3. Producción

El proceso de producción de carne de cerdo tiene una serie de etapas o fases, que abarcan desde la detección de celo hasta el engorde, el cual dura 8 meses. El proceso productivo se basa en la crianza intensiva del animal desde su nacimiento hasta su muerte, en el cual se requiere un control del suministro de alimento, agua, limpieza, entre otros.

A. Fase de Detección de Celos:

Esta es la etapa inicial, consiste en detectar el celo de las hembras para realizar la posterior cubrición que se dará por inseminación artificial. La cerda puede reproducirse a partir de los cinco meses de vida, su periodo de celo es cada tres semanas a lo largo del año si no fue fecundada. Para la detección de celo se realiza la observación directa de la vulva y la inquietudes de la hembra.

B. Fase de Inseminación Artificial:

Para esta etapa se realiza la recolección y preparación del semen del verraco (cerdo macho semental) para la posterior aplicación en el cuello uterino de la cerda hembra. Primero se realiza la estimulación del macho, colocándolo sobre un potro de madera con un olor que estimule (con semen u orina). Después se debe realizar la limpieza del prepucio masajeándolo cuidadosamente, esto ayuda también a estimular al verraco.

Para la recolección del semen, el encargado espera que el pene salga del prepucio, luego se pone la mano en contacto este dejando resbalar sin apretar, posteriormente se procede a apretar la extremidad del pene con intervalos de presión hasta que empiece la eyaculación. La recolección del semen del verraco se lleva a cabo en recipientes de plástico o bolsas.

C. Fase de Gestación

Después de haber comprobado la preñez de la hembra se pasa a esta etapa de gestación que se realiza en unas jaulas individuales para brindarle el cuidado correspondiente en alimentación y condiciones de alojamiento para evitar abortos. Esta fase dura 3 meses, 3 semanas y 3 días o 115 días en promedio. Se realiza un control de su alimentación y limpieza.

D. Fase de Parto y Maternidad

Para esta etapa se observa que la cerda está inquieta por lo cual debe prepararse una cama de parto. El parto es un proceso natural, por lo que le hembra no requerirá asistencia, una vez que nace el primer cerdo los demás seguirán naciendo en intervalos de 15 minutos, completándose todo el parto en un lapso de 2 a 3 horas.

En esta fase se realiza la inyección de hierro al lechón, corte de cola y descolmillado. La camada de lechones por madre es 8-9 aproximadamente que nacen con un peso promedio de 1.5 kilos.

Después prosigue el período de lactancia es de aproximadamente de 21-28 días, la alimentación del lechón es únicamente de leche materna y una semana antes del destete se le debe dar el alimento pre-iniciador para acostumbrarlos a la alimentación balanceada, los lechones salen de esta etapa con peso de 9 kilos aproximadamente.

E. Fase de Destete

En esta fase se retira a la cerda quedando los lechones en el mismo sitio de lactancia durante aproximadamente una semana (7 a 10 días), iniciando un período independiente el cual consiste en alimentarse de un producto balanceado “pre-iniciador” para acostumbrarse a su nuevo tipo de alimento, los lechones deben alcanzar un peso promedio de 15 kg.

F. Fase de Levante

En esta fase los cerdos permanecen aproximadamente dos meses (60 días), utilizando el iniciador como tipo de alimento, con dos raciones diarias. Se debe tener un cuidado exhaustivo en esta etapa propia de crianza en el baño, limpieza y desinfección de los corrales, control de la temperatura y ventilación, entre otros. Los cerdos alcanzan un peso promedio de 40 kg.

G. Fase de Engorde

En esta fase los cerdos permanecen un promedio de 30 días, utilizando el tipo de alimento denominado “desarrollo” y “terminador”. El consumo de alimento es más alto, debido al rápido crecimiento del mismo, adquiriendo un peso de 68 kg.

También es importante indicar que en esta etapa se selecciona hembras de reemplazo si es que fuera el caso, para que reemplacen a las anteriores cerdas reproductoras.

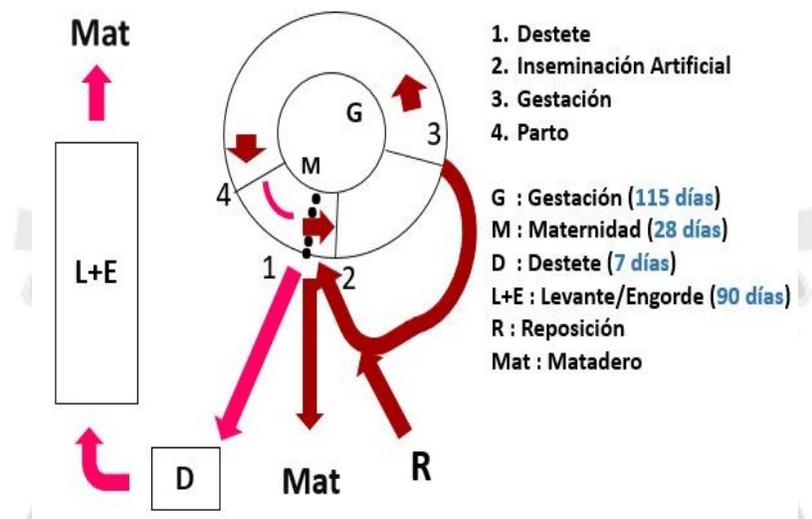


Figura 21 Diagrama del ciclo productivo

Comentario: El ciclo productivo de la empresa empieza desde la etapa de gestación hasta la etapa de engorde

Fuente: Adaptada a la empresa

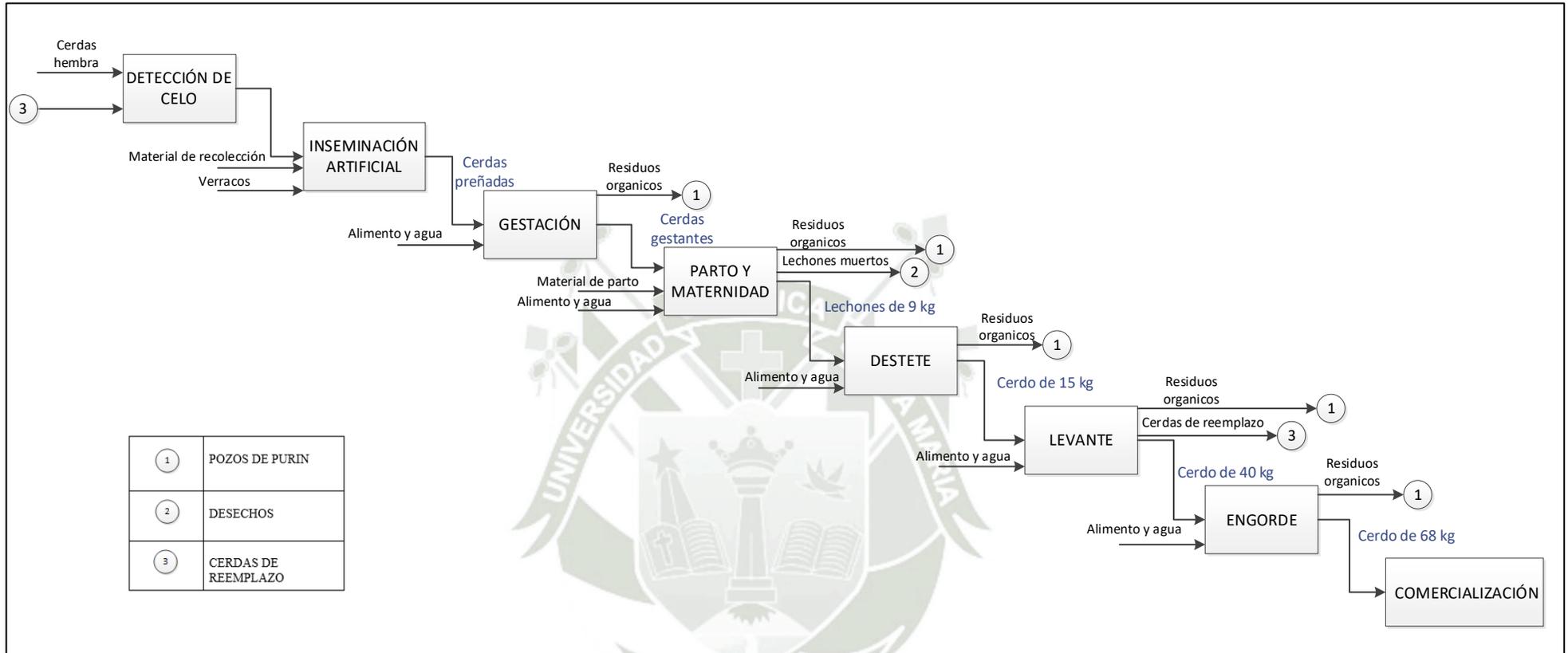


Figura 22 Proceso productivo de Pecuaria Producciones Talan

Comentario: El ciclo productivo de la empresa empieza desde la etapa de gestación hasta la etapa de engorde

Fuente: La empresa
Elaboración Propia

3.3.1.4. Comercialización

Para esta fase previamente los animales son trasladados al matadero para su sacrificio y acondicionamiento del producto. Las actividades de comercialización se refieren a la venta y distribución del producto final (cerdo comercial de 68 kg) a los clientes mayoristas descritos, la empresa tiene clientes fidelizados lo cual agiliza esta fase importante, entonces el tiempo de venta es corto.

3.3.1.5. Manejo de residuos orgánicos

El actual manejo de residuos orgánicos, estiércol porcino, es bastante simple; se basa en una limpieza interdiaria de los galpones utilizando escoba, lampa y agua; evacuando el estiércol a los canales ubicados estratégicamente en ambos extremos del galpón, los cuales conducen el purín a las pozas de almacenamiento. Todos los galpones cuentan con canales de purín que desembocan. Si el primer pozo de almacenamiento llega al límite de su almacenamiento, se abre la puerta de desfogue al pozo 2, hasta aligerar la carga del pozo 1, ya que ambos están conectados, entre ambos hay una distancia de 15 metros. El desfogue final de ambos pozos se realiza a una zona agrícola ubicado a medio kilómetro de distancia, esta práctica se da por acuerdo de ambas partes, ya que este purín es utilizado como fertilizante para terreno agrícola en reposo.

3.3.2. Diagrama de flujo de Producción porcina

El área de producción fue quien brindo la información para elaborar el Diagrama de Flujo de Producción porcina. El presente diagrama tiene por finalidad brindar mayor detalle de los procesos que implican el manejo en la crianza porcina.

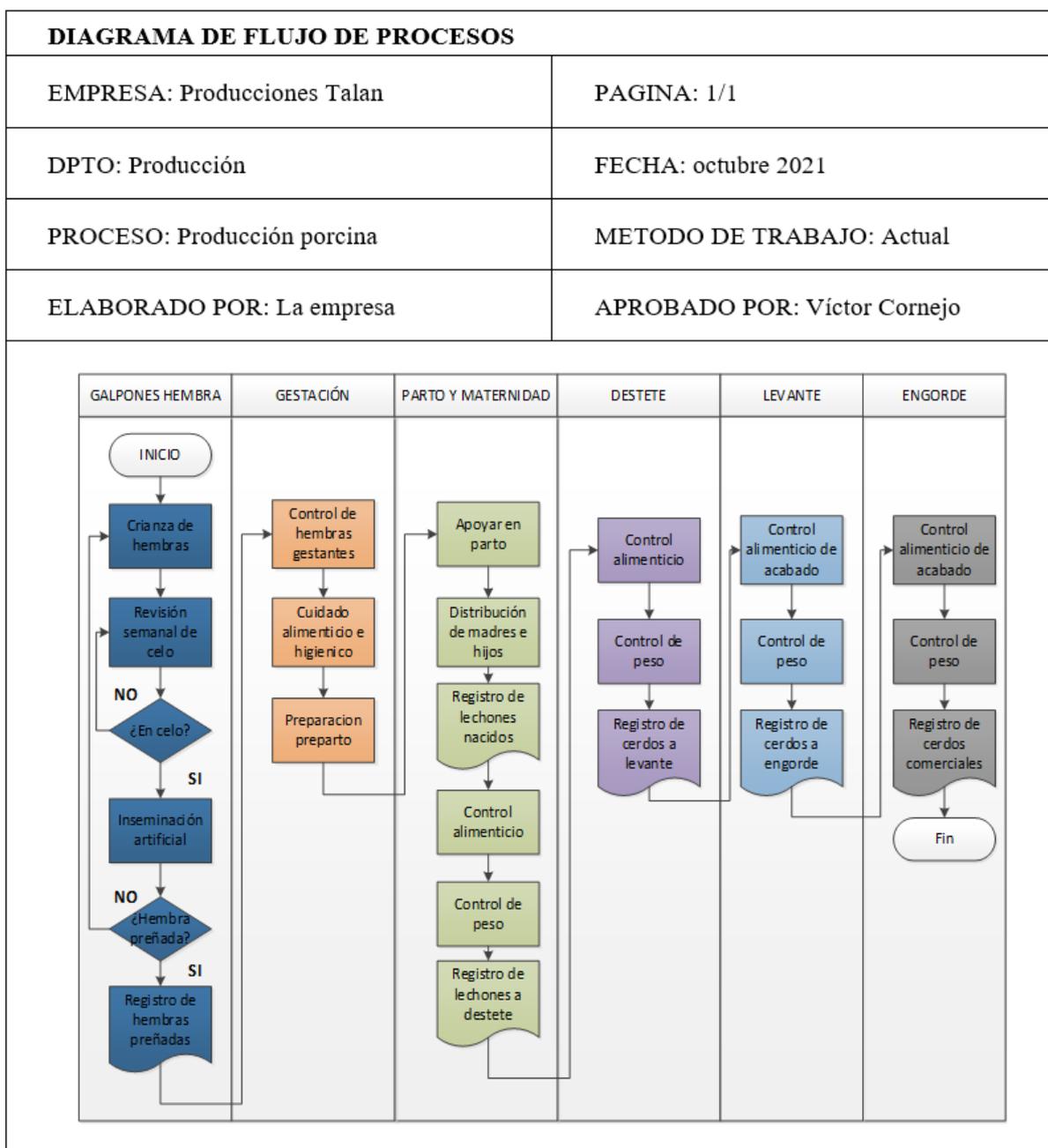


Figura 23 Diagrama de flujo del proceso productivo porcino

Comentario: El presente diagrama describe el proceso productivo porcino

Fuente: La empresa

3.3.3. Diagrama de flujo de Gestión de residuos orgánicos

El área de producción fue quien brindo la información para elaborar el Diagrama de Flujo de Manejo de Residuos Orgánicos. El presente diagrama tiene por finalidad brindar mayor detalle de los procesos que implican el manejo de efluentes pecuarios.

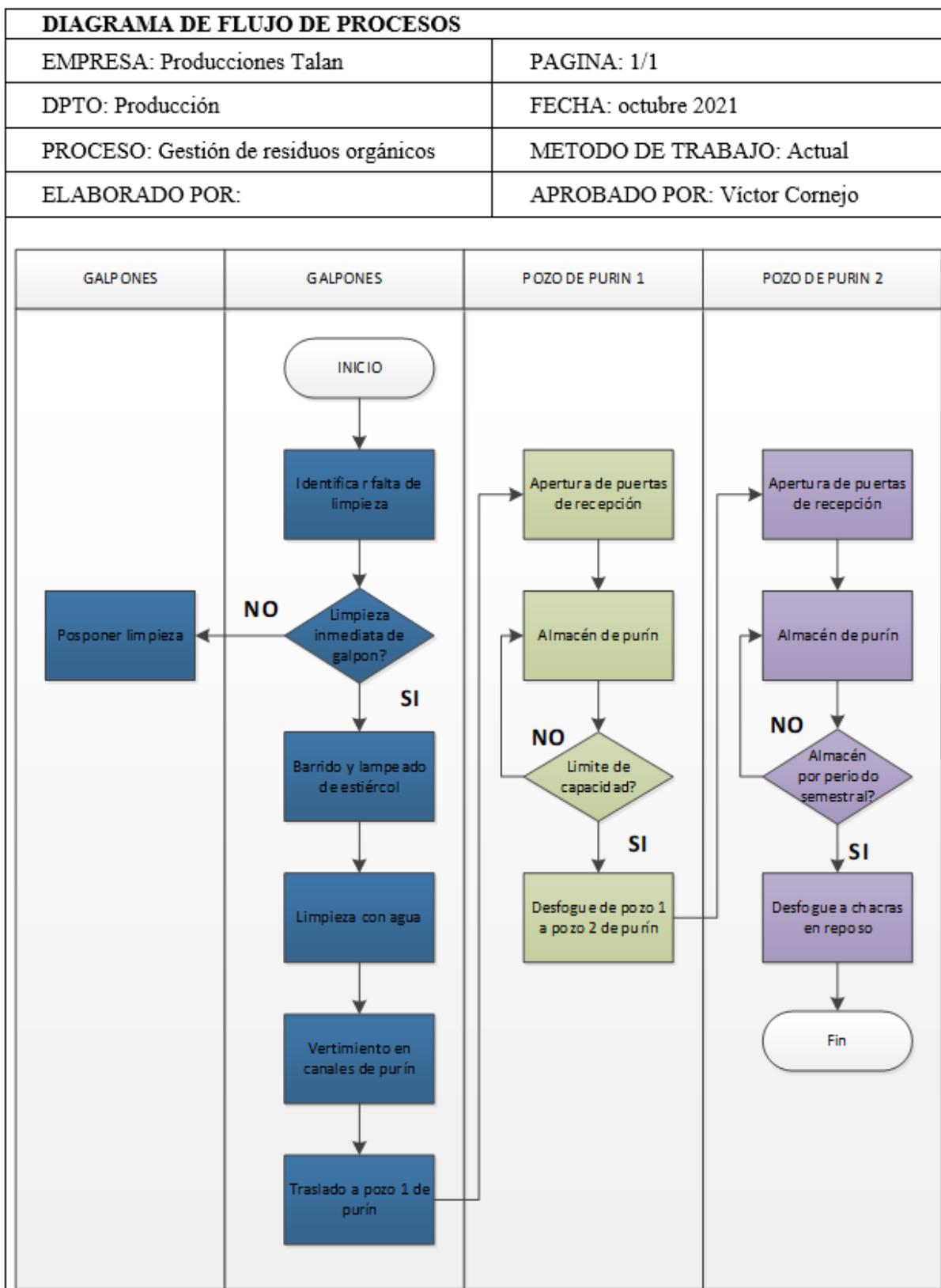


Figura 24 Diagrama de flujo de gestión de residuos orgánicos

Comentario: El presente proceso de manejo de estiércol es el que se aplica actualmente en la empresa

Elaboración Propia

3.3.4. Diagrama de bloques del proceso productivo porcino

El presente diagrama tiene por finalidad brindar mayor detalle de los procesos productivos de la empresa.



Figura 25 Diagrama de Bloques de la Pecuaria

Fuente: La empresa

3.3.5. Flow Sheet

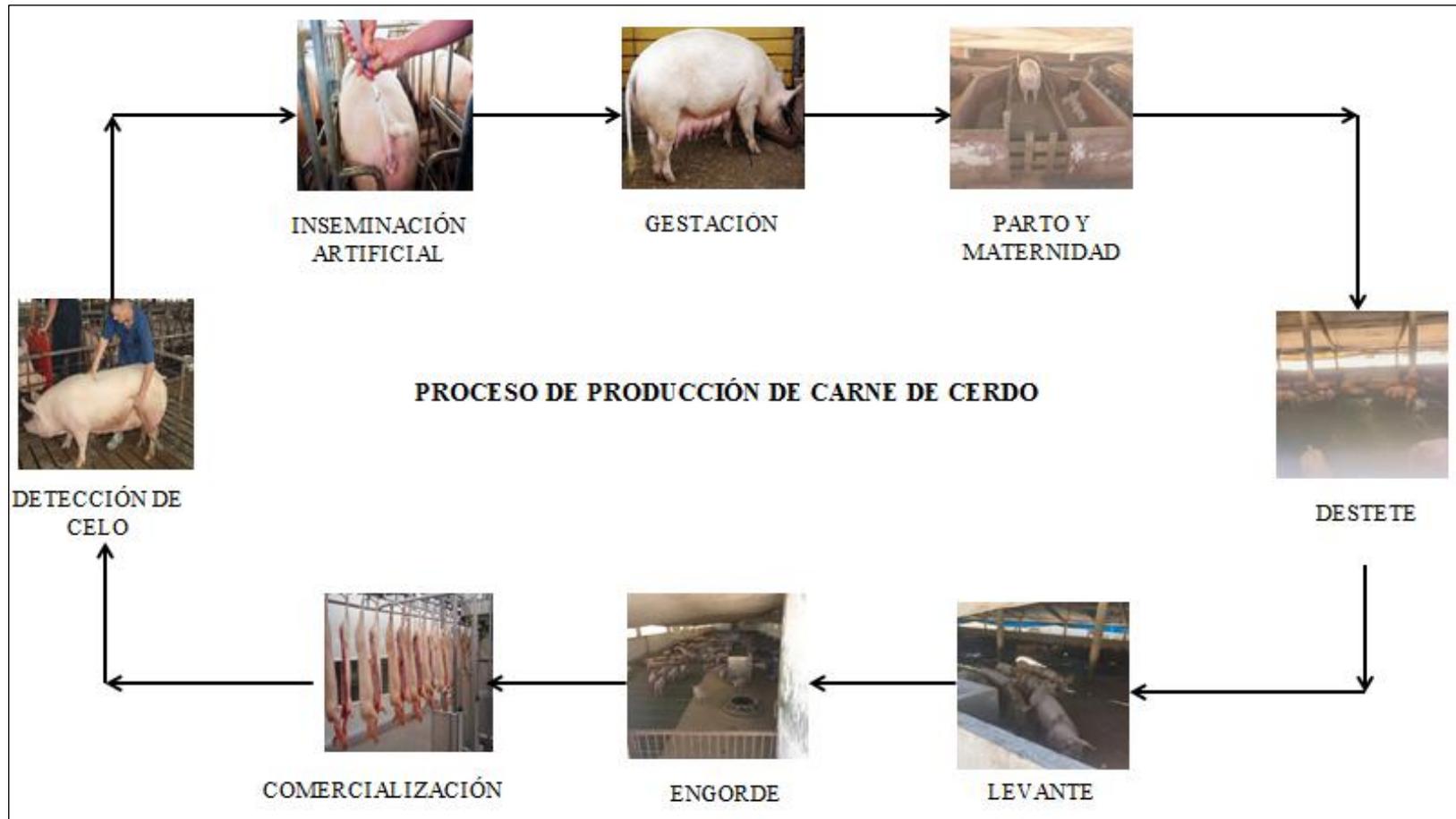


Figura 26 Proceso de producción de carne de cerdo

Elaboración propia

3.3.6. Producción mensual porcina

3.3.6.1. Producción de carne de cerdo

La pecuaria porcina cría cerdos Yorkshire o Large White, la capacidad productiva de una pecuaria se mide por la cantidad de madres que posee, dados los registros de la empresa en el año 2021 se tuvo 90 madres y 8 verracos, las hembras paren 2.4 veces al año y dan a luz a 9 lechones por parto en promedio; en el periodo 2021 se fecundo de 4 a 7 hembras por semana; la producción porcina mensual promedio en número de cabezas del año 2021 fue de 180 cabezas, se realizó una entrevista al jefe de la pecuaria, indicando que dentro de todas las etapas del porcino se tiene 10% aprox. de mortandad por mes, este dato se verificó con información brindada por la empresa y con la referencia bibliográfica. Brunori et al. (2003)

Etapas de crianza	Cantidad de animales por etapa
Engorde	180
Levante	180
Destete	200
Parto y Mat.	45
Gestación	45
Verracos	8
Total	658

Tabla 16 Cantidad de animales por etapa 2021

Comentario: Número de animales promedio mensual de la pecuaria
Fuente: La empresa

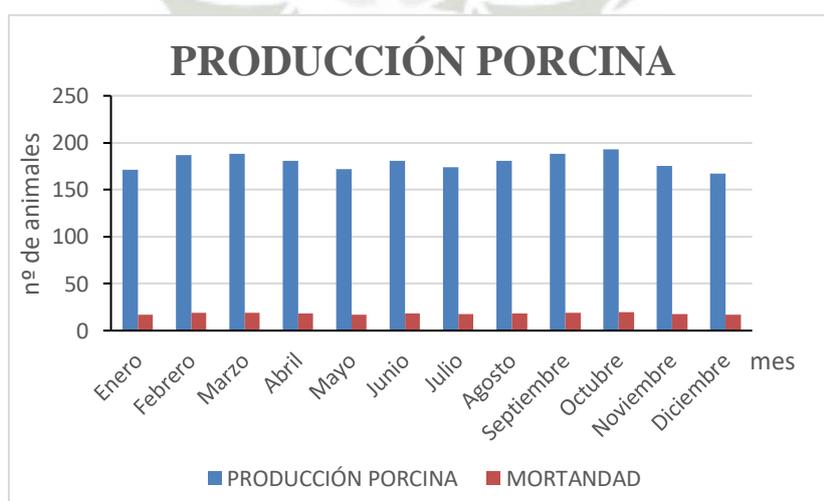


Figura 27 Producción porcina 2021

Comentario: La producción porcina en número de cabezas en el año 2021 fue de 180 cabezas mensuales en promedio, con una mortandad de 10 % para todo el proceso

Fuente: La empresa

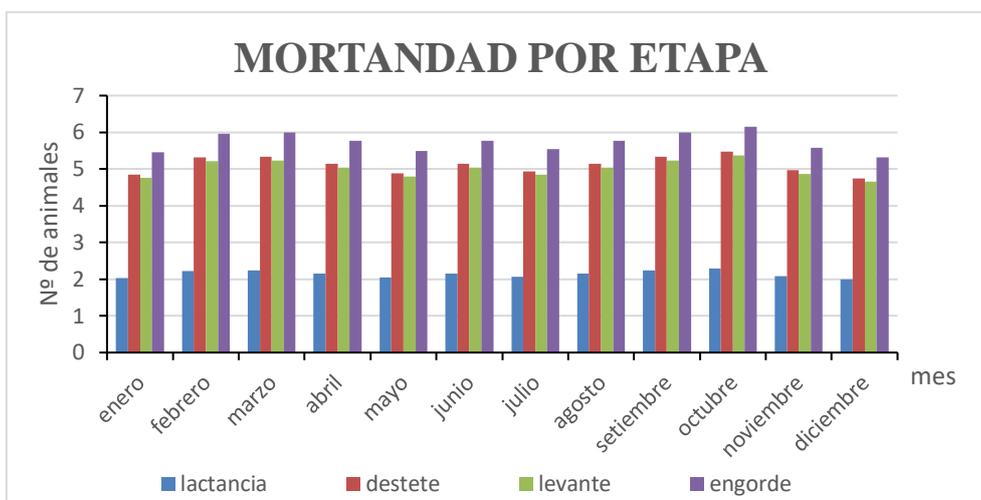


Figura 28 Mortandad por etapas del año 2021

Comentario: La mortandad en la pecuaria del año 2021 fue de 18 porcinos mensuales en promedio en toda la etapa de producción.

Fuente: La empresa

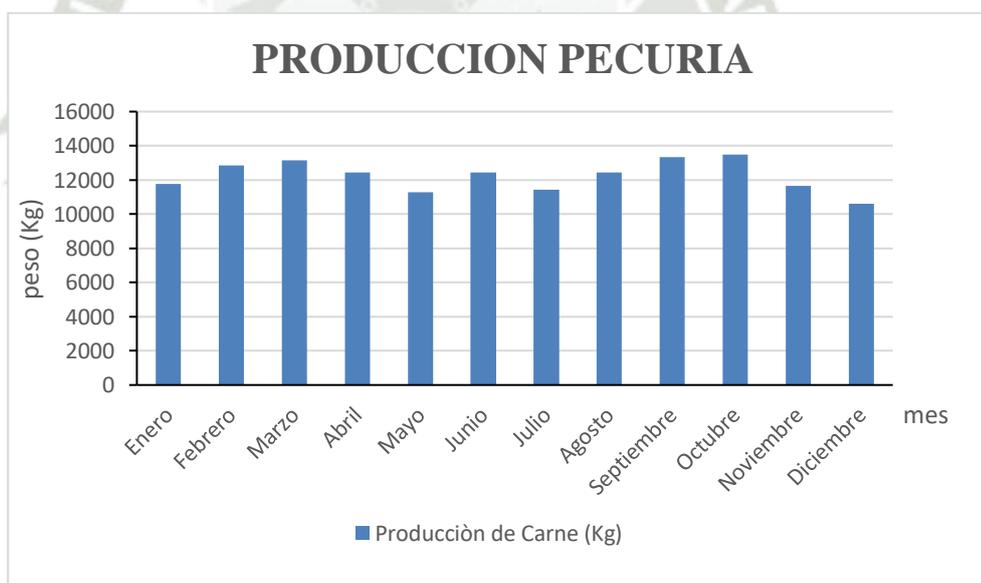


Figura 29 Producción porcina en la pecuaria 2021

Comentario: La producción porcina promedio en kilogramos para el año 2021 fue de 12240 kilos mensuales

Fuente: La empresa

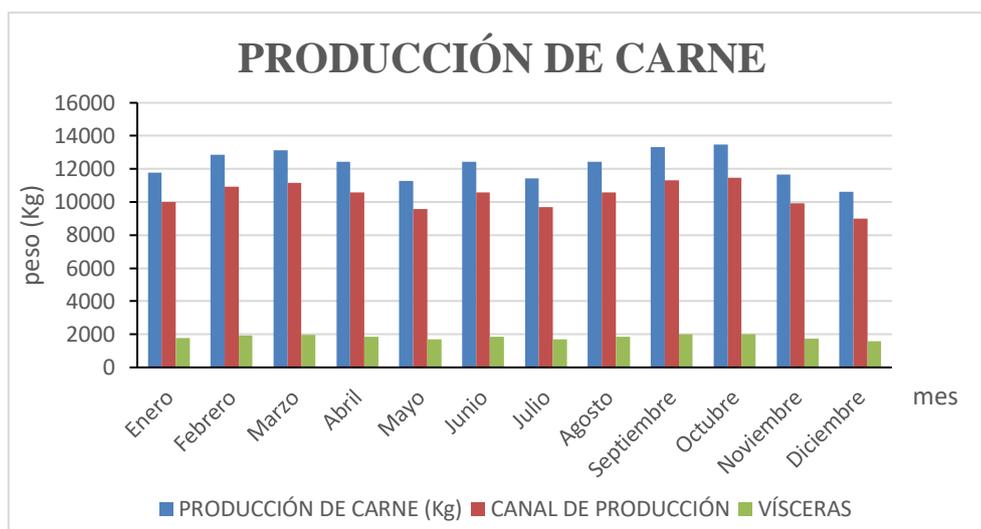


Figura 30 Producción Total Porcina (canal y vísceras)

Comentario: La producción de canal tiene un 85% de rendimiento, siendo el resto vísceras, en el año 2021 fue de 11743 Kilos mensuales de canal en promedio

Fuente: La empresa

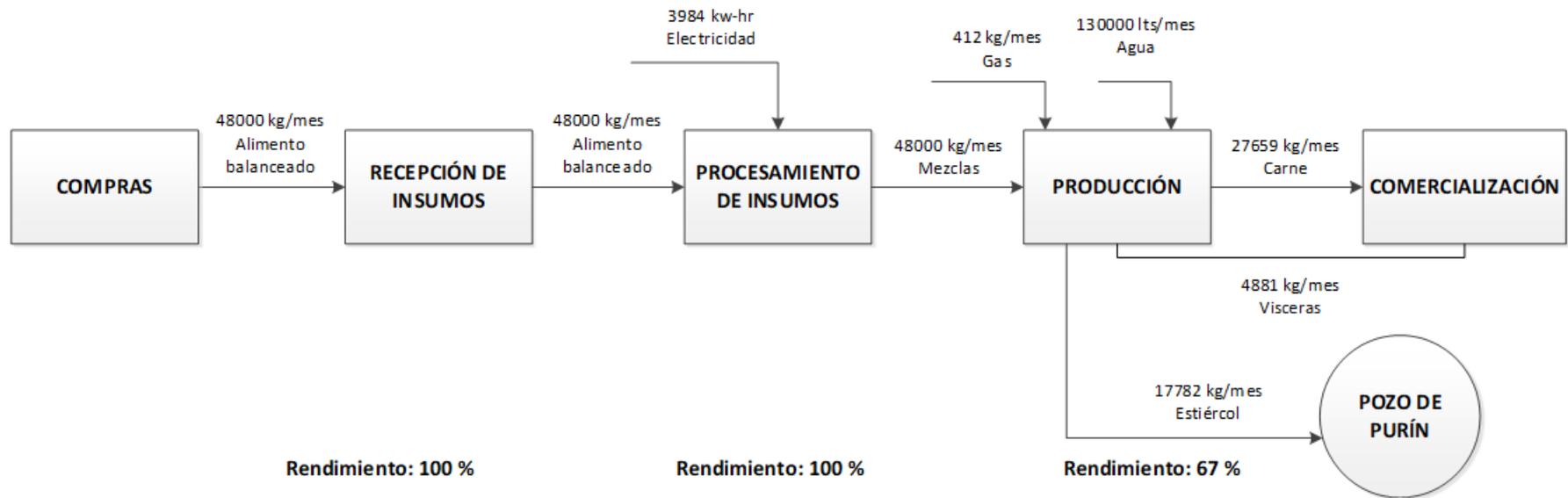
3.3.6.2. Balance de Materia

El análisis del balance de materia se realiza para evidenciar el ingreso y salida de materia prima en el proceso productivo, permite identificar las entradas y salidas de dos elementos en especial, el alimento balanceado (con un ingreso de 48000 kilos mensual en promedio) y los residuos orgánicos (estiércol) que se genera. A continuación, se presenta tablas y figuras para describir el balance de materia mensual según datos obtenidos del área de crianza referentes al periodo 2021.

Etapas	Cantidad (unds)	Peso (Kg)	Peso total (Kg)	Alimento (Kg)	Estiércol (Kg)	Consumo de agua (m ³)
ENGORDE	180	68	12240	15100	7128	34840
LEVANTE	180	55	9900	14040	4374	31320
DESTETE	200	15	3000	6000	1620	21000
PARTO Y MAT	45	72	3240	7180	2624	21600
GESTACION	45	80	3600	4720	1580	18200
VERRACO	8	70	560	960	456	3040
TOTAL	658	360	32540	48000	17782	130000

Tabla 17 Cantidad de alimento y estiércol por etapa

Fuente: La empresa



INGRESO		SALIDA	
Maíz	21360	Maíz	21360
Afrecho	14640	Afrecho	14640
Soya	10320	Soya	10320
Calcio carbonato	952	Calcio carbonato	952
Premezcla	480	Premezcla	480
Sal	240	Sal	240
Ortofosfato	8	Ortofosfato	8
Total	48000	Total	48000

INGRESO		SALIDA	
Maíz	21360	Mezcla 1	19200
Afrecho	14640	Mezcla 2	16800
Soya	10320	Mezcla 3	12000
Calcio carbonato	952		
Premezcla	480		
Sal	240		
Ortofosfato	8		
Total	48000	Total	48000

INGRESO		SALIDA	
Mezcla 1	19200	Carne	27659
Mezcla 2	16800	Visceras	4881
Mezcla 3	12000		
Total	48000	Total	32540

Figura 31 Balance de materia de la pecuaria

Elaboración propia

En la **figura 32** se detalla el consumo promedio mensual de propano en las etapas de gestación y parto-maternidad, siendo un consumo total de 412.49 kg que equivalen a 809 m³ de biogás. Se observa que en la etapa de engorde tiene una mayor producción de biogás, biol y biosol, ya que produce mayor cantidad de estiércol.

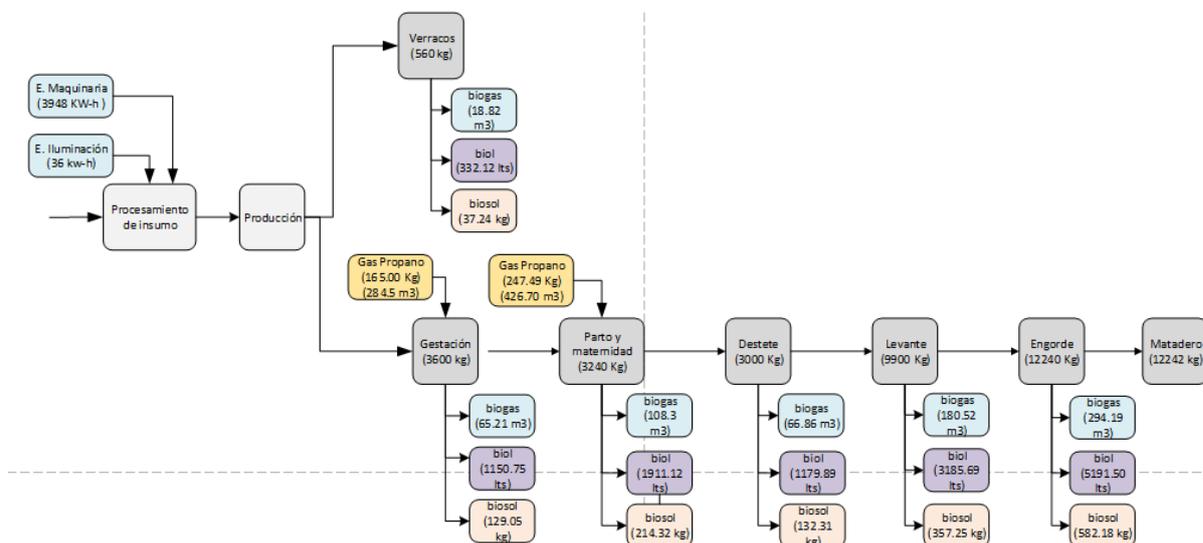


Figura 32 Balance de energía de la pecuaria

Elaboración Propia

En la **Figura 33** se presenta el consumo diario de alimento, producción de estiércol y generación de biogás de un cerdo de la etapa de engorde de la pecuaria.

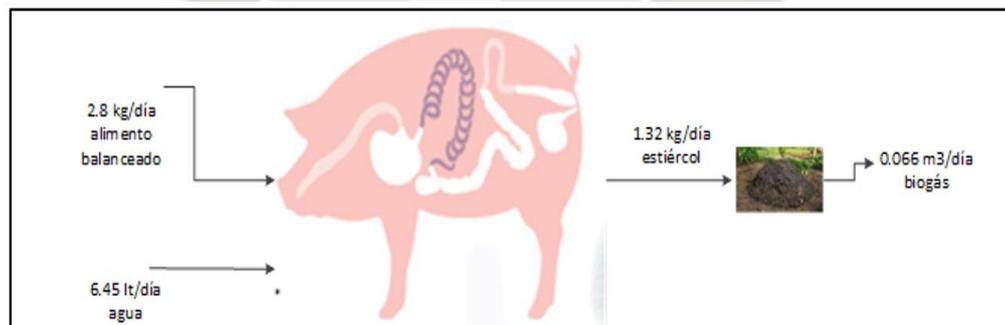


Figura 33 Equivalencia diaria por cerdo de alimento, estiércol y biogás

Elaboración Propia

3.3.7. Sistema Actual de Gestión de Residuos

3.3.7.1. Identificación de Generación de Residuos Orgánicos

Según datos del área de producción de la pecuaria, se produjo 17782 kg/mensual de estiércol en promedio en el año 2021. Además, se genera 45000 l/mensual de agua residual en promedio, que es utilizada para limpieza, traslado y disipación de olor del estiércol (el agua que se utiliza

en la pecuaria proviene de agua de regadío); el agua de limpieza que ingresa tiene una pérdida del 10 %. Asociación de Porcicultores de Ecuador - ASPE (2012)

Ambos efluentes son direccionados al pozo de almacenamiento mediante canales que se encuentran ubicados en las partes laterales de cada galpón de crianza. Los galpones, con dimensión de 50 x 6 m., tienen una ligera inclinación hacia los extremos para facilitar la limpieza.

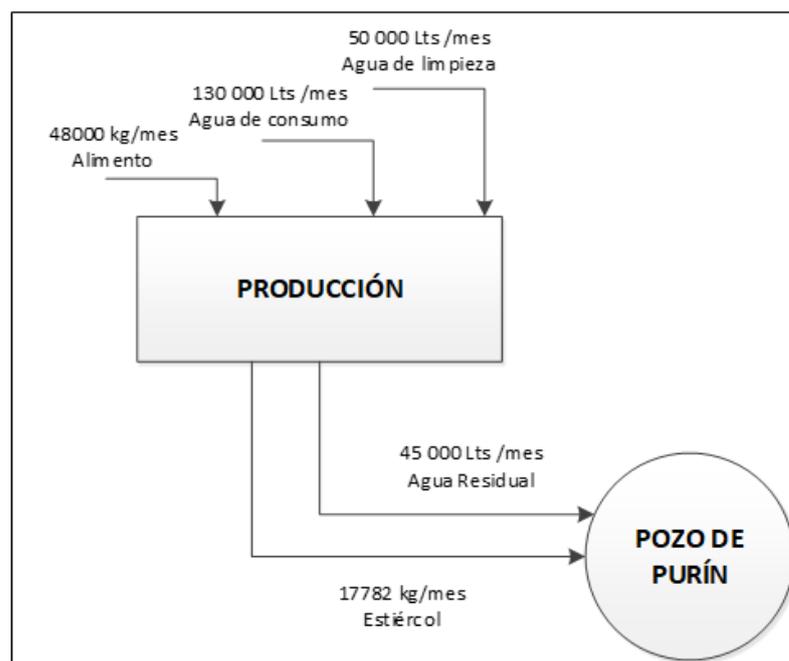


Figura 34 Balance de Efluentes Generados

Comentario: Se observa la cantidad de estiércol y agua que se vierte, que juntos forman el purín almacenado

Fuente: La empresa

Elaboración: Propia

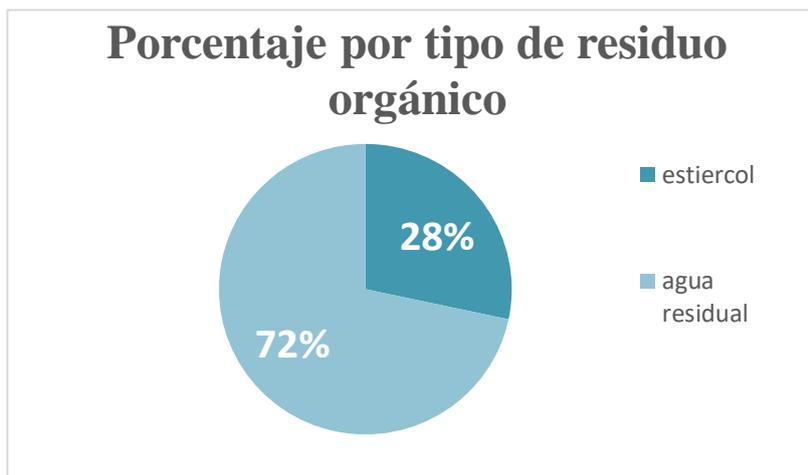


Figura 35 Porcentaje de residuo orgánico

Comentario: Se observa que la cantidad de estiércol representa el 28 % aproximado del total de efluente vertido a los pozos.

Fuente: La empresa
Elaboración: Propia

A continuación, se muestra una vista satelital con imágenes de los galpones de crianza, canales de purín y pozo de estiércol que permite observar la ubicación de estos.



Figura 36 Vista periferia de la pecuaria

Comentario: Se observan en forma panorámica las instalaciones de crianza y pozos de estiércol ubicado en terrenos de la empresa

Fuente: Google Earth (2021)



Figura 37 Canales de traslado de purín

Comentario: Los canales sirven para trasladar el estiércol desde los distintos galpones hacia los pozos de purín, todos los canales están conectados para desembocar en el pozo de purín.

Fuente: La empresa



Figura 38 Pozo de estiércol

Comentario: En estos pozos se almacena todo el estiércol generado proveniente de los diversos galpones de crianza.

Fuente: La empresa

3.3.7.2. Gestión y Disposición Final

La gestión actual respecto al estiércol generado es bastante simple y perjudicial para el medio ambiente, como antes se mencionó el estiércol es almacenado en dos pozos de purín que tienen contacto directo con el medio ambiente.

La disposición final del estiércol almacenado, consiste en suministrar este efluente a una zona agrícola aledaña según las necesidades de esta, pues es utilizado como abono en tierras que se encuentran en reposo. Este desfogue se realiza de manera semestral por lo general, a través de canales que los conectan.

Como se mencionó líneas anteriores, la pecuaria vierte de manera mensual a los pozos 17782 kg. de estiércol con 45000 litros de agua, según el área de crianza. A continuación, se muestra mediante un gráfico la cantidad de flujo de estiércol y agua vertida al pozo y una vista panorámica de la disposición final del purín.



Figura 39 Cantidad de efluentes generados

Comentario: Se observa la cantidad de efluente mensual que va hacia el pozo de purín, luego este efluente desemboca en una zona agrícola.

Fuente: La empresa
Elaboración propia



Figura 40 Vista periférica de disposición de estiércol

Comentario: Se observa la ubicación de los pozos y el terreno agrícola que utiliza el purín

Fuente: la Empresa
Elaboración Propia



Figura 41 Vista periférica de pozas de estiércol

Comentario: Se observa la ubicación de los pozos dentro de las instalaciones de la empresa

Fuente: la empresa

3.3.8. Impacto Ambiental

En la granja porcina se genera residuos originados en orina y estiércol, estos residuos son direccionados a las pozas de almacenamiento temporal, por lo cual como nos indica el reglamento de manejos de los residuos sólidos de sector agrario (Ley 478535) del capítulo V, es importante el reaprovechamiento de residuos sólidos agropecuarios, agroindustriales y de otras actividades del sector agrario, dando hincapié a la minimización y disposición de los residuos sólidos. Asimismo, se resalta que el estiércol almacenado en estas pozas, ya no son utilizables para un sistema de biodigestión, pues al haber estado en contacto con el ambiente por largo periodo, ya perdieron sus propiedades químicas; contrario al estiércol diario que puede ser aprovechado.

Por lo cual otra alternativa de gestión para el estiércol actual almacenado en las pozas, es la contratación de una EPS que disponga su transporte y eliminación. En el **anexo 2**, se presenta la cotización para poder disponer de estos desechos de la empresa DISAL S.A.C. mediante un servicio de succión y transporte de efluentes con un costo de S/. 4380.00 por 10 m³.



CAPITULO IV
4 PROPUESTA DE MEJORA

4.1. Evaluación de producción según indicadores de economía circular

En este capítulo se evaluará como se desarrolla el proceso productivo de la empresa pecuaria según indicadores de economía circular que permitirá reflejar si la empresa integra enfoques de Productividad, Calidad y Medio Ambiente, para identificar oportunidades de circularidad y desarrollo sostenible.

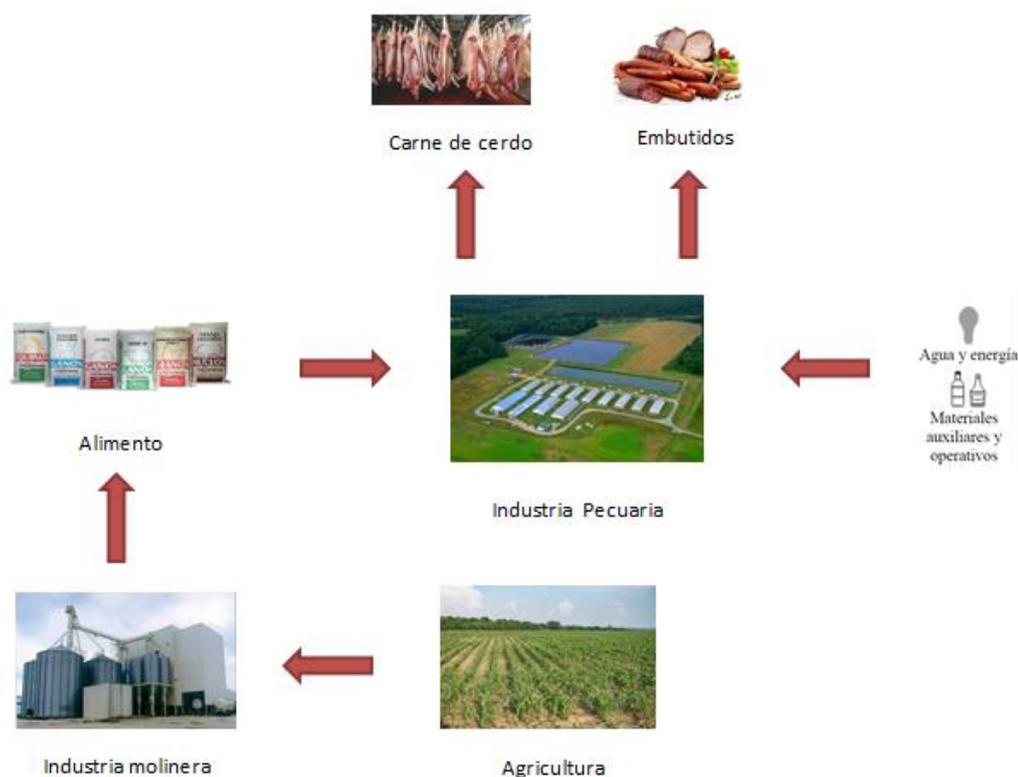


Figura 42 Proceso actual de producción porcina desde la cuna a la cuna

Comentario: Se muestra como la pecuaria usa materia prima de la industria molinera, que a su vez proviene del sector agrícola.

Fuente: La empresa
Elaboración: Propia

En la **figura 42** se muestra como la empresa pecuaria usa como materia prima las semillas y granos para la alimentación de los animales y a su vez su producto es la carne de cerdo y embutidos para el consumo humano.

La presente evaluación de la situación actual de la producción y del impacto ambiental de la pecuaria está orientada bajo la Guía para el Desarrollo de Autodiagnóstico en Economía Circular en la Industria Navarra, la cual se da en cuatro fases: mapeo de flujo de materiales, recursos y residuos; diagnóstico de impactos ambientales; evaluación mediante indicadores de circularidad y la identificación de oportunidades de circularidad. Cámara de Navarra (2017),

4.2. Fase I: Mapeo de Flujo de Materiales, Recursos y Residuos

Según Cámara de Navarra (2017) en el siguiente mapeo de flujo de materiales y residuos se muestra las diferentes operaciones realizadas para la obtención de carne de cerdo a lo largo de su ciclo de vida, incluyendo la materia prima, materiales auxiliares, recursos, energía y agua.

Se muestra el flujo de materiales, en el que se detalla el flujo de grandes cantidades de alimento y agua que se utiliza a lo largo del proceso productivo desde la recepción del insumo principal (alimento) hasta la obtención del cerdo comercial, el proceso productivo de la empresa es de 8 meses aproximadamente.

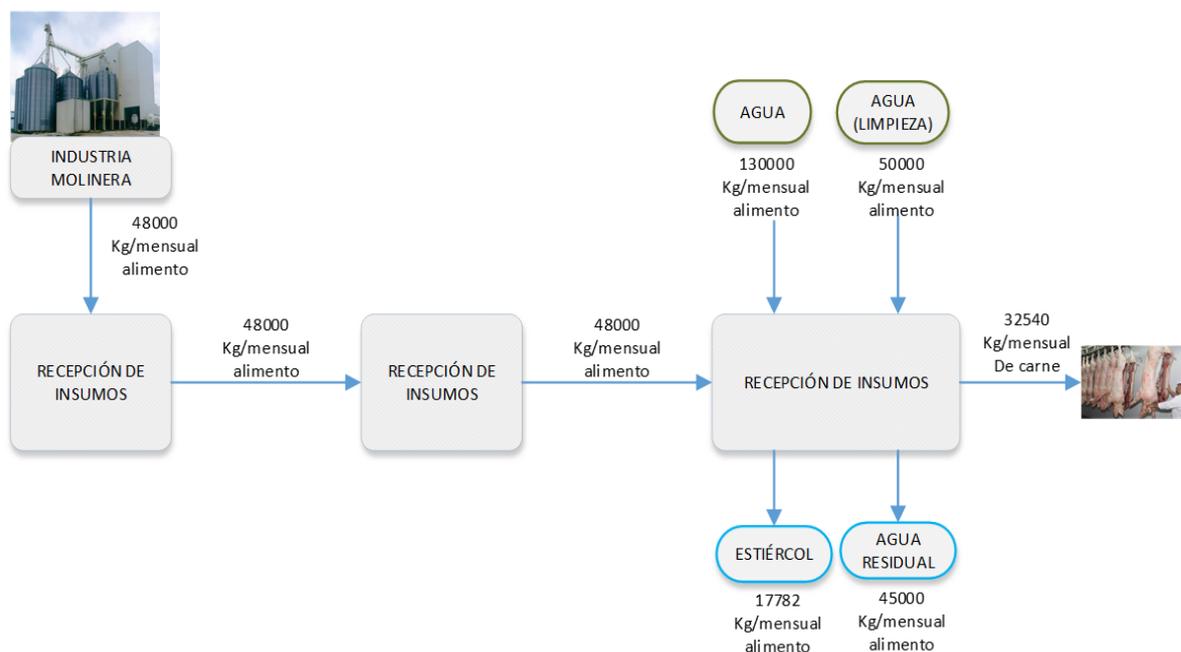


Figura 43 Balance general de materia bajo el enfoque de economía circular

Comentario: El proceso de crianza es un proceso largo, en donde ingresan grandes cantidades de alimento y agua; así como salidas de estiércol y agua residual.

Fuente: La Empresa
Elaboración propia

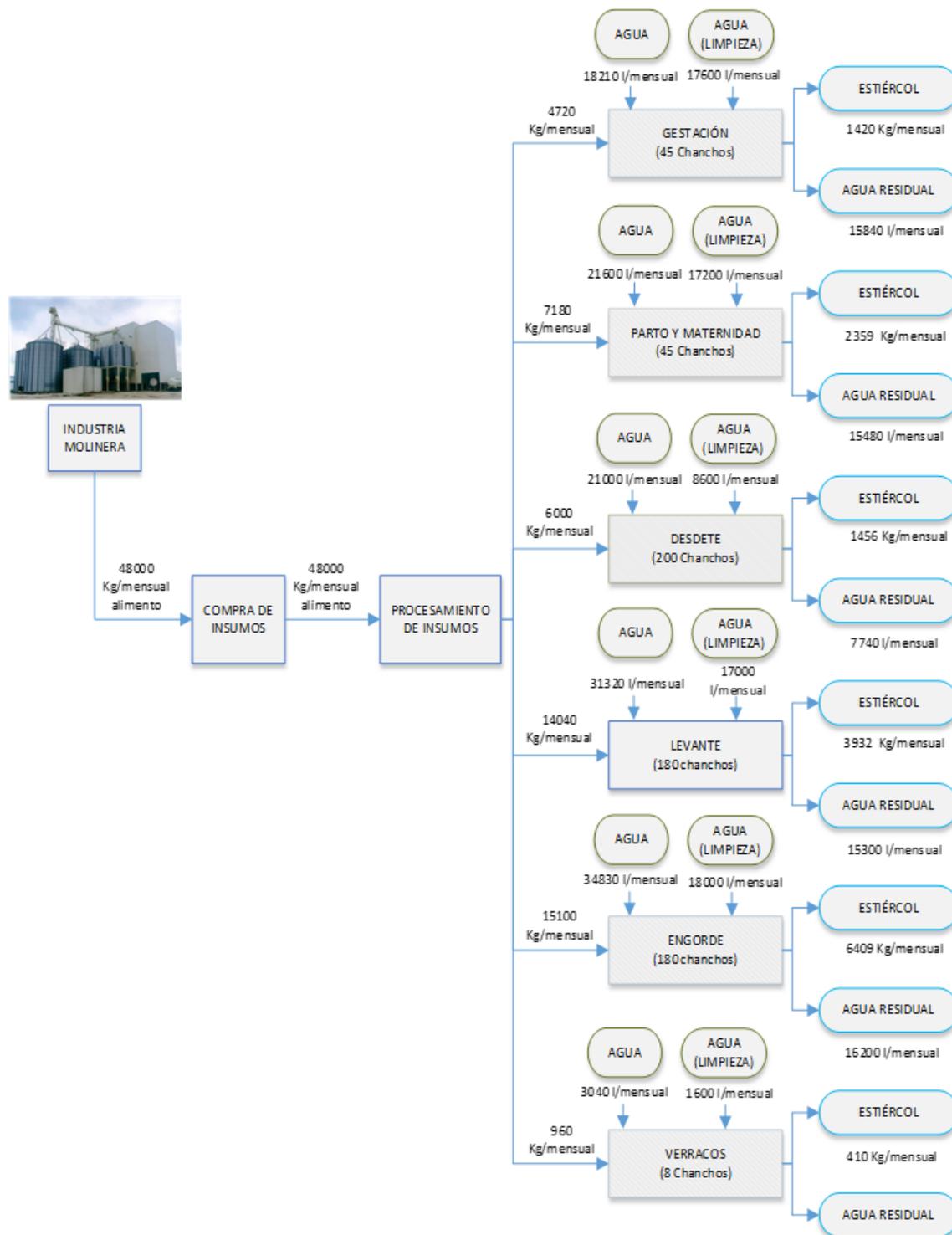


Figura 44 Balance detallado de alimento y efluentes orgánicos

Comentario: Se muestra el flujo de entradas y salidas en el proceso de crianza.

Fuente: la Empresa
Elaboración propia

En la **figura 45** se presenta los ingresos de insumos a la producción en las diferentes etapas de crianza y las salidas de la producción (estiércol) y su equivalencia en biogás.

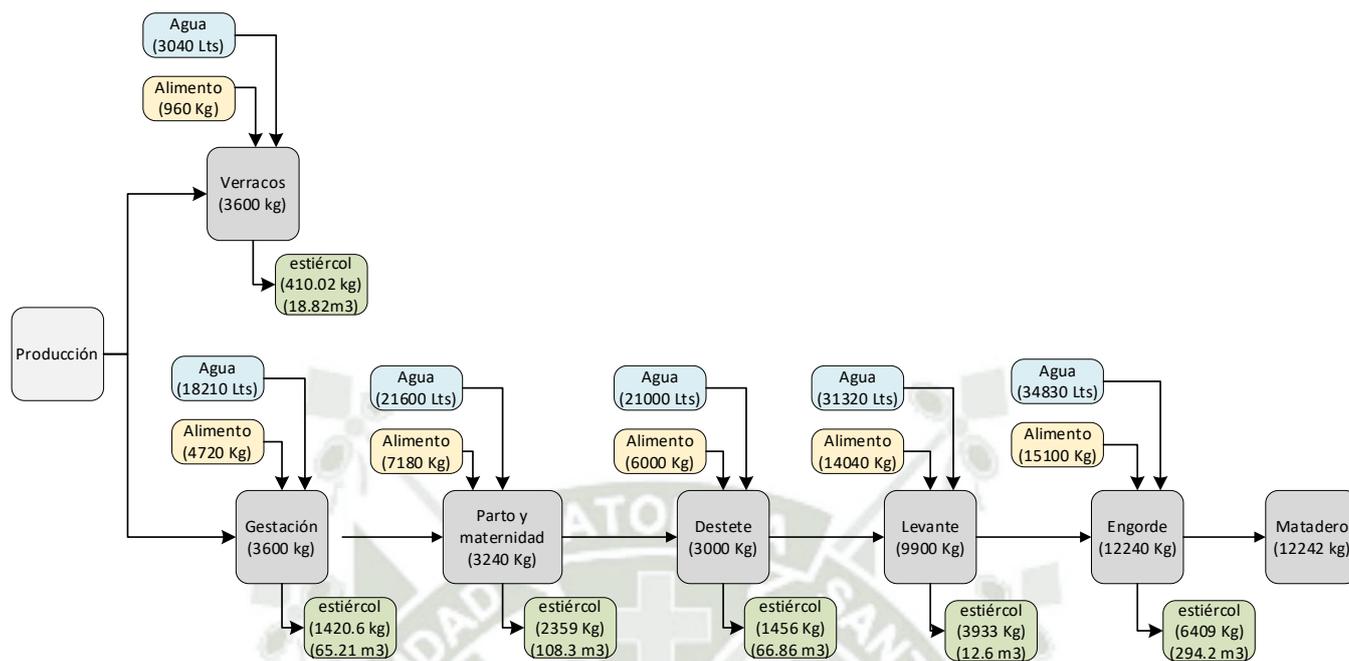


Figura 45 Flujograma de efluentes mensual

Fuente: La Empresa
Elaboración propia

En la siguiente tabla se muestra una lista de los principales insumos o materiales necesarios para el proceso de crianza, además sus costos promedios por tonelada en el periodo 2021.

Material	Costo por tonelada (S/.)
Maíz	1210.00
Afrecho	1380.00
Harina de soya	2044.40
Calcio carbonatado	260.00
Premezcla	26000.00
Sal	500.00
Ortofosfato	4500.00

Tabla 18 Costo promedio por insumo (2021)

Fuente: La Empresa
Elaboración Propia

4.2.1. Materia Prima y Materiales Auxiliares.

La materia prima para la producción porcina es el alimento, el cual está constituido primordialmente de maíz, afrecho y soya. Los materiales auxiliares que intervienen en menor cantidad son: calcio carbonato, orto fosfato, sal, premezclas (de vitaminas y minerales), entre otros. En el proceso productivo de la pecuaria ingresa 48 toneladas de alimento por mes

aproximadamente para lograr una producción de carne (peso ganado del cerdo) de 32 toneladas por semana, es decir, aproximadamente un rendimiento del 66.67 %.

A continuación, en la **Tabla 19** se muestra la participación porcentual de cada material presente en la alimentación del cerdo:

Material	% de la mezcla
Maíz	57.88%
Afrecho	25.95%
Harina de Soya	12.97%
Calcio Carbonatado	1.60%
Premezcla	1.00%
Sal	0.40%
Ortofosfato	0.20%

Tabla 19 Porcentaje de dieta de cerdo por tipo de insumo

Fuente: la Empresa

4.2.2. Recursos: Agua y Energía

Agua

En todo el proceso productivo se requiere la utilización de gran cantidad de agua, este recurso proviene de agua de regadío, ya que la pecuaria pertenece la Comisión de Regantes del Sub Sector Hidráulico Zamácola. La empresa recibe agua con una frecuencia de 3 veces por semana, para lo cual tiene un pozo de almacenamiento de agua de capacidad de 360 m³, que le sirve para almacenar el agua, para distribuir posteriormente a sus operaciones. El agua se utiliza para dos cosas principalmente: consumo animal y limpieza.

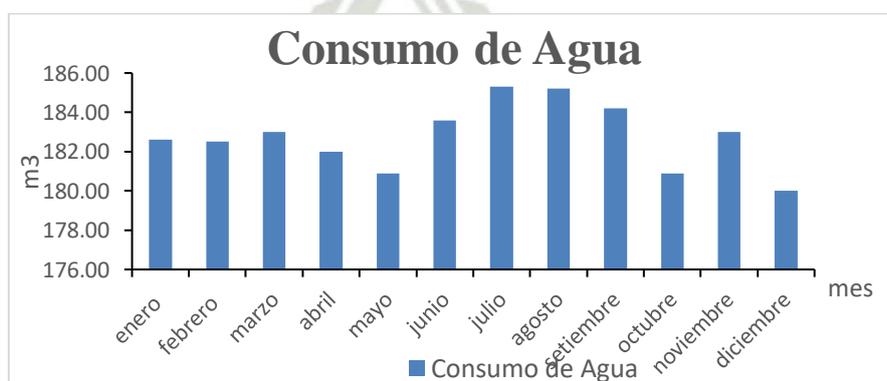


Figura 46 Consumo de agua por mes (m³)

Comentario: Se muestra el consumo hídrico para el periodo 2021, la pecuaria consumió un promedio mensual 180 m³ de agua

Fuente: La empresa

Energía

La pecuaria tuvo un consumo de energía según las variaciones de producción que fueron detalladas en la **Figura 47**. Utiliza energía eléctrica para alumbrado y procesamiento de alimento en la consta de un molino y dos mezcladoras estas trabajan 120 horas al mes , se tiene un consumo promedio mensual de 3989.5 kw-h para el periodo 2021.

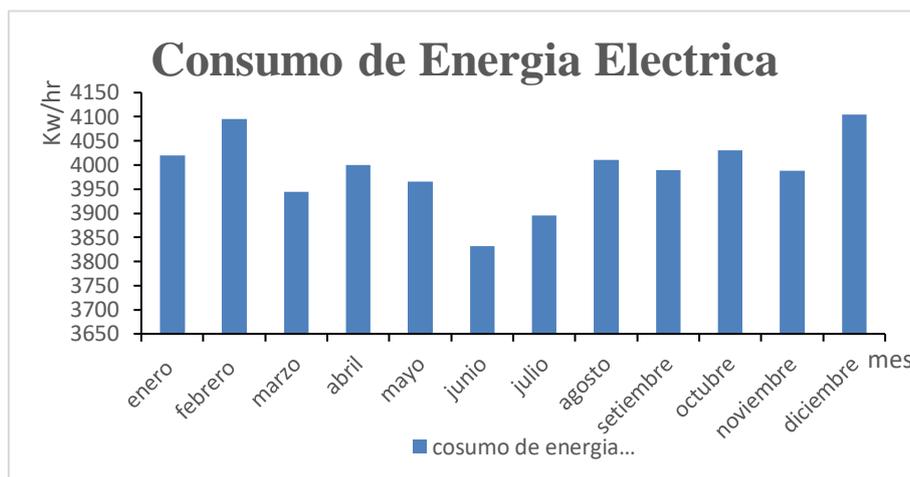


Figura 47 Consumo de energía eléctrica por mes (Kw-h)

Comentario: Se muestra el consumo eléctrico para el periodo 2021, la pecuaria consumió un promedio mensual 3989.5 kw-h

Fuente: La empresa

Gas

La pecuaria también consume gas común doméstico (GLP) que se utiliza para controlar la temperatura de crianza en la etapa de Gestación y Parto-Maternidad, mediante calefactores sencillos tipo campana que suministran calor. La temperatura adecuada de crianza es de (9-29°C) para cerdos de menos de 20 kilos y de (16-26°C) para cerdos menores de 50 kilos.

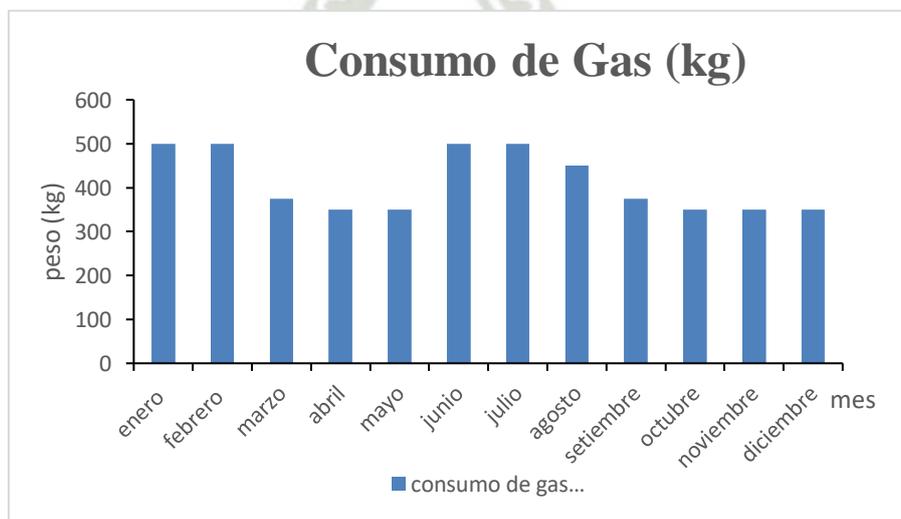


Figura 48 Consumo de gas doméstico por mes

Comentario: Se muestra el consumo de gas doméstico del periodo 2021, la pecuaria consumió un promedio mensual de 412 kg, equivalente a 41 balones de gas de 10 kilos

Fuente: La empresa

Es conveniente señalar que 100 m³ de biogás tiene el poder calorífico equivalente a 51 kg de GLP según Empresa Alemana Aqualimpia Engineering E.K (2020) , por lo cual el consumo promedio mensual de 412 kg de gas doméstico es equivalente a 808 m³ de biogás o 26.93 m³ diario en promedio y un máximo de 32.67 m³ de biogás .

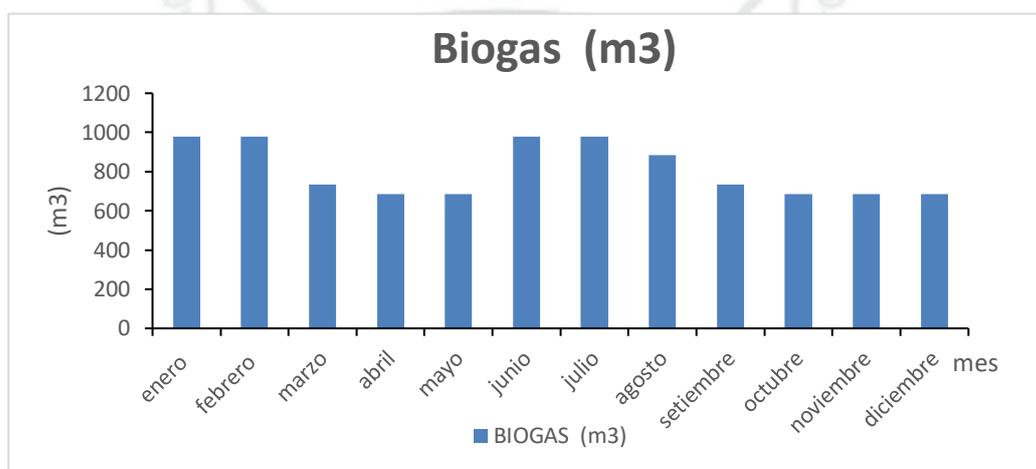


Figura 49 Consumo gaseoso equivalente en biogás por mes

Comentario: Se muestra el consumo equivalente en biogás para el periodo 2021, con un valor promedio de 808 m³ por mes.

Fuente: La empresa

Es conveniente aclarar que los calefactores actuales que usa la pecuaria, pueden utilizar el biogás, solo requiere una simple conversión para compensar el poder calorífico, la cual se basa en suministrar más biogás y menos aire; por lo tanto, se debe modificar (duplicar) el diámetro del orificio del inyector de gas y restringir la entrada de aire con una pieza plástica que permita abrir y cerrar la cantidad de aire que ingresa.



Figura 50 Calefactores de la pecuaria

Fuente: La empresa

Biol y Biosol

En la descomposición de los desechos orgánicos, por medio de la digestión anaeróbica, son el biogás y dos subproductos como el biol y el biosol que son usados como fertilizantes (abonos verdes).

4.2.3. Efluentes Industriales

Residuos Sólidos

La pecuaria genera diversos residuos a lo largo de su cadena productiva, pero el principal residuo por cantidad y volumen es el estiércol, el cual es vertido a pozos de almacenamiento y es desaprovechado; durante el proceso productivo se genera 17782 kg. de estiércol por mes aproximadamente.

Aguas residuales

La empresa pecuaria porcina también genera una cantidad considerable de agua residual proveniente de la limpieza de los galpones de crianza, esta, lo cual genera 45000 litros aprox. de agua residual por mes que desembocan en los pozos de almacenamiento de estiércol a través de los canales de purín.

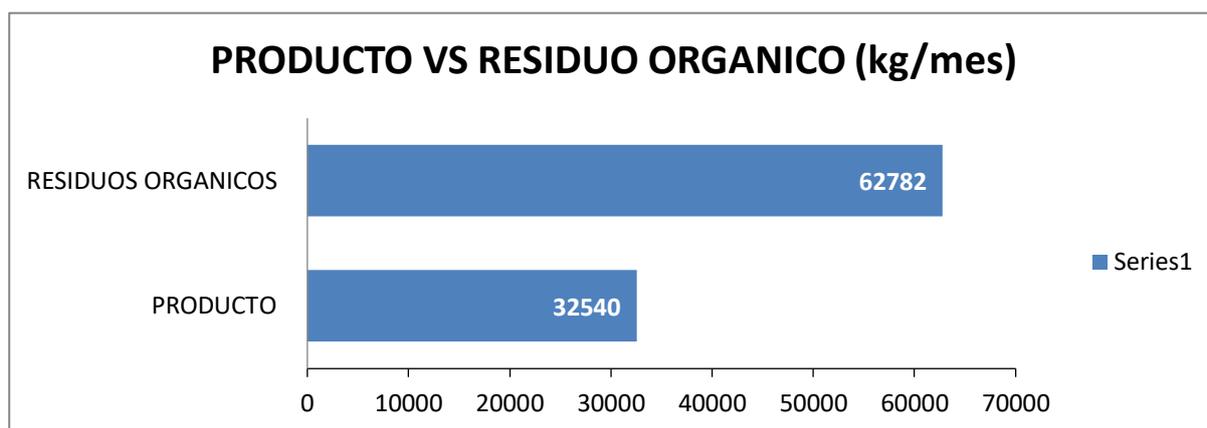


Figura 51 Producto - Residuo orgánico total

Comentario: Se muestra la cantidad de producción de carne versus el residuo orgánico total (estiércol + agua residual) generado por mes.

Fuente: La empresa

4.3. Fase II: Diagnostico de Impacto Ambiental

Según Cámara de Navarra (2017) esta fase es clave pues su objetivo es realizar el diagnóstico de impacto ambiental que genera el proceso productivo de la empresa, entonces a partir de este se puede proponer una oportunidad sostenible bajo el enfoque de economía circular, que busca reducir impactos ambientales y gestionar desecho

4.3.1. Generación de efluentes industriales

El diagrama de flujo de generación de efluentes industriales permitirá reconocer el impacto contaminante de cada etapa productiva y también la calidad de los controles actuales que se aplican durante el proceso productivo.

La siguiente tabla señalará mediante símbolos triangulares azul y blanco los procesos de mayor grado contaminantes de la pecuaria y se encuentran detalladas.

Criterio	Símbolo
Punto contaminante poco importante	
Punto contaminante importante	

Tabla 20 Simbología de punto contaminante

Comentario: Simbología para identificar las etapas de crianza más contaminantes

Fuente: La empresa

Elaboración: Propia



Figura 52 Identificación de puntos contaminantes

Comentario: Se observa que toda la etapa de crianza es altamente contaminante por el estiércol generado
Elaboración Propia

Se concluye que los procesos con mayor generación de contaminación o efluentes son los procesos de crianza (gestación, parto, maternidad, destete, levante y engorde). Los residuos generados son sólidos (estiércol) y líquidos (agua de limpieza). Es importante resaltar que la gestión actual sobre estos es la recolección, traslado y vertimiento en pozos de almacenamiento para su posterior desfogue a terrenos de cultivo aledaños.

4.3.2. Gestión de efluentes industriales

La gestión actual de efluentes industriales en la empresa se puede representar mediante un diagrama de flujo. Es importante recalcar que los efluentes producidos son sólidos y líquidos.



Figura 53 Diagrama de gestión actual de efluentes

Comentario: Se observa que todo el efluente orgánico permanece almacenado temporalmente en los pozos de purín hasta su posterior descarga
Elaboración Propia

En la **Figura 53** se identifica las irregularidades en la gestión de los efluentes debido a:

- Gestión básica de eliminación de efluentes.
- Ausencia de responsabilidad ambiental en el manejo de los efluentes.

4.3.3. Lista de Verificación (Check List)

La elaboración y evaluación de la lista de verificación y la matriz de criterios relevantes integrados (C.R.I.) fue llevada a cabo de manera conjunta por un equipo multidisciplinario, lo cual permite una mejor valoración ambiental.

N°	Nombre	Tipo de personal	Cargo
1	Víctor Cornejo Meza	interno	Gerente
2	Luis Cáceres Colque	interno	Criador
3	José Gonzales Nayhua	externo	Analista (Tesisista)
4	Elvis Flores Calderón	externo	Ing. Ambiental (Especialista)

Tabla 21 Personal evaluador

Comentario: Es importante la valoración ambiental de un grupo multidisciplinario
Elaboración propia

4.3.3.1. Criterios de Evaluación

Los criterios de evaluación están referidos al nivel de aplicación de un nuevo sistema de gestión de efluentes, es decir si es necesaria la aplicación de una nueva gestión de efluentes en la empresa; se utiliza una escala que va de nivel “bajo” a “muy alto”. En el *anexo 4* se muestra la evaluación de la gestión de los residuos sólidos y agua residuales del proceso de la pecuaria.

Nivel de Aplicación	
Bajo	1
Medio	2
Moderado	3
Alto	4
Muy Alto	5

Tabla 22 Niveles de aplicación

Fuente: (Aguilar y Pumachara, 2019)

4.3.3.2. Resultados de la Lista de Verificación

Al realizar la evaluación inicial de la empresa pecuaria porcina mediante el cuadro de evaluación de la lista de verificación, se puede concluir que:

- Organización: Su nivel de aplicación es 4, por lo tanto, es alto.
- Gestión de residuos orgánicos: Su nivel de aplicación es 5, por lo tanto, es alto.
- Gestión de aguas residuales: Su nivel de aplicación es 5, por lo tanto, es muy alto.

Resumen de Evaluación Inicial		
1	Organización	4
2	Gestión de residuos orgánicos	5
3	Gestión de aguas residuales	5

Tabla 23 Resumen de evaluación inicial

Comentario: Se muestra que el sistema actual de gestión de residuos orgánicos y aguas residuales no es el adecuado y requiere un cambio en la gestión de estos.

Elaboración Propia

4.3.3.3. Evaluación de Impactos Ambientales mediante la Matriz de Criterios Relevantes Integrados (C.R.I.)

Según Neuberger-Cywiak (s.f.) la matriz de C.R.I. es una metodología importante, muy utilizada en investigaciones de impacto ambiental en Latinoamérica, participan personas multidisciplinarias que permiten realizar una mejor valoración ambiental, cuya finalidad es asignar la importancia a cada impacto ambiental del proceso productivo mediante escalas y criterios de valoración que se detallan en la *Tabla 3, Tabla 4, Tabla 5, Tabla 6, Tabla 7 y Tabla 8*

La escala que se utilizara para la evaluación del impacto ambiental es: Valor del Impacto Ambiental (VIA) y Categorización del Impacto Ambiental que serán detallados en las tablas que se presentan a continuación; para la evaluación se utilizara la siguiente Ecuación.

$$VIA = [R^{WR} * RG^{WRG} * M^{WM}]$$

VIA	Significancia del Impacto
< 2.0	No significativa
2.0 - 4.0	Poco significativa
4.1 - 5.9	Medianamente significativa
6.0 - 8.0	Significativa
> 8.0	Muy Significativa

Tabla 24 Escala de significancia de impactos ambientales

Fuente: Buroz (1998)

La Tabla 24, hace referencia al índice de impacto al suelo, aire y agua, con la finalidad de mostrar que tan alto es el impacto al componente bajo una escala que oscila entre no significativa y muy significativa.

Categoría	Probabilidad de Ocurrencia
Categoría I	Muy Alta $VIA \geq 8$. Máxima atención. Medidas preventivas para evitar su manifestación.
Categoría II	Alta $6 < VIA < 8$. Máxima atención. Medidas mitigantes o correctivas. Normalmente exigen monitoreo o seguimiento.
Categoría III	Moderada $4 < VIA < 6$. Medidas preventivas que pueden sustituirse por mitigantes, correctivas o compensatorias.
Categoría IV	Bajo o media $VIA \leq 4$. No se aplican medidas, a menos que se trate de áreas críticas o medidas muy económicas.

Tabla 25 Categorización de impacto ambiental

Fuente: Buroz (1998)

La **tabla 25**, hace referencia a la categorización del impacto ambiental, que está dividida en 4 categorías que son I, II, III y IV; las cuales representan una probabilidad muy alta, alta, moderada y baja de ocurrencia de impacto ambiental. Se debe tomar acciones sobre la categoría I y II.

Componentes Ambientales	Impacto Predecible	CRITERIOS DE EVALUACIÓN								EVALUACIÓN	
		Carácter	Intensidad	Extensión	Duración	Reversibilidad	Riesgo	VIA	Significancia	Mag. de Impacto Ambiental	Categorización
Aire	Generación de ruido	(-)	2	2	2	1	2	1,72	No significativa	2,00	Categoría IV
	Emisión de olores	(-)	7	5	7	2	6	4,81	Medianamente significativa	6,20	Categoría IV
Suelo	Generación de residuos peligrosos	(-)	2	3	6	1	2	2,29	Poco significativa	3,20	Categoría IV
	Generación de residuos no peligrosos	(-)	10	5	10	2	9	6,02	Significativa	8,00	Categoría II
Agua	Consumo de agua	(-)	6	4	6	3	6	4,72	Medianamente significativa	5,20	Categoría III
	Generación de aguas residuales	(-)	10	5	10	2	9	6,02	Significativa	8,00	Categoría II

Tabla 26 Matriz de Criterios Relevantes Integrados

Fuente: Buroz (1998)

Después de realizar la evaluación ambiental de la pecuaria con la matriz de Criterios Relevantes Integrados junto con las escalas de valoración subjetivas; se concluye que la generación de residuos no peligrosos (residuos orgánicos) y generación de aguas residuales producen impactos negativos significativos que requieren atención inmediata, por lo tanto, se deben tomar medidas correctivas para mejorar la gestión sobre estos.

4.4. Fase III: Indicadores de Circularidad - Sostenibilidad

4.4.1. Indicadores Económicos

Según Cámara de Navarra (2017) son indicadores que hacen referencia a los costos relacionado al medio ambiente, es así que se menciona dos indicadores; costo de ciclo de vida y costos ambientales.

4.4.1.1. Costo del Ciclo de Vida del Producto

El costo del ciclo de vida del producto en este caso se refiere a la crianza del cerdo. Este es considerado un activo biológico. Por lo tanto, este costo de ciclo de vida considera todas las etapas de crianza.

4.4.1.2. Costo de Ciclo de Vida de Producción de Cerdo

Las etapas consideradas para el ciclo de vida del cerdo son: gestación, parto y maternidad, destete, levante y engorde; este ciclo de vida tiene una duración de 8 meses, tiempo en el que alcanza el peso comercial necesario de 68 kg. En todas las etapas de crianza la alimentación representa el mayor costo de producción seguido por costos de sanidad y gastos conexos. Por lo cual el costo de vida del cerdo desde su crianza al matadero es de 641.0 soles.

N° de cerdos	Peso (kg)	Costo total (S/)
1	68	641.06
14.7	1000	9423.60

Tabla 27 Costo de ciclo de vida por tonelada de producto

Elaboración propia

Como se observa, el costo por producir un cerdo con peso comercial de 68 kg es de S/ 641.06; entonces el costo para la obtención de una tonelada de carne de cerdo es S/ 9423.6.

4.4.1.3. Costos Ambientales

Según Patiño, Santamaria, Valero, & Diaz (2016), los costos ambientales pueden clasificarse de la siguiente manera:

- Costos de prevención ambiental
- Costos de detección ambiental
- Costos de fallas ambientales internas y externas

Costos de prevención ambiental:

Hacen referencia a todas las actividades que se realizan con el fin de prevenir los residuos y contaminantes que pueden ocasionar daños al medio ambiente.

Una actividad que la pecuaria realiza que se puede considerar como un tipo de gestión ambiental, es la limpieza y recojo de residuos orgánicos porcinos.

Se está considerando un sueldo de 1025.00 como sueldo mínimo, considerando los beneficios sociales (gratificaciones, CTS, aportaciones, etc.) el monto asciende a un valor de S/ 1,267.9 para el personal que trabaja 192 Hrs mensuales, para el caso de estudio el personal a cargo labora un total de 60 Hrs, por tal motivo se le estaría pagando S/ 396.22 a cada persona de limpieza así como se muestra en la **Tabla 28**

Servicio	N° trabajadores	N° horas / días	N° días /mes	costos unitario (S/)	costo total (S/)
Mano de Obra (Limpieza)	3	4	15	6.6	S/ 1,188.66

Tabla 28 Costo por limpieza de residuos orgánicos

Elaboración propia

Se requiere de 3 trabajadores el cual el monto total para la limpieza sería de S/ 1,188.66

Costos de detección ambiental:

Son costos de realizar actividades cuya finalidad es determinar si las actividades, productos y procesos en la pecuaria cumplen con estándares mínimos.

En la actualidad la empresa no realiza estos gastos, ya que no realiza mediciones de contaminación en aire y suelo, auditorías ambientales, etc.

Costos de fallas ambientales internas:

Son costos que se incurren para evitar que los contaminantes de las actividades productivas sean descargados o vertidos en contacto directo con el ambiente.

La empresa pecuaria porcina tampoco asume estos costos ya que no realizan algún tratamiento a los residuos orgánicos generados.

Costos de fallas ambientales externas:

Estos costos hacen referencia a las actividades que se realizan después de las descargas de los residuos o contaminantes al ambiente.

Estos costos tampoco son asumidos por la empresa, pues su actividad finaliza vertiendo y almacenando los residuos orgánicos en grandes pozos, no realizan un seguimiento posterior para evitar impactos adversos.

4.4.2. Indicadores de Eficiencia en el Uso de Recursos

4.4.2.1. Porcentaje de Reutilización del agua

Para el proceso productivo de la pecuaria se consume gran cantidad de agua de regadío para dos actividades principales:

- Consumo animal: El consumo de agua asciende a 4333.33 litros o 4.33 m³ por día, lo que da un resultado mensual de 130000 litros o 130.00 m³.
- Limpieza: Para la limpieza de los galpones, la cual se realiza de forma interdiaria con un consumo de 12500 litros o 12.5 m³ de agua semanal y 50000 litros o 50.00 m³ de agua mensual.

El consumo total mensual del agua en la pecuaria asciende a 180000 litros o 180.00 m³, del cual solo es posible reutilizar el agua destinada para la limpieza. La reutilización de esta agua puede ser destinada para la carga de entrada de estiércol en el sistema de tratamiento. El porcentaje de reutilización mensual del agua es de es de 25 % como se muestra.

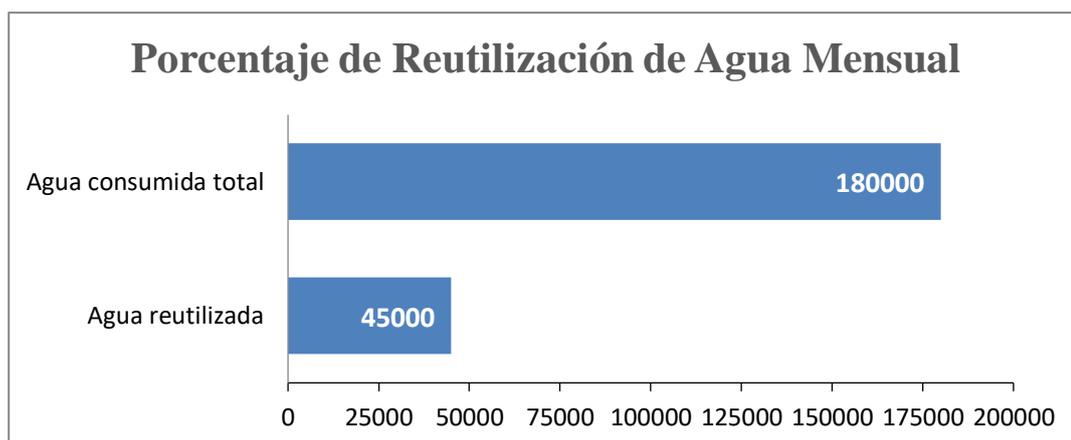


Figura 54 Consumo total de agua con la recuperación de agua mensual

Elaboración propia

4.4.2.2. Porcentaje de Reutilización de Residuos Orgánicos

La reutilización de residuos orgánicos o estiércol de cerdo será total pues se utilizará los 592.18 kilos de estiércol diario, donde se pierde un 10% en el proceso de limpieza quedando así 532.97 Kg . Los productos que se obtendrán son: biogás, biol y biosol.

El funcionamiento del biodigestor requiere de una carga con una relación de 1 kilo de estiércol más 3 litros de agua. Teniendo una mezcla de 1:3 m³ de mezcla /día.

Tipo de Animal	Estiércol: Agua
Porcino	1:3

Tabla 29 Relación de mezcla de estiércol y agua

Fuente: Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo (2011)

Teniendo en cuenta que la relación 1:3: según *Monar (s/f)*, indica que un Kg. de estiércol fresco equivale a un litro de estiércol, entonces para el cálculo de producción diaria de biogás, empleamos lo siguiente:

Para nuestro caso tenemos una producción de 592.18 kg diarios de estiércol de las cuales solo el 90% ingresara al biodigestor lo que es 532.97 kg., que con la adición de agua dará como resultado un volumen liquido del biodigestor de 64.0 m³.

Para estimar el biogás producido se requiere la carga de estiércol, para nuestro proceso es de 532.97 kg. Para el cálculo de los sólidos totales.

Considerar según (Martin H. 2008):

% St =porcentaje totales para estiércol fresco es de 17 %

%Sv= Su valor corresponde al 77% del sólido total

%Pb=Producción de biogás es de 39%

$$\text{Solidos Totales} = \frac{\text{Carga diaria} * \%St}{\text{Volumen Total}}$$

$$\text{Solidos Totales} = \frac{532.97 \text{ (kg)} * 0.17}{64(\text{m}^3)}$$

$$\text{Solidos Totales} = 1.416 \left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right)$$

Los sólidos volátiles serán:

$$\text{Solidos Volatiles} = \text{Solidos Totales} * \%Sv$$

$$\text{Solidos Volatiles} = 1.416 \left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right) * 0.77$$

$$\text{Solidos Volatiles} = 1.09 \left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right)$$

La producción de biogás sería:

$$\text{Produccion de Biogas} = \text{Solidos Volatiles} * \%Pb$$

$$\text{Produccion de Biogas} = 1.09 * 0.39$$

$$\text{Produccion de Biogas} = 0.425 \left(\frac{\text{Kg}}{\text{m}^3} \right)$$

Para el biodigestor con un volumen líquido o VL de 64 m³, tiene la capacidad de producción diaria de 27.21 m³ de biogás (PB*VL= 27.21 m³)

En la fermentación anaeróbica se obtiene el biogás, biol (parte líquida) y biosol (parte semisólida), estas dos últimas son fertilizantes. Estas sustancias de aspecto fangoso representan un valor aproximado de 85 a 90 % del estiércol, donde el 90% es de biol y el 10% de biosol.(Román Salinas 2021)

Cálculo de Equivalencia Energética Diaria				
Tipo	Estiércol (kg)	Biogás (m3)	Biol (lts)	Biosol (Kg)
<i>Teórico</i>	1	0.05	0.9	0.10
	532.97	24.46	432	48

Tabla 30 Cálculo de obtención de biogás, biol y biosol de estiércol porcino

Fuente: Román Salinas (2021)

Por lo tanto, el biodigestor producirá biogás en un promedio mensual de 734 m³ y un valor promedio diario de 24.46 m³ y un valor máximo de 26.25 m³.

Se sabe que 100 m³ de biogás tiene el poder calorífico de 51 kg de GLP según (Aqualimpia Engineering E.K 2020), eso quiere decir que 1 m³ de biogás es equivalente a 0.51 kg de GLP; por lo tanto 108 kg de biogás, con una densidad de 1.08 kg/m³ (FAO Manual de Biogas, 2011) es equivalente a 51 kg de GLP a nivel energético según Aqualimpia Engineering E.K (2020), además precisar que 1m³ de biogás tiene el poder calorífico de 22,000 BTU.

$$1 \text{ BTU} = 0.2521 \text{ Kcal}$$

$$22000 \text{ BTU} = 5.547 \text{ Kcal}$$

Por consiguiente, el poder calorífico del biogás es de 5.547 kcal /m³.

Según Barreda et al. (2022), se da importancia al porcentaje de metano que posee el biogás, que tiene una variación de 55-60% siendo estos valores mínimo y hasta un máximo de 80%. Al ser obtenido por un proceso biológico natural, el proceso es afectado por diversos factores como el tipo de materia prima, el sistema de digestión anaerobia y temperatura. Gonzales et al. (2017), por lo tanto, el biogás obtenido dependerá de su proceso de obtención, para ello se establece como base una relación de 1 a 2, lo que significa que para cubrir la masa de GLP se necesitará el doble de masa de biogás

En el Anexo 5 se realizó los cálculos correspondientes a la equivalencia energética de los gases, tomando en consideración que el GLP se considera como gas propano y el biogás como gas metano, todo esto por el porcentaje de su composición, siguiendo el procedimiento correspondiente resulta que:

Gases	Masa (Kg)	Volumen (m3)
GLP	412	312.57
Biogás	351.93	734

Tabla 31 Comparativo de GLP consumido y Biogás producido

Comentario: Se muestra la cantidad de glp que consume la pecuaria y la cantidad de biogás que se obtendrá. La equivalencia se realiza a condiciones normales

Elaboración Propia

	GLP	Biogás
masa (Kg)	412	351.93
Energía (Kj)	20,735,960.00	19,542,672.90

Tabla 32 Equivalencia de GLP y Biogás en términos de energía

Comentario: Se muestra la equivalencia mensual energética en Kj del biogás obtenido versus el glp consumido, se cubrirá la demanda energética al 94,2 %, el faltante será cubierto con dos balones de gas doméstico de 10 kg

Elaboración propia

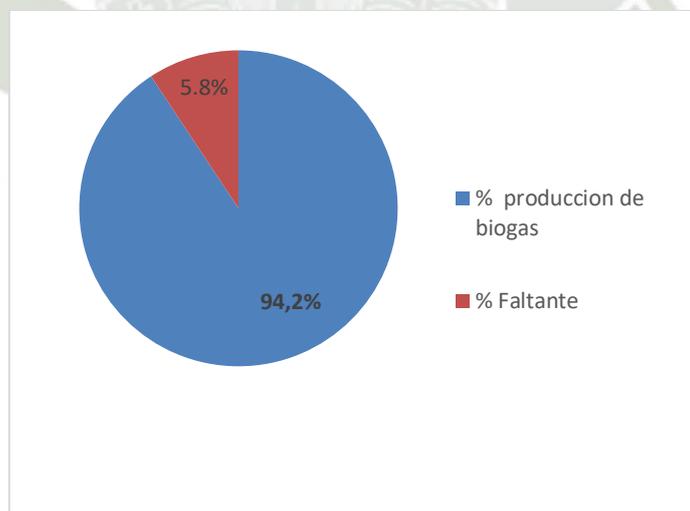


Figura 55 Porcentaje de utilización de biogás

Elaboración propia

Es importante mencionar que si en el futuro hubiera una gran cantidad de excedente, se podría analizar su utilización como otra fuente de energía adicional, como por ejemplo para alimentar grupos electrógenos que funcionan con biogás; un generador eléctrico (GE) de 12

kW cuando funciona al 100 % de su capacidad requerirá 9 m³ de biogás por hora, pero esta posibilidad tendrá que ser analizado en esas circunstancias.

4.5. Fase IV: Identificación de Oportunidades de Circularidad

Con los diagnósticos anteriores realizados, se identifica las siguientes oportunidades:

- La oportunidad del aprovechamiento del estiércol porcino como fuente de biogás mediante la implementación de un sistema de gestión de residuos orgánicos. El biogás generado será utilizado en el proceso productivo de la empresa, en las etapas de crianza decisivas, Gestación y Maternidad, en las cuales requiere el control de temperatura para evitar la muerte anticipada de animales.
- Otra oportunidad será la obtención de material fertilizante como el biol (liquido) y biosol (semisólido), estos abonos orgánicos son muy requeridos por los agricultores, por consiguiente, la venta de estos al sector agrícola será muy importante. Es importante mencionar que en los alrededores de la pecuaria existen vastos terrenos agrícolas de terceros, con lo cual la venta y transporte será más fácil y factible.

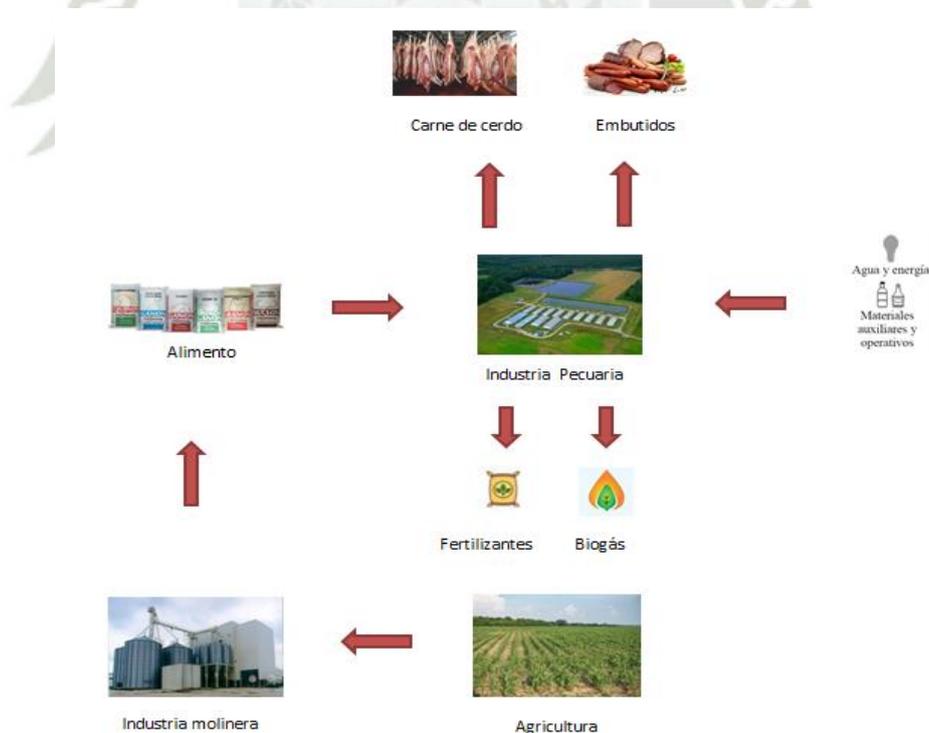


Figura 56 Identificación de oportunidades de circularidad

Elaboración propia

4.5.1. Implementación de un Sistema de Gestión de Residuos Orgánicos

La presente investigación propone la implementación de un sistema de tratamiento de biodigestión como principal sistema de gestión de residuos orgánicos, ya que la empresa genera un gran flujo de estiércol.

Por esta razón se propone la implementación de un sistema de tratamiento, el cual ayudara a convertir un problema en una oportunidad sostenible, basada en la reutilización del estiércol como fuente de biogás para su re inserción en el proceso productivo.

Entonces se podrá sustituir el consumo actual de gas doméstico por el de energía renovable y limpia (biogás), además de los costos que se podrán ahorrar a corto y mediano plazo.

4.5.2. Ser proveedor de fertilizantes orgánicos agrícolas

La segunda oportunidad de circularidad que se plantea, es la venta de fertilizante orgánico para el sector agrícola, esta propuesta adicional se da considerando que la materia orgánica es un componente vital e importante en la fertilización de los suelos agrícolas.

Como se observa en la **Tabla 30**, la carga diaria de alimentación del biodigestor produciría aproximadamente 432 litros de biol (fertilizante liquido) y 48 kilos de biosol (fertilizante semisólido), para la venta a los agricultores aledaños.

La producción de este abono orgánico fertilizante puede inducir a la empresa a ingresar al rubro de la agricultura, pues cuenta con un vasto terreno, pero es una oportunidad sostenible que la empresa deberá evaluar a futuro.

Finalmente, para sintetizar, las dos oportunidades mencionadas son económicamente rentables, reducen el impacto ambiental negativo y optimiza procesos, esto cambiara el modelo económico lineal que tiene la empresa; estas oportunidades impulsaran a la pecuaria a valorar los residuos generados con el enfoque de economía circular.



CAPITULO V
ANÁLISIS DE PROPUESTA

5.1. Diseño de Sistema de Biodigestor

El vertimiento y acumulación de residuos orgánicos pecuarios en contacto directo con el medio, es un problema muy grave.

Los procesos productivos pecuarios son algunas de las actividades humanas más contaminantes, la razón es por la generación diaria de gran cantidad de estiércol que conlleva a emisión de gases GEI (Gases de Efecto Invernadero).

La propuesta plantea es la implementación de un sistema de tratamiento anaeróbico de residuos orgánicos (biodigestor), con la finalidad de reducir el daño ambiental que ocasiona el metano transformándolo en dióxido de carbono que es un gas de efecto invernadero (GEI) 21 veces menos impactante (ya que la combustión de biogás produce dióxido de carbono). Por lo tanto, se busca:

- Reutilizar los residuos orgánicos
- Reducir el impacto ambiental

Además, se establecerá un cronograma de actividades con sus relaciones de precedencia esquematizado en un diagrama de Gantt y finalmente se estimará los costos del proyecto y su rentabilidad.

El sistema de biodigestión consiste en dar tratamiento directo al estiércol porcino de la pecuaria, para su funcionamiento se tiene que tomar en cuenta los criterios para el diseño del sistema de biodigestión y parámetros operativos.

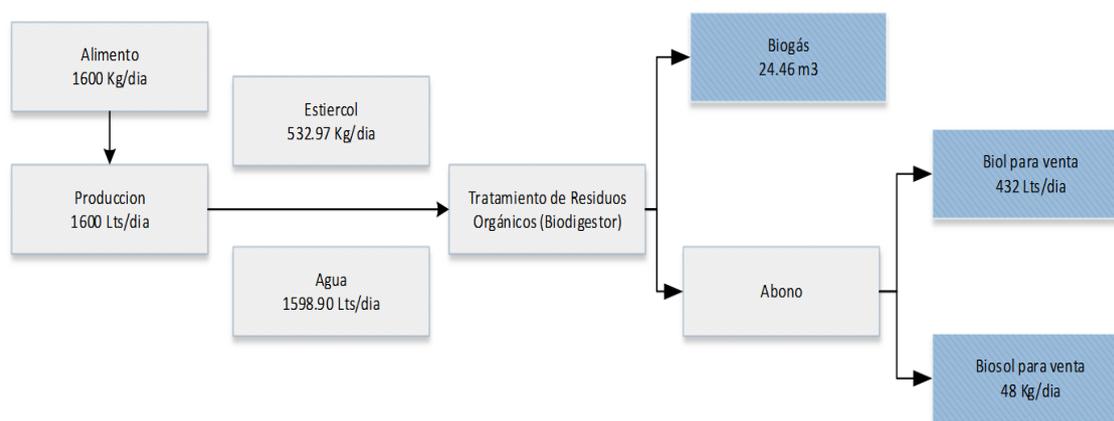


Figura 57 Esquema del sistema de tratamiento de residuos orgánicos

Elaboración propia

La **Figura 57** muestra que la empresa pecuaria suministra 1600 kg de alimento diario, los cuales generan 532.97 kilos de estiércol, están ingresaran diariamente al biodigestor más 1598.90 litros de agua, para producir 24.46 m³ biogás, además se obtendrá 432 lts. diarios de biol y 48 kg diarios de biosol, estos dos últimos son fertilizantes orgánicos.

5.1.1. Criterios para el Diseño de Sistema de Biodigestión

Los criterios que se toman en cuenta para el desarrollo del proyecto, son criterios operativos y la caracterización o análisis químico de los residuos orgánicos porcinos; para evaluar qué tipo de tratamiento es el más adecuado para implementar.

5.1.1.1. Selección del tipo de biodigestor

Después de realizar el análisis de las alternativas de tratamiento de residuos orgánicos de la pecuaria, se obtuvo que el proceso de digestión anaerobia sea el más adecuado para la empresa por flujo, estado y tipo de excreta animal.

Entonces la digestión anaerobia requiere el uso de un biodigestor, por lo cual se debe elegir el más adecuado teniendo en cuenta ciertos aspectos puntuales:

- Facilidad de construcción
- Facilidad de mantenimiento
- Facilidad de operación
- Control de temperatura
- Control de pH
- Costo de fabricación
- Materiales en el mercado
- Eficiencia
- Vida útil
- Seguridad

Características	Digestor Batch	Digestor Domo Móvil	Digestor Domo Fijo	Digestor Flujo Pistón	Digestor Tubular	Digestor Ideal
Facilidad de construcción	65	60	50	65	75	90
Facilidad de mantenimiento	75	55	50	50	60	80
Facilidad de operación	80	80	70	75	80	90
Control de temperatura	80	80	80	85	80	90
Control de pH	80	80	80	80	80	90
Costo de construcción	70	60	60	65	75	90
Materiales en el mercado	75	75	75	75	75	85
Eficiencia	35	50	50	50	55	60
Vida útil	40	40	60	60	60	65
Seguridad	70	70	70	70	65	85
Total	670	650	645	675	705	825
Índice Porcentual (%)	81%	79%	78%	82%	85%	100%
Orden de Selección	3	4	5	2	1	

Tabla 33 Selección de tipo de biodigestor

Fuente: Chungandro Nacaza & Manitio Cahuatijo (2010)

Por lo tanto, teniendo en consideración distintitos tipos de biodigestores, se concluye que el más adecuado para el presente proyecto es el biodigestor tubular como se muestra en la **Tabla 33**, este tipo de biodigestor presenta las siguientes ventajas:

Ventajas	Desventajas
<ul style="list-style-type: none"> - Bajo costo y optimo en climas cálidos - Hermeticidad e impermeabilidad - Facilidad de construcción y transporte - Facilidad de mantenimiento y limpieza - No requiere personal especializado - Alto rendimiento respecto a otros - No se genera corrosión - La parte superior funciona como campana acumuladora de gas 	<ul style="list-style-type: none"> - Revisión de hermeticidad - Revisión de fugas en líneas de conducción - Evitar cambios bruscos de temperatura de trabajo - Es inflamable - Requerimiento de válvulas de seguridad - Fácil acceso para el mantenimiento

Tabla 34 Ventajas y desventajas de biodigestor tubular

Elaboración propia

5.1.1.2. Caracterización del Estiércol Porcino

La caracterización o análisis químico de la materia orgánica fecal que ingresa al biodigestor se denomina sustrato, este se puede analizar por diversos parámetros, pero los importantes y principales son tres: sólidos totales (ST), sólidos volátiles (SV) y PH. En el caso del análisis químico de estiércol de animales ya se tiene resultados validados y que sirven de referencia.

a) Sólidos Totales

Los sólidos totales son la parte seca de la materia orgánica o sustrato, es decir que al sustrato se le quita toda el agua quedando únicamente la parte seca, Los sólidos totales se indican en forma porcentual (% ST).

En la presente investigación el % ST del estiércol porcino oscila entre (13 a 20) % como se puede observar en la **Tabla 34**.

b) Sólidos Volátiles

Los sólidos totales tienen sólidos orgánicos y sólidos inertes, los sólidos volátiles son la parte orgánica de los sólidos totales, estos son los que serán digeridos por el grupo bacteriano presente en el biodigestor para producir biogás.

estiércol	%ST	SV (%ST)
Cerdo	13 - 20	60-77

Tabla 35 Características fisicoquímicas del estiércol porcino

Fuente: Martin H (2008)

Como se observa en la **Tabla 35** el estiércol porcino tiene una buena cantidad porcentual de sólidos volátiles (60 – 77) %, los cuales son digeridos por el consorcio bacteriano para producir biogás, es importante indicar que el % ST del estiércol porcino es mayor que el del bovino, lo cual indica la idoneidad de utilizar un sistema de biodigestión anaeróbica para la pecuaria porcina.

c) PH

El pH es un indicador de acidez de una materia orgánica. El grupo de bacterias que realiza la digestión anaerobia suele trabajar en ambientes con un pH que oscila entre 6.5 – 7.5.

La mayoría de estiércoles animales tienen valores que oscilan en ese rango, siendo el estiércol porcino un poco ácido (alrededor del 6.5).

Análisis Materia Orgánica	
Solicitante:	Universidad Nacional Agraria La Molina
Muestra:	Excretas de Cerdo
Fecha:	23/02/2016
N° Lab.	PH
172	6.36

Tabla 36 Análisis de pH de estiércol de cerdo

Fuente: Universidad Nacional Agraria La Molina, (2016)

Como se observa en la **Tabla 36**, el pH promedio de las excretas de cerdo oscila entre (6 a 7), con una tendencia a 6.5, estos son valores aceptables para el consorcio bacteriano que producirá biogás en el biodigestor.

Para controlar el nivel de pH del estiércol se puede utilizar el papel indicador de PH.



Figura 58 Papel indicador para medir pH

Fuente: Alexander David Durazno coronel (2018)

5.1.2. Parámetros operativos

5.1.2.1. Carga inicial

La carga inicial del biodigestor, es aquella que permanecerá cerrada sin modificación alguna por un tiempo de retención único de 30 días, al término de este se procederá a apertura la salida de biogás, biol y biosol, además se empezara con la carga o alimentación diaria ya que es un sistema continuo.

La cantidad del flujo inicial es de 2131.86 kg de residuos orgánicos, que está dividido en 532.97 kilogramos de estiércol con 1598.90 litros de agua cumpliendo con la relación de estiércol y agua (1 a 3), como se observa en la **Tabla 37**.

carga inicial alimentación (1:3)		
estiércol (kg)	agua (l)	total (kg)
532.97	1598.90	2131.87

Tabla 37 Carga inicial de alimentación

Elaboración propia

5.1.2.2. Mezcla con agua

Conociendo el flujo diario de estiércol se debe especificar la relación de mezcla de estiércol, en la **Tabla 38** se indica que por 1 kilo de estiércol se debe añadir 1 a 3 litros de agua, esta es la relación de mezcla sugerida por la naturaleza de las excretas del cerdo, pero también la relación puede ser modificada dependiendo del funcionamiento del biodigestor.

5.1.2.3. Temperatura y tiempo de retención

Las bacterias trabajan más rápido a una mayor temperatura, por lo cual con una temperatura mayor de trabajo en el biodigestor se requerirá menos días de retención inicial.

Teniendo en cuenta que los biodigestores tubulares trabajan a una temperatura interna similar a la del medio ambiente, por lo tanto, su temperatura de trabajo oscilará entre (23 – 25) °C que es la temperatura promedio en la ciudad de Arequipa con un tiempo de retención inicial de 30 días.

Es importante mencionar que las bacterias pueden adaptarse a diferentes temperaturas de trabajo, es decir que con diferentes condiciones las bacterias igual producirán biogás; la diferencia está en la eficiencia de producción de biogás.

5.1.2.4. Carga diaria

La carga diaria es el flujo de alimentación diario que se dará al biodigestor después de haber pasado el tiempo de retención con la carga inicial.

Como se mencionó antes el estiércol disponible diario de la pecuaria es de 532.73 kilos, este es el que será utilizado para la alimentación del biodigestor continuo; cabe resaltar que el estiércol almacenado en los pozos no podrá ser tratado en el biodigestor, pues no es conveniente, ya que perdió sus propiedades químicas al estar expuesto por tanto tiempo a las condiciones climáticas del lugar y podría alterar el funcionamiento del biodigestor.

Después de transcurrido el tiempo de retención con la carga inicial de materia orgánica en el biodigestor, se procede a realizar una carga diaria de reemplazo.

Para la presente investigación se recomienda utilizar el reemplazo de acuerdo al volumen del biodigestor, tomando en cuenta toda la carga de alimentación diaria, se consideró la relación de 1:3 (estiércol, agua), con una carga diaria total de 2133.84 kg

Carga diaria de alimentación		
Estiércol (kg)	Agua (l)	Mezcla (kg)
532.97	1598.90	2131.87

Tabla 38 Carga diaria de alimentación del biodigestor

Elaboración propia

En el caso de que hubiera un excedente de estiércol diario que no ingrese al biodigestor deberá ser almacenado en un cuarto con ligera ventilación protegido del contacto directo con el sol. Es importante indicar que la carga inicial puede incrementarse hasta en un 30 % de acuerdo a las circunstancias operativas que se presenten como la necesidad de consumir más estiércol, en tal caso se podrá también tendrá que disminuirse la cantidad de agua

5.1.2.5. Volumen del biodigestor

Para dimensionar el volumen del biodigestor requerido se toma en consideración tres factores importantes:

- La carga diaria que tendrá el biodigestor;
- La temperatura de trabajo;
- El tiempo de retención hidráulica

Por lo tanto, para calcular el volumen del biodigestor se debe utilizar las dos siguientes ecuaciones:

❖ Ecuación 2

$$VL = TR \times CD$$

Donde:

VL = Volumen liquido (m³ o l)

TR = Tiempo de retención (días)

CD = Carga diaria (m^3/d o l/d)

$$\mathbf{V_L} = 30 \times 2133.84$$

$$\mathbf{V_L} = 63956.40 \text{ litros}$$

El volumen total del biodigestor alberga una fase líquida y otra gaseosa, normalmente se da un espacio del 75% del volumen total a la fase líquida y el 25% restante a una fase gaseosa, entonces:

❖ **Ecuación 3**

$$\mathbf{V_G} = \mathbf{V_T} \times \mathbf{0.25}$$

Donde:

$\mathbf{V_G}$ = Volumen gas (m^3 o l)

$\mathbf{V_T}$ = Volumen total (m^3 o l)

$\mathbf{V_L}$ = Volumen líquido (m^3 o l)

$$\mathbf{V_G} = (\mathbf{V_L} + \mathbf{V_G}) \times \mathbf{0.25}$$

❖ **Ecuación 4**

$$\mathbf{V_G} = \mathbf{V_L} / 3$$

$$\mathbf{V_G} = 63956.40 / 3$$

$$\mathbf{V_G} = 21318.8 \text{ litros}$$

Por lo tanto:

$$\mathbf{V_T} = \mathbf{V_L} + \mathbf{V_G}$$

$$\mathbf{V_T} = 63956.40 + 21318.8$$

$$\mathbf{V_T} = 85275.2 \text{ litros o } 85.27 \text{ m}^3$$

Finalmente, para poder convertir los 532.97 kg de estiércol de la pecuaria se tendrá que diseñar un biodigestor con un volumen de 85.27 m^3 . Pero es preciso señalar que por criterios de seguridad operativa, previsión de crecimiento productivo, experiencia de empresas especializadas en la venta de biodigestores (TEREO) y por la disposición en el mercado de biodigestores con medidas estandarizadas, se toma la decisión de elegir un sistema de biodigestor de 120 m^3 , compuesto de 3 digestores de 40 m^3 (medida máxima de biodigestor prefabricado).

5.2. Componentes y materiales para el Sistema de Biodigestión

Los componentes principales para el funcionamiento del sistema de tratamiento son los siguientes descritos en la *Tabla 39*.

Componentes	Descripción
Reactor	Es la bolsa de plástico que contendrá toda la materia orgánica, es decir el biodigestor en este caso el material será de geometría de PVC.
Tuberías	Se tendrá 4 tuberías de alimentos de salida de Biol y Biosol y de salida de biogás. El material de tuberías será de PVC
Invernadero	Se le conoce como capa solar y protegerá al reactor de los daños que pueden ocasionar los rayos UV. Además, servirá para incrementar la temperatura de trabajo del biodigestor
Válvulas	Las válvulas se colocan en distintas ubicaciones a lo largo de las tuberías, ya que son las encargadas de regular flujo y presión
Nanómetros	Servirá para poder almacenar la producción no utilizada de biogás para esta investigación no se considera obligatorio su instalación, porque el biogás diario producido será consumido casi en su totalidad

Tabla 39 Componentes del biodigestor tubular

Fuente: García, Álamo y Marcelo (2017)

5.2.1. Componentes del Sistema de Biodigestión

a) El reactor:

De acuerdo a la investigación es conveniente utilizar como material para el sistema de tratamiento el biodigestor prefabricado de geomembrana de PVC. Se utilizará tres biodigestores en paralelo. Estos biodigestores son reactores cuyas dimensiones serán de 16 metros de largo por 2.2 metros de diámetro (relación de largo/diámetro puede oscilar entre 7 a 14) por recomendaciones de especialistas. Está compuesto por cuatro tuberías:

- De carga que estará conectado a la poza de entrada.
- De descarga que estará conectada a la poza de salida.
- De salida de sólidos sedimentados que estará ubicada debajo de la tubería de descarga.
- De salida de biogás.

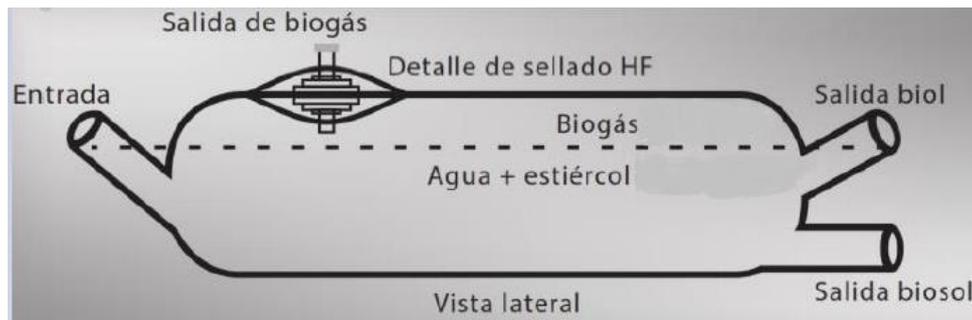


Figura 59 Biodigestor tubular prefabricado de geomembrana de PVC

Fuente: CIDELSA (2013)

b) Tuberías y depósitos de alimentación y descarga del biodigestor

Son los conductos encargados de las entradas y salidas del biodigestor.

Para la tubería de alimentación, las excretas deben estar adecuadamente diluidas, es decir cumplir la relación de mezcla de estiércol y agua, para facilitar la entrada de este por la tubería de PVC (cuyo diámetro no debe ser mayor a 4 pulgadas). Adicionalmente se recomienda la construcción de un depósito de alimentación, de material sólido como ladrillo y cemento con conexión a la tubería de entrada al biodigestor. Las dimensiones del depósito son relativas, se recomienda 1.2 m (largo), 1 m (ancho) y 0.5 m (profundidad), se puede observar un modelo en la siguiente figura.



Figura 60 Poza de entrada o alimentación del biodigestor

Fuente: Villanueva & Cotrina, (2013)

Para la tubería de salida o descarga debe tener el mismo diámetro que la tubería de entrada, es decir de 4 pulgadas, tanto para la descarga de biol y biosol. Adicionalmente se recomienda la construcción de un depósito de descarga de dimensiones de 1.5 m x 1.2 m x 1 m.

c) Tuberías de conducción de biogás

Es el conjunto de tuberías que conducirán el biogás a los puntos de consumo, este sistema debe ser seguro y económico.

Debido a la naturaleza del biogás, que contiene vapor de agua y sulfuro de hidrogeno, el sistema de tuberías de conducción no debe utilizar tuberías, válvulas y accesorios de material ferroso, pues será desgastado y destruido con el tiempo por la corrosión. Es común emplear materiales de PVC por sus adecuadas características al biogás, recomiendan utilizar dimensiones nominales de $\frac{1}{2}$ pulgada o $\frac{3}{4}$ de pulgada y con longitudes menores a 30 metros para plantas de producción de biogás de mediana y pequeña escala.

d) Invernadero:

Es la estructura de protección del biodigestor, para evitar que el sol dañe al reactor y también para incrementar la temperatura de trabajo en el biodigestor.

El invernadero suele ser construido mayormente con films de polietileno para la cobertura debido a su facilidad de instalación y el costo, estos tienen una vida útil de dos años aproximadamente, por lo cual deben ser cambiados.

Con respecto a las estructuras de soporte, las columnas pueden ser de cualquier material que se disponga y se recomienda que el material del techo sea de triplay.

Respecto a la inclinación del techo protector, debe tener un ángulo de inclinación (10° a 20° respecto a la horizontal) si fuera una cubierta a una sola agua como se observa en la **Figura 61**, si fuera a dos aguas ya no requeriría este ángulo.

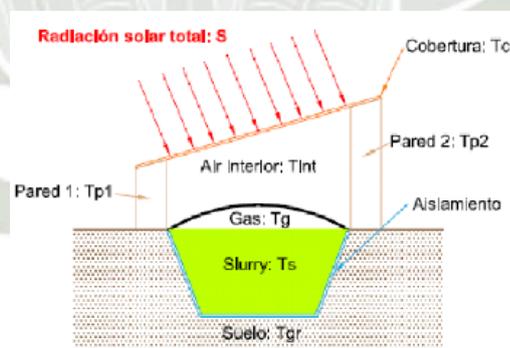


Figura 61 Biodigestor tubular con invernadero a una sola agua

Fuente: Perrigault (2010)

e) Válvulas:

Las válvulas se colocarán en distintas ubicaciones a lo largo de las tuberías, ya que son las encargadas de regular flujo y presión del sistema

f) **Gasómetro:**

La cantidad excedente de biogás puede ser almacenado en un reservorio temporal para que pueda ser utilizado después, no resulta obligatoria e importante la instalación de este, ya que el propio biodigestor almacena el biogás en la parte superior y porque según el consumo estimado se utilizaría la totalidad diaria producida.



Figura 62 Reservorio de biogás

Fuente: Villanueva & Cotrina (2013)

5.2.2. Materiales del Sistema de Biodigestión

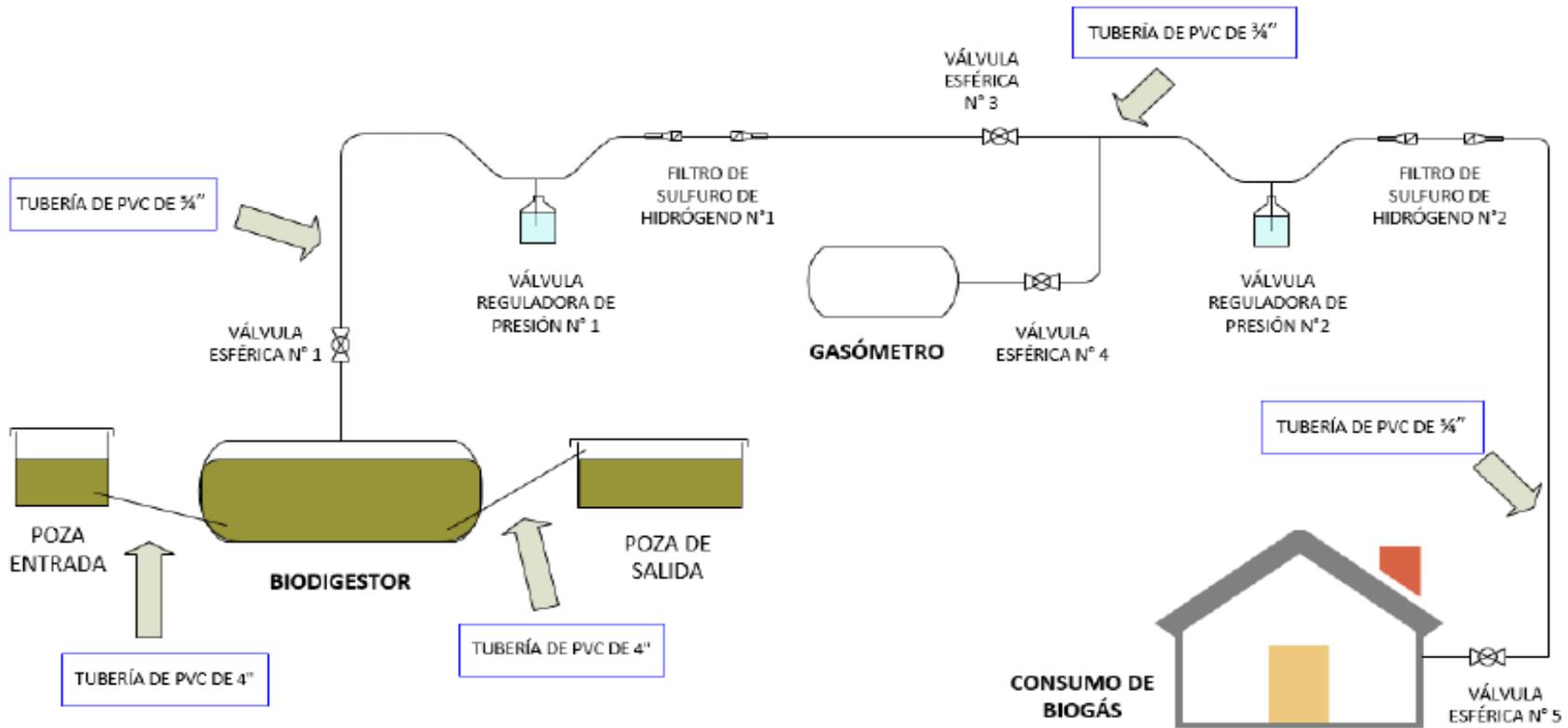


Figura 63 Esquema general de sistema de tratamiento de biogás

Fuente: Arrieta-Palacios Winston, (2016)

a) Biodigestor

El biodigestor es el reactor donde se producirá la generación de biogás en ausencia del oxígeno por medio de los microorganismos presentes en el estiércol. El material de este es de geomembrana de PVC, prefabricado, con una dimensión de 23.5 m de largo, 1.87 m de diámetro y con un volumen total de 100 m³, además el espesor de la geomembrana es de 0.6 mm por lo cual será capaz de soportar la presión (mayor a 10 kPa).

b) Tuberías de alimentación y descarga del biodigestor

Son tuberías para el ingreso y salida de efluentes del biodigestor, deben ser de material de PVC para evitar la corrosión, las dimensiones serán de 4" de ancho y 3 m de largo.

c) Filtros de sulfuro de hidrogeno

Los filtros son requeridos para eliminar el sulfuro de hidrogeno H₂S (gas invisible y de olor agresivo que se forma en el biodigestor), por lo cual debe ser removido en el interior o exterior del biodigestor.

El método sencillo y adecuado es el de absorción química, que se basa en la utilización de óxidos de hierro (alambrina, esponja oxidada o virutas de acero), que serán ubicados e introducidos en las tuberías de conducción de biogás. De esta forma el sulfuro de hidrogeno reaccionara con el óxido férrico para formar un sulfuro de hierro (compuesto no gaseoso y agua). Además, este último compuesto obtenido puede ser regenerado con su exposición al oxígeno del aire y de esta manera obtener nuevamente óxido de hierro.

Se propone utilizar dos filtros y en cada uno de ellos colocar de 100 a 200 gramos de material oxidado ferroso, que debe ser cambiado cada día, no todo el H₂S será eliminado y tampoco es necesario que así sea ya que el biogás será utilizado en ambientes con ventilación.

d) Válvulas de presión

Para la reducción del vapor de agua presente en el biogás, se requerirá trampas de agua que al mismo tiempo servirán como reguladores de presión del gas.

Una forma sencilla es la trampa T, que funciona como regulador de presión debido a que esta presión es igual a la altura de la columna de agua que está sumergida la parte inferior de T como se observa en la *Figura 64*. De esta forma se puede manejar la presión que se desea en la línea de conducción de gas ajustando el tamaño de la columna de agua. Cuando la presión de gas es mayor que la de la columna de agua, el biogás escapara en forma de burbujas.

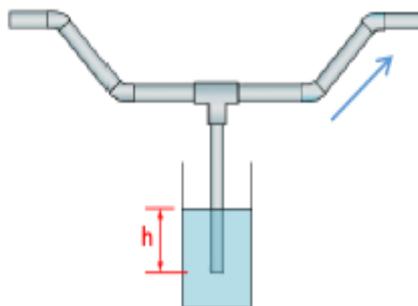


Figura 64 Regulador de presión en forma de T

Fuente: Arrieta et al., (2016)

e) Tuberías de conducción de biogás

Son tuberías que se encargarán del traslado del biogás del biodigestor al área de uso (Etapa de Parto-Maternidad y Destete), serán de material de PVC-P (por la resistencia a mayor temperatura), con dimensión de $\frac{3}{4}$ " de diámetro y 5 m de largo.

f) Gasómetro

El gasómetro es el componente que servirá de almacenamiento del excedente de gas, no es imperiosamente necesario, ya que el biodigestor almacena gas en la parte superior, sería adecuado que sea del mismo material del biodigestor, es decir de geomembrana de PVC. Para esta investigación se recomienda que el volumen de este sea de 1 a 3 m³.

5.3. Cronograma de actividades para la implementación

Nombre de la tarea	Duración (días)
Cronograma de actividades	156
1. Diseño de Sistema de Tratamiento	116
1.1. Análisis de la situación actual de manejo de residuos	15
1.2. Recopilación de datos	21
1.3. Análisis de información	15
1.4. Mapeo de flujo de materiales, recursos y residuos	7
1.5. Diagnóstico de impacto ambiental	7
1.6. Análisis de la caracterización de efluentes	45
1.7. Estimación de criterios y parámetros operativos	7
1.8. Bosquejo del Sistema de Biodigestión	7
1.9. Estimación y cálculo de productos y resultados	15
1.10. Cotización y compra de equipos y materiales	7
1.11. Análisis económico	15
2. Construcción de Sistema de Tratamiento	33
2.1. Excavación de pozos	5
2.2. Construcción del sistema de captación	10
2.3. Instalación de sistemas de conducción	10
2.4. Instalación del biodigestor	5
2.5. Acabados	3
3. Estudio de Impacto Ambiental	7
3.1. Elaboración de un estudio de impacto ambiental	7

Tabla 40 Cronograma de actividades de implementación

Elaboración propia

5.4. Diagrama de Gantt de implementación del biodigestor

ACTIVIDADES		Mes 1				Mes 2				Mes 3				Mes 4				Mes 5				Mes 6				Mes 7			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	1. Diseño de Sistema de Tratamiento																												
2	1.1. Análisis de la situación actual de manejo de residuos	■	■																										
3	1.2. Recopilación de datos			■	■	■	■																						
4	1.3. Análisis de información					■	■																						
5	1.4. Mapeo de flujo de materiales, recursos y residuos							■																					
6	1.5. Diagnóstico ambiental								■																				
7	1.6. Análisis de la caracterización del estiércol					■	■	■	■	■	■																		
8	1.7. Estimación de parámetros operativos										■	■																	
9	1.8. Elaboración de bosquejo de Sistema de Biodigestión											■	■																
10	1.9. Estimación cuantitativa de productos y resultados												■	■	■														
11	1.10. Cotización y compra de equipos y materiales													■															
12	1.11. Análisis económico														■	■	■												
13	2. Construcción de Sistema de Tratamiento																												
14	2.1. Excavación de pozos																												
15	2.2. Construcción de sistema de captación de estiércol																												
16	2.3. Instalación de sistemas de conducción de biogas																												
17	2.4. Instalación de biodigestor																												
18	2.5. Acabados del sistema																												
19	3. Estudio Ambiental																												
20	3.1. Elaboración de un estudio ambiental																												

Figura 65 Diagrama de Gantt

Elaboración propia

5.5. Análisis de Inversión del Proyecto

5.5.1. Ingresos Mensuales

La comercialización de carne de cerdo de la empresa tiene una ligera variación pues solo es afectado por factores estacionales, económicos y culturales.

Para complementar lo referido anteriormente, el precio de venta por kilo de cerdo oscila entre un precio de 10 a 12 soles en promedio para el año 2021.

Mes	cantidad de cerdos	Precios (S/. / kg)		Ingresos		Ingresos Total
		carne	Viseras	carne	Viseras	
Enero	171	S/ 12.50	S/ 4.00	S/ 124,989.69	S/ 7,058.24	S/ 132,047.93
Febrero	187	S/ 11.30	S/ 3.00	S/ 123,562.91	S/ 5,789.00	S/ 129,351.90
Marzo	188	S/ 11.00	S/ 3.00	S/ 122,786.09	S/ 5,909.49	S/ 128,695.58
Abril	181	S/ 11.20	S/ 3.00	S/ 118,539.93	S/ 5,603.25	S/ 124,143.18
Mayo	172	S/ 12.30	S/ 4.00	S/ 117,999.44	S/ 6,771.85	S/ 124,771.29
Junio	181	S/ 11.50	S/ 3.50	S/ 121,715.11	S/ 6,537.13	S/ 128,252.23
Julio	174	S/ 12.50	S/ 4.00	S/ 121,312.53	S/ 6,850.59	S/ 128,163.12
Agosto	181	S/ 11.20	S/ 4.00	S/ 118,539.93	S/ 7,471.00	S/ 126,010.93
Setiembre	188	S/ 10.80	S/ 3.00	S/ 122,380.19	S/ 5,999.03	S/ 128,379.22
Octubre	193	S/ 11.00	S/ 3.00	S/ 126,051.68	S/ 6,066.66	S/ 132,118.34
Noviembre	175	S/ 11.50	S/ 3.50	S/ 114,059.42	S/ 6,125.95	S/ 120,185.37
Diciembre	167	S/ 12.50	S/ 4.00	S/ 112,676.26	S/ 6,362.89	S/ 119,039.16
Promedio	180	S/ 11.61	S/ 3.50	S/ 120,384.43	S/ 6,378.76	S/ 126,763.19
Total	2158	S/ 139.30	S/ 42.00	S/ 1,444,613.17	S/ 76,545.09	S/ 1,521,158.25

Tabla 41 Ingreso mensual del año 2021

Fuente: La empresa
Elaboración propia

Como se observa en la **Tabla 41**, los ingresos mensuales varían por mes, con un promedio total de ingresos en venta de 126,763.19 soles con un peso promedio de 68 kilogramos respectivamente, lo cual significa que vende en promedio 180 cerdos por mes con un precio promedio mensual de 11.61 soles , el precio de venta oscilante en el año , siendo uno de los factor en la variación de ingresos.

También se obtendrá ingresos por la venta de biol y biosol a los agricultores aledaños a la zona, el cual representa un ingreso directo para recuperar la inversión del proyecto. Según (Arenas Paredes, 2018), el precio de venta del biol y biosol se observa en la **Tabla 42**.

Tipo de Abono	Precio x Ton.	
biol	S/	500.00
biosol	S/	200.00

Tabla 42 Precio de abonos orgánicos

Fuente: Instituto de Innovación Agraria – INIA (2018)

Con la finalidad de lograr la venta total del abono orgánico producido y por las condiciones actuales en el país causado por la pandemia, se recomienda comercializarlo a un precio reducido (tonelada de biol y biosol a S/ 300 y S/ 100 respectivamente). La producción diaria aproximada de biol y biosol es de 1230 kg y 448 kg respectivamente.

Por lo tanto, la estimación de ingresos mensual por la venta del abono orgánico se muestra a continuación en la **Tabla 43**.

Mes	Biol	Biosol	Biol				Biosol		Total
	Producción		Biol	Ingresos		Biosol			
Enero	12315	1368	S/	3,694	S/	137	S/	3,831	
Febrero	13467	1496	S/	4,040	S/	150	S/	4,190	
Marzo	13539	1504	S/	4,062	S/	150	S/	4,212	
Abril	13035	1448	S/	3,911	S/	145	S/	4,055	
Mayo	12387	1376	S/	3,716	S/	138	S/	3,854	
Junio	13035	1448	S/	3,911	S/	145	S/	4,055	
Julio	12531	1392	S/	3,759	S/	139	S/	3,899	
Agosto	13035	1448	S/	3,911	S/	145	S/	4,055	
Setiembre	13539	1504	S/	4,062	S/	150	S/	4,212	
Octubre	13899	1544	S/	4,170	S/	154	S/	4,324	
Noviembre	12603	1400	S/	3,781	S/	140	S/	3,921	
Diciembre	12027	1336	S/	3,608	S/	134	S/	3,742	
Promedio	12951	1,439.01	S/	3,885.32	S/	143.90	S/	4,029.22	
Total	155413	17,268.10	S/	46,623.87	S/	1,726.81	S/	48,350.68	

Tabla 43 Ingreso mensual estimado de venta de biol y biosol

Elaboración propia

5.5.2. Costo Mensual de Materia Prima y Auxiliar

La principal materia prima que se utiliza para la producción de carne es el alimento (maíz, afrecho y soya). También tiene otros materiales auxiliares como (calcio carbonato, premezclas, sal y ortofosfato).

Tipos de Materia	Costo Mensual
Materia Prima	
Maíz	S/ 33,619.16
Afrecho	S/ 17,188.02
Soya	S/ 12,731.59
Materiales Auxiliares	
Calcio Carbonato	S/ 199.28
Premezcla	S/ 12,455.09
Sal	S/ 95.81
Ortofosfato	S/ 431.14
Total	S/ 76,720.10

Tabla 44 Costo mensual promedio de materia prima y auxiliar

Fuente: La empresa

La **Tabla 44** se muestra que el costo mensual de la materia prima y auxiliar es de S/ 76,720.10

5.5.3. Costo Mensual del Personal

La empresa pecuaria requiere personal para las áreas de producción ventas y administración como se observa en la **Tabla 45**. El costo mensual del personal asciende a S/ 27 100.00

Personal	Costo Total Mensual	
Persona Producción		
(1) Personal de Detección de Celo	S/	1,100.00
(2) Personal de Inseminación Artificial	S/	2,200.00
(2) Personal de Gestación	S/	2,200.00
(2) Personal de Parto y Maternidad	S/	2,200.00
(2) Personal de Destete	S/	2,200.00
(2) Personal de Levante	S/	2,200.00
(2) Personal de Engorde	S/	2,200.00
(2) Personal de Preparación de alimento	S/	2,200.00
(1) Personal de Mantenimiento	S/	1,200.00
(1) Veterinario	S/	2,500.00
Personal de Ventas		
(2) Promotor de ventas	S/	2,000.00
Personal Administrativo		
(1) Gerente	S/	2,500.00
(2) Asistente Administrativo	S/	2,400.00
TOTAL	S/	27,100.00

Tabla 45 Costo de personal mensual

Fuente: La empresa

5.5.4. Costo Mensual de Servicios

La empresa pecuaria incurre en el pago de servicios por agua de regadío, energía eléctrica, gas, gasolina y servicio matadero. La **Tabla 46** muestra el pago mensual de servicios que asciende a S/. 11,146.00

Servicios	Costo mensual	
Agua de Regadío	S/	271.00
Energía eléctrica	S/	2,485.00
Gas	S/	1,980.00
Transporte	S/	1,500.00
Alimentación	S/	3,150.00
Matadero	S/	1,760.00
Total	S/	11,146.00

Tabla 46 Costo mensual de servicios

Fuente: La empresa

5.5.5. Estimación de ventas

En la estimación de ventas se prevé un incremento de 7.14 %, considerando un escenario moderado , basado en el incremento de consumo de carne de cerdo per cápita (ASOPORCI 2022) y el de crecimiento de producción de carne porcina a nivel nacional de los últimos 5 años según el (Instituto Nacional de Estadística e Informática 2019)

departamento	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
Arequipa población (pers.) (a)	1,497,438	1,526,669	1,533,994	1,580,075	1,605,569	1,631,136	1,656,746	1,681,960	1,706,822
consumo per capital (kg/pers.) (b)	8.8	9.2	9.70	10.7	11.2924	11.9214	12.5504	13.1794	13.8084
consumo de carne de chancho (poblacional) (d=a x b)	13,177,454	14,045,355	14,879,742	16,848,972	18,130,727	19,445,425	20,792,825	22,167,224	23,568,481

Tabla 47 Crecimiento de consumo de carne porcina

Fuente : Instituto Nacional de Estadística e Informática (2019)

mes	Variación del crecimiento						
	2021/2020	2022/2021	2023/2022	2024/2023	2025/2024	2026/2025	2027/2026
Arequipa	6.18%	5.61%	11.69%	7.07%	6.76%	6.48%	6.20%

Tabla 48 Variación Anual porcentual del incremento de consumo de carne porcina

Fuente: Adaptado de Instituto Nacional de Estadística e Informática (2019)

Por tal motivo la empresa pecuaria estima incrementar sus ventas en un 7.14 % en los próximos 5 años, basado en el incremento de consumo de carne porcina de los últimos 5 años como se observa a continuación en la **Tabla 49**

Ventas (S/)	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Actual	S/ 132,047.93	S/ 129,351.90	S/ 128,695.58	S/ 124,143.18	S/ 124,771.29	S/ 128,252.23	S/ 128,163.12	S/ 126,010.93	S/ 128,379.22	S/ 132,118.34	S/ 120,185.37	S/ 119,039.16
Estimado	S/ 141,477.11	S/ 138,588.57	S/ 137,885.38	S/ 133,007.91	S/ 133,680.87	S/ 137,410.37	S/ 137,314.90	S/ 135,009.03	S/ 137,546.42	S/ 141,552.55	S/ 128,767.48	S/ 127,539.42

Tabla 49 Estimación de ventas 2022 (soles)

Elaboración propia

5.5.6. Estimación de Costos de Inversión el Proyecto

Para la estimación del costo de implementación del sistema de tratamiento de residuos orgánicos se consideran los costos de los materiales de instalación y la mano de obra para la ejecución como se señala a continuación. Se trabaja con una tasa de cambio del dólar de 3.80 soles.

Ítem	Descripción	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total	
1	Gastos Preliminares			S/ 1,472.00	
1.1	Excavación				
1.1.1	Pozo de entrada (2.3 x 1 x 1) m Pozo de salida (2.7 x 1 x 1) m para las 3 pozas	Ladrillo King Kong	1000	S/ 0.68	S/ 680.00
		Bolsas de cemento antisalitre	18	S/ 22.50	S/ 405.00
		Arena gruesa (saco de 40 kg)	21	S/ 6.00	S/ 126.00
		Arena fina (saco de 40 kg)	3	S/ 6.00	S/ 18.00
		Impermeabilizante liquido SIKA de 4 litros	9	S/ 27.00	S/ 243.00
2	Sistema de Biodigestión			S/ 62,395.60	
2.1	Biodigestor	Biodigestor de geomembrana de PVC de 1mm de V=40 m ³	3	S/ 19,000.00	S/ 57,000.00
2.2	Gasómetro	Gasómetro de geomembrana de PVC de 0.6mm gris tipo almohada de V= 1,5m ³	1	S/ 721.00	S/ 721.00
2.3	Tubería de alimentación y de descarga del biodigestor	Tubería de PVC de 4" x 3 m	3	S/ 22.00	S/ 66.00
		Cilindros de plástico de 200 litros	50	S/ 80.00	S/ 4,000.00
2.4	Regulador de presión (2)	Codos de PVC de 45° de 3/4"	4	S/ 2.80	S/ 11.20
		Tee de PVC de 3/4"	2	S/ 3.00	S/ 6.00
2.5	Filtros de Sulfuro de Hidrogeno (2)	Unión mixta sp/rosca de PVC de 3/4"	4	S/ 1.60	S/ 6.40
		Reducción con rosca externa de PVC de 2" a 3/4"	4	S/ 2.50	S/ 10.00
		Unión Universal con rosca interna de PVC de 2"	4	S/ 5.00	S/ 20.00
		Adaptador macho de 2"	4	S/ 2.00	S/ 8.00
		Tubo de PVC de 2" x 3m	1	S/ 13.00	S/ 13.00
2.6	Conductor de biogás	Viruta metálica (kg)	5	S/ 0.50	S/ 2.50
		Tubo de PVC-P de 3/4" x 5 m	22	S/ 11.00	S/ 242.00
		Pegamento (650 ml)	4	S/ 9.00	S/ 36.00
		Cinta Teflón	12	S/ 1.00	S/ 12.00
2.7	Válvulas	Válvulas esféricas de 3/4"	3	S/ 5.50	S/ 16.50
2.8	Invernadero	Plástico agrofilm de 8 m	5	S/ 27.00	S/ 135.00
		Tubo de metal de 2"	2	S/ 45.00	S/ 90.00
3	Almacenamiento de Biol y Biosol			S/ 8,158.91	
3.1	Almacenamiento de Biol (4 x 4.5 x 1.5)m	Malla raschel (95%) (m2)	15	S/ 4.25	S/ 63.75
		Varilla de fiero corrugado (3/8)	6	S/ 26.01	S/ 156.06
		Varilla de fiero corrugado (1/2)	4	S/ 46.65	S/ 186.60
		Ladrillo King Kong	1500	S/ 0.68	S/ 1,020.00
		Cemento	24	S/ 22.50	S/ 540.00
		Grava (m3)	1.3	S/ 60.00	S/ 78.00
		Arena (m3)	2.5	S/ 80.00	S/ 200.00
		Alambre (Kg)	5	S/ 5.70	S/ 28.50
		Geomembrana HDPE (m2)	49	S/ 23.00	S/ 1,127.00
		Bomba de lodo sumergible	1	S/ 2,600.00	S/ 2,600.00
3.2	Estructura de Sombra para el tanque de biol(3.5x 4 x 6)	Tuberías PVC (4")	9	S/ 22.00	S/ 22.00
		Palos de eucalipto (4 m)	11	S/ 27.00	S/ 297.00
		Palos de eucalipto (6 m)	2	S/ 50.00	S/ 100.00
		calaminas AA de 14mm (360 x0.80)m.	10	S/ 24.00	S/ 240.00
Costo Total de Implementación				S/ 72,026.51	

Tabla 50 Costo de implementación del sistema de tratamiento de residuo

Elaboración Propia

Ítem	Descripción	Cantidad	Días	Costo Unitario	Costo Total
4	Mano de Obra				
4.1	Ingeniero Civil Realizara, dirigirá y supervisara la implementación total	1	-	S/ 4,500.00	S/ 4,500.00
	Realizarlas excavaciones, instalación del biodigestor y tubería de conducción de biogás	3	5	S/ 80.00	S/ 1,200.00
4.2	Personal operativo Realizarlas excavaciones, mampostería para almacenamiento de biol	2	4	S/ 150.00	S/ 1,200.00
	Realizarlas la construcción de sombra para el tanque de biol	2	1	S/ 150.00	S/ 300.00
Total					S/ 7,200.00

Tabla 51 Costo estimado de mano de obra en la instalación

Elaboración propia

En la *Tabla 50* y *Tabla 51*, se observa que el costo total de los materiales y mano de obra para la implementación es de S/ 72,026.51 y S/ 7,200.00 respectivamente. Por lo tanto, el costo total de inversión del proyecto es de S/ 79,226.51. para una capacidad de biodigestor de 120 m3. Se realizó dos flujos de caja económico, de la empresa y del proyecto, para evaluar la viabilidad económica de realizar esta inversión para un sistema de tratamiento de biodigestión según indicadores de rentabilidad.

Operacional y mantenimiento del biodigestor considerando que se necesitara 3 personas de mantenimiento y un supervisor en la cuales estas estarán en planilla en la *Tabla 52* se considera la remuneración mensual

Operación y mantenimiento					
cantidad	personal	horas/día	días /mes	Costo unitario / hora	costo total
2	Operación y Mantenimiento	3	8	S/ 6.60	S/ 316.80
1	supervisor	2	8	S/ 9.66	S/ 154.56
Total Mensual					S/ 471.36
Total Anual					S/ 5,666.32

Tabla 52 Costo de mantenimiento

Elaboración propia

5.5.7. Rentabilidad

En rentabilidad de la presente inversión proviene del registro y análisis de todo los gastos efectuados e ingresos. Para la calefacción de la pecuaria se utiliza gas de uso doméstico de

acuerdo a la Empresa Alemana Aqualimpia Engineering E.K (2020) , indica que 100 m³ de biogás equivale a 58 kg de gas doméstico, se está considerando el costo de cada balón de gas de 10 Kg con un precio de S/. 48. Para el calcular el ahorro energético, se consideró lo siguiente:

Beneficios y costos del Biodigestor	
Volumen del biodigestor	120.00 [m ³]
Producción diaria de biogás	24.46 [m ³]
Vida útil esperada del Biodigestor	20 años
Costo de inversión inicial	S/ 79,226.51
Costo de inversión por m ³ de digestor	S 660.22
Precio de fertilizante anual	S/ 48,350.68

Tabla 53 Cuantificadores de Costo y Beneficios del Biodigestor

Elaboración propia

Conforme a la **Tabla 53**, indica que se puede sustituir el consumo de gas doméstico (propano) por biogás en su totalidad, teniendo un excedente mensual equivalente a un balón de gas aproximadamente.

A continuación, se presentará el cálculo de los parámetros financieros que afectan al presente proyecto, en la Tabla 54 indica la depreciación anual que sufre la infraestructura, según el proveedor de los biodigestores, para el cálculo se considera un valor inicial de S/3,028.07

MATERIALES	cantidad	Precio unitario	Precio total	DEPRECIACION	TOTAL
Biodigestor (40 m ³)	3	S/ 19,000.00	S/ 57,000.00	5%	S/ 2,850.00
Gasómetro	1	S/ 721.00	S/ 721.00	7%	S/ 48.07
Bomba de lodo sumergible	1	S/ 2,600.00	S/ 2,600.00	5%	S/ 130.00
Total anual					S/ 3,028.07

Tabla 54 Depreciación de equipos

Elaboración Propia

La depreciación anual y acumulada se describe en la **Tabla 55**.

año	depreciación anual	depreciación acumulada
1	S/ 3,028.07	S/ 3,028.07
2	S/ 6,056.13	S/ 9,084.20
3	S/ 9,084.20	S/ 18,168.40
4	S/ 12,112.27	S/ 30,280.67
5	S/ 15,140.33	S/ 45,421.00
6	S/ 18,168.40	S/ 63,589.40
7	S/ 21,196.47	S/ 84,785.87
8	S/ 24,224.53	S/ 109,010.40
9	S/ 27,252.60	S/ 136,263.00
10	S/ 30,280.67	S/ 166,543.67
11	S/ 33,308.73	S/ 199,852.40
12	S/ 36,336.80	S/ 236,189.20
13	S/ 39,364.87	S/ 275,554.07
14	S/ 42,392.93	S/ 317,947.00
15	S/ 45,421.00	S/ 363,368.00
16	S/ 48,449.07	S/ 411,817.07
17	S/ 51,477.13	S/ 463,294.20
18	S/ 54,505.20	S/ 517,799.40
19	S/ 57,533.27	S/ 575,332.67
20	S/ 60,561.33	S/ 635,894.00

Tabla 55 Depreciación del biodigestor

Elaboración Propia

5.5.8. Flujo de caja

FLUJO DE CAJA ECONÓMICO MENSUAL										
	año 0	año 1	año 2	año 3	año 4	año 5				
Ingresos										
Ingreso por biogas	S/	21,558.88	S/	22,007.67	S/	22,456.45	S/	22,905.24	S/	23,354.03
Ingreso por bioabono	S/	48,350.68	S/	51,061.96	S/	53,773.24	S/	56,484.53	S/	59,195.81
Total de Ingresos	S/	69,909.56	S/	73,069.63	S/	76,229.70	S/	79,389.77	S/	82,549.84
Egresos										
Depreciación de equipos	S/	3,028.07	S/	3,028.07	S/	3,028.07	S/	3,028.07	S/	3,028.07
Remuneración de personal operativo										
Operación y Mantenimiento	S/	5,666.32	S/	5,666.32	S/	5,666.32	S/	5,666.32	S/	5,666.32
Agua de regadío	S/	666.83	S/	666.83	S/	666.83	S/	666.83	S/	666.83
Gastos de Ventas										
Remuneración de personal de ventas	S/	6,000.00	S/	6,000.00	S/	6,000.00	S/	6,000.00	S/	6,000.00
Inversión										
Sistema de biodigestor	S/	79,226.51								
Total de egresos	S/	79,226.51	S/	15,361.21	S/	15,361.21	S/	15,361.21	S/	15,361.21
Flujo de caja operativo	-S/ 79,226.51	S/ 54,548.35	S/ 57,708.42	S/ 60,868.49	S/ 64,028.56	S/ 67,188.63				
Periodos	0	1	2	3	4	5				
Valor actualizado	-S/ 79,226.51	S/ 49,589.41	S/ 47,692.91	S/ 45,731.39	S/ 43,732.37	S/ 41,718.85				
Valor acumulado	-S/ 79,226.51	-S/ 29,637.10	S/ 18,055.80	S/ 63,787.20	S/ 107,519.56	S/ 149,238.41				

Tabla 56 Flujo de Caja económico del proyecto

Elaboración Propia

Evaluación Financiera

En la **Tabla 56** se visualiza el flujo de caja del proyecto, se consideró como ingresos las ventas del biogás y bioabono, con una TEA al 10%, se obtiene un Valor Actual Neto (VAN) de S/149,238.41 donde resulta mayor que la inversión inicial ($VAN > 0$), por lo cual el proyecto es rentable con una Tasa Interna de Retorno (TIR) equivalente al 67.6 %; y un Retorno de Capital (RT) en un año y medio (1.62), además de un Costo de Oportunidad (COK) del 14.3%, todo esto analizado en un periodo de inversión de 5 años .

Para el cálculo del costo de oportunidad del capital (COK), se ha utilizado el Modelo de Precios de Activos Capitales (CAPM), en el cual consideramos valores ponderados de las fuentes financieras. Resultando un costo de oportunidad de capital de 14.3 %, en la tabla 57 se observa los valores considerados para el cálculo del COK.

Valores para el cálculo del COK		
tasa libre de riesgo	Rf	12.52%
índice de mercado (S&P 500)	Rm	6.84%
beta	β	0.49%
riesgo del país	Riesgo País	1.77%

Tabla 57 Costo de oportunidad del capital

Fuente: Investing (2022)

En el **Anexo 6** se muestra el flujo de caja de la empresa en una ambiente conservador, se tomaron como ingresos las ventas del producto, con una TEA de 10% y una TEM de 0.797%, se obtiene un Valor Actual Neto (VAN) de S/ 126,551.74 donde resulta mayor que la inversión inicial ($VAN > 0$), por lo cual el proyecto es rentable con una Tasa Interna de Retorno (TIR) equivalente al 26.17 %; y un Retorno de Capital (RT) a partir del tercer mes (3.3 meses), todo esto analizado en un periodo de inversión de 8 meses.

Para el proyecto el financiamiento será realizado en su totalidad por la misma empresa, pero también se puede financiar mediante un préstamo bancario, por ejemplo, con el banco Scotiabank, el cual ofrece para un monto solicitado de S/. 79,226.51. una TEA de 13.00 %, para un periodo de 36 meses, una cuota fija mensual de S/. 2,626.78 siendo una de las entidades con menor tasa en el mercado según la superintendencia de banca y seguro (SBS).

5.5.9. Flujograma propuesto en la implementación del biodigestor

Para la implementación del sistema de biodigestor se plantea un nuevo diagrama de flujo de la gestión de residuos o estiércol, que permitirá tener diagramado la forma en que debe realizarse la gestión de efluentes así como disposición de mejoras.

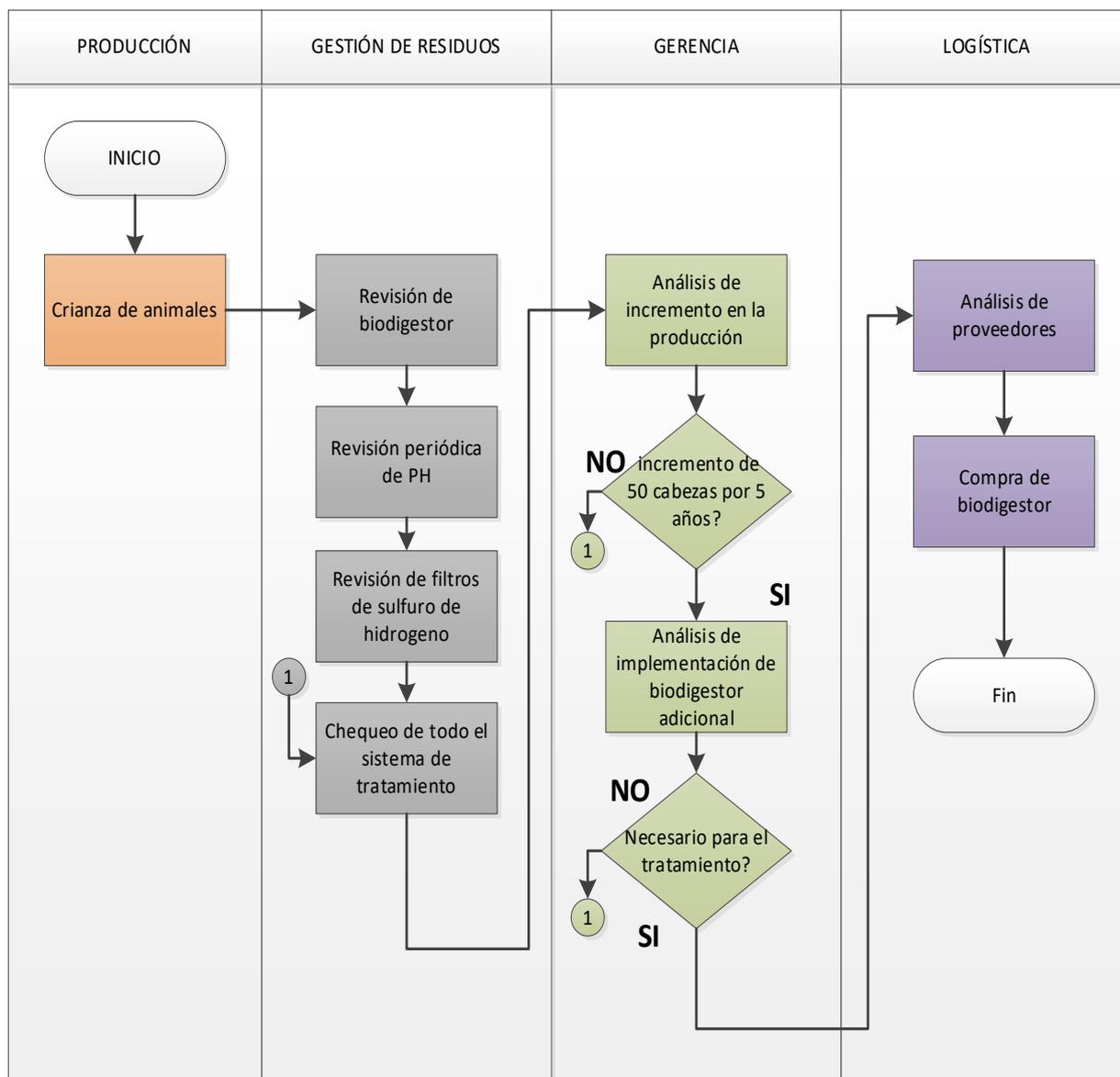


Figura 66 Flujo de gestión para Residuos Orgánicos

Elaboración propia

5.5.10. Mapa de procesos propuesto

A continuación, se muestra el mapa de procesos propuesto para la empresa, cuya finalidad es proponer nuevos procesos que se deben implementar para mejorar la gestión de la empresa, tales como Sostenibilidad, que es un proceso muy importante para el tipo de rubro en el que se encuentra la empresa, le permitirá tener un área que busque

constantemente mejoras para un crecimiento sostenible (como gestión de efluentes, rendering, energías renovables, etc.)



Figura 67 Mapa de procesos actual

Comentario: El mapa de procesos propuesto muestra nuevos procesos que deben implementarse en la empresa con el fin de mejorar el valor creado para el cliente

Elaboración Propia



6.1. Aspecto de Impacto Industrial

La estrategia medioambiental seleccionada basada en economía circular, permitirá aprovechar el estiércol animal como fuente energética sostenible y limpia que reemplace a energías convencionales y por otro lado contribuir a la disminución de la contaminación generada por los residuos.

6.1.1. Reducción de costos

Uno de los beneficios importantes que se obtendrán después de la implementación del sistema de biodigestión, es que permitirá reducir costos de producción, con énfasis al gas utilizado en el proceso productivo.

Ítem	Economía Lineal		Economía Circular	
	Costo mensual	Costo anual	Costo mensual	Costo anual
Agua regadía	S/ 211.53	S/ 2,538.39	S/ 211.53	S/ 2,538.39
Energía Eléctrica	S/ 2,485.49	S/ 29,825.86	S/ 2,485.49	S/ 29,825.86
Gas	S/ 1,979.88	S/ 23,758.56	S/ 183.31	S/ 2,200.00
Total	S/ 4,676.90	S/ 56,122.81	S/ 2,880.33	S/ 34,563.93

Tabla 58 Comparación de costos según economía lineal y circular

Elaboración propia

En la **Tabla 58** se muestra la reducción de costos que representa el enfoque de economía circular, que representa un ahorro anual de S/ 21,558.88

6.1.2. Ingresos por abono orgánico

Otro importante beneficio después de la implementación del sistema de biodigestión, es que permitirá obtener ingresos adicionales por la venta de biol y biosol a los agricultores aledaños y un ingreso de S/. 4,029.22, como se detalla en la **Tabla 59**.

Ítem	Economía Lineal		Economía Circular	
	Mensual		Mensual	
	Cantidad	Ingreso	Cantidad (lts)	Ingreso
Biol	-	S/ 0.00	12,951.08	S/ 3,885.32
Biosol	-	S/ 0.00	1,439.01	S/ 143.90
Total	-	S/ 0.00	-	S/ 4,029.22

Tabla 59 Comparación de ingresos adicionales

Comentario: Se muestra la venta en promedio mensual por el bioabono obtenido
Elaboración propia

6.2. Seguridad y Salud en el Trabajo

La empresa pecuaria en estudio cuenta con una gestión básica respecto a Seguridad y Salud en el trabajo.

Se recomienda implementar diversas mejoras respecto en distintos aspectos como se detalla a continuación:

A) Capacitación

- Realizar charlas diarias de seguridad al inicio de la jornada, en el cual se describa ejemplos o situaciones que pudieran suscitarse en la pecuaria.
- Fomentar la participación del personal, a través de charlas o entrevistas cortas, para identificar problemas y mejoras en la empresa en materia de seguridad y salud en el trabajo.
- Realizar capacitaciones de operación o uso a todo el personal operativo cuando se adquiera nuevas máquinas, herramientas o materiales.

B) Mantenimiento

- Elaboración de procedimientos para el mantenimiento diario de las herramientas.
- Capacitación para el registro de incidencias o acontecimientos de las máquinas y herramientas, con el fin de realizar mantenimiento preventivo, correctivo y predictivo.

C) Desastres o fenómenos naturales

- Capacitación periódica al personal, sobre la forma de actuar frente a un desastre.
- Señalización de equipos y material de respuesta rápida.
- Capacitación al personal sobre aplicación de primeros auxilios a personas.

D) Equipos de protección personal

Adquisición en stock de Epps para el tipo de trabajo en la pecuaria tales como se detalla a continuación:

- Piernas: pantalón drill y botas de jebe
- Brazos: polo de algodón manga larga y guantes de algodón con puntos de pvc

- Cuerpo: mandil de plástico
- Ojos: lentes simples de seguridad
- Nariz: mascarilla de tela

Además, se debe realizar una actualización anual o cada 2 años de la matriz de identificación de peligros y riesgos



CONCLUSIONES

1.- Mediante la propuesta de la implementación de un sistema de biodigestión de 120 m³ para el tratamiento del estiércol porcino de la empresa pecuaria de referencia ubicada en Rio Seco – Arequipa, se garantiza la obtención de una fuente de energía limpia y renovable. Donde el biogás alcanza una producción mensual promedio de 733.89 m³ que serán empleados en el proceso productivo para el suministro de calor en las etapas de crianza de Gestación y Parto-Maternidad. En cuanto a la equivalencia energética con la implementación se cubrirá el 94.2% de la demanda gaseosa que representa 19,542,672.90 Kj. En cuanto a los subproductos como el biosol se tendría una producción anual de 1,439 kg y del subproducto biol con una producción de 12,951 lts, se propone su venta a agricultores, viveros, entre otros; por lo tanto, se concluye que la gestión actual de residuos orgánicos será mejorada mediante el biodigestor.

2.- El estado situacional de la gestión de residuos orgánicos de la empresa de referencia concluye que se consume en promedio 412 kg o 41 balones mensual de gas destinado para la calefacción del cerdo, lo que equivale a 809 m³ de biogás; respecto al agua se consume 180 m³ dividido 130 m³ para el consumo de la pecuaria y 50 m³ para limpieza. Además, se genera 17,782 kg de estiércol mensual en promedio, siendo tratado como desecho evidenciado en la acumulación en pozas sin aprovechamiento y vertimiento en terrenos agrícolas.

3.- El sistema de tratamiento de biodigestión propuesto ha sido seleccionado y diseñado según el tamaño “comercial” de la empresa y la caracterización del estiércol de la pecuaria (pH cercano a neutro “6.8” y buen porcentaje de carbono 42.72 %) que favorecen el crecimiento de microorganismos y producción de biogás. Para el tratamiento del flujo de estiércol de la empresa se necesita un biodigestor con un volumen de 85.27 m³, para lo cual por criterios operativos de seguridad y previsión de crecimiento productivo se requiere la instalación de 3 biodigestores tubulares prefabricados de geomembrana de PVC, que sumados forman una capacidad de 120 m³. Del cual se obtendrá diariamente 24.46 m³ de biogás para su reutilización en el proceso además de 432 lts. de biol y 48 kg de biosol diarios para ser comercializado.

4.- Con implementación del sistema de biodigestión se obtendrá una fuente energética sostenible y limpia, el biogás, que permitirá sustituir el 94.2% del consumo de gas doméstico, representado en un ahorro anual promedio de S/ 21,558.88, asimismo de un ingreso anual promedio por bioabono de S/. 48, 350.68, además la estimación de los costos del proyecto

indica que el monto de inversión asciende a S/ 79,226.51, el presente proyecto cuenta con excelentes indicadores financieros, con un VAN de S/ 97,368.37 y una TIR del 24.8 % y un COK de 14.3 %, analizado en un periodo de 8 meses, con un Retorno de Capital (3.2) después del tercer mes; por lo tanto, se concluye que la empresa puede solventar económicamente tal inversión y que el proyecto es muy rentable.

RECOMENDACIONES

1.- Se deberá seguir con un enfoque de mejora continua respecto a la gestión de residuos orgánicos de la empresa, con la finalidad de evaluar constantemente mejoras en el sistema de tratamiento de biodigestión.

2.- Se recomienda continuar con el análisis continuo de la situación productiva de la empresa y la gestión de residuos, con la finalidad de identificar fallas y deficiencias para tomar medidas preventivas y correctivas.

3.- Para las mejoras que se quieran implementar en el sistema de tratamiento se deberá tener como principal consideración el flujo de residuos y el monto inversión.

4.- Se recomienda evaluar nuevos posibles usos del biogás, ya que este incrementara proporcionalmente con el aumento productivo de la pecuaria, como por ejemplo la obtención de energía eléctrica a partir del biogás.

5.- Se recomienda el reciclado de la geomembrana después de su vida útil , así mismo hay investigación de Alarcón Ventura y Hidalgo Serveleón (2022) en la cual nos indica que mejoro la estabilidad del asfalto en caliente al incorporarlo en 1% del PVC reciclado, así también en el trabajo de investigación de Astopilco Valiente (2015) en la cual ayuda en a las propiedades físico- mecánicos en la compactación de la elaboración de ladrillo de concreto.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Agostinho, G., Brunet Leyva, R., & Muñoz Ramos, J. (2012). Gestión del estiércol como aporte a la sostenibilidad de una granja en cuba. Florencia, Colombia.
- Aguilar Amanqui, A., & Pumachara Maque, L. (2019). Aplicación de un PGA para reducir los impactos ambientales de la empresa de curtiembre San Cristoba l- Río Seco - Arequipa - 2019. *Aplicación de un PGA para reducir los impactos ambientales de la empresa de curtiembre San Cristoba l- Río Seco - Arequipa - 2019*. Arequipa, Perú.
- Amado Alviz, V. (2020). Propuesta de mejora de procesos productivos de una empresa productora de colapez bajo un enfoque de economía circular. Arequipa, Perú.
- Aqualimpia Engineering E.K. 2020. «Biodigestores - plantas de biogás». *Biodigestores - plantas de biogas - generadores - energia*. (<https://www.aqualimpia.com/>).
- Arce Cabrera, J. (2011). Diseño de un Biodigestor para generar biogás y abono a partir de desechos orgánicos de animales aplicable en las zonas agrarias del litoral. Guayaquil, Ecuador.
- ASOPORCI. 2022. «ASOPORCI refuerza campaña “Come Cerdo Come Sano”». *MAP La revista del mundo avicultor y porcicultor*. <https://maplarevista.pe/2022/05/13/asoporci-refuerza-campana-come-cerdo-come-sano/>).
- Arenas Paredes, C. J. (2018). Plan de negocios de la CAL ASPAM para la producción y comercialización de biofertilizantes producto de la instalación de biodigestores en los establos de productores pecuarios en la Irrigación Majes, Región Arequipa. Lima, Perú.
- BANCO CENTRAL DE RESERVA DEL PERU. (2016). *Informe Económico y Social REGION AREQUIPA*. Arequipa.
- Banco Central de Reserva del Perú. (2018). *Caracterización del departamento de Arequipa*.
- Bolívar Fuquense, H., & Ramírez Hernández, E. (2012). Propuesta para el diseño de un biodigestor para el aprovechamiento de la materia orgánica generada en los frigoríficos de Bogotá. Bogotá, Colombia.
- Bragachini, M., Huerga, I., Mathier, D., & Sosa, N. (s.f.). Residuos pecuarios: Una problemática que puede transformarse en oportunidad. Buenos Aires, Argentina.
- Buroz Castillo, E. (1998). *Métodos de evaluación de impactos ambientales*.
- Brunori, Jorge, Gustavo Zielinski, Naum Spiner, Raul Franco, y Dario Panichelli. 2003. «Causas de Mortandad en un sistema de producción porcina a Campo durante la etapas de crecimiento y terminación.» *Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria*.
- Cámara de Comercio de Lima. (2019). Perú, país minero y agropecuario. *La cámara*.

- Cámara de Navarra. (2017). Guía para el Desarrollo de Autodiagnósticos en Economía Circular en la Industria Navarra Oportunidades Sostenibles para la Especialización inteligente.
- Chase, R. B., Jacobs, F. R., & Aquilano, N. J. (2009). *Administración de Operaciones* (12va ed.). México: McGraw-Hill.
- Chungandro Nacaza, K., & Manitio Cahuatijo, G. (2010). Diseño y construcción de un biodigestor para pequeñas y medianas granjas.
- Coelho, F. (2008). *Cultura genial*. Obtenido de <https://www.significados.com/metodologia/>
- Çengel, Yunus, y Michael Boles. 2014. *Termodinámica*. North Carolina State University. España.
- Consortio Servicios La Palma. (s.f.). *cslpalma*. Obtenido de cslpalma: <http://www.cslpalma.org>
- Dauden, A., & Quilez, D. (2004). Pig slurry versus mineral fertilization on corn yield and nitrate leaching in a Mediterranean irrigated environment.
- Duran Cotrina, D. (s.f.). Biodigestores. *Biodigestores*.
- EBE i Associats. (2011). *EBE Enginyeria i Associats, S.L*. Recuperado el 2020, de www.ebe.cat
- Ecured. (s.f.). *Ecured*. Recuperado el 2020, de Ecured: <https://www.ecured.cu>
- El Comercio. (2019). ¿Por que comemos más carne de cerdo?
- Ellen Facarthur Foundation. (s.f.). *Ellen Macarthur Foundation*. Obtenido de <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/>
- Faickney Osborn, A. (1939). Estados Unidos.
- FAO. (2006). La larga sombra del ganado, problemas ambientales y opciones. Italia.
- Flotats, X., Campos, E., Palatsi, J., & Bonmatí, A. (2001). Digestión anaerobia de purines de cerdo y co-digestión con residuos de la industria alimentaria. *Digestión anaerobia de purines de cerdo y co-digestión con residuos de la industria alimentaria*. Lérida, España.
- Giner Santoja, G., Georgitzikis, K., Scalet, B., Montobbio, P., Roudier, S., & Delgado Sancho, L. (2015). Best Available Techniques (BAT) Reference Document for the Intensive Rearing of Poultry or Pigs.
- Gonzales Estrada, D. (2011). Diseño y fabricación de un prototipo para la obtención de biogás. *Diseño y fabricación de un prototipo para la obtención de biogás*. México.
- Gonzales Guerra, E., Castillo Chanava, F., Correa Correa, S., & Retto Saavedra, C. (2017). Sistema de aprovechamiento de residuos orgánicos de ganado vacuno y su aplicación en la agropecuaria Campos Del Chira E.I.R.L.". Piura, Perú.

- Groppelli, E., & Giampaoli, O. (2007). *El camino de la biodigestión Ambiente y tecnología socialmente apropiada*. Santa Fe: Universidad Nacional del Litoral – PROTEGER.
- Guerrero B., J. (1993). *Abonos orgánicos: tecnología para el manejo ecológico del suelo*. Lima.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2006). *Metodología de la Investigación*. México: McGraw-Hill/Interamericana Editores.
- Hernández, I. M. (2011). *Acompañamiento virtual a través de la Plataforma Google Wave*. 5ta. México, Puebla.
- Herrero Mallen, E., Fernández, M., Brescos Roy, B., & López de Torres, M. (2014). *Valorización energética del estiércol: Dos casos prácticos de plantas de digestión anaerobia con gestión centralizada*. Las Palmas, España.
- InfoEmpresa. (2018). *IngenioEmpresa.com*. Recuperado el 2020, de IngenioEmpresa.com: www.ingenioempresa.com/ciclo-pdca.
- International Council on Archives. (1972). *Composición de los estiércoles*. Paris, Francia.
- Instituto Nacional de Estadística e Informática. 2019. *Perú: Estimaciones y proyecciones de la población por departamento, 1995-2030*. Lima, Perú.
- León, C., Rodríguez, C., Mendoza, G., Bardales, C., Cabos, J., & Barrena, M. (2019). *Diseño e implementación de una planta piloto de producción de Biogás, Biol y Biosol*. Trujillo.
- Lloclla Gonzales, H. (2017). *Biodigestor para el tratamiento de residuos orgánicos generados por ganado vacuno del fundo de la asociación de ganaderos de Lambayeque 2015*. Chiclayo, Perú.
- López Nieve, G. (2019). *Emisiones de metano a partir de estiércol de vacuno, cuy y porcino en la granja de la Universidad Nacional Agraria de la Selva*. Tingo María, Perú.
- Marti Herrero, J. (2008). *BIODIGESTORES DE BAJO COSTO Para producir biogás y fertilizante natural a partir de residuos orgánicos*. *BIODIGESTORES DE BAJO COSTO Para producir biogás y fertilizante natural a partir de residuos orgánicos*. Ecuador.
- Martin H., j. 2008. «Biodigestores Familiares». *programa de desarrollo agropecuario (PROAGRO)* 85.
- Marti Herrero, J. (2009). *Biodigestores Tubulares*.
- Mayta S., Lener. 2020. «Cálculo y montaje del sistema de impulsión de agua tratada desde TK 2937 PTARI a TKS 2932/2934/2935 lavadero de camiones mineros enmarcado dentro del proyecto de reubicación de facilidades sur - fase 1 para la empresa SMC». Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Arequipa, Perú.
- Ministerio de Agricultura y Riego. (2017). *Diagnóstico de Crianzas priorizadas para el Plan Ganadero 2017-2021*. Lima.

- Ministerio de Agricultura y Riego. 2020. «Panorama y Perspectivas de la Producción de Carne de Cerdo en el Perú».
- Ministerio de desarrollo Agrario y Riego. 2022. «Boletín Estadístico Mensual “El Agro en Cifras”».
- Moncayo Romero, G. (2013). *Dimensionamiento y diseño de biodigestores y plantas de biogás*.
- Nordlund Sierra, D. (2019). Emisiones de gases procedentes de purines obtenidos a partir de cerdos de cebo alimentados con pulpas cítricas. España.
- NTP 350.011-1. 2004. «Recipiente Portátiles de 5 Kg , 10 Kg, 15 Kg y 45 Kg de capacidades para gases licuados de petróleo . Parte 1: Requisitos de Fabricación.»
- NTP 350.011-2. 1995. «Recipiente Portátiles de 5 Kg , 10 Kg, 15 Kg y 45 Kg de capacidades para gases licuados de petróleo . Parte 2: Inspección periódica y reparación».
- OBS Business School. (2007). *Contabilidad de Costos*.
- Ordaz, F., Flores, Z., & Ramírez, Á. (2008). Elementos de muestreo. Caracas, Venezuela.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2017). Global Livestock Environmental Assessment Model.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2018). *Perspectivas Alimentarias*.
- Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo. (2011). *Manual de Biogás*.
- Patiño, R., Santamaria, J., Valero, G., & Diaz, E. (2016). Temas de contabilidad de gestión.
- Paucar Malpica, L. (2015). Producción y evaluación de la calidad del biogás y biol en un biodigestor usando estiércol de codorniz de la granja V.A. VELEBIT S.A.C. ubicada en el distrito de Lurigancho - Chosica. Lima, Perú.
- Portal Universo Porcino. (2005). *Portal Universo Porcino*.
http://www.aacporcinos.com.ar/articulos/actualidad_porcina_09-2011_emision_de_gases_contaminantes_en_una_explotacion_porcina.html
- Proyecto “Chile: Remoción de Barreras para la Electrificación Rural con Energías Renovables”. (2011). MANUAL DE BIOGÁS. Chile.
- RaeAndalucia. (s.f.). Recuperado el 2020, de RaeAndalucia: <https://www.raeandalucia.es>
- Rivas Solano, O., Faith Vargas, M., & Guillen Watson, R. (2009). Biodigestores: factores químicos, físicos y biológicos relacionados con su productividad. *Biodigestores: factores químicos, físicos y biológicos relacionados con su productividad*. Costa Rica.
- Román, P., Martínez, M., & Pantoja, A. (2013). MANUAL DE COMPOSTAJE DEL AGRICULTOR. *Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura*.

- Román Salinas, Víctor. 2021. «Producción de metano de la excreta animal para el aprovechamiento energético en la región altoandina». *Universidad Nacional del Altiplano*.
- S. Summers, D. (2006). *Administración de la calidad I*. México: Pearson Educación.
- Sánchez Sánchez, V. (2017). Biodigestor para el tratamiento de residuos orgánicos generados por ganado vacuno del fundo de la asociación de ganaderos de Lambayeque 2015. Trujillo, Perú.
- Sánchez, M. (2001). Utilización agrícola del estiércol licuado de ganado porcino: método rápido de determinación del valor fertilizantes. Establecimiento de las bases para el diseño de un óptimo plan de fertilización. Valladolid, España.
- Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario. (2004). *Seria Org*. Obtenido de www.serida.org
- Shirakawa Apac, A. (2016). Evaluación del método de ensilado de excretas de cerdo en la generación de biogás y biol mediante biodigestores. Lima, Perú.
- Significados*. (28 de 04 de 2019). de Significados: <https://www.significados.com/disenio-industrial/>
- Significados.com*. (02 de 02 de 2018). Obtenido de <https://www.significados.com>
- Villanueva Vigo, G., & Cotrina Lezama, R. (2013). Biodigestores tubulares unifamiliares: Cartilla práctica para instalación, operación y mantenimiento.,. Lima, Perú.
- Zhexembayeva, N. (2014). *La Estrategia del Océano Esquilmado: Cómo impulsar la innovación para adaptarse a la nueva economía circular*.

ANEXOS

Anexo 1: Decreto Supremo N° 016-2012-AG

El Peruano

Lima, miércoles 14 de noviembre de 2012



NORMAS LEGALES

478537

Manejo de residuos sólidos generados

4. Determinar medidas alternativas para la minimización y valorización de residuos sólidos.
5. Determinar procedimientos internos de recojo, segregación, almacenamiento, reciclaje y traslado de residuos sólidos.
6. Definir los equipos, rutas, calendarios y señalización que deberán emplearse para el manejo interno de los residuos sólidos. (adjuntando un plano con la infraestructura básica).
7. Determinar un Plan de Contingencia ante un evento inesperado que genere derrame, incendio o exposición de los residuos sólidos peligrosos y no peligrosos.
8. Elaborar un formato del registro de residuos sólidos, considerando cantidad, peso, volumen, identificación, peligrosidad u otras características.
9. Otros que pudieran ser considerados y aprobados por la normatividad vigente.

Educación Ambiental en manejo de residuos

10. Elaborar un programa de capacitación para el personal responsable de la generación y manejo de los residuos sólidos de la actividad.
11. Diseñar actividades de difusión y educación ambiental en la gestión del manejo de residuos sólidos con sus trabajadores, usuarios, instituciones y/o otros grupos de interés haciendo uso de los diversos medios de comunicación.

Todo lo que se consigne en el Plan de Manejo de Residuos Sólidos será exigible desde su aprobación.

Artículo 11º.- Declaración de manejo de residuos sólidos

Los generadores de residuos sólidos, deberán presentar la Declaración de Manejo de Residuos Sólidos, generados durante el año transcurrido, debidamente firmados por quienes la suscriben, en formato digital ante la autoridad ambiental del Sector Agrario para su aprobación, dentro de los primeros quince días hábiles de cada año, según formulario establecido en el Anexo I del Decreto Supremo N° 057-2004-PCM. Dicha declaración debe hacerse por cada tipo de residuo generado, debiendo declarar todos los residuos generados durante el desarrollo de sus actividades.

Artículo 12º.- Plan de contingencias

Todo generador de residuos sólidos, debe contar con un Plan de Contingencias que determine las acciones a seguir, en caso de emergencias, durante el manejo de los residuos.

Si las EPS-RS y EC-RS prestan servicios a un tercero que cuente con su propio Plan de Contingencias, aprobado por su respectiva autoridad competente, ambos cumplirán las medidas dispuestas en sus instrumentos. Si hubiera alguna discrepancia entre dichas medidas, se aplicarán las más rigurosas.

El Plan de Contingencias debe ser actualizado por lo menos cada cinco años, cuando se modifique significativamente su contenido o cuando como resultado de la vigilancia y seguimiento se determine la necesidad de reevaluar su contenido; actualización que debe ser aprobada por la autoridad competente.

Capítulo III Del Almacenamiento y Prohibición de Abandono de Residuos Sólidos agropecuarios, agroindustriales y de otras actividades del Sector Agrario

Artículo 13º.- Almacenamiento de residuos
El almacenamiento de los residuos, se efectuará en recipientes apropiados de acuerdo a la cantidad generada y las características del residuo separando obligatoriamente los peligrosos de los no peligrosos, además deben estar dotados de los medios de seguridad previstas en las normas técnicas correspondientes, de manera tal que se eviten pérdidas o fugas durante el almacenamiento, operaciones de carga, descarga y transporte.

Artículo 14º.- Almacenamiento temporal de residuos

El proceso de almacenamiento inicial de residuos sólidos, se realizará dentro de las instalaciones de la actividad, teniendo en cuenta el lugar o áreas donde los

residuos sólidos se generan. Una vez acumulado, y de acuerdo a su Plan de Manejo, el generador podrá disponer el traslado según corresponda.

Artículo 15º.- Almacenamiento central de residuos

El proceso de almacenamiento central de residuos, se realizará dentro de las instalaciones de la actividad, debe estar cerrado, cercado y, en su interior se colocarán los contenedores necesarios para el acopio temporal de dichos residuos sólidos, en condiciones de higiene y seguridad, hasta su evacuación para el tratamiento o disposición final. Estas instalaciones deben reunir las condiciones establecidas en el artículo 40º del Reglamento.

Artículo 16º.- Prohibición de abandono de residuos en lugares no autorizados

Está prohibido el uso de los espacios públicos (vías, parques, entre otros), así como áreas arqueológicas, áreas naturales protegidas y sus zonas de amortiguamiento, playas, cuerpos de agua y fajas marginales de ríos, así como otros bienes de uso público, para el abandono de residuos. La transgresión será materia de sanción por parte de la autoridad ambiental del Sector Agrario.

Capítulo IV Del recojo de residuos sólidos dentro de las instalaciones de la actividad

Artículo 17º.- Del recojo de residuos sólidos

El recojo de los residuos sólidos se realizará mediante contenedores y vehículos debidamente acondicionados, teniéndose en consideración lo siguiente:

1. Los contenedores y vehículos se ubicarán, de preferencia, dentro de las instalaciones de la actividad o cerca de las áreas y actividades de generación de residuos y en zonas de fácil acceso y visibilidad.
2. El generador de los residuos deberá colocar el rotulado de los contenedores de acuerdo al código de colores para los dispositivos de almacenamiento de residuos, en base a lo establecido en la Norma Técnica Peruana (NTP) N° 900.058.2005.
3. El área de almacenamiento temporal de los residuos, deberá contar con la delimitación, señalización, además de las medidas de seguridad y salud ocupacional para prevenir accidentes.

Artículo 18º.- Uso de envases para la recolección y almacenamiento de residuos

Se utilizarán envases de material resistente y hermético para la recolección y almacenamiento de los residuos. Estos se dispondrán en el interior del área del proyecto; su retiro podrá estar a cargo de una EPS-RS o una EC-RS, debidamente registradas.

Capítulo V Del reaprovechamiento de residuos sólidos agropecuarios, agroindustriales y de otras actividades del Sector Agrario

Artículo 19º.- Objetivo de la minimización de residuos

La minimización de los residuos, se inicia en el diseño del proyecto con el objetivo central de reducir la generación de residuos en cada etapa o fase del proceso productivo, fomentando la segregación, reciclaje y aprovechamiento de residuos, habilitándolos mediante un tratamiento, para darle un nuevo uso. La minimización de residuos presta especial atención a evitar el uso de insumos que en su composición contienen elementos peligrosos, según indicado en el Anexo 4 del Reglamento.

Artículo 20º.- Acciones de minimización de residuos

El generador de los residuos, aplicará estrategias de minimización, valorización o de reaprovechamiento de residuos, con el fin de reducir el volumen y peligrosidad, estas acciones forman parte del Plan de Manejo de Residuos Sólidos, tal como se indica en el artículo 9º.

Las acciones de minimización de residuos sólidos generadas en el Sector Agrario deben ser realizadas por el generador y de ser posible se contará con la participación de las EPS-RS o EC-RS respectivas, en tanto éstas tengan los registros y autorizaciones respectivas.

478538



NORMAS LEGALES

El Peruano
Lima, miércoles 14 de noviembre de 2012

Artículo 21º.- Segregación de residuos

La segregación de los residuos tiene por objeto facilitar su reaprovechamiento o comercialización mediante separación sanitaria de los elementos o componentes de los residuos generados en la actividad agropecuaria y agroindustrial, y fomentar el ahorro en el uso de recursos naturales. Para tal efecto, se realizarán los procesos de segregación en el sitio del proyecto o actividad, la fuente de generación, o en la instalación designada para su tratamiento.

La segregación podrá ser efectuada por una EC-RS autorizada con miras a su comercialización y reprocesamiento, de ser el caso, o por una EPS-RS en tanto ésta sea una operadora autorizada para actividades de tratamiento o el transporte para disposición final.

Artículo 22º.- Comercialización de residuos

La comercialización de residuos puede ser realizada por el generador o por una EC-RS registrada en la DIGESA, pudiendo los residuos ser adquiridos por personas naturales o jurídicas generadoras que los reutilicen en sus procesos.

Capítulo VI

Del tratamiento de los residuos sólidos

Artículo 23º.- Tratamiento de residuos sólidos

Aquellos residuos que no sean de origen orgánico, deben ser tratados según lo estipulado en el Título III de la Ley General.

Artículo 24º.- Tratamiento de residuos orgánicos

Los residuos orgánicos, que se generen en las actividades del Sector Agrario, deben recibir tratamiento con la finalidad de reducir o neutralizar las sustancias peligrosas que contienen, recuperar materia o sustancias valorizables, facilitar su uso como fuente de energía, favorecer la disposición del rechazo y en general, mejorar la gestión del proceso de valorización.

El tratamiento de los residuos peligrosos puede ser realizado por el generador y de no contar con un sistema de tratamiento, deberá utilizar los servicios de una EPS-RS autorizada para tal fin.

Capítulo VII

Pautas para la gestión de los residuos sólidos

Artículo 25º.- Residuos de limpieza de cursos o cuerpos de agua

El manejo de sedimentos o lodos provenientes del dragado de cursos o cuerpos de aguas continentales, que se realiza con fines de limpieza, se ejecuta con la autorización de la Autoridad Nacional del Agua, previa opinión técnica favorable de la autoridad de salud, indicando:

- Las características físicas, químicas y biológicas del material a retirar.
- La metodología de extracción.
- La tecnología de tratamiento o disposición final.

Artículo 26º.- Residuos de la actividad de irrigación

El manejo de sedimentos o lodos, residuos orgánicos e inorgánicos, envases contaminados, suelos contaminados, provenientes de las actividades de irrigación, deben establecer:

- Las características físicas, químicas y biológicas del material a retirar.
- La metodología de extracción.
- La tecnología de tratamiento o disposición final.

Artículo 27º.- Gestión de los residuos de las actividades agrícolas

27.1 Los restos vegetales de cultivos o cosecha, pueden ser reaprovechados como forrajes de animales de crianza; así también se puede realizar su aplicación directa en la superficie del suelo, para incrementar el nivel de fertilidad, favorecer la estructura y textura del suelo y con el tiempo incrementar la infiltración del agua y reducir la erosión eólica e hídrica.

El compostaje es una opción de valorización para los residuos agrícolas donde estos restos vegetales se usan como estructurantes de aporte de carbono, para el buen funcionamiento del proceso de compostaje, también puede usarse como biocombustibles.

Está prohibido realizar la quema de dichos residuos vegetales.

27.2 Los titulares de proyectos y/o actividades sujetas a certificación ambiental que generen envases por el uso de plaguicidas, fertilizantes y agroquímicos diversos, en el ámbito de las actividades productivas e instalaciones agroindustriales de competencia del sector agrario, serán responsables de la gestión, manejo y disposición final de los envases usados.

Artículo 28º.- Gestión de los residuos de establecimientos avícolas

Las operaciones de segregación pueden ser realizadas por una EC-RS con miras al reprocesamiento de los residuos; en tanto, las actividades de tratamiento pueden ser realizadas a través de una EPS-RS autorizada para el compostaje.

La Planta de tratamiento y/o reprocesamiento de los animales descartados, órganos, plumas, sangre o productos no aptos para el consumo humano, deberá estar por lo menos a 1 Km de distancia de las actividades productivas del generador y a no menos de 2 km en el caso de que esta actividad sea realizada por una EPS-RS o una EC-RS.

En el caso de que el generador no disponga de planta de tratamiento de residuos como órganos, plumas, sangre o productos no aptos para el consumo humano, deberá entregarlos a una EPS-RS registrada en DIGESA, que realice las actividades de tratamiento o a una EC-RS, que realice las actividades de reprocesamiento.

28.1 Residuos de Planta de Incubación

Los restos como aves desechadas, huevos rotos, huevos no nacidos de las plantas de incubación de aves, pueden ser utilizados como un sustrato para el proceso de compostaje o pueden ser incinerados.

Los residuos de la planta de incubación, al momento de ser transportados, deben hacerse en depósitos que eviten su escurrimiento o diseminación hacia el lugar donde serán tratados, o de darse el caso hasta un relleno sanitario autorizado por DIGESA, a través de una EPS-RS, registrada en DIGESA.

28.2 Residuos de Granjas Avícolas

- Las deyecciones de aves de corral (gallinazas) junto con el material usado en la cama, en los casos que correspondan, pueden ser incorporados al suelo previo tratamiento para estabilizarla, mejorando su calidad como abono, y si es posible, fijar el nitrógeno amoniacal.

La mejor opción de tratamiento para la gallinaza es el compostaje.

El manejo y almacenaje de la gallinaza debe realizarse bajo el concepto de buenas prácticas agrarias, con la finalidad de reciclar los nutrientes de las deyecciones y evitar la contaminación de las aguas.

Asimismo la gallinaza puede utilizarse como materia prima para la producción de biogás y de biofertilizantes, basadas en un proceso de descomposición anaeróbica.

- Las aves muertas de las granjas avícolas deben ser manejadas de manera que no generen riesgos de escapes y de diseminación de agentes patógenos hacia su entorno. Las aves muertas pueden ser utilizadas, como un co-sustrato para el proceso de compostaje o pueden tratarse vía incineración.

- Los restos de los productos usados, para la desinfección, prevención y tratamiento de enfermedades de aves, son considerados residuos peligrosos, debiendo ser manejados como tal, según el Título VI, del presente Reglamento.

28.3 Residuos de Centros de Faenamiento de Aves.

Los animales descartados, órganos, plumas, sangre o productos no aptos para el consumo humano, serán manejados y dispuestos dentro de las instalaciones del centro de faenamiento, antes de ser eliminados o reprocesados para consumo industrial, debiendo ser sometidos a un proceso que neutralice su riesgo. Es obligatorio cremar a los animales y productos del beneficio, que no sean aptos para el consumo humano, ni para su transformación en subproductos.

Artículo 29º.- Gestión de los residuos de actividades de crianza y faenamiento de animales mayores de abasto

29.1 Residuos de establecimientos de crianza de animales mayores (bovinos, porcinos, ovinos, camélidos sudamericanos domésticos, caprinos y equidos).

Anexo 2: Propuesta de servicio de residuos orgánicos – DISAL



6. Propuesta Económica

Fecha/Plazo	Tipo de Servicio	Precio	Precio	Unidad	Lugar de servicio
		Unitario (S/)	Total (S/)		
06/12/2021	Servicio de Manejo y Transporte de Residuos Líquidos. 1 m3	S/ 118.00	S/ 1180.00	M3	AREQUIPA
06/12/2021	Disposición Final de Residuos Líquidos EPS Ilo	S/ 2300.00	S/ 2300.00	Viaje	EPS ILO

Nota: A partir de S/ 700.00 Usted está obligado a retener 12% por concepto de autodestracción.

7. Consideraciones finales

- ❖ Los valores no incluyen el I.G.V.
- ❖ El servicio solicitado considera 01 pozos de aguas residuales, de no cumplir con los parámetros de Eps Ilo se considerará como aguas peligrosas debiendo llevarse a un relleno sanitario y el costo deberá ser asumido por el usuario.
Conductividad Eléctrica: < 2200 us/cm**
Ph: < 8 ud**
Temperatura: entre 5°C y 20°C
- ❖ Los precios consideran labores de lunes a sábado.
- ❖ Se coordinará con 48 horas de anticipación para los viajes adicionales que solicite el cliente.

Anexo 3: Caracterización de estiércol porcino de la pecuaria en estudio



INFORME DE ENSAYOS ANA22122021

1 DATOS DE LA MUESTRA:

- Descripción de la muestra: Excretas de cerdo
- Número de muestras: 4
- Tamaño de muestras: 100 g.
- Fecha de recepción: 06/12/2021
- Fecha de ejecución de los ensayos: 09/12/2021 al 21/12/2021
- Fecha de emisión del informe: 17/02/2021

2 ANALISIS FISICOQUÍMICO:

- MUESTRA 1: "Húmeda Zona Engorde"

ANÁLISIS	UNIDAD	RESULTADO
pH		6.872
Conductividad	ms/cm	7.576
Resistividad	Ω.cm	132
TDS	ppt	3.788
Salinidad	%	14.8
mV	mV	-3.9
Oxígeno Disuelto	%	57.9
DQO	mg/L	4498.2

Resumen: La muestra presenta un pH de 6.872 cercano a pH neutro, su conductividad la caracteriza por su gran contenido de sales la inversa de la conductividad es la resistividad que en este caso es de 132 Ω.cm. El resultado de TDS mide las sustancias inorgánicas y orgánicas de forma molecular o granular. La muestra contiene un alto contenido de sales que se verifican en su porcentaje de salinidad. Posee una buena cantidad de oxígeno disuelto que podrá ser usado para el crecimiento de microorganismos aerobios.

- MUESTRA 2: "Húmeda Zona Maternidad"

ANÁLISIS	UNIDAD	RESULTADO
pH		6.927
Conductividad	ms/cm	2.717
Resistividad	Ω.cm	368
TDS	ppt	1.359
Salinidad	%	5.3
mV	mV	-28.3

Oxígeno Disuelto	%	52.4
DQO	mg/L	8743.0

Resumen: La muestra presenta un pH de 6.927 cercano a pH neutro, su conductividad es baja en comparación de la Muestra 1 la inversa de la conductividad es igual a la resistividad que en este caso es de 368 Ω .cm. El resultado de TDS mide las sustancias inorgánicas y orgánicas de forma molecular o granular en muestras húmedas el TDS suele ser mayor a las muestras secas. La muestra contiene un bajo contenido de sales que se verifican en su porcentaje de salinidad. Posee una buena cantidad de oxígeno disuelto que podrá ser usado para el crecimiento de microorganismos aerobios.

- **MUESTRA 3: "Solido Zona Maternidad"**

ANÁLISIS	UNIDAD	RESULTADO
pH		6.052
Conductividad	ms/cm	495.8
Resistividad	Ω .cm	2020
TDS	ppm	247.9
Salinidad	%	1
mV	mV	-11.1
Oxígeno Disuelto	%	66.5
DQO	mg/L	5400

Resumen: La muestra presenta un pH de 6.052 cercano a pH neutro, su conductividad es alta en comparación de la Muestra 1 la inversa de la conductividad es igual a la resistividad que en este caso es de 2020 Ω .cm. El resultado de TDS mide las sustancias inorgánicas y orgánicas de forma molecular o granular en esta muestra presenta unidades de ppm siendo inferior a las muestras húmedas analizadas. La muestra contiene un bajo contenido de sales que se verifican en su porcentaje de salinidad. Posee una buena cantidad de oxígeno disuelto que podrá ser usado para el crecimiento de microorganismos aerobios.

- **MUESTRA 4: "Excretas + suelo"**

ANÁLISIS	UNIDAD	RESULTADO
pH		6.676
Conductividad	ms/cm	1.697
Resistividad	Ω .cm	589
TDS	ppm	848.7
Salinidad	%	3.3
mV	mV	14.8

INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN EN ENERGÍAS RENOVABLES Y MEDIO AMBIENTE
 Pabellón F - 409 | +51 972 713 747 | vrinw-innoverg@ucsm.edu.pe

Oxígeno Disuelto	%	60.8
DQO	mg/L	1332.8

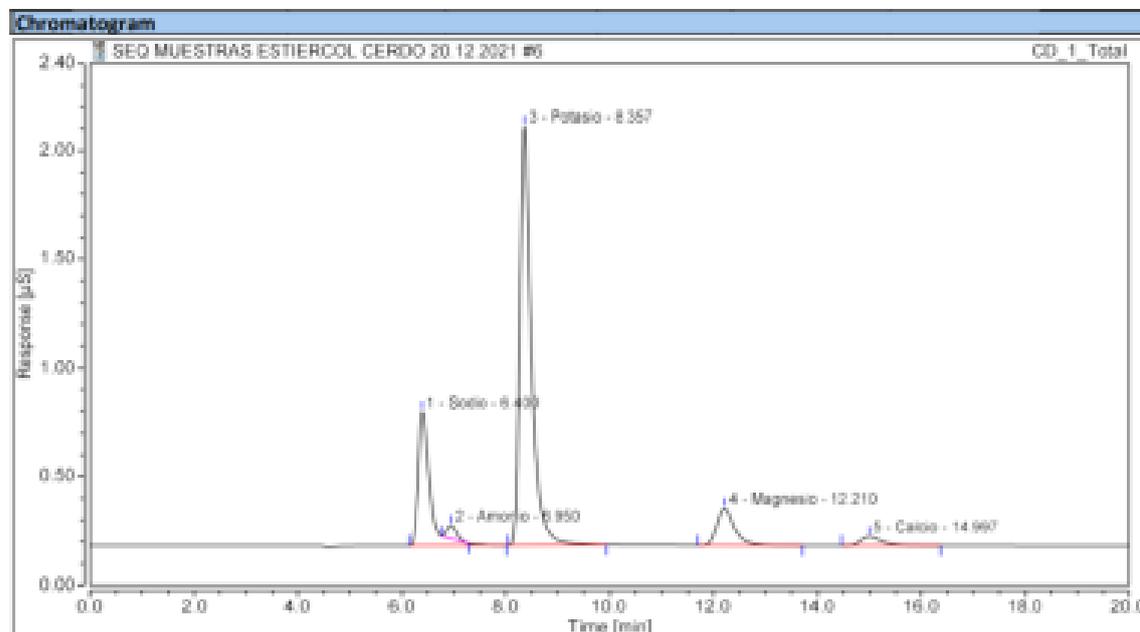
Resumen: La muestra presenta un pH de 6.052 cercano a pH neutro, su conductividad es alta en comparación de la Muestra 1 la inversa de la conductividad es igual a la resistividad que en este caso es de 2020 $\Omega \cdot \text{cm}$. El resultado de TDS mide las sustancias inorgánicas y orgánicas de forma molecular o granular en esta muestra presenta unidades de ppm siendo inferior a las muestras húmedas analizadas. La muestra contiene un bajo contenido de sales que se verifican en su porcentaje de salinidad. Posee una buena cantidad de oxígeno disuelto que podrá ser usado para el crecimiento de microorganismos aerobios.

3 ANÁLISIS CATIONES.

Se adjunta al presente informe los Cromatogramas.

- **MUESTRA 1: "Húmeda Zona Engorde"**

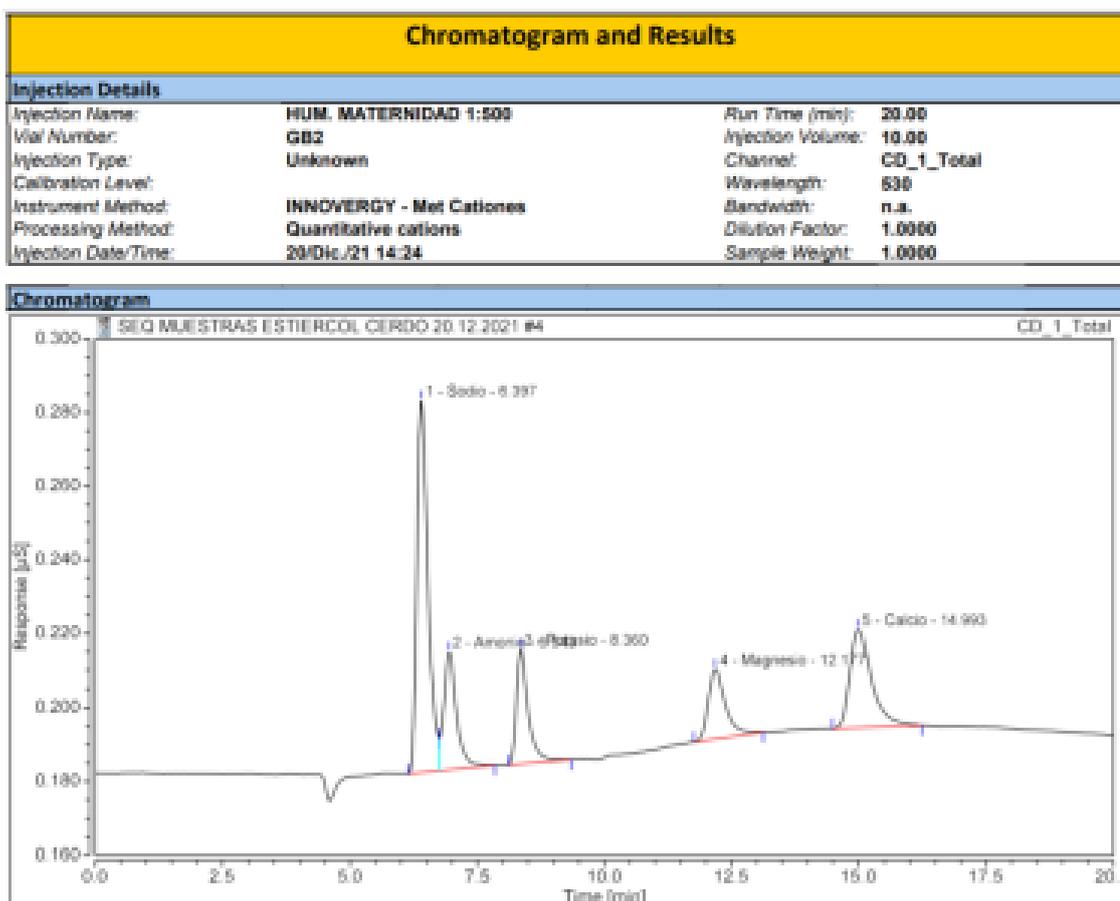
Chromatogram and Results		
Injection Details		
Injection Name:	HUM. ENGORDE 1:600	Run Time (min): 20.00
Vial Number:	GB3	Injection Volume: 10.00
Injection Type:	Unknown	Channel: CD_1_Total
Calibration Level:		Wavelength: 530
Instrument Method:	INNOVERGY - Met Cationes	Bandwidth: n.a.
Processing Method:	Quantitative cationes	Dilution Factor: 1.0000
Injection Date/Time:	20/Dic/21 15:10	Sample Weight: 1.0000



Catión	Concentraciones mg/L
Sodio	758.40
Amonio	137.50
Potasio	2962.40
Magnesio	384.60
Calcio	873.00

Resumen: La muestra presenta mayor concentración de potasio y sodio. El potasio es importante en la agricultura ya que es un nutriente clave en la relación agua-planta manteniendo alto los niveles de turgencia.

- **MUESTRA 2: "Húmeda Zona Maternidad".**



Catión	Concentraciones mg/L
Sodio	294.05
Amonio	127.25

5 ANÁLISIS DE COLIFORMES.

Para los análisis de coliformes se utilizó el método de número más probable con diferentes diluciones de la muestra para su recuento obteniendo los siguientes resultados en unidades formadoras de colonia por mL de muestra:

Muestra	Población ajustada UFC/mL	Promedio
Húmeda zona Engorde	$6,544 \times 10^6$	$3,27222 \times 10^6$
	439.2	
Húmeda zona Maternidad	$4,61092 \times 10^7$	$4,61092 \times 10^7$
	$4,61092 \times 10^7$	
Sólido Zona Maternidad	719	719
	719	
Excretas + suelo	$4,6108 \times 10^6$	$2,536 \times 10^7$
	$4,61092 \times 10^7$	

6 ANÁLISIS DE CARBONO, NITRÓGENO Y FOSFORO.

Para la evaluación de carbono se utilizó el método colorimétrico, para la evaluación de nitrógeno se utilizó el método de 2.057 de la AOAC y para la evaluación de fósforo se utilizó el método colorimétrico.

Muestra	Carbono%	Nitrógeno %	Fósforo mg/100g
Húmeda Maternidad	36.16	1.97	2433.13
Húmeda Engorde	42.72	2.29	2081.72



Ph. D. Hugo G. Jiménez Pacheco
Responsable del Instituto INNOVERGY
Vicerrectorado de Investigación UCSM

Anexo 4: Lista de verificación de evaluación inicial

N°	PREGUNTA	POSIBLES EVIDENCIAS	NIVEL					PRECISIONES QUE SUSTENTEN EL NIVEL DE CUMPLIMIENTO SELECCIONADO
			1	2	3	4	5	
ORGANIZACIÓN								
1	¿La organización planifica el control y seguimiento a los residuos generados?	Realiza una planificación sencilla del control y seguimiento.			3			Efectúa pocas inspecciones y mantiene registros incompletos
2	¿La empresa realiza una gestión de los residuos generados?	Realiza una gestión sencilla e inadecuada, pero que es muy practicada en el sector			3			Realiza una inadecuada gestión pues los acumula y los descarga en otro lugar.
3	¿La organización administra información por la generación del impacto ambiental asociado con su proceso productivo?	No tiene información sobre el impacto ambiental que causa.					5	No realiza ninguna medición del impacto ambiental que genera.
TOTAL			4					

GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS				
4	¿La empresa clasifica y tiene un control de los residuos?	Realizan una clasificación de residuos sencilla por la naturaleza de estos y no se tiene un control.	4	No tiene un control adecuado de estiércol generado.
5	¿La empresa tiene almacenes o depósitos temporales para residuos orgánicos?	No cuenta con almacenes o depósitos temporales, los transporta directamente al depósito final.	5	No cuenta con depósitos temporales, solo tiene pozos de almacenamiento expuestos al ambiente, que se encuentran ubicados en sus terrenos.
6	¿Tiene un cronograma para la aplicación de gestión de residuos?	Tiene un cronograma sencillo gestión de residuos.	5	Tiene programado la limpieza y evacuación de residuos orgánicos de manera interdiaria..
7	¿En el proceso los trabajadores cuentan con EPP'S para realizar sus actividades?	No utilizan todos los EPP'S adecuados.	4	El personal operativo solo utiliza botas de trabajo.
TOTAL			5	

GESTIÓN DE AGUAS RESIDUALES				
8	¿La empresa administra información sobre cuánta agua residual genera?	Cuenta con información limitada respecto a este flujo.	4	No tiene información precisa de la cantidad de agua residual generada
9	¿Las aguas residuales son tratadas?	No se realiza ningún tratamiento a las aguas residuales.	5	El agua residual es evacuado juntos con los residuos orgánicos animales hacia los pozos de purín
10	¿Se realiza inspección o monitoreo de las aguas residuales?	No se realiza algún tipo de monitoreo.	5	No realiza ningún monitoreo de sus aguas residuales.
11	¿En el proceso los trabajadores cuentan con EPP'S para realizar sus actividades?	No utilizan todos los EPP'S adecuados.	4	El personal operativo solo utiliza botas de trabajo.
TOTAL			5	

Elaboración propia

Anexo 5: CALCULO CALORIFICO DEL GLP Y BIOGAS Y CAIDA DE PRESIONES

Para el siguiente comparativo se considero

- Para el GLP se consideró el gas propano donde $R=0.1885 \text{ kJ/kg.k}$ (Çengel y Boles 2014)
- Para el Biogás se consideró el gas metano donde $R=0.5182 \text{ kJ/kg.k}$ (Çengel y Boles 2014)
- El poder calorifico del $H_{\text{metano}}=55530 \text{ kJ/kg}$ y $H_{\text{propano}}=50330 \text{ kJ/kg}$ (Çengel y Boles 2014)
- Se tomo la presión atmosférica para Arequipa de 72.85 KPa y una temperatura ambiente de 20 °C. (Mayta S. 2020)
- Se considera la ecuación de los gases $P.V = m.R.T$
- La presión de envasado $P=1.48 \text{ Mpa}$ de GLP ((NTP 350.011-1 2004) y (NTP 350.011-2 1995))

Se llevo los dos gases a la misma condición de presión y temperatura

A) GLP

- En condiciones de envasado

$$P=1.48 \text{ Mpa}$$

$$T=20+273= 293 \text{ k}$$

$$m_{\text{GLP}}=412 \text{ Kg}$$

- Cálculo del volumen del propano comprimido

$$P.V = m.R.T$$

$$1480 \times V = 412 \times 0.1885 \times 293$$

$$v = 15.37 \text{ m}^3$$

- En condiciones ambientales

$$P=72.85 \text{ Kpa}$$

$$T=20+273=293 \text{ k}$$

$$m_{\text{GLP}} = \text{cte.} =412 \text{ Kg a condiciones ambientales para Arequipa}$$

- Hallamos el volumen (Propano)

P= Presión (Kpa)

V=Volumen (m³)

M=Masa (kg)

R= Cte. De los Gases (kj/kg. k)

T= Temperatura (k)

- A condiciones normales (T=20°C y P = 72.8KPa)

$$P.V = m.R.T$$

$$72.8 \times V = 412 \times 0.1885 \times 293$$

$$v = 312.57 \text{ m}^3$$

B) BIOGAS

Parámetros a considerar

V=734 m³(Consumo promedio mensual proyectado)

R=0.5182 kj/kg.k

T=293 k

$$P.V = m.R.T$$

$$72.8 \times 734 = m \times 0.5182 \times 293$$

$$m = 351.93 \text{ kg}$$

Poder calorífico a condiciones normales (T=20°C y P = 72.8KPa)

H_{metano}=55530 kj/kg

H_{propano}=50330 Kj/kg

Energía del GLP

$$E_{\text{consumo de GLP}} = H_{\text{propano}} \times \text{masa}$$

$$E_{\text{consumo de GLP}} = 50330 \times 412$$

$$E_{\text{consumo de GLP}} = 20\,735\,960 \text{ Kj}$$

Energía del Biogás

$$E_{\text{consumo de biogas}} = H_{\text{metano}} \times \text{masa}$$

$$E_{\text{consumo de biogas}} = 55530 \times 351.93$$

$$E_{\text{consumo de biogas}} = 19\,542\,672.9 \text{ kj}$$

Equivalencias

$$\Delta E = E_{\text{GLP}} - E_{\text{Biogas}}$$

$$\Delta E = 11\,932\,871 \text{ kj}$$

La relación

$$\text{Balones de GLP} = \frac{\Delta E}{H_{\text{propano}}}$$

$$\text{Balones de GLP} = \frac{11\,932\,871 \text{ Kj}}{50\,330 \text{ kj/kg}}$$

$$\text{Balones de GLP} = 23.7 \text{ kg}$$

Lo que equivale a 3 balones de 10 Kg

CALCULO DE PRESIÓN

se tiene un biodigestor con metano con una presión de salida de 2kpa (temperatura de 25°C y esta lleno de metano velocidad de salida de 10m/s) , se desea saber si esta presión es la necesaria para transportar el metano mediante una tubería de PVC lisa de 3/4 de pulgada de diámetro de 46m de recorrido , primero ; de 8m de forma horizontal , luego sube 3metros y posteriormente 35 metros de forma horizontal

La velocidad del metano en el extremo de entrada es de 10 m/s.

La presión en el extremo de entrada es de 2 kPa.

Densidad del metano a 25°C ; 0.71 kg/m³

Velocidad de salida de 8.55 m/s (asumido)

1. Calcular la pérdida de presión debido a la altura de elevación:

La tubería se eleva 3 metros entre los puntos de entrada y salida. La pérdida de presión debido a la elevación se puede calcular utilizando la siguiente ecuación:

$$\Delta P = \rho * g * h$$

Donde ρ es la densidad del metano, g es la aceleración debido a la gravedad y h es la altura de elevación.

Reemplazando los valores conocidos, obtenemos:

$$\Delta P = 0.71 * 9.81 * 3 = 20.89 \text{ Pa}$$

Por lo tanto, la pérdida de presión debido a la elevación es de 20.89 Pa.

2. Calcular la pérdida de presión debido a la fricción:

La tubería tiene una longitud de 46 metros y un diámetro de 19.05 mm. La pérdida de presión debido a la fricción se puede calcular utilizando la ecuación de Darcy-Weisbach:

$$\Delta P = f * (L/D) * (\rho/2) * V^2$$

Donde f es el factor de fricción, L es la longitud de la tubería, D es el diámetro de la tubería, ρ es la densidad del metano y V es la velocidad del metano en la tubería.

El factor de fricción depende del número de Reynolds, que se puede calcular utilizando la siguiente ecuación:

$$Re = \rho * V * D / \mu$$

Donde μ es la viscosidad dinámica del metano a 25°C, que es de $1.05 \times 10^{-5} \text{ Pa}\cdot\text{s}$.

Reemplazando los valores conocidos, obtenemos:

$$Re = 0.71 * 8.55 * (19.05/1000) / (1.05 \times 10^{-5}) = 1.25 \times 10^5$$

El número de Reynolds indica que el flujo de metano en la tubería es turbulento. Para un flujo turbulento, el factor de fricción se puede calcular utilizando la ecuación de Colebrook:

$$1/\sqrt{f} = -2.0 * \log_{10}((e/D)/3.7 + 2.51/(Re*\sqrt{f}))$$

Donde e es la rugosidad de la tubería, que para el PVC liso es de alrededor de 0.0015 mm.

Esta ecuación no tiene una solución explícita, por lo que se utiliza un método numérico para encontrar el valor de f . En este caso, se puede utilizar el método de Newton-Raphson para resolver la ecuación iterativamente.

Después de varias iteraciones, se encuentra que el factor de fricción es de $f = 0.023$.

Reemplazando los valores conocidos en la ecuación de pérdida de presión, obtenemos:

$$\Delta P = f * (L/D) * (\rho/2) * V^2 = 0.023 * (46/0.01905) * (0.71/2) * 8.55^2 = 1322.18 \text{ Pa}$$

Por lo tanto,

la pérdida de presión debido a la fricción es de 1322 Pa.

3. Calcular la pérdida de presión total:

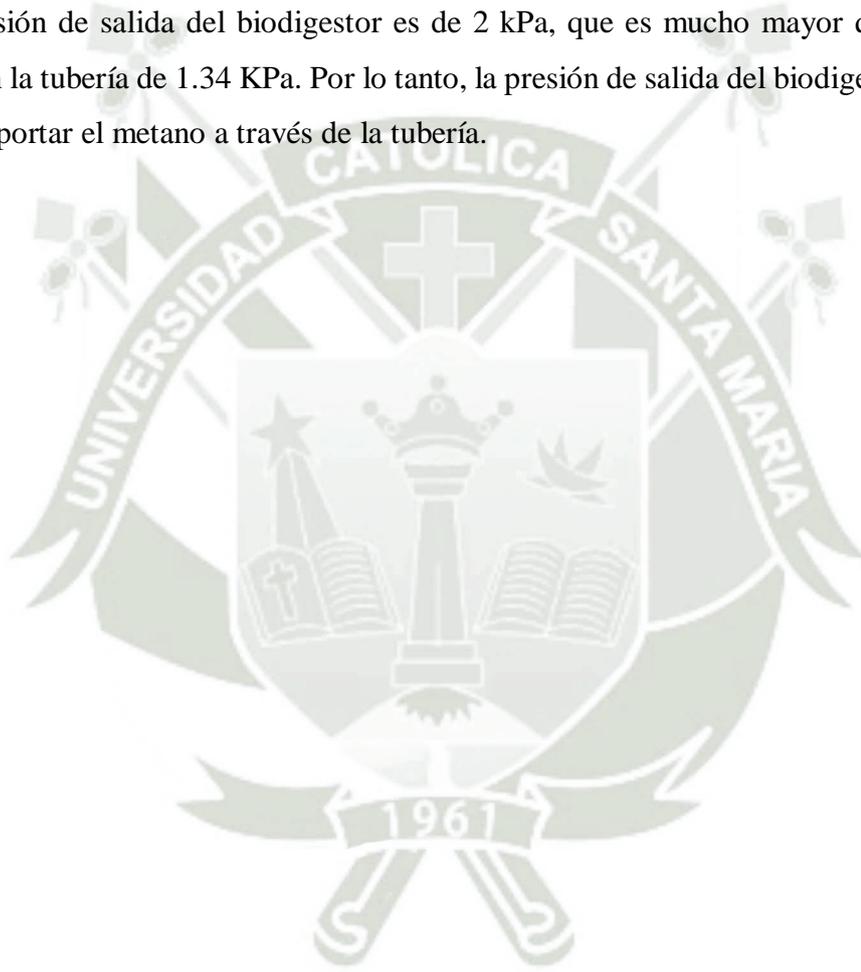
La pérdida de presión total se puede calcular sumando las pérdidas de presión debido a la elevación y la fricción:

$$\Delta P_{\text{total}} = \Delta P_{\text{elevación}} + \Delta P_{\text{fricción}} = 19.7 + 1322 = 1341.88 \text{ Pa}$$

Por lo tanto, la pérdida de presión total en la tubería es de 1.34 KPa.

4. Comparar la pérdida de presión con la presión de salida del biodigestor:

La presión de salida del biodigestor es de 2 kPa, que es mucho mayor que la pérdida de presión en la tubería de 1.34 KPa. Por lo tanto, la presión de salida del biodigestor es suficiente para transportar el metano a través de la tubería.



Anexo 6: FLUJO DE CAJA DE L EMPRESA

FLUJO DE CAJA ECONÓMICO MENSUAL									
	Mes 0	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8
Ingresos									
Ingresos por Ventas	S/ 133,680.87	S/ 137,410.37	S/ 137,314.90	S/ 135,009.03	S/ 137,546.42	S/ 141,552.55	S/ 128,767.48	S/ 127,539.42	
Ingresos por Ventas de abono	S/ 3,853.72	S/ 4,055.36	S/ 3,898.53	S/ 4,055.36	S/ 4,212.20	S/ 4,324.23	S/ 3,920.93	S/ 3,741.69	
Total de Ingresos	S/ 137,534.58	S/ 141,465.74	S/ 141,213.42	S/ 139,064.39	S/ 141,758.63	S/ 145,876.77	S/ 132,688.41	S/ 131,281.11	
Egresos	S/ 114,556.41	S/ 117,227.06	S/ 114,351.89	S/ 117,101.87	S/ 119,721.00	S/ 121,875.88	S/ 114,172.87	S/ 110,829.52	
Costos de producción									
Materia prima	S/ 73,378.26	S/ 77,217.82	S/ 74,231.49	S/ 77,217.82	S/ 80,204.14	S/ 82,337.23	S/ 74,658.11	S/ 71,245.17	
Gastos de operación									
Remuneración de personal operativo	S/ 16,500.00	S/ 16,500.00	S/ 16,500.00	S/ 16,500.00	S/ 16,500.00	S/ 16,500.00	S/ 16,500.00	S/ 16,500.00	S/ 16,500.00
Servicio de Mantenimiento	S/ 1,200.00	S/ 1,200.00	S/ 1,200.00	S/ 1,200.00	S/ 1,200.00	S/ 1,200.00	S/ 1,200.00	S/ 1,200.00	S/ 1,200.00
Matadero	S/ 1,834.30	S/ 1,834.30	S/ 1,834.30	S/ 1,834.30	S/ 1,834.30	S/ 1,834.30	S/ 1,834.30	S/ 1,834.30	S/ 1,834.30
Servicios									
Energía eléctrica	S/ 2,470.20	S/ 2,387.34	S/ 2,426.59	S/ 2,498.85	S/ 2,485.06	S/ 2,510.69	S/ 2,484.35	S/ 2,557.42	
Agua de regadío	S/ 209.36	S/ 212.50	S/ 214.47	S/ 214.35	S/ 213.19	S/ 209.36	S/ 211.81	S/ 208.33	
Gas	-	S/ 590.81	S/ 660.74	S/ 352.25	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	
Transporte	S/ 1,500.00	S/ 1,500.00	S/ 1,500.00	S/ 1,500.00	S/ 1,500.00	S/ 1,500.00	S/ 1,500.00	S/ 1,500.00	S/ 1,500.00
Alimentación	S/ 3,150.00	S/ 3,150.00	S/ 3,150.00	S/ 3,150.00	S/ 3,150.00	S/ 3,150.00	S/ 3,150.00	S/ 3,150.00	S/ 3,150.00
Gastos administrativos									
Remuneración de personal Adm.	S/ 10,334.30	S/ 10,334.30	S/ 10,334.30	S/ 10,334.30	S/ 10,334.30	S/ 10,334.30	S/ 10,334.30	S/ 10,334.30	S/ 10,334.30
Teléfono e internet	S/ 200.00	S/ 200.00	S/ 200.00	S/ 200.00	S/ 200.00	S/ 200.00	S/ 200.00	S/ 200.00	S/ 200.00
Útiles de oficina	S/ 100.00	S/ 100.00	S/ 100.00	S/ 100.00	S/ 100.00	S/ 100.00	S/ 100.00	S/ 100.00	S/ 100.00
Gastos de Ventas									
Remuneración de personal (ventas)	S/ 2,000.00	S/ 2,000.00	S/ 2,000.00	S/ 2,000.00	S/ 2,000.00	S/ 2,000.00	S/ 2,000.00	S/ 2,000.00	S/ 2,000.00
Inversión									
Sistema de biodigestión	S/ 79,226.51								
Total de Egresos Caja	S/ 79,226.51	S/ 112,876.41	S/ 117,227.06	S/ 114,351.89	S/ 117,101.87	S/ 119,721.00	S/ 121,875.88	S/ 114,172.87	S/ 110,829.52
Flujo de Caja Operativo	-S/ 79,226.51	S/ 24,658.17	S/ 24,238.67	S/ 26,861.53	S/ 21,962.52	S/ 22,037.63	S/ 24,000.90	S/ 18,515.54	S/ 20,451.59
Periodos	0	1	2	3	4	5	6	7	8
valor actualizado	-S/ 79,226.51	S/ 24,463.10	S/ 23,856.68	S/ 26,229.06	S/ 21,275.74	S/ 21,179.61	S/ 22,883.96	S/ 17,514.22	S/ 19,192.52
valora acumulado	-S/ 79,226.51	-S/ 54,763.41	-S/ 30,906.72	-S/ 4,677.67	S/ 16,598.07	S/ 37,777.67	S/ 60,661.63	S/ 78,175.85	S/ 97,368.37

La empresa

Anexo 7: Registro sintetizado de valores de la empresa pecuaria

Archivo Inicio Insertar Disposición de página Fórmulas Datos Revisar Vista Programador Ayuda Acrobat PDFelement														
P12														
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
1	Produccion de cerdos													
2				carne			Viscera				consumo de servicios			
3	meses	chanchos (unid.)	produccion de carne (kg)	precio S/.	venta S/.	precio de visceras	venta de visceras	total	alimento (kg)	costo S/.	Gas (KG)	agua (m3)	energia electrica (kw-h)	
4	Enero	171	9999.2	S/ 12.50	S/ 124,989.69	S/ 4.00	S/ 7,058.24	S/ 132,047.93	45642.3	72951.6	500	182.60	4020	
5	Febrero	187	10934.8	S/ 11.30	S/ 123,562.91	S/ 3.00	S/ 5,789.00	S/ 129,351.90	49912.9	79777.5	500	182.50	4095	
6	Marzo	188	11162.4	S/ 11.00	S/ 122,786.09	S/ 3.00	S/ 5,909.49	S/ 128,695.58	50179.8	80204.1	375	183.00	3945	
7	Abril	181	10583.9	S/ 11.20	S/ 118,539.93	S/ 3.00	S/ 5,603.25	S/ 124,143.18	48311.4	77217.8	350	182.00	4000	
8	Mayo	172	9593.5	S/ 12.30	S/ 117,999.44	S/ 4.00	S/ 6,771.85	S/ 124,771.29	45909.2	73378.3	350	180.88	3965	
9	Junio	181	10583.9	S/ 11.50	S/ 121,715.11	S/ 3.50	S/ 6,537.13	S/ 128,252.23	48311.4	77217.8	500	183.60	3832	
10	Julio	174	9705.0	S/ 12.50	S/ 121,312.53	S/ 4.00	S/ 6,850.59	S/ 128,163.12	46443.0	74231.5	500	185.30	3895	
11	Agosto	181	10583.9	S/ 11.20	S/ 118,539.93	S/ 4.00	S/ 7,471.00	S/ 126,010.93	48311.4	77217.8	450	185.20	4011	
12	Setiembre	188	11331.5	S/ 10.80	S/ 122,380.19	S/ 3.00	S/ 5,999.03	S/ 128,379.22	50179.8	80204.1	375	184.20	3989	
13	Octubre	193	11459.2	S/ 11.00	S/ 126,051.68	S/ 3.00	S/ 6,066.66	S/ 132,118.34	51514.4	82337.2	350	180.88	4030	
14	Noviembre	175	9918.2	S/ 11.50	S/ 114,059.42	S/ 3.50	S/ 6,125.95	S/ 120,185.37	46709.9	74658.1	350	183.00	3988	
15	Diciembre	167	9014.1	S/ 12.50	S/ 112,676.26	S/ 4.00	S/ 6,362.89	S/ 119,039.16	44574.6	71245.2	350	180.00	4105	
16	PROMEDIO	180.00	10405.80	11.61	120384.43	3.50	6378.76	126763.19	48000.00	76720.10	412.48	182.76	3989.55	
17														
18	Dentro de toda la pecuaria													
19														
20	CARACTERISTICAS						Consumo de agua en toda la Pecuaria		CONSUMO DE ALIMENTO		FLUJO DE ESTIERCOL		PRECIO	
21	ETAPAS (dias)	PERIODO	CANTIDAD	galpon	Peso	peso total	lt/dia	Total Mensual	kg/dia	Total Mensual	kg/dia	total Mensual	PRECIO alimento	PRECIO de agua
22	30	ENGORDE	180	5	68	12240	6.45	34830	2.797	15100	1.32	7128	S/ 24,135	S/ 52.37
23	60	LEVANTE	180	5	55	9900	5.8	31320	2.600	14040	1.08	4374	S/ 22,441	S/ 48.31
24	7	DESTETE	200	5	15	3000	3.5	21000	1.000	6000	0.36	1620	S/ 9,590	S/ 36.36
25	28	PARTO Y MAT	45	4	72	3240	16	21600	5.320	7180	2.592	2624	S/ 11,476	S/ 34.65
26	115	GESTACION	45	4	80	3600	14	18210	3.500	4720	1.5	1580	S/ 7,544	S/ 30.72
27	-	VERRACOS	8	1	70	560	12.7	3040	4.000	960	2.400	456	S/ 1,534	S/ 5.93
28	240	TOTAL	658	24	360	32540		130000.0		48000		17782	S/ 76,720.10	S/ 208.33

La Empresa (Plantilla - Excel)

Anexo 8: Cotización de TEREО – sistema biodigestor



COTIZACIÓN DE BIODIGESTOR SISTEMA.BIO 80

Fecha: **24/12/2021**

Srs: Producciones TALAN SRL
Lugar de instalación: Cerro Colorado, Arequipa

Actividad: porcina

A continuación, le presentamos la propuesta económica para dos (02) equipos Sistema Biobolsa (Sistema.bio) de tipo **Sistema 40**. El precio de venta incluye la instalación del biodigestor así como 01 visita de seguimiento.

Cantidad	Descripción	Precio Unit.	Total
01	El sistema.bio 80 incluye: 02 Reactor anaerobio biobolsa 40 (biodigestor 45 m3 volumen total) en geomembrana LLDPE 02 Geotextil de protección 02 Válvula de alivio de presión 02 Filtro H2S biogás 02 Cámara de alimentación de estiércol con agua 02 Cámara de salida y almacenamiento de biol 02 Quemador tipo industrial 02 Válvula de paso principal 01 Línea de biogás de 60 m 04 Trampas de agua	\$ 10,000.00	\$ 10,000.00
TOTAL (IGV Incluido)		DOLARES AMERICANOS (USD)	\$ 10,000.00
DESCUENTO (5%)			\$ 500.00
TOTAL FINAL (IGV Incluido)			\$ 9,500.00

CONDICIONES

- Plazo de entrega: **A partir de Marzo del 2022** o dentro de 5 a 8 semanas después del adelanto del 50%
- Condiciones de pago: Adelanto 50% y 50% al momento de la instalación
- La instalación se hará en un máximo de 15 días calendarios después que el técnico certifique la culminación correcta de las obras civiles por el cliente.
- No incluye las canaletas, bombas y accesorios desde los puntos de generación estiércol en el establo hasta el biodigestor, los cuales deben ser adquiridos e instalados por el Cliente.
- Para la inoculación inicial del biodigestor se solicita mínimo 03 toneladas de estiércol fresco (máximo 5 días de antigüedad) y mínimo de 60 m3 de agua. Esto deberá ser entregado el día programado para la instalación, previa coordinación
- Garantía de un (1) año, contado a partir de la fecha de instalación. La geomembrana (tal y como se define en el Manual de Usuario entregado el día de la instalación) contará con una garantía suplementaria de nueve (9) años.
- El ganadero asumirá los gastos y actividades relacionados a los siguientes elementos:
 - Obra civil para la construcción de las zanjas del biodigestor: paredes, columnas, otros.
 - 03 trabajadores para la colaboración en la descarga de los bultos sistema 40 e instalación de los biodigestores.
 - Postes de madera como soporte de la línea biogás.

DATOS BANCARIOS

Razón Social: TEREOSOLUTIONS S.A.C.
 RUC: 20601373999
 Dirección: CAL.LOS GUAYABOS NRO. 206 URB. LOS CACTUS LIMA - LIMA - LA MOLINA
 Banco: BCP

Anexo 9: Diseño de biodigestores

Tabla de dimensionamiento

Ganado Bovino

Modelo	Estiércol (L/día)	Cabezas ternos establecido	Biogás producido			Biol producido	
			(m ³ /día)*	(hr/día)**	Equiv. en Cal Lp (kg/mes)	(L/día)	(hr/año)
Sistema 6	45	5	1.7	3.3	21	135	4.9
Sistema 8	65	7	2.4	4.8	31	195	7.1
Sistema 12	90	9	3.3	6.7	43	270	9.9
Sistema 16	130	13	4.8	9.6	62	360	14.2
Sistema 20	180	18	6.7	13.3	88	540	19.7
Sistema 30	260	26	9.6	19.2	124	760	28.5
Sistema 40	350	35	12.9	25.9	166	1050	38.3
Pr Yms 80	700	70	25.9	51.8	333	2100	76.7
Sistema 120	1050	105	38.8	77.7	490	3150	115.0
Sistema 160	1400	140	51.8	103.5	665	4200	153.3
Sistema 200	1750	175	64.7	129.4	831	5250	191.6

Clima Caliente (>23° C)

Cerdos

Modelo	Estiércol (L/día)	Cabezas	Biogás producido			Biol producido	
			(m ³ /día)*	(hr/día)**	Equiv. en Cal Lp (kg/mes)	(L/día)	(hr/año)
Sistema 6	30	19	1.9	3.7	24	135	4.9
Sistema 8	40	25	2.5	5.0	32	180	6.6
Sistema 12	60	38	3.7	7.5	48	270	9.9
Sistema 16	80	50	5.0	10.0	64	360	13.1
Sistema 20	100	75	7.5	15.0	96	540	19.7
Sistema 30	150	113	11.2	22.5	144	810	29.6
Sistema 40	200	147	14.7	29.4	192	1080	38.5
Sistema 60	300	224	22.4	44.8	288	1620	57.7
Sistema 80	400	299	29.9	59.8	384	2160	77.7
Sistema 120	600	449	44.9	89.8	576	3240	115.0
Sistema 160	800	598	59.8	119.6	768	4320	154.0
Sistema 200	1000	799	79.9	159.8	1024	5760	205.0

Clima Templado (15° a 23° C)

Clima Frio (10° a 15° C)

Anexo 10: Factura de compra 1

MAXIMILIAN INVERSIONES S.A.
COMERCIALIZACION DE HARINA DE PESCADO,
TORTA DE SOYA E INSUMOS EN GENERAL
Jr. San Hermán Nro. 250 Urb. Santa Luisa
(Alt. Grifo Las Vegas Parader. Cruz Blanca)
Los Olivos - Lima - Lima
Teléfono: (01) 528-0489 Telefax : (01) 528-6144
Av. Libertadores San Martín Mza. 14 Lote 1B Urb. Semi Rural
Pachacutec (Y Lote 1C) Cerro Colorado - Arequipa - Arequipa
Telefax: (054) 447766 RPM:#988007529 Mov: 959527659

R.U.C. N° 20418896753
FACTURA ELECTRONICA
N° F002 - 0002257

Fecha: 09/09/2021

PRODUCCIONES TALAN S.R.L.
CALLE ANCASH NRO. 308 (2CDRAS ABAJO DEL CONCEJO DISTRITAL) AREQUIPA - AREQUIPA - MARIANO MELGAR
0456156003
Guía de Remisión: 0040012515

U.M	DESCRIPCIÓN	P. UNITARIO	IMPORTE
KG	TORTA DE SOYA MARCA GRANOS HI PRO 46.50 % PROTEINA (BOLIVIANA MOLIDA Y ENSACADA)	0.4559320	911.86

EN DÓLARES AMERICANOS

Total Ope. Gravadas	US\$	911.86
Total Ope. Inafectas	US\$	0.00
Total Ope. Exoneradas	US\$	0.00
Total Descuentos	US\$	0.00
Total IGV 18%	US\$	164.14
Total ISC	US\$	0.00
TOTAL A PAGAR	US\$	1,076.00

DESIGNADO AGENTE DE RETENCION DEL IGV
R.S. N° 180-2016/SUNAT

Fuente: La Empresa

Anexo 11: Factura de compra 2

GRUPALSA E.I.R.L.
P.J. LOS ALAMOS NRO 110
Yanahuara Arequipa Arequipa Perú
Teléfono: 054 347444

RUC: 20454516151
FACTURA
ELECTRÓNICA
F001-0000007014

SEÑOR(es) PRODUCCIONES TALAN S.R.L.
DIRECCIÓN CAL.ANCASH NRO. 308 (2CDRAS ABAJO DEL CONCEJO DIST Mariano Melgar Arequipa Arequipa Perú
RUC N° 20456156003 **DNI N°**

Fecha Emisión	Fecha Vencimiento	Condiciones	Moneda	N° Pedido	N° Orden	N° Guía Remisión	Vendedor
2021/09/01	2021/09/01	CONTADO	Soles				

Código Artículo	Cantidad	Descripción	Marca	Und.	Pre. Unit. con IG	Dcto.	Sub Total	I.G.V.	Total
000430	80.000	AFRECHO DE TRIGO X 25 KG	S/M	BLS	34.50		2,338.98	421.02	2,760.00

SON: DOS MIL SETECIENTOS SESENTA CON 00/100 SOLES

SUB TOTAL	S/	2,338.98
OP. GRAVADA	S/	2,338.98
OP. EXONERADA	S/	0.00
OP. INAFECTA	S/	0.00
DSCTO GLOBAL	S/	0.00
I.G.V. 18 %	S/	421.02
OP. GRATUITA	S/	0.00
IMPORTE TOTAL	S/	2,760.00

Facturación Electrónica autorizada mediante resolución SUNAT Nro: 0520050000171
Pasadas las 72 horas, para consultar el comprobante de pago electrónico, ingrese a: <http://www.grupalsa.com.pe/consultacpe/>
Representación impresa no oficial de la Factura electrónica

Powered by
SIPAN CPE

Fuente: La Empresa

Anexo 12: Panel fotográfico A



Comentario : Poza de almacenamiento de residuos solidos

Anexo 13: Panel fotográfico B



Comentario: Preparación de alimento balanceado para los cerdos

Anexo 14: Panel fotográfico C



Comentario : Obtención de muestra de estiércol porcino

Anexo 15: Panel fotográfico D



comentario : Muestra para laboratorio

Anexo 16: Panel fotográfico E



comentario: interior de galpones de maternidad

Anexo 17: Panel fotográfico F



Comentario : Interior de galpón de Destete

Anexo 18: Panel fotográfico G



Comentario : verraco de la pecuaria

Anexo 19: Panel fotografico



Comentario: Exterior del galpón de etapa de Maternidad

Anexo 20: Matriz de Criterios Relevantes Integrados (C.R.I.)

El cálculo de Magnitud e Índice Integral de Impacto Ambiental (VIA) son con respecto a la Tabla de CRI.

<u>Criterio</u>	<u>Peso Relativo</u>
W Intensidad	0,40
W Extensión	0,40
W Duración	0,20
W Magnitud	0,61
W Reversibilidad	0,22
W Riesgo	0,17

Tabla 60 Valores de pesos relativos asignados

Fuente: (Buroz Castillo, 1998)

1. Generación de ruido

Magnitud de impacto ambiental

$$M = \Sigma [I * W_I] + (E * W_E) + (D * W_D)]$$

$$M = \Sigma [2 * 0.4] + (2 * 0.4) + (2 * 0.2)]$$

$$M = 2$$

Índice Integral de Impacto Ambiental (VIA)

$$VIA = [R^{WR} * RG^{WRG} * M^{WM}]$$

$$VIA = [1^{0.22} * 2^{0.17} * 2^{0.61}]$$

$$VIA = 1.72$$

2. Emisión de olores

Magnitud de impacto ambiental

$$M = \Sigma [I * W_I] + (E * W_E) + (D * W_D)]$$

$$M = \Sigma [7 * 0.4] + (5 * 0.4) + (7 * 0.2)]$$

$$M = 6.2$$

Índice Integral de Impacto Ambiental (VIA)

$$VIA = [R^{WR} * RG^{WRG} * M^{WM}]$$

$$\text{VIA} = [2^{0.22} * 6^{0.17} * 6.2^{0.61}]$$

$$\text{VIA} = 4.81$$

3. Generación de residuos peligrosos

Magnitud de impacto ambiental

$$M = \Sigma [I * W_I] + (E * W_E) + (D * W_D)]$$

$$M = \Sigma [2 * 0.4) + (3 * 0.4) + (6 * 0.2)]$$

$$M = 3.2$$

Índice Integral de Impacto Ambiental (VIA)

$$\text{VIA} = [R^{WR} * RG^{WRG} * M^{WM}]$$

$$\text{VIA} = [1^{0.22} * 2^{0.17} * 3.2^{0.61}]$$

$$\text{VIA} = 2.29$$

4. Generación de residuos no peligrosos

Magnitud de impacto ambiental

$$M = \Sigma [I * W_I] + (E * W_E) + (D * W_D)]$$

$$M = \Sigma [10 * 0.4) + (5 * 0.4) + (10 * 0.2)]$$

$$M = 8$$

Índice Integral de Impacto Ambiental (VIA)

$$\text{VIA} = [R^{WR} * RG^{WRG} * M^{WM}]$$

$$\text{VIA} = [2^{0.22} * 9^{0.17} * 8^{0.61}]$$

$$\text{VIA} = 6.02$$

5. Excesivo uso de agua

Magnitud de impacto ambiental

$$M = \Sigma [I * W_I] + (E * W_E) + (D * W_D)]$$

$$M = \Sigma [6 * 0.4) + (4 * 0.4) + (6 * 0.2)]$$

$$M = 5.2$$

Índice Integral de Impacto Ambiental (VIA)

$$\text{VIA} = [R^{WR} * RG^{WRG} * M^{WM}]$$

$$\text{VIA} = [3^{0.22} * 6^{0.17} * 5.2^{0.61}]$$

$$\text{VIA} = 4.72$$

6. Generación de aguas residuales

Magnitud de impacto ambiental

$$M = \Sigma [I * W_I] + (E * W_E) + (D * W_D)]$$

$$M = \Sigma [10 * 0.4] + (5 * 0.4) + (10 * 0.2)]$$

$$M = 8$$

Índice Integral de Impacto Ambiental (VIA)

$$VIA = [R^{WR} * RG^{WRG} * M^{WM}]$$

$$VIA = [2^{0.22} * 9^{0.17} * 8^{0.61}]$$

$$VIA = 6.02$$



Anexo 21: Tasa libre de riesgo

Estados Unidos 5 años Datos Históricos Rendimiento de Bonos



Plazo:

Diario

Descargar datos

24/07/2022 - 28/08/2022

Fecha	Último	Apertura	Máximo	Mínimo	% var.
28.08.2022	3,2444	3,2461	3,2461	3,2427	1,66%
26.08.2022	3,1914	3,1620	3,2290	3,1370	1,03%
25.08.2022	3,1590	3,2070	3,2240	3,1510	-2,40%
24.08.2022	3,2366	3,1750	3,2580	3,1340	1,82%
23.08.2022	3,1788	3,1630	3,2070	3,0970	0,45%
22.08.2022	3,1646	3,1140	3,1840	3,0710	1,57%
21.08.2022	3,1158	3,1106	3,1158	3,1106	0,62%
19.08.2022	3,0967	3,0200	3,1280	3,0200	2,12%
18.08.2022	3,0323	3,0480	3,0820	2,9770	-0,67%
17.08.2022	3,0529	2,9700	3,0840	2,9560	3,09%
16.08.2022	2,9615	2,8930	2,9840	2,8840	1,89%
15.08.2022	2,9066	2,9680	2,9920	2,8780	-2,13%
14.08.2022	2,9699	2,9682	2,9699	2,9682	0,18%
12.08.2022	2,9647	2,9880	3,0070	2,9320	-0,91%
11.08.2022	2,9919	2,9280	3,0040	2,8520	2,23%
10.08.2022	2,9267	2,9680	3,0450	2,7940	-1,15%
09.08.2022	2,9608	2,9040	2,9870	2,8960	1,88%
08.08.2022	2,9061	2,9670	2,9900	2,8920	-2,07%
07.08.2022	2,9675	2,9726	2,9726	2,9675	0,35%
05.08.2022	2,9572	2,7790	2,9900	2,7750	5,72%
04.08.2022	2,7972	2,8430	2,8720	2,7530	-1,14%
03.08.2022	2,8294	2,8560	2,9740	2,8020	-1,01%
02.08.2022	2,8582	2,6290	2,8730	2,5790	7,69%
01.08.2022	2,6542	2,7030	2,7210	2,6370	-1,80%
31.07.2022	2,7029	2,6962	2,7029	2,6962	0,81%
29.07.2022	2,6811	2,7030	2,7670	2,6580	-0,62%
28.07.2022	2,6979	2,8190	2,8840	2,6530	-4,87%
27.07.2022	2,8361	2,8940	2,9160	2,7920	-2,21%
26.07.2022	2,9002	2,8870	2,9070	2,7970	0,41%
25.07.2022	2,8885	2,8870	2,9190	2,8600	0,23%
24.07.2022	2,8819	2,8853	2,8853	2,8819	1,19%
Máximo: 3,2580	Mínimo: 2,5790	Diferencia: 0,6790	Promedio: 2,9585	% var.: 13,9145	

Fuente: [Datos históricos del bono Estados Unidos 5 años - Investing.com](https://www.investing.com)

Anexo 22: Índice de mercado (S&P 500)

Resumen S&P 500

i



Último cierre	4.057,66	Volumen	0	Rango día	4.057,66 - 4.203,04
Apertura	4.198,74	Vol. promedio (3m)	2.362.808.064	52 semanas	3.636,87 - 4.818,62
Var. en un año	-10.02%				

Fuente: Índice S&P 500 (SPX) | Cotización S&P 500 - Investing.com

Anexo 23: Beta

Resumen CARR



Último cierre	17,06	Rango día	16,83 - 17,19	Ingresos	94,15B
Apertura	17,1	52 semanas	14,52 - 21,37	BPA	1,39
Volumen	1.476.096	Cap. mercado	12,35B	Dividendo	0,52 (3,08%)
Vol. promedio (3m)	2.089.755	PER	12,28	Beta	0,492
Var. en un año	0%	Acc. en circulación	730.612.591	Fecha próx. resultados	12 oct 2022

Fuente: <https://es.investing.com/equities/carrefour>

Anexo 24: Riesgo País

Riesgo país de Perú sube cuatro puntos y cierra en 1.77 puntos porcentuales

Perú, con 1.77 puntos porcentuales, reportó el riesgo más bajo de la región, según el banco de inversión JP Morgan.



Perú reportó el riesgo país más bajo de la región, según JP Morgan. (Foto: EFE)

Redacción Gestión
redacciongestion@diariogestion.com.pe

Lima, 22/08/2022 08:54 p.m.

El **riesgo país de Perú** cerró la sesión de hoy en **1.77 puntos porcentuales**, ajustado después del cierre, subiendo cuatro puntos básicos respecto a la sesión anterior, según el **EMBI+ Perú** calculado por el banco de inversión **JP Morgan**.

Perú (1.77 puntos porcentuales) reportó el riesgo país más bajo de la región, seguido por **México (2.41 puntos)** y **Brasil (3.03 puntos)**.

Indicador
El EMBI+ Perú se mide en función de la diferencia del rendimiento promedio de los títulos soberanos peruanos frente al rendimiento del bono del Tesoro estadounidense.

Así, se estima el riesgo político y la posibilidad de que un país pueda

PUBLICIDAD

Últimas Noticias

Kaudal, spin-off de Laboratoria, y su plan de expansión en la región

Uso de tercerización laboral no se limita en alrededor de 20 empresas

Fuente: Riesgo país de Perú sube cuatro puntos y cierra en 1.77 puntos porcentuales | economía | Perú | ECONOMIA | GESTIÓN (gestion.pe)

Anexo 25: Simulación de préstamo bancario 2626.78/36meses/ tcea 13%

Monto Solicitado	79.226.51
Seguro de Vida	1.3400%
Monto adicional Seguro Vida	-
Monto a financiar	79.226.51
Seguro Desempleo	0.000%
Monto adicional desempleo	-
MAF Total	79.226.51
Empleado	SI
Moneda	Soles
Plazo Remanente	36
Fecha de Desembolso	17/03/2022
Fecha de 1er Pago	16/04/2022
Cuota Julio	1
Cuota Diciembre	1
TEA	12.35%
TEA TOTAL	12.35%
Portes	-
Cuota	2.626.78



TCEA		13.00%										
N° Cuota	Fecha de pago	Día	Fecha de pago	Días	Días Acumulados	Saldo Inicial	Amortización	Interés	Seguro del Bien	Portes	Cuota Constante	Saldo Final
1	16/04/2022	6	16/04/2022	30	30	79.226.51	1.854.22	772.56	0.00	-	2.626.78	77.372.29
2	16/05/2022	1	16/05/2022	30	60	77.372.29	1.872.30	754.48	0.00	-	2.626.78	75.500.00
3	16/06/2022	4	16/06/2022	31	91	75.500.00	1.865.89	760.89	0.00	-	2.626.78	73.634.10
4	16/07/2022	6	16/07/2022	30	121	73.634.10	1.908.75	718.03	0.00	-	2.626.78	71.725.35
5	16/08/2022	2	16/08/2022	31	152	71.725.35	1.903.93	722.85	0.00	-	2.626.78	69.821.42
6	16/09/2022	5	16/09/2022	31	183	69.821.42	1.923.12	703.66	0.00	-	2.626.78	67.898.30
7	16/10/2022	7	17/10/2022	31	214	67.898.30	1.942.50	684.28	0.00	-	2.626.78	65.955.80
8	16/11/2022	3	16/11/2022	30	244	65.955.80	1.983.62	643.16	0.00	-	2.626.78	63.972.18
9	16/12/2022	5	16/12/2022	30	274	63.972.18	2.002.97	623.81	0.00	-	2.626.78	61.969.21
10	16/01/2023	1	16/01/2023	31	305	61.969.21	2.002.25	624.52	0.00	-	2.626.78	59.966.96
11	16/02/2023	4	16/02/2023	31	336	59.966.96	2.022.43	604.35	0.00	-	2.626.78	57.944.52
12	16/03/2023	4	16/03/2023	28	364	57.944.52	2.099.58	527.19	0.00	-	2.626.78	55.844.94
13	16/04/2023	7	17/04/2023	32	396	55.844.94	2.045.73	581.05	0.00	-	2.626.78	53.799.21
14	16/05/2023	2	16/05/2023	29	425	53.799.21	2.119.74	507.04	0.00	-	2.626.78	51.679.48
15	16/06/2023	5	16/06/2023	31	456	51.679.48	2.105.95	520.82	0.00	-	2.626.78	49.573.52
16	16/07/2023	7	17/07/2023	31	487	49.573.52	2.127.18	499.60	0.00	-	2.626.78	47.446.35
17	16/08/2023	3	16/08/2023	30	517	47.446.35	2.164.12	462.66	0.00	-	2.626.78	45.282.23
18	16/09/2023	6	16/09/2023	31	548	45.282.23	2.170.43	456.35	0.00	-	2.626.78	43.111.81
19	16/10/2023	1	16/10/2023	30	578	43.111.81	2.206.38	420.40	0.00	-	2.626.78	40.905.42
20	16/11/2023	4	16/11/2023	31	609	40.905.42	2.214.53	412.24	0.00	-	2.626.78	38.690.89
21	16/12/2023	6	16/12/2023	30	639	38.690.89	2.249.49	377.29	0.00	-	2.626.78	36.441.40
22	16/01/2024	2	16/01/2024	31	670	36.441.40	2.259.52	367.26	0.00	-	2.626.78	34.181.87
23	16/02/2024	5	16/02/2024	31	701	34.181.87	2.282.29	344.48	0.00	-	2.626.78	31.899.58
24	16/03/2024	6	16/03/2024	29	730	31.899.58	2.326.13	300.65	0.00	-	2.626.78	29.573.44
25	16/04/2024	2	16/04/2024	31	761	29.573.44	2.328.74	298.04	0.00	-	2.626.78	27.244.71
26	16/05/2024	4	16/05/2024	30	791	27.244.71	2.361.11	265.67	0.00	-	2.626.78	24.883.60
27	16/06/2024	7	17/06/2024	32	823	24.883.60	2.367.87	258.91	0.00	-	2.626.78	22.515.73
28	16/07/2024	2	16/07/2024	29	852	22.515.73	2.414.57	212.20	0.00	-	2.626.78	20.101.15
29	16/08/2024	5	16/08/2024	31	883	20.101.15	2.424.20	202.58	0.00	-	2.626.78	17.676.95
30	16/09/2024	1	16/09/2024	31	914	17.676.95	2.448.63	178.15	0.00	-	2.626.78	15.228.32
31	16/10/2024	3	16/10/2024	30	944	15.228.32	2.478.28	148.50	0.00	-	2.626.78	12.750.04
32	16/11/2024	6	16/11/2024	31	975	12.750.04	2.498.28	128.49	0.00	-	2.626.78	10.251.76
33	16/12/2024	1	16/12/2024	30	1005	10.251.76	2.526.81	99.97	0.00	-	2.626.78	7.724.95
34	16/01/2025	4	16/01/2025	31	1036	7.724.95	2.548.93	77.85	0.00	-	2.626.78	5.176.02
35	16/02/2025	7	17/02/2025	32	1068	5.176.02	2.572.92	53.86	0.00	-	2.626.78	2.603.10
36	16/03/2025	7	17/03/2025	28	1096	2.603.10	2.603.10	23.68	0.00	-	2.626.78	-

“PROPUESTA DE GESTIÓN DE RESIDUOS ORGÁNICOS PARA SU REUTILIZACIÓN EN LA EMPRESA PECUARIA PRODUCCIONES TALAN S.R.L. AREQUIPA-PERÚ”

INFORME DE ORIGINALIDAD

11%

INDICE DE SIMILITUD

11%

FUENTES DE INTERNET

0%

PUBLICACIONES

1%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	tesis.ucsm.edu.pe Fuente de Internet	7%
2	www.ciap.org.ar Fuente de Internet	2%
3	www.scribd.com Fuente de Internet	1%
4	dspace.ups.edu.ec Fuente de Internet	1%

Excluir citas

Apagado

Excluir coincidencias < 1%

Excluir bibliografía

Apagado