

Universidad de Lima
Facultad de Ingeniería y Arquitectura
Carrera de Ingeniería Industrial



**ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD PARA LA
INSTALACIÓN DE UNA PLANTA
GENERADORA DE ENERGÍA ELÉCTRICA
CON EL USO DE BIODIGESTORES
TUBULARES EN EL DISTRITO DE SAN
AGUSTÍN DE CAJAS - HUANCAYO**

Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Industrial

Joselyn Xiomara Monge Sotomayor
Código 20132023

Christian Mauricio Rosas Alzamora
Código 20131190

Asesor

Carlos Ahoki Pajuelo

Lima – Perú

Febrero de 2021

**PREFEASIBILITY STUDY FOR THE
INSTALLATION OF AN ELECTRIC POWER
GENERATING PLANT USING TUBULAR
BIODIGESTERS AT SAN AGUSTIN DE CAJAS
DISTRICT - HUANCAYO**

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN	XV
ABSTRACT.....	XVI
CAPÍTULO I. ASPECTOS GENERALES	1
1.1. Problemática	1
1.2. Objetivos de la investigación.....	2
1.3. Alcance de la investigación	3
1.4. Justificación del tema.....	3
1.5. Hipótesis de trabajo	4
1.6. Marco referencial	5
1.7. Marco conceptual.....	7
CAPÍTULO II. ESTUDIO DE MERCADO.....	11
2.1. Aspectos generales del estudio de mercado.....	11
2.1.1. Definición del giro de negocio y tipo del servicio.....	11
2.1.2. Principales beneficios del servicio.....	11
2.1.3. Macro localización del servicio	12
2.1.4. Análisis del entorno	15
2.1.5. Modelo de negocio Canvas.....	19
2.2. Metodología a emplear en la investigación de mercado	20
2.3. Análisis de la demanda	20
2.3.1. Data histórica del consumidor y sus patrones de consumo	20
2.3.2. Demanda mediante fuentes primarias	30
2.3.3. Demanda potencial	30
2.4. Análisis de la oferta	33
2.4.1. Participación de los tipos de generación.....	36
2.4.2. Empresas generadoras del sector	36
2.4.3. Competidores potenciales	37
2.5. Determinación de la demanda para el proyecto.....	38
2.6. Determinación de la estrategia de comercialización.....	40
2.6.1. Políticas de transmisión y distribución	40

2.6.2. Análisis de precios	41
CAPÍTULO III. LOCALIZACIÓN DE PLANTA	46
3.1. Análisis de los factores de localización	46
3.2. Evaluación y selección de localización	53
CAPÍTULO IV: TAMAÑO DE PLANTA	54
4.1. Relación tamaño-mercado	54
4.2. Relación tamaño-recursos productivos	54
4.3. Relación tamaño-tecnología	60
4.4. Relación tamaño-financiamiento	62
4.5. Relación tamaño-punto de equilibrio.....	63
4.6. Selección del tamaño de planta.....	65
CAPÍTULO V: INGENIERÍA DEL PROYECTO.....	66
5.1. Selección del tamaño de planta.....	66
5.1.1. Especificaciones técnicas y composición	66
5.1.2. Marco regulatorio	67
5.2. Tecnologías existentes y procesos de producción	68
5.2.1. Naturaleza de la tecnología requerida.....	68
5.2.2. Proceso de producción	69
5.3. Características de las instalaciones y equipos.....	75
5.3.1. Especificaciones y características técnicas de la maquinaria y equipos	75
5.4. Capacidad instalada	78
5.4.1. Cálculo detallado de número de máquinas y operarios requeridos.....	78
5.4.2. Cálculo de la capacidad instalada	80
5.5. Resguardo de la calidad y/o inocuidad del servicio.....	82
5.5.1. Calidad de la materia prima, insumos del proceso y del producto	82
5.6. Estudio de impacto ambiental.....	83
5.7. Seguridad y salud ocupacional	87
5.8. Sistema de mantenimiento	92
5.9. Diseño de la cadena de suministro.....	93
5.10. Programa de producción	95
5.11. Requerimiento de insumos, servicios y personal.....	96
5.11.1. Materia prima, insumos y otros materiales	96
5.11.2. Servicios.....	98

5.11.3. Requerimiento de trabajadores directos, indirectos y administrativos	99
5.11.4. Servicio de terceros.....	100
5.12. Disposición de planta.....	100
5.12.1. Características físicas del proyecto	100
5.12.2. Determinación de las zonas físicas requeridas	102
5.12.3. Cálculo de áreas para cada zona	112
5.12.4. Dispositivos de seguridad industrial y señalización	114
5.12.5. Disposición general.....	116
5.13. Cronograma de implementación del proyecto	120
CAPÍTULO VI: ORGANIZACIÓN Y ADMINISTRACIÓN.....	121
6.1. Formación de la organización empresarial	121
6.2. Requerimientos de personal directivo, administrativo y de servicios; y funciones de los principales puestos	123
6.3. Esquema de la estructura organizacional	123
CAPÍTULO VII: PRESUPUESTOS Y EVALUACIÓN DEL PROYECTO.....	125
7.1. Inversiones	125
7.1.1. Estimación de las inversiones de largo plazo (tangibles e intangibles)	125
7.1.2. Estimación de la inversión a corto plazo (Capital de trabajo)	127
7.2. Costos de producción.....	128
7.2.1. Costos de las materias primas	128
7.2.2. Costo de la mano de obra directa.....	128
7.2.3. Costo indirecto de fabricación (materiales indirectos, mano de obra indirecta y costos generales)	129
7.3. Presupuesto operativo	131
7.3.1. Presupuesto de ingreso por ventas	132
7.3.2. Presupuesto operativo de costos	133
7.3.3. Presupuesto operativo de gastos	133
7.4. Presupuestos financieros.....	134
7.4.1. Presupuestos del servicio de la deuda.....	134
7.4.2. Presupuesto de estado de resultados	134
7.4.3. Presupuesto de estado de situación financiera (apertura)	135
7.4.4. Flujo de fondos neto	136
7.5. Evaluación económica y financiera	139

7.5.1. Evaluación económica: VAN, TIR, B/C, PR.....	140
7.5.2. Evaluación financiera: VAN, TIR, B/C, PR.....	141
7.5.3. Análisis de ratios (liquidez, solvencia, rentabilidad) e indicadores económicos y financieros.....	141
7.5.4. Análisis de sensibilidad del proyecto.....	143
7.6. Evaluación social	145
7.6.1. Identificación de las zonas y comunidades de influencia del proyecto	145
7.6.2. Análisis de indicadores sociales (valor agregado, densidad de capital, intensidad de capital, generación de divisas)	145
CONCLUSIONES	148
RECOMENDACIONES	150
REFERENCIAS.....	151
BIBLIOGRAFÍA	161
ANEXOS.....	162



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1 % de viviendas rurales a nivel nacional que carecen de alumbrado eléctrico .	12
Tabla 2.2 Población de cuyes por departamento.....	14
Tabla 2.3 Modelo Canvas.....	19
Tabla 2.4 Coeficientes de electrificación urbana y rural de países de Sudamérica	22
Tabla 2.5 Indicadores del sector eléctrico por regiones	24
Tabla 2.6 Distribución poblacional del distrito de San Agustín de Cajas.....	26
Tabla 2.7 Población total-rural de San Agustín de Cajas 2012-2017	26
Tabla 2.8 Cantidad de personas por vivienda rural en San Agustín de Cajas.....	27
Tabla 2.9 Cantidad de viviendas de la zona rural de San Agustín de Cajas.....	28
Tabla 2.10 Consumo promedio por vivienda rural en kwh	28
Tabla 2.11 Equipamiento de viviendas	29
Tabla 2.12 Proyección de la población de San Agustín de Cajas	31
Tabla 2.13 Número de viviendas de la zona rural para el período 2019-2026	31
Tabla 2.14 Datos para el modelo asociativo de regresión	32
Tabla 2.15 Proyección de la demanda de energía eléctrica.....	33
Tabla 2.16 Indicadores del sector eléctrico 2017-2018.....	34
Tabla 2.17 Generación de energía por tipo de servicio y origen.....	35
Tabla 2.18 Empresas generadoras de energía con biogás.....	37
Tabla 2.19 Centrales hidroeléctricas cercanas al distrito de San Agustín de Cajas.....	38
Tabla 2.20 Demanda del proyecto 2019-2026.....	40
Tabla 2.21 Tarifa y cargo RER zona centro.....	45
Tabla 3.1 Población por especie ganadera en Huancayo, Tarma y Junín	47
Tabla 3.2 Población en edad de trabajar en Huancayo, Tarma y Junín.....	48
Tabla 3.3 Cantidad de proyectos RER adjudicados en Huancayo, Tarma y Junín.....	49
Tabla 3.4 Viviendas sin acceso a energía eléctrica en Huancayo, Tarma y Junín	49
Tabla 3.5 Población por especies ganaderas en los distritos de San Jerónimo, SAC y Pilcomayo.....	51
Tabla 3.6 Población en edad de trabajar en los distritos de San Jerónimo, SAC y Pilcomayo.....	51

Tabla 3.7 Tasa de criminalidad en los distritos de San Jerónimo, SAC y Pilcomayo	52
Tabla 3.8 Costo por m ² en los distritos de San Jerónimo, SAC y Pilcomayo	52
Tabla 3.9 Matriz de enfrentamiento de factores.....	53
Tabla 3.10 Ranking de Factores de localización.....	53
Tabla 4.1 Tamaño-mercado en kwh.....	54
Tabla 4.2 Población histórica de cuyes en la provincia de Huancayo	55
Tabla 4.3 Población por especie animal en el distrito de San Agustín de Cajas	55
Tabla 4.4 Proyección de población de cuyes 2012-2016 en el distrito de San Agustín de Cajas	56
Tabla 4.5.....	57
Tabla 4.6 Producción de estiércol por año y peso vivo de un cuy	57
Tabla 4.7 TM de estiércol producido al año en San Agustín de Cajas	58
Tabla 4.8 Tamaño-recursos productivos en kwh	60
Tabla 4.9 Tamaño-tecnología en kwh	62
Tabla 4.10 Tamaño-financiamiento	63
Tabla 4.11 Costos fijos – Pto. De equilibrio	64
Tabla 4.12 Costos variables – Pto. De equilibrio.....	64
Tabla 4.13 Otros datos – Pto. De equilibrio.....	65
Tabla 4.14 Tamaño-punto de equilibrio.....	65
Tabla 4.15 Resumen – tamaño de planta	65
Tabla 5.1 Características técnicas del biogás.....	66
Tabla 5.2 Composición química del biogás	67
Tabla 5.3 Marco regulatorio – Energía renovable	67
Tabla 5.4 Especificaciones técnicas de la bomba mezcladora.....	75
Tabla 5.5 Especificaciones técnicas del biodigestor tubular	76
Tabla 5.6 Especificaciones técnicas del gasómetro.....	76
Tabla 5.7 Especificaciones técnicas del cogenerador de energía eléctrica	76
Tabla 5.8 Características de la carretilla hidráulica.....	77
Tabla 5.9 Características de la trampa de agua	77
Tabla 5.10 Características de la trampa de H ₂ S	77
Tabla 5.11 Cálculo del número de máquinas.....	79
Tabla 5.12 Número de operarios.....	79
Tabla 5.13 Cálculo de la capacidad instalada	81

Tabla 5.14 Procesos de control de calidad	82
Tabla 5.15 Matriz de aspectos e impactos ambientales.....	83
Tabla 5.16 Matriz IPERC	89
Tabla 5.17 Índice de probabilidad-IPERC	90
Tabla 5.18 Nivel de riesgo-IPERC.....	90
Tabla 5.19 Plan de mantenimiento de equipos.....	92
Tabla 5.20 Estimado de horas de mantenimiento reactivo al año.....	93
Tabla 5.21 Cantidad de Kwh a producir con estiércol disponible	95
Tabla 5.22 % de utilización de la capacidad por año.....	95
Tabla 5.23 Requerimiento anual de estiércol.....	96
Tabla 5.24 Requerimiento anual de agua.....	96
Tabla 5.25 Requerimiento de sacos de 50 kg	97
Tabla 5.26 Requerimiento de tanques de Tanques de 5 m ³	97
Tabla 5.27 Requerimiento de energía para equipos	98
Tabla 5.28 Especificaciones técnicas de grupo electrógeno	99
Tabla 5.29 Requerimiento de trabajadores directos de planta	99
Tabla 5.30 Requerimiento de trabajadores indirectos de planta.....	99
Tabla 5.31 Requerimiento de trabajadores administrativos	100
Tabla 5.32 Requerimiento de personal de seguridad	100
Tabla 5.33 Área requerida para almacén de MP	103
Tabla 5.34 Área requerida para el almacén de subproductos.....	103
Tabla 5.35 Venta nacional mensual de energía eléctrica con estacionalidad.....	104
Tabla 5.36 Venta mensual de energía eléctrica del proyecto con estacionalidad	105
Tabla 5.37 Uso de biogás en m ³ en relación a la venta mensual de energía.....	106
Tabla 5.38 Inventarios mensuales de biogás 2019	106
Tabla 5.39 Inventarios mensuales de biogás 2020	107
Tabla 5.40 Inventarios mensuales de biogás 2021	107
Tabla 5.41 Inventarios mensuales de biogás 2022	108
Tabla 5.42 Inventarios mensuales de biogás 2023	108
Tabla 5.43 Inventarios mensuales de biogás 2024	108
Tabla 5.44 Inventarios mensuales de biogás 2025	109
Tabla 5.45 Inventarios mensuales de biogás 2026	109
Tabla 5.46 Capacidad del gasómetro.....	110

Tabla 5.47 Áreas de oficinas para personal administrativo.....	111
Tabla 5.48 Cálculo de superficie total ocupada por elementos estáticos	113
Tabla 5.49 Cálculo de superficie total ocupada por elementos móviles	113
Tabla 5.50 Lista de motivos de análisis relacional.....	117
Tabla 5.51 Pares ordenados	118
Tabla 5.52 Cronograma de implementación del proyecto.....	120
Tabla 6.1 Requerimientos de personal administrativo y de servicios	123
Tabla 7.1 Costos de maquinaria y equipos.....	125
Tabla 7.2 Costo de complementos para la producción.....	125
Tabla 7.3 Costo de inmuebles	126
Tabla 7.4 Costo de mobiliario	126
Tabla 7.5 Costo de intangibles	126
Tabla 7.6 Costos para el año 1	127
Tabla 7.7 Resumen Inversión	128
Tabla 7.8 Costo MP.....	128
Tabla 7.9 Costo MOD.....	129
Tabla 7.10 Costo de agua como insumo	129
Tabla 7.11 Costo de Sacos de 50 kg.	130
Tabla 7.12 Costo de galones de diesel.....	130
Tabla 7.13 Costo de MOI.....	130
Tabla 7.14 Depreciación fabril.....	131
Tabla 7.15 Costo de producción por años	131
Tabla 7.16 Presupuesto de ventas.....	132
Tabla 7.17 Ingresos totales por ventas	132
Tabla 7.18 Presupuesto operativo de costos	133
Tabla 7.19 Presupuesto de gastos.....	133
Tabla 7.20 Estructura de financiamiento	134
Tabla 7.21 Cálculo de cuotas.....	134
Tabla 7.22 Presupuesto de estado de resultados	135
Tabla 7.23 Estado de Situación Financiera (apertura).....	136
Tabla 7.24 Flujo de fondos económico	137
Tabla 7.25 Flujo de fondos financiero.....	138
Tabla 7.26 Indicadores económicos.....	140

Tabla 7.27 Indicadores financieros	141
Tabla 7.28 Análisis de Sensibilidad – Van Económico	144
Tabla 7.29 Análisis de Sensibilidad – Van Financiero.....	144
Tabla 7.30 Cálculo del valor agregado.....	146
Tabla 7.31 Indicador producto/capital.....	146
Tabla 7.32 Indicador Intensidad de capital	147
Tabla 7.33 Indicador Densidad de Capital	147



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 Departamentos con mayor % de viviendas rurales que carecen de alumbrado eléctrico.....	13
Figura 2.2 Evolución del coeficiente de electrificación nacional y rural	21
Figura 2.3 Consumo per cápita de electricidad en países de Latinoamérica	23
Figura 2.4 Producción de electricidad en TWh por continentes.....	24
Figura 2.5 Modelo de regresión polinómica	32
Figura 2.6 Parques de Generación Eléctrica a nivel nacional.....	35
Figura 2.7 Participación de tipos de recursos energéticos	36
Figura 2.8 Mapa de centrales hidroeléctricas aledañas.....	38
Figura 2.9 Número de suministros en distritos del ACMH	39
Figura 2.10 Mapa de concesión Electrocentro.....	41
Figura 2.11 Flujo de ingresos de sistemas Off Grid	43
Figura 2.12 Esquema de liquidación de ingresos off-grid	44
Figura 4.1 Tipos de disposición final de estiércol en Junín.....	59
Figura 5.1 Diagrama de operaciones de procesos.....	71
Figura 5.2 Flujograma de adjudicación y servicios del proyecto	73
Figura 5.3 Balance de materia.....	75
Figura 5.4 Matriz de Leopold	84
Figura 5.5 Plano de seguridad	91
Figura 5.6 Cadena de suministro	94
Figura 5.7 Señales de advertencia a considerar	114
Figura 5.8 Señales de equipos contra incendios	115
Figura 5.9 Señales informativas.....	115
Figura 5.10 Señales de obligación	116
Figura 5.11 Tabla relacional de actividades	117
Figura 5.12 Diagrama relacional	118
Figura 5.13 Plano de la planta.....	119
Figura 6.1 Estructura organizacional	124

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1: COTIZACIÓN DE BIODIGESTOR TUBULAR	163
--	-----



RESUMEN

El objetivo del estudio para este proyecto consiste en diagnosticar la viabilidad tecnológica, económica, financiera y social de la instalación de una planta generadora de energía eléctrica con el uso de biodigestores tubulares.

Se abastecerá de energía eléctrica a base de estiércol de cuy en el distrito de San Agustín de Cajas, lugar donde se encuentra la mayor cantidad de viviendas que carecen del servicio de energía dentro de la provincia de Huancayo.

Así mismo, la asignación del precio por kwh se da en base a la normativa actual existente y dada por el Ministerio de Energía y Minas. Actualmente, el precio de la energía generada por medio de fuentes renovables es de S/2,71 con un incremento de 0,5% anual.

La planta de generación se instala en el lugar del mercado objetivo, el distrito de San Agustín de Cajas, provincia de la ciudad de Huancayo. El tamaño de la planta es de 92 007,73 kwh al último año. Por otro lado, la tecnología a utilizar es factible de adquirir y adaptarse.

Con respecto a la inversión, el monto por activos totales es de S/. 163 115,71 y un capital de trabajo de S/. 15 847,20, resultando así una inversión total de S/. 178 962,91. Tomando en consideración, un financiamiento del 19.03% de la inversión con un período de 5 años, 1 año de gracia parcial y 6% de tasa efectiva anual. La valoración económica muestra un total de S/. 280 295,56 de valor actual neto, 41,13% de tasa interna de retorno, 2,57 de relación beneficio/costo y un período de recupero de 4 años y 9 meses. La evaluación financiera muestra un monto de S/. 292 743,31 de valor actual neto, 44,67% de tasa interna de retorno, 3,02 de relación beneficio/costo y un período de recupero de 4 años y 5 meses.

Palabras clave: biodigestores, energía eléctrica renovable, estiércol de cuy, biogás, San Agustín de Cajas.

ABSTRACT

The aim of this pre-feasibility study is to determinate the technology, economic, financial and social viability of setting up a powerful electric plant that use tubular biodigesters.

This plant will be supply of energy using guinea pig manure from San Agustin de Cajas district, where you can find the major number of houses without electricity in Huancayo province.

Likewise, the assignment of the kwh Price is based on current existing regulations by the Ministry of Energy and Mines. Nowadays, the Price of the electricity generated by renewable sources is S/. 2,71 with an annual increase of 0,5%.

The plant will set up on the target market, the district of San Agustin de Cajas. The drop size of the plant is 92 007,73 kwh at the last year of Project. On the other hand, the kind of technology to use is easy to purchase and adapt.

With regard to the investment, the total amount of actives is S/. 163 115,71 and the working capital is S/. 15 847,20, which gave as result of S/. 178 962,91 total investments. Considering a financing of 19,03% of the total investment in 5 years, 1 year of partial grace and 6% effective annual trade. The economic evaluation shows a total of S/. 280 295,56 net present value, 41,13% internal rate of return, 2,57 benefit/cost ratio and a recovery period of 4 years and 9 months. The financial evaluation shows an amount of S / . 292 743,31 of net present value, 44,67% of internal rate of return, 3,02 of benefit/cost ratio and a recovery period of 4 years and 5 months.

Key words: biodigesters, renewable electricity, guinea pig manure, biogas, San Agustín de Cajas.

CAPÍTULO I. ASPECTOS GENERALES

1.1. Problemática

Hoy en día, el planeta enfrenta una crisis energética que incrementa cada año, representada por una disyuntiva entre las demandas de energía, las acciones por el cambio climático y las emisiones de carbono. Es así que, el requerimiento mundial de energía incrementó un 2,9% y las emisiones de carbono se ampliaron en un 2% en 2018, este crecimiento se dio de forma más rápida que en cualquier otro momento desde el 2010-2011, según British Petroleum (2019).

En otro contexto relacionado a la demanda y producción de energía, es importante analizar datos con respecto al acceso a energía eléctrica a nivel mundial. De acuerdo a Banco Mundial (2018), en la actualidad, cerca del 13% de la población en el mundo permanece sin acceso a la red eléctrica y un 41% usan combustibles contaminantes.

En América Latina, el 75% de los países están en camino a lograr el acceso universal para 2020, y para 2030 se espera que la región alcance un acceso casi universal. Sin embargo, si las fluctuaciones ascendentes con respecto al acceso a la energía mundial continúan, el 8% de la población en el mundo estarán a oscuras en 2030 (Banco Mundial, 2018).

Esta situación no es ajena al Perú, donde, hasta el 2018, solo el 88% de la población rural tenía acceso a energía eléctrica (OSINERGMIN, 2019). Hasta la fecha, esta situación no ha mejorado de manera significativa. Es por este motivo que, hoy en día, se busca satisfacer las necesidades de la población con recursos propios que puedan ser explotados de manera responsable.

En un contexto más amplio, según Renewable Energy Magazine (2018), el alza en el precio del petróleo, el cual ha crecido un 174% desde 2016, supone una oportunidad para las energías renovables; debido a la necesidad de sustitución de este recurso por parte de los sectores químicos, manufacturero, industria pesada, transporte, etc.

El crecimiento de 14,5% de la demanda de energías renovables al 2018, lo cual supone un ascenso constante; ya que, este crecimiento se ve reflejado desde el 2017 (British Petroleum, 2019).

Los autores Viscidi y Yépez (2018) sostienen que, la sección de las energías limpias en Latinoamérica constituye un mercado potencial de US\$ 349 000 millones hasta 2025 para las medianas y pequeñas empresas. Principalmente, en temas de tratamiento de aguas residuales y bioenergía; ya que, es la región con mayor proporción de generación de energía renovable a nivel mundial.

Resaltando el tema de bioenergía, el Perú es un país con amplio potencial para el desarrollo de estas formas de energía; ya que, figura entre los diez primeros países con mejor situación para desarrollar proyectos de energías renovables, según ranking Climatescope 2019, el cual, plantea y evalúa los fundamentos de políticas de energías limpias y regulaciones; las oportunidades y la experiencia de los países participantes (Ini, 2019).

En 2017, la generación de energía con recursos renovables (RER) representó el 5.06% de la totalidad de la matriz energética nacional, donde la generación por proyectos de hidroeléctrica, eólica y biomasa fueron los más representativos (Gestión, 2018, sección de Economía). Al presentar un alto potencial de fuentes renovables en la generación de energía eléctrica, el Perú resulta ser un país atractivo para el desarrollo de estas nuevas tecnologías; con apoyo financiero por parte del estado e inversión privada, se busca un aumento significativo en el coeficiente de electrificación rural para los próximos años.

1.2. Objetivos de la investigación

Objetivo general

Definir la viabilidad técnica, comercial, financiera, económica y social para la implementación de una planta generadora de energía eléctrica mediante el uso de biodigestores tubulares en el distrito de San Agustín de Cajas, provincia de Huancayo, departamento de Junín; en cuanto a la presencia de una demanda, existencia de materia prima y de tecnología adecuada a costos competitivos en la realidad actual del país.

Objetivos específicos

- ❖ Determinar la magnitud de la demanda del proyecto mediante el desarrollo de un análisis de mercado.
- ❖ Investigar la disponibilidad de materia prima para el servicio.
- ❖ Determinar la ubicación y tamaño de planta.
- ❖ Definir el proceso productivo.
- ❖ Determinar la inversión necesaria y los costos de producción.
- ❖ Determinar la estructura de financiamiento del proyecto.
- ❖ Realizar la evaluación económica, financiera y social del proyecto.

1.3. Alcance de la investigación

La investigación abarcará el distrito del Perú que cuente con una considerable proporción de hogares que carezcan del servicio de energía eléctrica; así mismo, deberá tener disponibilidad de materia prima; puesto que, es necesario que la planta generadora se ubique en el mismo distrito donde se encuentra localizado el mercado a abastecer. La elección de dicho distrito se detallará en el capítulo de localización.

Así mismo, se contará con una proyección de ocho años para el período de estudio del proyecto.

1.4. Justificación del tema

Justificación técnica

El proyecto hace uso de la tecnología existente de biodigestión para la transformación de materia orgánica (estiércol) en biocombustible y como producto agregado, la biomasa.

Los procesos y operaciones involucradas son, básicamente: la recolección de estiércol, acondicionamiento, la carga del biodigestor, procesos termoquímicos y bioquímicos (digestión anaerobia) sobre la materia prima ingresada y finalmente, la descarga del material y generación del biogás.

Justificación económica

El proyecto tiene el propósito de satisfacer la necesidad de energía eléctrica en zonas rurales de nivel socioeconómico D y E, donde se carezca de este servicio. Motivo por el cual, el proyecto en mención será puesto a disposición del Gobierno Regional y/o Municipio de la localidad para su respectiva evaluación.

La viabilidad económica de este proyecto se sustenta en los resultados de indicadores económicos y financieros de 41,13% y 44,80% de retorno de inversión respectivamente; porcentajes que se reflejan sobre el costo de oportunidad del proyecto.

Justificación social

Este proyecto tiene un alto valor social, ya que, abastece el servicio de energía eléctrica a los habitantes de las zonas rurales que carecen del mismo.

Así mismo, tiene la posibilidad de generar diversos puestos de trabajo a los habitantes de zonas aledañas, que, con una capacitación previa, pueden desarrollar sus habilidades y contribuir al desarrollo de su comunidad. Este también se caracteriza por ser un proyecto altamente sostenible a nivel ambiental y ecológico, debido a que, los residuos orgánicos proveniente de animales son dispuestos de tal manera que, son el principal insumo (materia prima) para la generación de biocombustible. Este es considerado una fuente de energía renovable y no contaminante, la cual contribuye al mejoramiento del medio ambiente ya que se disminuye la dependencia de la leña, resultando en una disminución en el índice de deforestación.

1.5. Hipótesis de trabajo

Dentro del contexto económico y social que vive el país, en el distrito de San Agustín de Cajas existen las condiciones de mercado, disponibilidad de insumos y de tecnología que permiten instalar y operar con éxito económico, una planta generadora de energía eléctrica mediante el uso de biodigestores tubulares.

1.6. Marco referencial

- 1) Vargas Marón, J. (2014). *Factibilidad de generación de energía eléctrica desde el biogás obtenido por el tratamiento de los residuos sólidos urbanos en la ciudad de Puno* [Tesis de maestría, Universidad Nacional del Altiplano]. <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/384>.

Se presentan conceptos básicos como definición de residuo sólido urbano (RSOU), técnicas de clasificación y sus efectos. De igual manera, los tipos de energía en los que pueden convertirse los RSOU, aplicaciones de la biomasa, y sistema de generación de energía eléctrica a partir de la biodigestión. Posteriormente se analiza el proceso en un reactor (biodigestor) de flujo continuo para así, determinar la cantidad de Metano que se puede generar, y analizar las posibles alternativas que permitan generar energía eléctrica.

Dentro de las similitudes con el presente proyecto, se puede considerar la localización tomada. En ambos casos, son zonas andinas donde la materia prima sea abundante. Por otro lado, la diferencia principal entre ambos proyectos es el tipo de materia prima a utilizar; en este caso se usan residuos sólidos urbanos, en el proyecto que se viene desarrollando se empleará estiércol de animales o residuos propios de actividades ganaderas y/o agrícolas.

- 2) Ponce, E. (2016). Métodos sencillos en obtención de biogás rural y su conversión en electricidad. *Idesia (Arica)*, 34(5), 75-79. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-34292016005000011>.

Actualmente puede obtenerse biogás rural de distintas formas: desde la utilización de materia orgánica para uso de familias rurales hasta entornos más complejos. Este estudio busca informar y profundizar sobre los métodos más sencillos de uso. La difusión de estas técnicas permitiría la renovación parcial de las fuentes de energía tradicionales; las cuales provienen de derivados del petróleo, que son costosos y altamente contaminantes.

Este artículo se centra en las diversas fuentes energéticas renovables y las maneras de obtener energía a través de ellas, a diferencia del proyecto presentado, que

solo se centra en la transformación de residuos orgánicos en electricidad por medio de la tecnología de biodigestión.

- 3) Adjudican trece nuevos proyectos de energías renovables a nivel nacional. (20 de febrero del 2016). *Gestión*. <https://gestion.pe/economia/adjudican-trece-nuevos-proyectos-energias-renovables-nivel-nacional-145207-noticia/>

Trece proyectos obtuvieron la aprobación para la generación de energía eléctrica empleando recursos renovables como luz solar, viento, residuos orgánicos y agua. Osinergmin otorgó la buena pro a estos proyectos que aportarán al sistema eléctrico 1 739,2 GW-h/año. Empezando a operar a partir del 2018. Los proyectos ganadores están clasificados en biomasa de residuos sólidos urbanos para biogás (dos), solar fotovoltaica (dos), eólica (tres) e hidroeléctrica (seis); ubicados en las provincias de Ancash, Cajamarca, Ica, Lima y Moquegua.

- 4) Quipuzco Ushñahua, L., & Baldeón Quispe, W. (2012). Desempeño de un biodigestor cargado con lodo séptico y excreta de cuy para la producción de biogás y biol. *Revista del Instituto de Investigación de la Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica*, 14(28). <https://doi.org/10.15381/iigeo.v14i28.677>

Investigación realizada en la casa de retiro El Milagro, ubicada en el Km. 32 1/2 de la carretera Lima-Huarochirí en la cuenca del río Lurín.

Los residuos agropecuarios estuvieron conformados por excretas de cuy, restos de maíz y otros elementos. La carga semi-continua del biodigestor se realizó con frecuencia semanal y se basó en una combinación de estiércol de cuy y lodo séptico.

La principal diferencia de este proyecto y el que se viene desarrollando es el enfoque que se da al estudio, la localización y la metodología utilizada (lodos sépticos). El enfoque que presenta este estudio es, básicamente con fines experimentales y/o académicos, y no para llevarlo a cabo como una realidad en el futuro. A diferencia del proyecto presentado, que, busca incrementar la calidad de vida de pobladores que

carecen de un servicio y poder brindarlo de la forma que su impacto negativo sea el menor posible para la población y el medio ambiente.

- 5) Cervi, R., Esperancini, M., & Bueno, O. (2011). Viabilidad económica de la utilización de biogás para la conversión en energía eléctrica. *Información tecnológica*, 22(4), 3-14. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642011000400002>.

Este proyecto define la factibilidad económica para la transformación de biogás en energía eléctrica a través del uso de desechos ubicado en un criadero de cerdos. El biodigestor utilizado tiene un diseño tubular continuo, con zanja para agua y un contenedor herméticamente cerrado, el cual a su vez es impermeable, donde son depositados, de forma diaria, los desechos de 2 300 cerdos. Bajo métodos de costeo, se determinó la inversión inicial, costos anuales del sistema, mantenimiento y depreciación del equipo; y finalmente, el consumo medio de KW/hr mínimo aceptable para que el sistema sea económicamente factible.

Este estudio brinda una orientación acerca de que tan aceptable puede ser la implementación de un proyecto de este tipo en el ámbito económico. A diferencia del proyecto presentado, el cual, es evaluado en distintas perspectivas (económica, financiera y social).

1.7. Marco conceptual

Según la Organización Internacional del Trabajo (2017), la electricidad, junto con el agua y el gas; es considerada un servicio público de consumo primario. Ésta desempeña un rol esencial en el desarrollo social y económico. Son clave para la disminución progresiva de los índices de pobreza. Los gobiernos tienen la responsabilidad de asegurar el acceso universal a este servicio dentro de marcos normativos que prevean la rendición de cuentas.

El marco regulatorio que avala el uso de energías renovables abarca un conjunto de leyes y normas relacionadas con la promoción de distintas formas de este tipo de energía. Entre las cuales destacan:

❖ **Decreto Legislativo N° 1002**

De promoción de la inversión para la generación de electricidad con el uso de energías renovables.

Publicado el 02 de mayo del 2008, esta iniciativa normativa tiene como objetivo el fomento de energías renovables, eliminando barreras y obstáculos para su desarrollo. Trayendo consigo beneficios adicionales tales como, la inversión privada, la preservación del medio ambiente y una condición de desarrollo económico del país.

❖ **Decreto Supremo N° 012-2011-EM**

Nuevo reglamento de la generación de electricidad con energías renovables.

Publicado el 23 de marzo del 2011, y con modificaciones realizadas en 2012 y 2013 con los Decretos Supremos N° 031-2012 y N° 024-2013 respectivamente.

De acuerdo a lo expresado por Mitma Ramírez (2011), cabe resaltar que, según los Decretos presentados anteriormente, la Ley promueve la venta de electricidad RER (Recursos energéticos renovables) al sistema interconectado nacional a través de la convocatoria a subastas, las cuales son aprobadas por el Ministerio de Energía y Minas (MINEM) y conducidas por Osinergmin, quien se encarga de fijar precios máximos y determinar las primas mediante liquidaciones anuales (p. 11).

Por otro lado, existen otras normativas que se encargan de regular las actividades de generación, transmisión y distribución de energía eléctrica en Sistemas Aislados o no conectados a red (off grid).

❖ **Decreto Supremo N° 020-2013-EM**

Aprobación del reglamento para la promoción de la inversión en áreas no conectadas a red.

❖ Procedimiento OSINERGMIN N° 220-2010-OS/CD

Supervisión de la Operatividad de la Generación de Sistemas Eléctricos Aislados. Este procedimiento permite mejorar la confiabilidad y calidad del servicio de suministro público de electricidad de los Sistemas Aislados (Osinergmin, 2019).

En cuanto a la tecnología existente, la Biodigestión o Digestión anaeróbica es un proceso bioquímico que ocurre cuando la materia orgánica se descompone en ausencia de oxígeno. Las bacterias descomponen la materia orgánica y el biogás se libera. El subproducto restante (Digestado) es una masa con bajo olor, pero rica en nutrientes.

El biogás o biocombustible generado puede usarse para proporcionar calor y/o electricidad. Mientras que el Digestado contiene nutrientes como Nitrato de Potasio, lo cual permite que se pueda usar como fertilizante y acondicionador de suelos (Putri, Student Energy, 2015).

Los autores Cruz y Palacios (2014) señalan que, para realizar el proceso de biodigestión se hace uso de biodigestores, los cuales son depósitos completamente cerrados donde el estiércol de los animales es fermentado.

❖ Glosario de términos

Biodigestión: “También llamada digestión anaeróbica, es un proceso biológico desarrollado por microorganismos anaerobios; es decir, que trabajan en ausencia de oxígeno transformando los residuos de materia orgánica en biogás.” (Universidad Autónoma de Entre Ríos, 2017).

Biodigestor tubular: “Manga hermética cerrada de forma cilíndrica, fabricada en material de geo membrana de PVC con alta protección a la acción de los rayos UV; impermeable al agua y baja permeabilidad a los gases. Dentro de las ventajas que presenta este tipo de biodigestor es que es económico y fácil de transportar por ser liviano, y su hermetismo e impermeabilidad garantiza la correcta digestión anaeróbica.” (CARE Perú, 2016).

Biogás: “Mezcla gaseosa formada de metano y dióxido de carbono. Su composición depende del material digerido y del funcionamiento del proceso.” (FAO, 2011).

Biol: “Abono orgánico líquido que se origina a partir de la descomposición de materiales orgánicos en ausencia de oxígeno. La técnica empleada para obtener biol es a través de biodigestores.” (Como se citó en Sistema Biobolsa, 2019). “Es un producto estable biológicamente, rico en humus y una baja carga de patógenos; es el resultado de la fermentación de estiércol y agua a través de la descomposición y transformaciones químicas de la materia orgánica en un ambiente anaerobio.” (Sistema Biobolsa, 2019).

Límites mínimos y máximos de explosión: Concentración mínima o máxima de gas en el aire por debajo o encima de la cual el fuego no es posible (Promam, 2019).

Temperatura de ignición: Temperatura a la cual la mezcla entra en combustión espontánea sin requerir una fuente de combustión externa (Promam, 2019).

Presión crítica: Mínima presión que se debe aplicar para licuar un gas a temperatura crítica (UTP, 2018).

Temperatura crítica: Por encima de esta temperatura, los gases no pueden licuarse, independientemente de la presión que se aplique. Temperatura más alta a la cual una sustancia puede existir en forma líquida (UTP, 2018).

Suministro eléctrico común: Sistema de abastecimiento compartido entre viviendas.

CAPÍTULO II. ESTUDIO DE MERCADO

2.1. Aspectos generales del estudio de mercado

2.1.1. Definición del giro de negocio y tipo del servicio

El giro de negocio del proyecto en estudio es “Generación, transmisión y distribución de energía eléctrica” y CIIU rev.04 3510 (SUNAT).

El proyecto hace referencia a un servicio de tipo público de suministro (OIT, 2017). Se considera también, un servicio básico primario de distribución nacional; aunque, en la actualidad, la electrificación nacional no sea cubierta al 100%, para fines de estudio del proyecto, este servicio podría considerarse de distribución enfocada únicamente en la zona rural del distrito de San Agustín de Cajas.

2.1.2. Principales beneficios del servicio

2.1.2.1. Servicio principal

Se brindará el servicio de generación de energía eléctrica por la actividad de biodigestión de residuos orgánicos sin la presencia de oxígeno y un tiempo determinado de retención.

2.1.2.2. Servicios complementarios

Como parte de un servicio complementario, se puede considerar que, del proceso de biodigestión, se genera también la biomasa, la cual puede funcionar como fertilizante. Así mismo, se considerará el servicio de instalación, capacitación a los pobladores y mantenimiento de los equipos; como también, charlas y actividades de integración en la comunidad con el propósito de concientizar acerca de las ventajas del buen uso de las energías renovables.

2.1.3. Macro localización del servicio

Se deberá conocer los departamentos que no tengan acceso a energía eléctrica en zonas rurales de todo el Perú. En la tabla 2.1 se mostrará la proporción de viviendas rurales por departamento que no cuentan con alumbrado eléctrico donde se seleccionarán aquellos que cuenten con un porcentaje mayor al promedio, el cual es de 32,54%.

Tabla 2.1

% de viviendas rurales a nivel nacional que carecen de alumbrado eléctrico

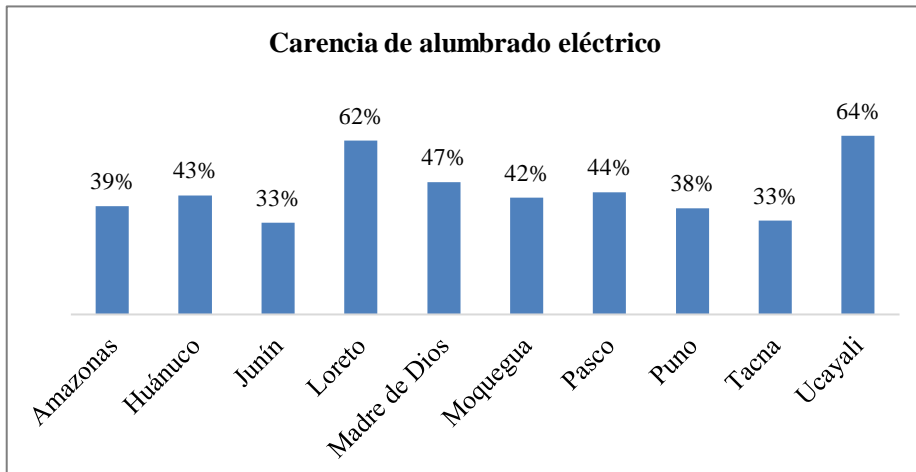
Departamento	No tiene alumbrado eléctrico
Amazonas	38,64%
Áncash	23,06%
Apurímac	27,84%
Arequipa	24,48%
Ayacucho	29,09%
Cajamarca	25,80%
Provincia Constitucional del Callao	No hay datos
Cusco	32,30%
Huancavelica	27,78%
Huánuco	42,56%
Ica	20,33%
Junín	32,79%
La Libertad	26,59%
Lambayeque	22,53%
Lima	20,14%
Loreto	62,03%
Madre de Dios	47,16%
Moquegua	41,66%
Pasco	43,58%
Piura	25,92%
Puno	37,90%
San Martín	30,09%
Tacna	33,48%
Tumbes	22,63%
Ucayali	63,82%

Nota: Adaptado de *Censos Nacionales 2017: XII de población, VII de vivienda y III de comunidades indígenas. Sistema de consulta de base de datos*, por Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2017 (<http://censos2017.inei.gob.pe/redatam/>).

A manera de realizar un mejor análisis, se compararán aquellos departamentos que superaron el porcentaje promedio mencionado anteriormente. Tal como se muestra en la figura 2.1.

Figura 2.1

Departamentos con mayor % de viviendas rurales que carecen de alumbrado eléctrico



Nota: Adaptado de *Censos Nacionales 2017: XII de población, VII de vivienda y III de comunidades indígenas*. Sistema de consulta de base de datos, por Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2017 (<http://censos2017.inei.gob.pe/redatam/>).

Cabe resaltar que, el proyecto busca emplear como insumo principal el estiércol de cuy, el cual tiene un poder energético que supera hasta tres veces el estiércol vacuno (Ramirez, 2017).

Una vez ubicados los departamentos con mayor porcentaje de carencia de alumbrado eléctrico, se procederá a elegir aquel departamento que cuente con mayor cantidad de cuyes, de los cuales se obtendrá el insumo principal que se utilizará para la generación de energía eléctrica.

En la tabla 2.2, se mostrarán los datos obtenidos en el último censo agrícola realizado por el INEI en el año 2012, el cual nos permitirá ubicar el departamento con la mayor población de cuyes en el Perú.

Tabla 2.2*Población de cuyes por departamento*

Ubicación	Población de Cuyes
Cajamarca	2 408 094
Cusco	2 715 374
Ancash	1 643 415
Apurímac	1 012 181
Junín	958 796
Lima	740 812
La Libertad	721 021
Huánuco	687 311
Ayacucho	449 887
Arequipa	437 274
Huancavelica	348 223
San Martín	340 875
Amazonas	327 936
Lambayeque	249 664
Moquegua	138 368
Piura	116 134
Puno	113 881
Tacna	109 221
Pasco	98 222
Ica	47 532
Loreto	16 312
Ucayali	12 748
Prov. Const. del Callao	5 321
Madre de Dios	2 982
Tumbes	2 446

Nota: Adaptado de *IV Censo Nacional agropecuario 2012 – Sistema de consulta de resultados censales*, por Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2012 (<http://censos.inei.gob.pe/cenagro/tabulados/>).

Una vez ubicados los departamentos con carencia de alumbrado eléctrico en la tabla poblacional de cuyes, se pudo determinar que el departamento ideal para brindar el servicio de producción de energía eléctrica es Junín, ya que cuenta con una proporción de viviendas rurales sin acceso al servicio de energía eléctrica del 32,79%, además, entre los departamentos seleccionados, es el que cuenta con una mayor población de cuyes.

Finalmente, se eligió la Provincia de Huancayo, distrito de San Agustín de Cajas para brindar el servicio de electricidad a la población. Explicado por los factores que apoyan la decisión en el Capítulo 3.

2.1.4. Análisis del entorno

2.1.4.1. Análisis del macro entorno (PESTEL)

a.- Fuerzas políticas y legales

El Sector Eléctrico está influenciado, en su mayoría, por las políticas de gobiernos y leyes establecidas por el Legislativo, así mismo, se encuentra regulado por el Ministerio de Energía y Minas y Osinergmin; organismos que se encargan de que todas las actividades involucradas en este sector se puedan ejecutar bajo lo establecido en las normas expuestas.

El sector eléctrico se rige bajo la ley N° 25844, la cual elimina el dominio de este sector por parte del Estado y separa la industria en tres sectores; generación, distribución y transmisión; al considerar el fomento de la inversión privada por concesiones y autorizaciones otorgadas por el MINEM mediante convocatorias a subastas de actividades de generación, transmisión y distribución de energía eléctrica por medio de energías renovables.

Otro de los aspectos positivos es la clasificación en dos tipos de clientes: los regulados, quienes tienen un nivel de consumo con potencia contratada menor a 0,2 MW y los libres quienes tienen un consumo igual o mayor a 0,2 MW contratados (Osinergmin, 2019).

b.- Fuerzas económicas y financieras

La infraestructura de servicios públicos genera efectos positivos a las empresas privadas, los cuales son favorables para su propio desarrollo, lo cual impulsa el crecimiento productivo y permite el desarrollo económico constante en el largo plazo.

La inversión en servicios públicos como la energía eléctrica genera crecimiento endógeno mediante el incremento de la productividad del sector privado y los efectos de inversiones y de precios en las concesionarias, generando recompensas directas e indirectas en la acumulación del capital físico, humano y de infraestructura pública (Tamayo et al., 2016).

La producción de energía eléctrica en los meses acumulados entre enero a septiembre del 2019 fue de 42 52 GWh, un aumento del 4,3% respecto al mismo periodo del año 2018 (Gestión, 2019, sección de Economía).

c.- Fuerzas sociales, culturales y demográficas

El factor humano es muy importante para este sector, ya que, la producción de energía bajo métodos no tradicionales o mediante el uso de energías renovables involucra mayores oportunidades de trabajo, incluso para el beneficio de ellos mismos.

Sin embargo, las inversiones en el sector eléctrico se ven vulnerables debido a las reacciones por parte de las comunidades afectadas por los proyectos aprobados en sus comunidades, teniendo como mayoría las centrales hidroeléctricas, alegando un efecto negativo en la vida de las comunidades y acto impacto ambiental.

d.- Fuerzas tecnológicas y científicas

Las empresas del sector eléctrico están caracterizadas por adquirir la tecnología, más que por generarla con recursos propios.

Generalmente, solo en el caso de las energías renovables se ve frecuentemente, empresas que son encargadas de las actividades propias del sector: generación, fabricación de equipos y desarrollo de tecnologías.

Las propiedades tecnológicas y económicas de la actividad de generación eléctrica haciendo uso de recursos energéticos renovables (RER) han ido evolucionando y actualmente, en muchos casos, son más competitivas comparándolas con las tecnologías tradicionales. Además, los RER permiten moderar considerablemente la emisión de gases de efecto invernadero y hacer frente a los efectos del cambio climático (Osinerming, 2017)

e.- Fuerzas ecológicas y ambientales

Como parte de las ventajas medioambientales, la formación del biogás a través de la digestión en ausencia de oxígeno tiene una ventaja considerable, no solo para no evitar

los daños ecológicos, sino para, la generación de energía de forma eficiente. Así mismo, 7,4 millones de toneladas de CO₂ al 2016, se habrían mitigado por la aplicación de las políticas energéticas ambientales (Osinerming, 2017).

2.1.4.2. Análisis del sector

a.- Poder de negociación de los proveedores - Alto

Esta fuerza tiene un poder alto debido a que los proveedores de materias primas (estiércol de animales) tienen la capacidad de negociar con los ejecutores del proyecto la facilitación de la venta o donación de este material para que sirva como insumo principal en la generación de energía en su localidad. De acuerdo a lo señalado por Huaroc (2017), según encuesta realizada a criadores de cuyes en la provincia de Concepción, ciudad de Huancayo; en el año 2017, el 100% de familias encuestadas coincide en que el estiércol de cuyes es destinado hacia todos sus cultivos. De igual manera, la disposición final del estiércol: el 83,7% corresponde a la utilización en las chacras y cultivos, el 13,6% a desmontes y el 2,7% a la venta (como se citó en Huaroc Barzola, 2017).

Estos porcentajes indican que la obtención del insumo no resulta de fácil acceso, sin una previa negociación; dado que, como se mencionó, se utilizan, en su mayoría para el uso agrícola.

Cabe resaltar que, estos proveedores (dueños de criaderos de cuyes) se encuentran concentrados en sus respectivas localidades; por ende, se ofertan grandes volúmenes y el producto es difícil de sustituirlo debido a su alto rendimiento energético, en comparación a otros.

b.- Amenaza de ingreso por parte de competidores potenciales – Medio

Es considerado un poder de fuerza media dado que, en los últimos años, se viene buscando la generación de energía eléctrica mediante el uso de recursos renovables y que no atenten contra el medio ambiente. Actualmente, el Ministerio de Energía y Minas (MINEM) lidera el proyecto “Acciones Nacionales apropiadas de mitigación de energía en los sectores de generación de energía y su uso final en el Perú” que busca promover el uso de estas energías en la ciudad de Huancayo (UNCP, 2019).

Por otra parte, al buscar obtener la mayor cantidad de beneficiarios, la inversión en este tipo de proyectos, será mayor. Este factor, puede ser considerado como una de las principales barreras de ingreso de nuevos competidores.

c.- Intensidad de la amenaza de productos sustitutos - Medio

El poder de esta fuerza es relativamente intermedio, ya que, no existen sustitutos directos del sector de energía. Sin embargo, la sustitución de las energías no renovables por renovables supone el cambio a diversos tipos de fuentes de este tipo de ER como son: eólica, hidráulica, solar, entre otras.

El costo de cambio del cliente a otro tipo de ER es alto, pero la agresividad de estos sustitutos es intermedia con tendencias bajas, este balance hace que la fuerza no sea en gran magnitud. Es importante resaltar que, la energía hidráulica es la principal forma de energía aprovechada históricamente en Perú; sin embargo, el crecimiento de esta energía ha tenido un desaceleración a nivel nacional y mundial debido a controversias sobre los efectos negativos en el ambiente y su alto costo de implementación. Es por este motivo que, se considera que es factible generar energía renovable a pequeña y mediana escala en ámbitos urbanos y rurales por medio de energía eólica, solar y biomasa. Esta última es la que ha ofrecido soluciones innovadoras de aprovechamiento de residuos orgánicos y de alto rendimiento; a comparación de la energía eólica, que solo puede ser aprovechada en lugares con condiciones climáticas que sean óptimas para su desarrollo (Benites, 2017).

d.- Poder de negociación de los compradores – Bajo

Los compradores no presentan una gran posibilidad de negociación con respecto a la compra de este servicio, debido a que es un servicio primario de necesidad básica y no existe ningún sustituto de este. El volumen de compras es directamente proporcional al volumen de ventas de este sector; lo cual hace que este sea altamente atractivo y la fuerza del poder de negociación por parte de los compradores sea baja.

e.- Intensidad de rivalidad existente en el sector – Bajo

El crecimiento de este sector es potencialmente alto debido al incremento del uso de las energías renovables y ecológicas. En el sector existen proyectos adjudicados a empresas de generación de energía eléctrica con el aprovechamiento de la energía solar, eólica e hidráulica; sin embargo, es todo lo contrario para el caso de la biomasa (OSINERGMIN, 2018), por lo que sería importante aprovechar la escasez de dichos proyectos para poder ingresar al mercado con una nueva forma de generar energía eléctrica aprovechando las ventajas que nos ofrece la biomasa.

2.1.5. Modelo de negocio Canvas

La tabla 2.3 muestra el modelo Canvas para el proyecto, mostrando las principales actividades y relaciones a desarrollar.

Tabla 2.3

Modelo Canvas

Aliados clave	Actividades clave	Propuesta de valor	Relaciones con el cliente	Segmentos de clientes
Criadores de cuyes Asociación de ganaderos y agricultores Municipalidad y Gobierno Regional de San Agustín de Cajas Pobladores de la zona	Generación de energía eléctrica Mantenimiento de equipos Canje de biol por estiércol de cuy Tratamiento de agua residual	Brindar soluciones energéticas, agrícolas y ganaderas. Dar servicio de energía eléctrica de manera ecológica y aprovechar los recursos de la localidad, generando empleo a los pobladores de la localidad.	Venta directa a Gobierno Regional y/o Municipalidad de la localidad mediante convocatoria a Subasta Nacional.	Gobierno regional y/o Municipalidad de San Agustín de Cajas
	Recursos clave Estiércol Agua Biodigestores Colaboradores		Canales de distribución Canal indirecto a un nivel: Generador de energía -> Distribuidor de energía -> Cliente final.	
Estructura de costos Costos logísticos de obtención de materia prima y agua Mantenimiento de equipos Costos fijos: Sueldos, depreciaciones, servicios			Fuentes de ingreso Generación de energía eléctrica	

Elaboración propia

2.2. Metodología a emplear en la investigación de mercado

Para la investigación de mercado del proyecto se recurrirán a fuentes secundarias tales como, Anuarios Estadísticos que han sido publicados por el Ministerio de Energía y Minas, publicaciones, boletines e informes dados por Osinergmin, datos estadísticos el último censo (2017) acerca de la población, vivienda y acceso a servicios, entre otros. Toda esta información sirve para analizar la tendencia de crecimiento o decrecimiento de la demanda de este servicio a nivel nacional, departamental y provincial.

2.3. Análisis de la demanda

2.3.1. Data histórica del consumidor y sus patrones de consumo

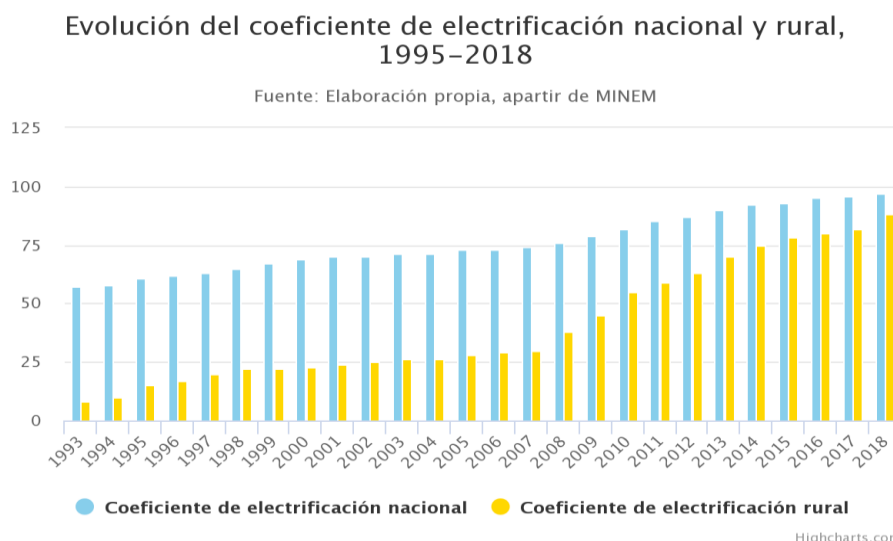
Como se mencionó anteriormente, este estudio se enfoca en cubrir necesidades energéticas de las zonas rurales del Perú.

Se pone en contexto la situación energética nacional y mundial presentando diversas estadísticas que permitirán conocer la realidad nacional y las oportunidades de mejora que involucra este sector. De esta forma, se irá focalizando el estudio al distrito de San Agustín de Cajas, uno de los tantos distritos rurales del país que no cuentan con este servicio.

Al 2014, el consumo per cápita de energía eléctrica en el Perú es, en promedio, 1 346 Kwh-año. Al mismo año, el consumo per cápita de energía eléctrica a nivel mundial es 3 130 KWh-año (Banco Mundial, 2019). Esta situación refleja un déficit en consumo de energía eléctrica por debajo del 50% a nivel mundial, este nivel inferior se ve reflejado a consecuencia de la carencia de este servicio en el país. Al 2018, se cuenta con un coeficiente de electrificación nacional de 97% y 88% de electrificación rural (OSINERGMIN, 2019); tal como se muestra en la figura 2.2.

Figura 2.2

Evolución del coeficiente de electrificación nacional y rural



Nota: De *Evolución del coeficiente de electrificación rural y nacional*, por Observatorio Energético Minero Osinergmin, 2019 (<https://observatorio.osinergmin.gob.pe/evolucion-coeficiente-electricacion>).

Se presentarán los escenarios del sector eléctrico a nivel de América Latina y otros continentes, y se comparará con la situación actual nacional.

La tabla 2.4 muestra los coeficientes de electrificación urbana y rural de los países de Sudamérica al año 2015, en el cual se puede observar que, junto a Argentina, Perú es el país que posee una tasa inferior de electrificación rural. Se toma en consideración que, año tras año este coeficiente de electrificación tiende a aumentar; sin embargo, la electrificación rural del país continúa en desventaja a comparación del resto de países de Sudamérica.

Tabla 2.4*Coefficientes de electrificación urbana y rural de países de Sudamérica*

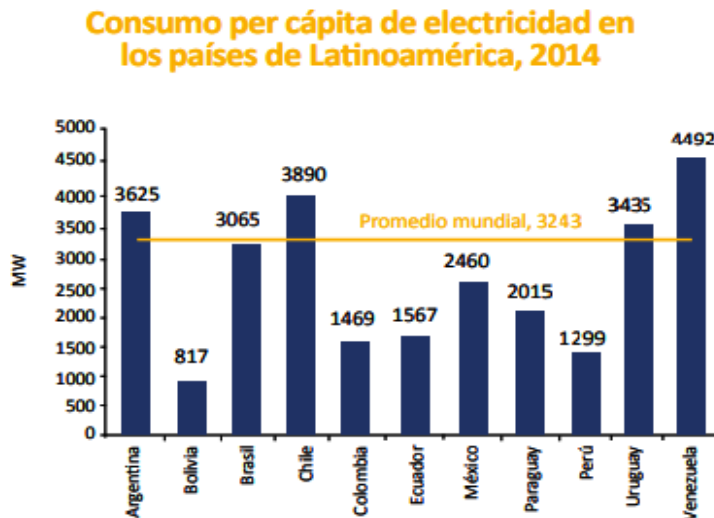
País	Población sin electricidad (millones)	Coefficiente nacional de electrificación	Coefficiente de electrificación urbana	Coefficiente de electrificación rural
Argentina	1,5	96,40%	99,20%	66,20%
Bolivia	1,2	88,40%	95,60%	73,50%
Brasil	0,8	99,60%	100%	97,30%
Colombia	1,2	97,50%	99,80%	90,30%
Ecuador	0,5	97,00%	98,50%	94,40%
Paraguay	0,1	99,00%	99,80%	97,80%
Perú	2,9	90,30%	96,00%	70,20%
Uruguay	0	99,40%	99,70%	93,80%
Venezuela	0,1	99,70%	99,80%	98,60%

Nota: De *La industria de la electricidad en el Perú: 25 años de aportes al crecimiento económico del país* (p. 75), por J. F. Tamayo, J. Salvador, A. L. Vásquez y C. M. Vilches, 2016, Osinergmin (https://www.osinergmin.gob.pe/seccion/centro_documental/Institucional/Estudios_Economicos/Libros/Osinergmin-Industria-Electricidad-Peru-25años.pdf).

De igual manera, la figura 2.3 muestra el consumo per cápita de electricidad en los países latinoamericanos al 2014 y el promedio mundial. Solo los países de Chile, Uruguay, Venezuela y Argentina superan el promedio; por el contrario, Perú y Bolivia presentan un consumo per cápita muy por debajo del promedio. Situación que invita a replantear medidas y prioridades que permitan el desarrollo nacional.

Figura 2.3

Consumo per cápita de electricidad en países de Latinoamérica



Nota: De *La industria de la electricidad en el Perú: 25 años de aportes al crecimiento económico del país* (p. 57), por J. F. Tamayo, J. Salvador, A. L. Vásquez y C. M. Vilches, 2016, Osinergmin (https://www.osinergmin.gob.pe/seccion/centro_documental/Institucional/Estudios_Economicos/Libros/Osinergmin-Industria-Electricidad-Peru-25años.pdf).

Así mismo, ampliando el contexto, la figura 2.4 muestra la producción de electricidad en el mundo, reafirmando, una vez más, que la realidad del sector energético está muy por debajo del resto de países de otros continentes. Representando solo el 3,5% de la producción de América Latina y Centroamérica, y el 0,2% a nivel mundial.

Figura 2.4

Producción de electricidad en TWh por continentes

Distribución de la producción de electricidad en el mundo, 2015*



Nota: De *La industria de la electricidad en el Perú: 25 años de aportes al crecimiento económico del país* (p. 56), por J. F. Tamayo, J. Salvador, A. L. Vásquez y C. M. Vilches, 2016, Osinergmin (https://www.osinergmin.gob.pe/seccion/centro_documental/Institucional/Estudios_Economicos/Libros/Osinergmin-Industria-Electricidad-Peru-25anos.pdf).

2.3.1.1. Patrones de consumo

Analizando el contexto nacional e internacional, el proyecto busca profundizar en la realidad nacional, específicamente en la localidad de estudio, analizando los diversos patrones de consumo y parámetros estadísticos históricos. En este contexto, se procede a mencionar principales indicadores del sector eléctrico por regiones al 2018, como se muestra en la tabla 2.5.

Tabla 2.5

Indicadores del sector eléctrico por regiones

Región	Población (habitantes)	% Participación	Consumo de energía eléctrica Gwh	% Participación	Consumo de energía eléctrica per cápita Kwh/hab.
Amazonas	425 829	1,3%	84,71	0,2%	198,04
Ancash	1 166 182	3,6%	2 109,93	4,4%	1 809,27
Apurímac	464 584	1,4%	1 304,95	2,7%	2 808,86
Arequipa	1 329 802	4,1%	5 471,22	11,3%	4 114,31
Ayacucho	711 058	2,2%	151,91	0,3%	213,64
Cajamarca	1 540 004	4,8%	1 019,73	2,1%	662,16

(Continúa)

Región	Población (habitantes)	% Participación	Consumo de energía eléctrica Gwh	% Participación	Consumo de energía eléctrica per cápita Kwh/hab.
Callao	1 053 029	3,3%	1 872,59	3,9%	1 778,29
Cusco	1 338 898	4,2%	2 398,44	5,0%	1 791,35
Huancavelica	505 498	1,6%	144,11	0,3%	285,08
Huánuco	878 199	2,7%	203,83	0,4%	232,10
Ica	810 213	2,5%	2 807,39	5,8%	3 465,00
Junín	1 379 937	4,3%	1 840,10	3,8%	1 333,46
La Libertad	1 928 197	6,0%	2 065,15	4,3%	1 071,03
Lambayeque	1 290 617	4,0%	863,84	1,8%	669,33
Lima	10 298 159	32,0%	18 404,06	38,0%	1 787,12
Loreto	1 068 132	3,3%	889,08	1,8%	832,37
Madre de Dios	146 856	0,5%	94,21	0,2%	641,49
Moquegua	186 036	0,6%	2 041,87	4,2%	10 975,66
Pasco	310 578	1,0%	1 234,09	2,5%	3 973,53
Piura	1 887 210	5,9%	1 629,29	3,4%	863,33
Puno	1 456 989	4,5%	571,77	1,2%	392,43
San Martín	873 593	2,7%	344,39	0,7%	394,22
Tacna	354 158	1,1%	297,90	0,6%	841,16
Tumbes	246 050	0,8%	240,35	0,5%	976,81
Ucayali	512 376	1,6%	313,63	0,6%	612,11

Nota: De *Estadística eléctrica por regiones 2018* por Ministerio de Energía y Minas, 2018 (<http://www.minem.gob.pe/minem/archivos/Capitulo%20%20Estadistica%20por%20Regiones%202018.pdf>).

Población rural de San Agustín de Cajas 2012-2017

Según lo expuesto por el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI, 2017), la distribución poblacional del distrito de San Agustín de Cajas, según el XII Censo Nacional de Población, se muestra en la tabla 2.6.

Tabla 2.6*Distribución poblacional del distrito de San Agustín de Cajas*

Sector Urbano	Población urbana	15,437
	Viviendas urbanas	4,250
Sector Rural	Población rural	1,046
	Viviendas rurales	349
Resumen	Población total	16,483
	Viviendas totales	4,599

Nota: Adaptado de *Censos Nacionales 2017 XI de población y VI de vivienda – Sistema de consulta de datos* por Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2017 (<http://censos.inei.gob.pe/Censos2017/redatam/#>).

Cabe resaltar que, el 100% de las viviendas pertenecientes a los centros poblados rurales y de población dispersa, no cuentan con servicio de energía eléctrica.

De acuerdo a la información brindada, se puede deducir que, al 2017, la población rural del distrito de San Agustín de Cajas representaba aproximadamente el 6,35% de la población total.

Se cuenta con la información de población total histórica del período 2012-2017. Se mantendrá la proporción de 6,35% de la población rural con respecto a la total del distrito en el período mencionado. Se muestran los resultados obtenidos en la tabla 2.7.

Tabla 2.7*Población total-rural de San Agustín de Cajas 2012-2017*

Año	Población total	Población rural (6.35%)
2012	11 275	716
2013	11 390	723
2014	11 501	730
2015	11 607	737
2016	11 691	742
2017	16 483	1 046

Fuente: INEI (2009) y INEI (2017).
Elaboración propia

Número de personas por vivienda de zona rural

Otro dato importante que se puede inferir de la tabla 2.8 es la cantidad de personas por vivienda en la zona rural; es así que, al 2017, el promedio de personas por vivienda en la zona rural de San Agustín de Cajas es 3 (INEI, 2017).

Tabla 2.8

Cantidad de personas por vivienda rural en San Agustín de Cajas

Categorías	Casos	%
1 personas	28	11%
2 personas	49	19%
3 personas	52	20%
4 personas	49	19%
5 personas	36	14%
6 personas	23	9%
7 personas	11	4%
8 personas	6	2%
9 personas	3	1%
10 personas	0	0%
11 personas	1	0%
12 personas	1	0%
TOTAL	259	100%

Nota: Adaptado de *Censos Nacionales 2017 XI de población y VI de vivienda – Sistema de consulta de datos* por Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2017 (<http://censos.inei.gob.pe/Censos2017/redatam/#>).

Número de viviendas de la zona rural

En la tabla 2.9 se muestra la cantidad de viviendas del área rural del distrito de San Agustín de Cajas, manteniendo el supuesto de que habiten 3 personas por vivienda durante el período 2012-2017. El número de viviendas se obtendrá al dividir la población rural entre el número de personas por vivienda.

Tabla 2.9*Cantidad de viviendas de la zona rural de San Agustín de Cajas*

Año	Población Rural	Viviendas
2012	716	239
2013	723	241
2014	730	243
2015	737	246
2016	742	247
2017	1 046	349

Nota: Adaptado de *Censos Nacionales 2017 XI de población y VI de vivienda – Sistema de consulta de datos* por Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2017

(<http://censos.inei.gob.pe/Censos2017/redatam/#>).

Consumo de energía por vivienda rural

En la tabla 2.10 se presenta la información sobre el consumo energético por viviendas ubicadas en zonas rurales durante los años 2012 al 2018 en kwh/mes obtenidos del informe por los 25 años de aportes al crecimiento económico del país brindado por Osinergmin (Tamayo et al., 2016, pág. 229). Para la proyección de los años 2017 y 2018 se aplicó el porcentaje de crecimiento promedio de los años anteriores (2,71%).

Tabla 2.10*Consumo promedio por vivienda rural en kwh*

Año	Kwh-mes	Kwh-año
2012	37	444
2013	38	456
2014	42	504
2015	42	504
2016	41	492
2017	42	505
2018	43	519

Nota: De *La industria de la electricidad en el Perú: 25 años de aportes al crecimiento económico del país* (p. 229), por J. F. Tamayo, J. Salvador, A. L. Vásquez y C. M. Vilches, 2016, Osinergmin

(https://www.osinergmin.gob.pe/seccion/centro_documento/Institucional/Estudios_Economicos/Libros/Osinergmin-Industria-Electricidad-Peru-25años.pdf).

Equipamiento del hogar

Según el Censo Nacional realizado en el 2017, se determinó el equipamiento por vivienda en el distrito de San Agustín de Cajas. Esta información se ve reflejada en la tabla 2.11,

la cual muestra que, el 28% del total de viviendas (porcentaje más alto) cuenta solo con radio y TV a color; seguido por un 25% que, solo cuentan con radio y por último un 13% que no cuenta con ningún equipo (INEI, 2017). Estos datos sirven de respaldo de la demanda cuantificada; ya que, por vivienda el consumo eléctrico no es muy significativo, debido a que no son viviendas que cuentan con gran cantidad de artefactos eléctricos que demanden un alto consumo de energía.

Tabla 2.11

Equipamiento de viviendas

Categorías	Casos	%
Hogares Sin Ningún Equipo	305	13
Sólo tienen - Radio	601	25
Sólo tienen - Televisor a color	87	4
Sólo tienen - Equipo de sonido	5	0
Sólo tienen - Refrigeradora o congeladora	1	0
Tienen - Radio y TV a color	655	28
Tienen - Radio y Equipo de Sonido	11	0
Tienen - Radio y Lavadora de ropa	1	0
Tienen - Radio y Refrigeradora/congeladora	9	0
Tienen - Radio y Computadora	8	0
Tienen - Tv a color y Equipo de sonido	32	1
Tienen - Tv a color y Refrigeradora/congeladora	2	0
Tienen - Tv a color y Computadora	5	0
Tienen - Equipo de sonido y Refrigeradora/congeladora	1	0
Tienen - Radio, TV a color y Eq. de sonido	245	10
Tienen - Radio, TV a color y Lavadora de ropa	4	0
Tienen - Radio, TV a color y Refrigeradora/congeladora	54	2
Tienen - Radio, TV a color y Computadora	56	2
Tienen - Radio, Eq. de sonido y Computadora	1	0
Tienen - Tv a color, Eq.de sonido y Refrig./congeladora	6	0
Tienen - Tv a color, Eq.de sonido y Computadora	5	0
Tienen - Radio, TV a color, Eq. De sonido y Lavad. de ropa	7	0
Tienen - Radio, TV a color, Eq. de sonido y Refrig./congeladora	82	3
Tienen - Radio, TV a color, Eq. de sonido y computadora	63	3
Tienen - TV a color, Eq. De sonido, Lavad. de ropa y Refrig./congeladora	2	0
Tienen - TV a color, Lavad. de ropa, Refrig./congeladora y computadora	1	0
Tienen - Radio, TV a color, Eq. De sonido, Lavad. de ropa y Refrig./congeladora	10	0

Nota: Adaptado de *Censos Nacionales 2017 XI de población y VI de vivienda – Sistema de consulta de datos* por Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2017 (<http://censos.inei.gob.pe/Censos2017/redatam/#>).

2.3.2. Demanda mediante fuentes primarias

2.3.2.1. Diseño y aplicación de encuestas u otras técnicas

Para el caso en estudio, la demanda del proyecto se determinó haciendo uso de fuentes secundarias como bases de datos estadísticos de Censos realizados por el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) y anuarios estadísticos de energía a nivel nacional y regional elaborados por el Ministerio de Energía y Minas y Osinergmin.

2.3.3. Demanda potencial

2.3.3.1. Determinación de la demanda potencial

La demanda potencial se calculará en base a la proyección de la población rural, el número de viviendas y la demanda de energía durante el período comprendido entre los años 2019-2026.

Para realizar la proyección de población rural de este distrito, se empleará la función del cambio geométrico haciendo uso de la tasa de crecimiento intercensal 2007-2017, que es de 17% para Huancayo.

$$P(t) = P(o) * (1 + r)^t$$

$$P(t) = \text{Población final}$$

$$P(o) = \text{Población inicial}$$

$$r = \text{tasa de crecimiento intercensal} / 100$$

$$t = \text{tiempo (años)}$$

Tabla 2.12*Proyección de la población de San Agustín de Cajas*

Año	Población total	Población urbana	Población rural
2017	16 483	15 437	1 046
2018	19 285	18 061	1 224
2019	22 564	21 132	1 432
2020	26 399	24 724	1 675
2021	30 887	28 927	1 960
2022	36 138	33 845	2 293
2023	42 282	39 598	2 683
2024	49 469	46 330	3 139
2025	57 879	54 206	3 673
2026	67 719	63 421	4 297

Nota: Adaptado de *Censos Nacionales 2017 XI de población y VI de vivienda – Sistema de consulta de datos* por Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2017 (<http://censos.inei.gob.pe/Censos2017/redatam/#>).

Como se calculó anteriormente, se considera constante el número promedio de personas por vivienda y de esta manera, de acuerdo a la tabla 2.13 se obtiene el número de viviendas en zona rural para el período 2019-2026.

Tabla 2.13*Número de viviendas de la zona rural para el período 2019-2026*

Año	Población rural	Viviendas rurales
2017	1 046	293
2018	1 224	408
2019	1 432	477
2020	1 675	558
2021	1 960	653
2022	2 293	764
2023	2 683	894
2024	3 139	1 046
2025	3 673	1 224
2026	4 297	1 432

Elaboración propia

Finalmente, para determinar la demanda de energía eléctrica en kW anuales en las viviendas de la zona rural de San Agustín de Cajas para el período 2019-2026, se emplea un modelo asociativo de regresión polinómico, al tener el mayor coeficiente “R”, en el

cual se relacionan dos variables: el número de viviendas en la zona rural anual, como variable independiente; y el consumo total de energía eléctrica en kWh, como variable dependiente. Estos datos son tomados del período 2012-2018.

En la tabla 2.14 se muestra los datos a usar para el modelo asociativo, se tomarán los datos de la segunda y tercera columna.

Tabla 2.14

Datos para el modelo asociativo de regresión

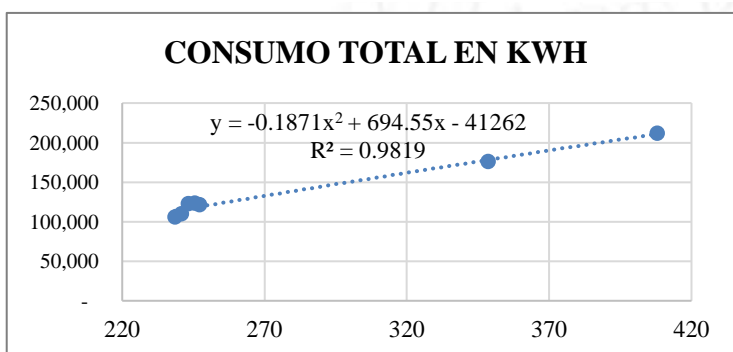
Año	Viviendas rurales	Consumo totales Kwh
2012	239	105 895
2013	241	109 866
2014	243	122 614
2015	246	123 744
2016	247	121 672
2017	349	176 196
2018	408	211 740

Fuente: INEI (2017) y Tamayo, Salvador, Vásquez, y Vilches (2016)
Elaboración propia

La figura 2.5 presenta el resultado del modelo de regresión polinómica obtenido al asociar las variables mencionadas previamente. Se obtuvo un coeficiente de correlación de 98,19%, el cual se considera aceptable y muestra la alta relación que existe entre ambas variables (dependiente e independiente).

Figura 2.5

Modelo de regresión polinómica



Elaboración propia

De acuerdo a la ecuación obtenida en el modelo de regresión, se aplica para los datos correspondientes a la variable dependiente e independiente como “X” e “Y”, respectivamente.

La tabla 2.15 muestra los resultados obtenidos al aplicar la ecuación de regresión, los cuales son considerados como la proyección de la demanda de energía eléctrica total por zona y en promedio por vivienda, en kwh, para el período 2019-2026.

Tabla 2.15

Proyección de la demanda de energía eléctrica

Año	Viviendas rurales (X)	Consumo total en Kwh (Y)
2019	477	247 617,21
2020	558	288 249,08
2021	653	332 660,98
2022	764	380 341,82
2023	894	430 268,03
2024	1,046	480 659,45
2025	1,224	528 635,73
2026	1,432	569 735,17

Elaboración propia

2.4. Análisis de la oferta

A continuación, la tabla 2.16 muestra los principales indicadores técnicos del sector de energía eléctrica para el año 2018 y sus respectivas variaciones porcentuales con respecto al año anterior.

Tabla 2.16*Indicadores del sector eléctrico 2017-2018*

INDICADORES TÉCNICOS	2017	2018	D18/17
Potencia Efectiva de Centrales Eléctricas a nivel nacional (MW)	13 852	14 366	3,7%
Por origen			
Hidráulica (%)	37	37	
Térmica (%)	59	59	
Solar (%)	2	2	
Eólica (%)	2	3	
Por Sistemas			
SEIN (%)	91	92	
Aislados (%)	9	8	
Por servicio			
Mercado Eléctrico (%)	91	92	
Uso Propio (%)	9	8	
Producción de Energía Eléctrica a nivel nacional (GWh)	52 700	54 893	4,2%
Por origen			
Hidráulica (%)	55	56	
Térmica (%)	42	40	
Solar (%)	0,5	1	
Eólica (%)	2	3	
Por Sistemas			
SEIN (%)	95	95	
Aislados (%)	5	5	
Por servicio			
Mercado Eléctrico (%)	96	95	
Uso Propio (%)	4	5	
Número de clientes	7 167 734	7 376 938	2,9%
Pérdidas en distribución (%)	8,3%	8,4%	0,6%

Nota: De *Estadística eléctrica por regiones 2018* por Ministerio de Energía y Minas, 2018 (<http://www.minem.gob.pe/minem/archivos/Capitulo%202%20Estadistica%20por%20Regiones%202018.pdf>).

Las estadísticas del sector de energía eléctrica para el año 2018 muestran, en términos generales, un incremento en producción y oferta de energía a nivel nacional.

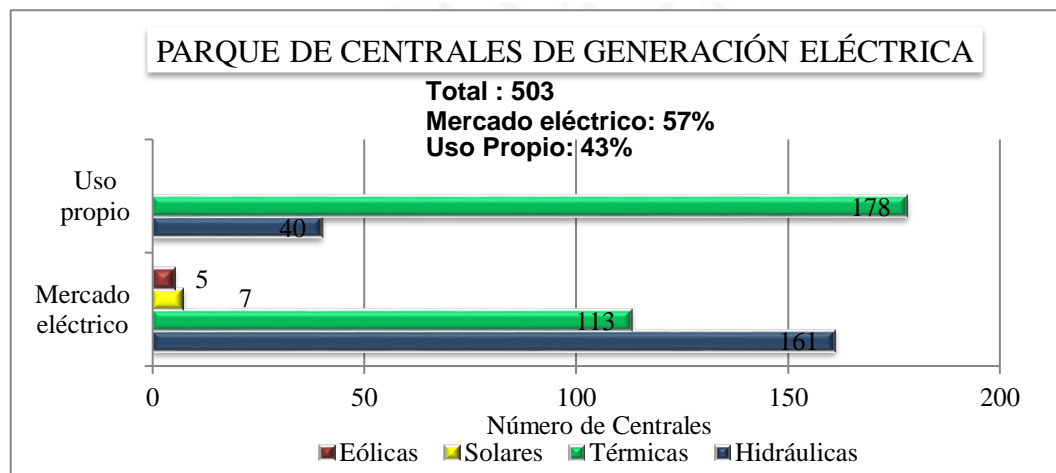
Haciendo énfasis en la producción por sistemas, el sistema aislado mantuvo la producción de energía con respecto al año anterior.

En relación a la actividad de generación de energía, la producción se realiza bajo ciertas categorías o clasificaciones. Una de las más resaltantes, es la clasificación de generación por grupos de interés: para uso propio y para el mercado regulado. Las empresas generadoras se categorizan por el público objetivo de generación de energía. Siendo de mayor interés las empresas que destinan esta actividad para contribuir al mercado eléctrico. Al 2018, se cuentan con 218 empresas que generan energía eléctrica

para uso propio a través de recursos hidráulicos y térmicos. Por otro lado, fueron 286 empresas las que contribuyeron a la generación de energía para el mercado eléctrico, entre los tipos de energía empleados por estas empresas, destacan la generación por medio de recursos eólicos, solares, térmicos e hidráulicos; tal como se muestra en la figura 2.6.

Figura 2.6

Parques de Generación Eléctrica a nivel nacional



Nota: De *Estadística eléctrica por regiones 2018* por Ministerio de Energía y Minas, 2018 (<http://www.minem.gob.pe/minem/archivos/Capitulo%202%20Estadistica%20por%20Regiones%202018.pdf>).

Así mismo, la producción de energía eléctrica a nivel nacional según tipo de servicio y origen en Gwh se distribuye de la siguiente manera, según lo mostrado en la tabla 2.17.

Tabla 2.17

Generación de energía por tipo de servicio y origen

Origen Servicio	Hidráulica	Térmica	Solar	Eólica	Total
Para mercado eléctrico	29 989	20 125	745	1 502	52 362 (95%)
Para uso propio	748	1 783			2 531 (5%)
TOTAL	30 737 (56%)	21 908 (40%)	745 (1%)	1 502 (3%)	54 893 (100%)

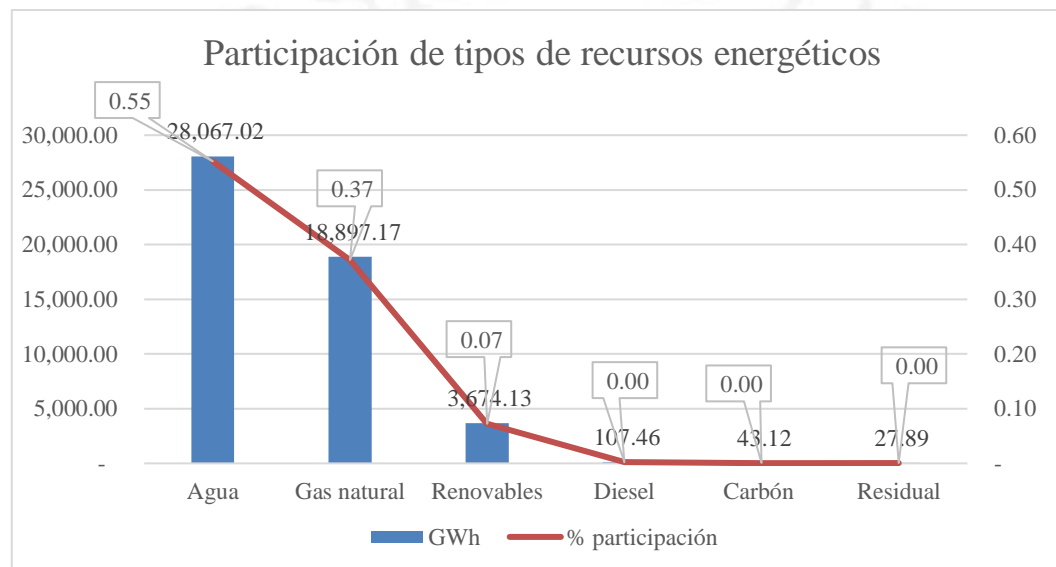
Nota: De *Estadística eléctrica por regiones 2018* por Ministerio de Energía y Minas, 2018 (<http://www.minem.gob.pe/minem/archivos/Capitulo%202%20Estadistica%20por%20Regiones%202018.pdf>).

2.4.1. Participación de los tipos de generación

Osinergmin y el Ministerio de Energía y Minas consideran seis tipos de generación de energía con diversos recursos como: agua, gas natural, recursos renovables, diésel, carbón y residual. A continuación, en la figura 2.7 se muestra los recursos utilizados de acuerdo al tipo de generación y la potencia en GWh, así como el % de participación obtenido durante el año 2018.

Figura 2.7

Participación de tipos de recursos energéticos



Nota: De *Estadísticas Anuales 2018*, por Comité de Operación Económica del Sistema COES, 2018 (<https://www.coes.org.pe/Portal/Publicaciones/Estadisticas/>).

Como se observa en la figura, la generación de energía eléctrica con recursos renovables es la tercera con mayor porcentaje de participación; lo cual significa que, se espera que año a año este tipo de generación sustituya a la utilización de recursos no renovables.

2.4.2. Empresas generadoras del sector

En el Perú, solo se cuenta con dos centrales operativas de generación de energía eléctrica renovable por biogás. Esto indica que este tipo de generación aún no está desarrollado en gran magnitud en el país, lo cual brinda oportunidades y un mejor aprovechamiento de los recursos provenientes de las actividades ganaderas y agrícolas.

La tabla 2.18 muestra las centrales de generación de energía eléctrica por biogás y algunos datos relevantes como las empresas encargadas de la gestión de estas centrales, la potencia instalada, el tipo de materia prima que usan y la ubicación.

Tabla 2.18

Empresas generadoras de energía con biogás

Central	Empresa gestora	Potencia instalada	Tipo de Materia Prima	Ubicación
Central Paramonga	Agro Industrial Paramonga	20 MW	Residuos de Caña de Azúcar	Lima - Barranca
Central La Gringa V	Consorcio Energía Limpia	2 MW	Residuos Urbanos	Lima - Huarochirí

Fuente: OSINERGMIN (2019)

Elaboración propia

2.4.3. Competidores potenciales

En el sector eléctrico no podría considerarse la presencia de competidores directos; ya que, al ser un servicio regulado por el Estado, las organizaciones encargadas de las actividades de generación y distribución son adjudicadas para brindar estos servicios en las distintas regiones del país y se encuentran establecidas de manera permanente en dichas zonas. Sin embargo, este proyecto presenta una alternativa de generación de energía a través de recursos renovables, metodología que está aprobada por el MINEM, mediante una subasta RER realizada cada dos años. Esta propuesta difiere de las empresas generadoras tradicionales a base de hidrocarburos convencionales como petróleo y gas natural.

Sin embargo, en zonas aledañas a la de estudio, se encuentran 3 centrales hidroeléctricas, las cuales podrían considerarse como los competidores más cercanos al del presente proyecto. Estas fuentes de generación son parte de la gestión de la empresa Electrocentro, la cual realiza actividades propias del servicio público de electrificación como transmisión y distribución; abarcando un área de concesión de 6 303 km² (DISTRILUZ, 2014).

En la tabla 2.19 se detalla la ubicación y la potencia instalada de las centrales hidroeléctricas más cercanas al distrito de San Agustín de Cajas, las cuales podrían ser consideradas como la competencia más directa que tiene el proyecto.

Tabla 2.19

Centrales hidroeléctricas cercanas al distrito de San Agustín de Cajas

Central	Ubicación	Potencia Instalada
Central Hidroeléctrica Chamicería	Junín – Huancayo - Concepción	0,252 MW
Central Hidroeléctrica Ingenio	Junín – Huancayo - Varios	1,46 MW
Central Hidroeléctrica Sicaya - Huarisca	Junín - Chupaca	4 MW

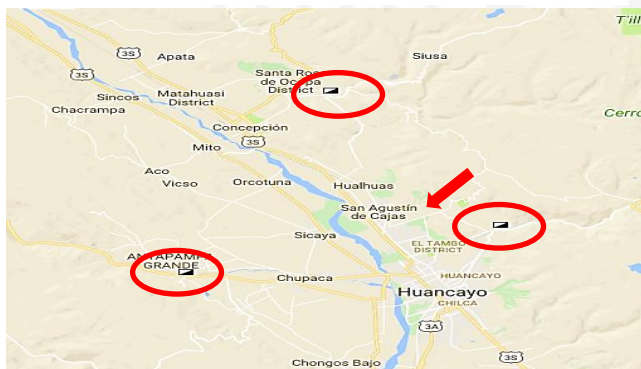
Fuente: OSINERGMIN (2019)

Elaboración propia

La figura 2.8 muestra la ubicación en el mapa de las tres centrales hidroeléctricas cercanas al distrito.

Figura 2.8

Mapa de centrales hidroeléctricas aledañas



Fuente: OSINERGMIN (2019)

2.5. Determinación de la demanda para el proyecto

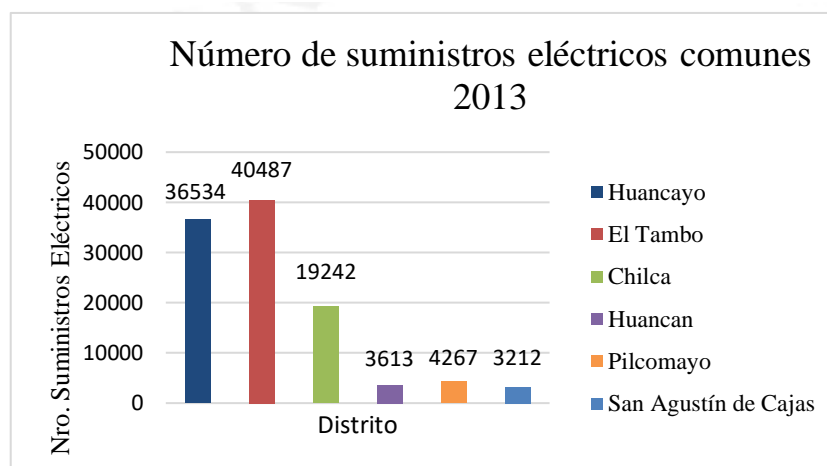
En primera instancia, como un dato general, se hace referencia al Área Central Metropolitana de la ciudad de Huancayo (ACMH), la cual integra una serie de espacios y asentamientos urbanos y rurales, que, por su ubicación y articulación, forman una sola unidad territorial. Entre los asentamientos que conforman este espacio, se encuentran los distritos: Huancayo, El Tambo, Chilca, San Agustín de Cajas, Pilcomayo y Huancán.

Según el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2015), dentro del ACMH, no existen infraestructuras dedicadas a la actividad de generación. Electrocentro es la encargada de distribuir la energía en las viviendas de esta área; y, según el Censo Nacional de Población y Vivienda del año 2007, se indicaba que el 87,5% de las viviendas del ACMH contaba con este servicio (p. 81).

En la figura 2.9 se muestra el número de suministros comunes en los distritos que conforman en ACMH, siendo San Agustín de Cajas el más bajo en ese año.

Figura 2.9

Número de suministros en distritos del ACMH



Fuente: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2015)

Esto certifica que el distrito de San Agustín de Cajas es uno de los distritos con acceso limitado a energía eléctrica durante los 10 últimos años. Por esta razón, el proyecto busca cubrir en su totalidad la demanda en kwh de las viviendas de las zonas rurales, para el período comprendido entre 2019-2026; tal como se muestra en la tabla 2.20.

Tabla 2.20*Demanda del proyecto 2019-2026*

Año	Viviendas rurales (X)	Consumo total en Kwh (Y)
2019	477	247 617,21
2020	558	288 249,08
2021	653	332 660,98
2022	764	380 341,82
2023	894	430 268,03
2024	1 046	480 659,45
2025	1 224	528 635,73
2026	1 432	569 735,17

Elaboración propia

2.6. Determinación de la estrategia de comercialización

2.6.1. Políticas de transmisión y distribución

Las políticas de transmisión y distribución de energía del proyecto, se ajustan a lo especificado en el marco regulatorio referente a las subastas RER.

Este señala la necesidad de proyectos que involucren la utilización de recursos renovables y propone reconocimientos para promover de proyectos de generación, transmisión y distribución de este servicio. Así mismo, se establece una primacía para la conexión a las redes de transmisión y distribución y el pago de costos elevados generados por el uso de estas redes (OSINERGMIN, 2014, p. 4).

Según Hunt, en el sector eléctrico, se identifican cuatro diseños de mercado: Monopolio verticalmente integrado, el cual asocia todas las secciones de la industria eléctrica; el modelo de comprador único, que actúa como mediador entre las transacciones de los segmentos de generación y distribución; el modelo de competencia mayorista, donde todos los generadores compiten por ser los más eficientes en precios y cantidades, en condiciones semejantes; y por último, el modelo de competencia minorista, el cual incorpora al sistema mayorista la posibilidad de que los consumidores puedan tener la facultad de elegir a sus proveedores de servicio (como se citó en Tamayo et al., 2016, p. 34).

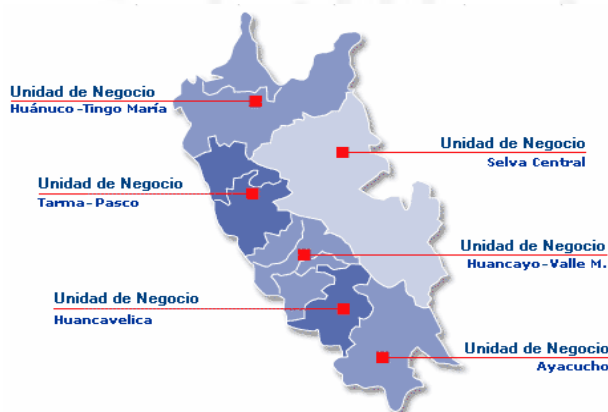
En resumen, el proyecto en estudio consideraría un modelo de competencia mayorista, ya que, como generador de energía, el proyecto compite con otros por precios o cantidades en las mencionadas subastas RER.

Como modelo de competencia mayorista, cabe resaltar que, el proyecto en estudio se enfoca netamente en la actividad de generación de energía. Esto implica que la energía ofertada será adquirida por el Estado a través del MINEM; quien, a su vez, convoca a concursos de empresas distribuidoras de energía para que sean encargadas de distribuir dicha energía a los usuarios finales, generalmente se rigen por las concesiones eléctricas existentes.

Para este caso, la empresa distribuidora de energía que tiene mayor presencia en la zona centro del país es Electrocentro, específicamente, la unidad de negocio de Huancayo-Valle del Mantaro. La figura 2.10 muestra el mapa de concesión de Electrocentro y sus respectivas unidades de negocio.

Figura 2.10

Mapa de concesión Electrocentro



Nota: De *Zona de concesión Electrocentro*, por Distriluz, 2019 (<https://www.distriluz.com.pe/electrocentro/index.php/nosotros/44-zona-de-concesion>).

2.6.2. Análisis de precios

El proyecto en estudio se considera como abastecimiento de energía eléctrica a Áreas no Conectadas a Red (Off Grid). Partiendo de esta premisa, se pudo evidenciar que, actualmente, solo existe un proyecto RER off grid adjudicado como resultado de la subasta del año 2013. La Empresa Ergon Perú S.A.C. será la encargada de suministrar

energía eléctrica por medio de sistemas fotovoltaicos para las zonas norte, centro y sur del país por un plazo aproximado de 15 años (OSINERGMIN, 2014).

Al ser el único proyecto adjudicado, será tomado como referencia para el cálculo y determinación de precios.

El sistema de pago para la generación RER a áreas que no se encuentran conectadas a la red eléctrica, tiene una forma de pago distinta al sistema de zonas interconectadas. El ingreso garantizado es pagado por una tarifa a usuarios (Tarifa RER autónoma) establecida por Osinergmin, y compensaciones sociales (Cargo RER autónomo) que son aportes como el Fondo de la Compensación Social – FOSE, los cuales son recolectados por las distribuidoras y luego transferidos a un fideicomiso (MACROCONSULT, 2015).

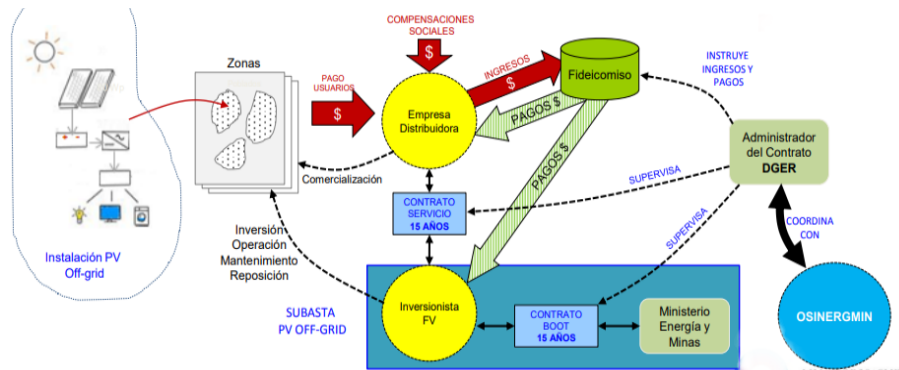
El Sistema de compensaciones consiste en un recargo adicional a usuarios que consuman más de 100 kwh/mes; estos recargos determinan el fondo de compensaciones sociales, los cuales permiten contribuir a que personas de bajos recursos puedan acceder al servicio de energía eléctrica, mayormente en zonas rurales del país.

Según un Informe de la Sociedad Nacional de Minería, Petróleo y Energía; aproximadamente el 40% de usuarios del FOSE consumen más de 100 Kwh/mes; de este porcentaje, el 3,87% (aproximadamente 61 121 usuarios) corresponde a población aislada (no conectadas a red). Será a estos usuarios a los que se realice el recargo adicional por concepto de compensaciones (Sociedad Nacional de Minería, Petróleo y Energía, 2007).

Para tener mayor referencia sobre el funcionamiento del sistema de remuneraciones de los sistemas Off Grid, se presenta en la figura 2.11 un esquema que grafica el flujo de ingresos.

Figura 2.11

Flujo de ingresos de sistemas Off Grid



Nota: De *Competitividad de las energías renovables: experiencia del Perú*, por Osinergmin, 2014 ([https://www.osinergmin.gob.pe/newweb/pages/Publico/cop20/uploads/Victor_Ormeno_y_Arturo_Vasquez-Competitividad de las Energias Renovables-Experiencia del Peru.pdf](https://www.osinergmin.gob.pe/newweb/pages/Publico/cop20/uploads/Victor_Ormeno_y_Arturo_Vasquez-Competitividad_de_las_Energias_Renovables-Experiencia_del_Peru.pdf)).

El cargo RER autónomo, al igual que la Tarifa RER autónoma; son determinados por Osinergmin.

El primero de estos es resultado de las compensaciones sociales emitidas por el FOSE y consta de tres categorías, las cuales son consideradas para fijar la tarifa de energía a los usuarios finales cuyo consumo sea mayor a 100kwh/mes.

Las categorías que comprende el Cargo RER Autónomo son:

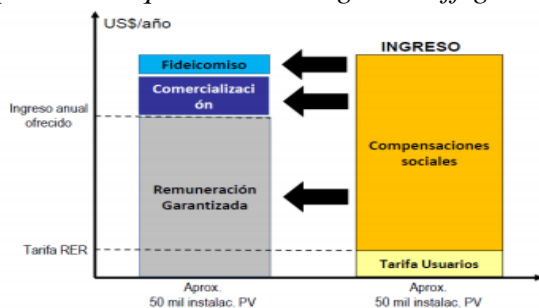
- Remuneración al Inversionista: Se compone por el la oferta económica del propietario e involucra los costos de diseño, construcción, instalación, operación y mantenimiento de los componentes de la instalación. Esta categoría es la más importante para determinar los ingresos que tendrá el proyecto anualmente.
- Costos de comercialización: Se compone por los costos involucrados en las actividades de distribución de la energía, atención a usuarios, impresión de facturas, reparto y cobranza.
- Costo de administración del fideicomiso: Comprende gastos pre operativos y operativos del fideicomiso (OSINERGMIN, 2017).

Como se mencionó anteriormente, la categoría más importante para el proyecto es la remuneración anual; la cual junto con la tarifa RER autónoma, serán los ingresos anuales obtenidos.

En la figura 2.12 se muestra el esquema de liquidación de ingresos proveniente de la subasta Off Grid.

Figura 2.12

Esquema de liquidación de ingresos off-grid



Nota: De *Reporte Mensual del Sector eléctrico*, por Macroconsult, 2015 (<https://sim.macroconsult.pe/wp-content/uploads/2015/10/RMSE-08-2015.pdf>).

Finalmente, la tarifa RER autónoma que, en teoría, debe ser cobrada a los usuarios RER finales; el proyecto propone que esta tarifa sea asumida por el Gobierno Regional de Junín (GRJ), otorgando un beneficio social a los pobladores y generando más empleo.

La propuesta del pago de las tarifas RER autónomas por parte del Gobierno Regional se sostiene en base al Artículo 6 de la Ley General de Electrificación Rural; indicando que, en la ejecución de los proyectos RER de electrificación rural, la participación y colaboración de los gobiernos regionales y locales puede darse de manera directa o coordinada con el MINEM (Congreso Nacional de la República, 2006).

Adicionalmente, como refuerzo de esta propuesta; se pudo evidenciar que, el Gobierno Regional posee los suficientes fondos para la adjudicación de proyectos dentro de su localidad; es así que, en el 2015 el GRJ adjudicó una obra de S/. 1 566 000 soles a una joven de 18 años, quien actualmente, a sus 21 años es representante legal del Consorcio Victoria II; según Mitma (2018).

2.6.2.1. Tendencia histórica de precios y estrategia actual

Como se mencionó anteriormente, la única empresa adjudicada para realizar un proyecto de suministro de energía a Áreas Off Grid es Ergon Perú S.A.C, la cual cuenta con sistemas fotovoltaicos.

La tabla 2.21 muestra la tarifa y el cargo RER autónomo y sus categorías para el año 2017 en la zona centro del Perú que es la zona estudiada para el proyecto.

Tabla 2.21

Tarifa y cargo RER zona centro

	Concepto	Soles/mes x usuario
Determinación del Cargo Autónomo RER	Remuneración al inversionista	120,06
	Costo de distribución/comercialización	5,92
	Costo de administración del fideicomiso	0,84
Tarifa Autónoma RER (para usuarios con consumo < 100 kwh/mes)	Precio energía - 271 ctm S/./kwh *El precio de la energía tendrá un recargo anual de 0,5%	10,34 aprox. por usuario (para sistema fotovoltaico)

Fuente: OSINERGMIN (2017)

Elaboración propia

De la tabla anterior, se puede deducir que los ingresos del proyecto provienen del precio de la energía y el concepto de remuneración al inversionista efectuado por Osinergmin.

CAPÍTULO III. LOCALIZACIÓN DE PLANTA

Para la determinación de la localización de la planta y servicio, se utilizaron metodologías como el factor preferencial al elegir el departamento de Junín – San Agustín de Cajas, el factor dominante; ya que la materia prima a utilizar (estiércol) es abundante en esta localidad y el ranking de factores que evalúa otras variables en localidades candidatas. Además, previa investigación, se obtuvo información acerca de las diferentes zonas del país que no cuentan con el servicio de energía eléctrica en sus viviendas. Una de estas zonas, como se mencionó desde el inicio del trabajo de investigación, es San Agustín de Cajas (Vivanco, 2015).

Es por este motivo que, la localización de la planta es la misma que la localización del mercado objetivo; sin embargo, existen factores que reafirman y apoyan la elección de esta zona como lugar de estudio del proyecto; las cuales serán explicadas posteriormente.

3.1. Análisis de los factores de localización

Disponibilidad de la materia prima (Macro localización)

Este factor es el más importante para el proyecto presentado; ya que, al no contar con la materia prima suficiente, el tipo de generación a usar no podría ser factible. El material a usar es estiércol de ganado propio de la zona, por este motivo, se procederá a identificar las especies animales ganaderas.

Posteriormente, la información correspondiente a la cantidad de estiércol generada por la especie animal que abunde en la zona, resultará de gran utilidad para el cálculo de la disponibilidad de materia prima para el proyecto.

Según lo indicado por Ramírez (2017), de forma adicional, los alumnos de la Universidad Agraria La Molina descubrieron que el guano de cuy proporcionaba más cantidad de gas a diferencia del guano de otros animales, cuenta con un poder energético que supera hasta tres veces el guano de vaca

De esta forma, se considera que el estiércol de cuy es la materia prima más adecuada para este tipo de tecnología de generación, debido a su alto rendimiento energético.

Este es uno de los factores más importantes para determinar la localización.

En la tabla 3.1 se muestra la población por especie ganadera en las provincias de Huancayo, Tarma y Junín.

Tabla 3.1

Población por especie ganadera en Huancayo, Tarma y Junín

Especie animal	Cantidad
Cuyes	4 535
Ovinos	1 193
Vacunos	1 460

Nota: Adaptado de *Compendio estadístico Junín*, por Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2017, INEI

(https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1497/libro.pdf).

Se concluye que, Huancayo es la provincia que tiene ventaja en este factor, al poseer la mayor cantidad de unidades de cuyes al 2016.

Disponibilidad de mano de obra (Macro localización)

Este factor considera la disponibilidad de recurso humano en las provincias seleccionadas. De acuerdo a las necesidades y naturaleza del proyecto, se requiere personal para poder ejecutar tareas operativas propias del proyecto. Es por eso que se tomó en cuenta el indicador de Población en edad de trabajar (PET); considerando que, las personas se encuentran en una edad óptima para realizar el ejercicio de funciones productivas. Para el caso del Perú, se considera a toda la población con edad de 14 años a más como población en edad activa o en edad para trabajar (Ministerio de Trabajo y promoción del empleo, 2019).

Este factor es el segundo en la escala de importancia dentro de los criterios para la localización del proyecto.

En la tabla 3.2 se evalúa este factor para las provincias de Huancayo, Tarma y Junín.

Tabla 3.2

Población en edad de trabajar en Huancayo, Tarma y Junín

Provincia	Población en edad de trabajar (PET)
Huancayo	405 044
Tarma	66 517
Junín	17 078

Nota: Adaptado de *Censos Nacionales 2017: XII de población, VII de vivienda y III de comunidades indígenas. Sistema de consulta de base de datos*, por Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2017 (<http://censos2017.inei.gob.pe/redatam/>).

En este factor, Huancayo posee el mayor número en población en edad de trabajar (PET).

Cantidad de proyectos RER adjudicados en la zona (Macro localización)

Mediante este factor se da a conocer la cantidad de proyectos RER que han sido adjudicados en las provincias respectivas para la generación de energía eléctrica. Para el caso de este factor, lo óptimo será elegir un lugar donde exista la menor cantidad de proyectos adjudicados ya que se presenta una oportunidad para poder ingresar a una localidad que aún no cuenta con el uso de energía renovable.

Este factor supone un rango de importancia menor al de la mano de obra.

La tabla 3.3 muestra los resultados de este factor para las provincias de Huancayo, Tarma y Junín.

Tabla 3.3*Cantidad de proyectos RER adjudicados en Huancayo, Tarma y Junín*

Provincia	Cantidad de proyectos
Huancayo	-
Tarma	5
Junín	2

Nota: Adaptado de *Supervisión de contratos de proyectos de generación y transmisión de energía eléctrica en operación*, por Osinergmin, 2018 (https://www.osinergmin.gob.pe/seccion/centro_documental/eletricidad/Documentos/Publicaciones/Compendio-Proyectos-GTE-Operacion-enero-2018.pdf).

Para este factor, dentro de la terna de provincias seleccionadas, se observa que Huancayo es la provincia que no cuenta con proyectos RER adjudicados en el 2018.

Acceso a energía eléctrica en zonas rurales (Macro localización)

Este factor tiene la finalidad de mostrar la cantidad de viviendas de las zonas rurales que cuentan con acceso a energía eléctrica por medio de la red pública; es decir, por el Sistema Eléctrico Interconectado Nacional. Para este criterio de selección, se debe considerar aquella opción que cuente con la menor cantidad de viviendas que cuenten con este servicio; ya que, se presenta una oportunidad que avale la viabilidad del proyecto.

Este factor es tan importante para la localización del proyecto, como la disponibilidad de materia prima.

En la tabla 3.4 se observa el detalle de viviendas sin acceso a energía eléctrica en las provincias de Huancayo, Tarma y Junín.

Tabla 3.4*Viviendas sin acceso a energía eléctrica en Huancayo, Tarma y Junín*

Provincia	Viviendas sin acceso a energía eléctrica	% del total de viviendas
Huancayo	2 771	22,06%
Tarma	1 278	14,75%
Junín	977	38,15%

Nota: Adaptado de *Censos Nacionales 2017: XII de población, VII de vivienda y III de comunidades indígenas. Sistema de consulta de base de datos*, por Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2017 (<http://censos2017.inei.gob.pe/redatam/>).

De acuerdo a lo mencionado, se muestra que Huancayo es la provincia con la mayor cantidad de viviendas que carecen de este servicio, de acuerdo al censo del 2017.

Condiciones climáticas (Macro localización)

Para realizar la biodigestión de forma eficiente, se necesita tener a los biodigestores a una temperatura promedio entre 35 y 40 grados centígrados, por lo que se buscará estar ubicados en una provincia con clima tropical y bajas variaciones de temperatura. Este factor tiene una importancia similar a la cantidad de proyectos adjudicados en la zona.

En la provincia de Huancayo los veranos son cortos y nublados, los inviernos son fríos y parcialmente nublados. Manteniendo un clima seco todo el año con rangos de temperatura entre 5° a 20° C.

En la provincia de Tarma, los veranos son cortos y frescos, mientras los inviernos son fríos y secos. El clima varía en un rango de 3° a 18° C durante el año.

En la provincia de Junín, los veranos son cortos, frescos y nublados; por otro lado, los inviernos son muy fríos y secos. Durante el transcurso del año, la temperatura generalmente varía entre -1° a 14° C.

En este factor, ninguna de las provincias seleccionadas posee una temperatura ambiental óptima; sin embargo, existen fuentes de calor externas que pueden sustituir la necesidad de calor para el proceso de biodigestión.

Como se puede observar, en la gran parte de factores evaluados, la provincia de Huancayo cuenta con las mejores condiciones para operar la planta; considerando que, también se cuenta con un mercado objetivo definido por atender.

Disponibilidad de materia prima (Micro localización)

Al igual que para el caso de la macro localización, la disponibilidad de materia prima es el factor más relevante para determinar la localización final de la planta generadora de energía eléctrica dado que la materia prima es el principal elemento para poder desarrollar el proyecto.

En la tabla 3.5 se muestra la población de especies ganaderas en los distritos de San Jerónimo de Tunán, San Agustín de Cajas y Pilcomayo.

Tabla 3.5

Población por especies ganaderas en los distritos de San Jerónimo, SAC y Pilcomayo

Especie animal	San Jerónimo de Tunán	San Agustín de Cajas	Pilcomayo
Cuyes	1 910	4 590	2 580
Ovinos	2 200	1 220	640
Vacunos	1 660	1 495	603

Nota: Adaptado de *Plan Vial provincial participativo de Huancayo 2012-2021*, por Provias, 2012 (http://www.proviasdes.gob.pe/planes/junin/pvpp/PVPP_Huancayo_2012_2021.pdf).

San Agustín de Cajas destaca en ser el distrito con la mayor cantidad de cuyes para la producción de estiércol.

Disponibilidad de mano de obra (Micro localización)

Es importante utilizar el factor mano de obra ya que nos indica la disponibilidad de gente apta para trabajar de cada sector a medir.

Este factor es el segundo en la escala de importancia dentro de los criterios para la localización del proyecto.

En la tabla 3.6 se muestra la PET de los distritos de San Jerónimo de Tunán, San Agustín de Cajas y Pilcomayo.

Tabla 3.6

Población en edad de trabajar en los distritos de San Jerónimo, SAC y Pilcomayo

Distrito	Población en edad de trabajar (PET)
San Jerónimo de Tunán	8 354
San Agustín de Cajas	10 923
Pilcomayo	14 571

Nota: Adaptado de *Censos Nacionales 2017: XII de población, VII de vivienda y III de comunidades indígenas. Sistema de consulta de base de datos*, por Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2017 (<http://censos2017.inei.gob.pe/redatam/>).

Seguridad ciudadana (Micro localización)

La seguridad ciudadana es un factor importante. Al generar un producto, como es la energía eléctrica, que utilizará el distrito finalmente elegido deberá ser altamente vigilado ya que no puede estar afecto a algún robo que cause un desperfecto en la generación de energía. Además, al tratarse de energía eléctrica, esta debe estar debidamente almacenada y fuera del contacto humano para no provocar posibles accidentes.

Este factor tiene la misma importancia que el costo del terreno.

La tabla 3.7 muestra la tasa de criminalidad en los distritos de San Jerónimo de Tunán, San Agustín de Cajas y Pilcomayo.

Tabla 3.7

Tasa de criminalidad en los distritos de San Jerónimo, SAC y Pilcomayo

Distrito	Tasa de delitos por cada 10 mil Habitantes
San Jerónimo de Tunán	60,9
San Agustín de Cajas	50,5
Pilcomayo	32,2

Nota: Adaptado de *Anuario Estadístico de la criminalidad y seguridad ciudadana 2011-2017*, por Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2018 (https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1534/libro.pdf).

Costo del terreno (Micro localización)

Es primordial conocer el costo por m² de los terrenos ubicados en cada distrito para optar por opción más económica.

Este factor tiene una importancia menor a la de la mano de obra.

La tabla 3.8 muestra el costo por m² en los distritos de San Jerónimo de Tunán, San Agustín de Cajas y Pilcomayo.

Tabla 3.8

Costo por m² en los distritos de San Jerónimo, SAC y Pilcomayo

Distrito	Soles / m ²
San Jerónimo de Tunán	105,0
San Agustín de Cajas	90,0
Pilcomayo	120,0

Fuente: Urbania (2019)

3.2. Evaluación y selección de localización

Para reafirmar la propuesta de localización inicial por factor de preferencia, se procederá a realizar la ponderación de los factores de micro localización. La tabla 3.30 muestra la matriz de enfrentamiento de factores.

Tabla 3.9

Matriz de enfrentamiento de factores

Factores	F	G	H	I	Conteo	Ponderación
F		1	1	1	3	43%
G	0		1	1	2	29%
H	0	0		1	1	14%
I	0	0	1		1	14%
Total					7	100%

Elaboración propia

La tabla 3.10 muestra el ranking de factores para determinar el lugar de localización de la planta.

Tabla 3.10

Ranking de Factores de localización

Factor	Peso	San Jerónimo de Tunán		San Agustín de Cajas		Pilcomayo	
		Calif	Puntaje	Calif	Puntaje	Calif	Puntaje
F.- Disponibilidad de materia prima	43%	1	0.43	5	2.14	3	1.29
G.- Mano de obra	29%	1	0.29	3	0.86	5	1.43
H.-Seguridad ciudadana	14%	1	0.14	3	0.43	5	0.71
I.-Costo de terreno	14%	0	0.00	5	0.71	0	0.00
			0.86		4.14		3.43

Elaboración propia

Los factores evaluados reafirman la propuesta de San Agustín de Cajas como lugar de instalación de la planta y mercado objetivo.

CAPÍTULO IV: TAMAÑO DE PLANTA

4.1. Relación tamaño-mercado

Para determinar la relación tamaño mercado, se usará el dato de la demanda del último año proyectado. En la tabla 4.1 se muestra el total de kwh obtenidos para el año 2026.

Tabla 4.1

Tamaño-mercado en kwh

Año	Tamaño-mercado (kwh)
2026	569 735,17

Elaboración propia

4.2. Relación tamaño-recursos productivos

El material a usar es estiércol de cuy propio de la zona, por este motivo, se procederá a identificar las especies animales ganaderas que habitan en el distrito de San Agustín de Cajas y la cantidad de cada uno.

Posteriormente, la información correspondiente a la cantidad de estiércol generada por la especie animal que abunde en la zona, resultará de gran utilidad para el cálculo de la disponibilidad de materia prima para el proyecto.

Inicialmente, se mostrará la población histórica de cuyes en la provincia de Huancayo del 2009 al 2016 y ver su crecimiento promedio anual, tal como se muestra en la tabla 4.2.

Tabla 4.2

Población histórica de cuyes en la provincia de Huancayo

Año	Población de cuyes (cabezas)
2009	104 579
2010	108 350
2011	114 049
2012	133 316
2013	131 037
2014	133 860
2015	136 200
2016	184 651

Nota: Adaptado de *Compendio estadístico Junín*, por Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2017, INEI

(https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1497/libro.pdf).

Se puede observar que, el crecimiento promedio anual de la población de cuyes es de 9,1%, esto se debe a que la crianza de cuyes es una de las principales actividades económicas de la localidad.

En la tabla 4.3 se muestra la población por especie animal en el distrito de San Agustín de Cajas al 2012; haciendo uso de la tasa de crecimiento promedio anual de Huancayo, se procederá a proyectar la población de cuyes para el distrito de San Agustín de Cajas.

Tabla 4.3

Población por especie animal en el distrito de San Agustín de Cajas

Especie animal	San Agustín de Cajas
Cuyes	4 590
Ovinos	1 220
Vacunos	1 495

Nota: Adaptado de *Plan Vial provincial participativo de Huancayo 2012-2021*, por Provias, 2012

(http://www.proviasdes.gob.pe/planes/juin/pvpp/PVPP_Huancayo_2012_2021.pdf).

De la tabla se puede deducir que, la especie animal que cuenta con mayor cantidad de cabezas es el cuy. Por lo que su excremento se considera como materia prima principal del proyecto.

La tabla 4.4 muestra la proyección de la población de cuyes 2012-2026 para el distrito de San Agustín de Cajas, haciendo uso de la tasa promedio de crecimiento de 9,1% calculada anteriormente.

Tabla 4.4

Proyección de población de cuyes 2012-2016 en el distrito de San Agustín de Cajas

Año	Cantidad de cuyes (cabezas)
2012	4 590
2013	5 007
2014	5 461
2015	5 956
2016	6 497
2017	7 087
2018	7 730
2019	8 431
2020	9 196
2021	10 031
2022	10 941
2023	11 934
2024	13 017
2025	14 199
2026	15 487

Elaboración propia

Una vez que se conoce el número de cuyes en la zona, se procede a determinar la producción de estiércol por parámetros definidos como kilogramo de peso vivo de animal. Es decir, cuantos kg de estiércol puede producir un cuy de acuerdo a su peso.

La tabla 4.5 muestra el peso vivo promedio de un cuy en condiciones comercializables y el porcentaje de peso según las diferentes zonas de su cuerpo con respecto al peso total.

Tabla 4.5*Peso vivo de un cuy comercializable*

Detalle	Peso promedio (Kg.)
Peso vivo	0,800
Carne	0,354
<i>Cabeza</i>	<i>0,148</i>
<i>Patas</i>	<i>0,017</i>
<i>Riñón</i>	<i>0,017</i>
<i>Menudencias</i>	<i>0,212</i>
<i>Mermas</i>	<i>0,051</i>

Nota: De *Plan de Introducción de la carne de cuy en Lima Metropolitana: Estudio de mercado y propuesta empresarial* (p. 23), por R. Ordoñez, 2003, Pontificia Universidad Católica del Perú (http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/598/ORDO%c3%91EZ_NORIEGA_RICARDO_PLAN.pdf?sequence=1&isAllowed=yO).

A continuación, para efectos del cálculo de la cantidad de estiércol de cuy disponible para la ejecución del proyecto, se requieren los datos de producción de estiércol producido por año y por mil kilos de peso vivo de la especie, como se muestra en la tabla 4.6.

Tabla 4.6*Producción de estiércol por año y peso vivo de un cuy*

Especie (1000 Kg. De peso vivo)	TM de estiércol al año
Cuy	29,02

Nota: De *Plan de Introducción de la carne de cuy en Lima Metropolitana: Estudio de mercado y propuesta empresarial* (p. 23), por R. Ordoñez, 2003, Pontificia Universidad Católica del Perú (http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/598/ORDO%c3%91EZ_NORIEGA_RICARDO_PLAN.pdf?sequence=1&isAllowed=yO).

Una vez consolidados los datos, se procede al cálculo de estiércol producido anualmente en la provincia de San Agustín de Cajas.

La tabla 4.7 muestra el producto de la cantidad de cuyes en el distrito por el peso vivo promedio y las TM de estiércol producido al año de acuerdo a lo mostrado en la tabla 4.6.

Tabla 4.7

TM de estiércol producido al año en San Agustín de Cajas

Año	Población de cuyes	Peso en vivo en Kg.	TM estiércol producido
2012	4 590	3 672	106,56
2013	5 007	4 005	116,23
2014	5 461	4 369	126,78
2015	5 956	4 765	138,29
2016	6 497	5 198	150,84
2017	7 087	5 669	164,52
2018	7 730	6 184	179,45
2019	8 431	6 745	195,74
2020	9 196	7 357	213,50
2021	10 031	8025	232,88
2022	10 941	8 753	254,01
2023	11 934	9 547	277,07
2024	13 017	10 414	302,21
2025	14 199	11 359	329,63
2026	15 487	12 390	359,55

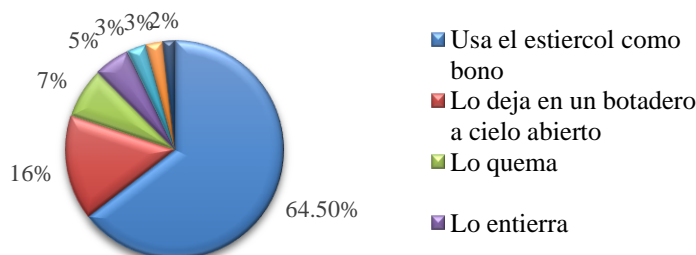
Fuente: PROVIAS (2012) y Ordoñez (2003)
Elaboración propia

Una vez calculadas las TM de estiércol a producir en el distrito de San Agustín de Cajas el último año, se procederá a calcular el tamaño de planta con la máxima cantidad de recurso productivo disponible. Según la publicación “Estrategia Regional de cambio climático de Junín” emitida por el Ministerio del Medio Ambiente en el año 2015, se indica a continuación en la figura 4.1 los tipos de disposición final (en %) de estiércol en el departamento de Junín.

Figura 4.1

Tipos de disposición final de estiércol en Junín

Porcentajes de Destino Final de Estiércol - Junín 2015



Nota: Adaptado de *Estrategia Regional de cambio climático de Junín*, por Ministerio del Ambiente, 2015 (http://www.minam.gob.pe/cambioclimatico/wp-content/uploads/sites/11/2015/12/ERCC_Junin_8dic.pdf).

Para el cálculo de la cantidad de estiércol disponible para el proyecto, se tomarán los porcentajes que no incluyan el uso del estiércol como abono dentro de los tipos de disposición final, presentados anteriormente. La suma de estos porcentajes hace un total de 35,50%. Se proyecta que los dos primeros años del proyecto, se utilizará este porcentaje de captación de materia prima; sin embargo, para los siguientes años, se espera ampliar este porcentaje a través de la compra o intercambio de subproductos generados por estiércol; asumiendo un 20% adicional de captación.

Se calculará el tamaño recursos productivos de la siguiente manera:

- Se aplica el 55,50% al total de TM de estiércol disponible en el distrito; para calcular el total de TM de estiércol de cuy a usar en el proyecto.

$$359,55 \text{ TM de estiércol de cuy} * 55,50\% = 199,55 \text{ TM de estiércol de cuy}$$

- Teniendo como referencia que, por cada Kg de estiércol de cuy, se produce 0,12 m³ de biogás, al cual se le purifica perdiendo el 45% de su cantidad en la deshidratación y luego un 0,02% en la desulfuración, y que, además, por cada m³ de biogás

purificado, se obtienen 7 kwh de energía según Chorkulak (2016); se procede a calcular los kwh a generar el último año del proyecto.

$$199\,550,03 \text{ kg de estiércol de cuy} * \frac{0,12 \text{ m}^3 \text{ de biogas}}{1 \text{ kg de estiércol de cuy}} = 23\,946,00 \text{ m}^3 \text{ de biogas}$$

$$23\,946,00 \text{ m}^3 * 0,55 * 0,998 = 13\,143,96 \text{ m}^3$$

$$13\,143,96 \text{ m}^3 \text{ de biogas} * \frac{7 \text{ kwh}}{1 \text{ m}^3 \text{ de biogas}} = 92\,007,73 \text{ kwh}$$

A continuación, en la tabla 4.8 se muestran los kwh obtenidos para el último año del proyecto, determinado por la relación tamaño recursos productivos.

Tabla 4.8

Tamaño-recursos productivos en kwh

Año	Tamaño – recursos productivos (kwh)
2026	92 007,73

Elaboración propia

4.3. Relación tamaño-tecnología

- Bomba mezcladora

Para este proyecto se requiere procesar 199 550,03 kg de estiércol de cuy al año; por lo que se calculará la capacidad de procesamiento en kg/hr.

$$\frac{199\,550,03 \text{ kg de estiércol de cuy}}{5 \text{ días} \times 2 \text{ horas}} = \frac{19\,955,00 \text{ kg de estiércol de cuy}}{1 \text{ hora}}$$

Cabe resaltar que la relación entre el estiércol de cuy y el agua, es de 1 a 3; por lo tanto, la capacidad mínima de la bomba mezcladora se calculará de la siguiente manera:

$$\frac{\text{Kg de estiércol de cuy}}{\text{Kg de agua}} = \frac{1}{3} = \frac{19\,955,00}{59\,865,00}$$

$$\begin{aligned} Kg \text{ de estiércol de cuy} + kg \text{ de agua} &= 19\,955,00 + 59\,865,00 \\ &= \frac{79\,820,00 \text{ kg de mezcla}}{1 \text{ hora}} \end{aligned}$$

Según cálculos realizados por un estudio de una escuela superior Politécnica de Ecuador, la densidad de la mezcla estiércol-agua es de 986,49 kg/m³, la cual es muy cercana a la densidad del agua (1 000 kg/m³) (Toala Moreira, 2013); esto tiene sustento por la relación 1:3 de estiércol-agua.

Al aplicar la densidad, se obtiene los m³ de mezcla obtenida por hora.

$$79\,820,00 \text{ kg de mezcla} = \frac{80,91 \text{ m}^3 \text{ de mezcla}}{1 \text{ hora}}$$

Se pudo encontrar una bomba mezcladora con una capacidad de 90 m³ por hora, lo cual confirma que se dispone con capacidad suficiente para poder cumplir con la función (Linemedia, 2018).

- Biodigestor

Se solicitó una cotización a la empresa peruana fabricante de biodigestores, Cidelsa, sobre el tipo de biodigestor utilizado en el proyecto: Biodigestor tubular en geo membrana de PVC de 1,0 mm, cuya capacidad es de 206 m³ de mezcla.

- Cogenerador de energía eléctrica a partir de biogás

Se pudo encontrar un cogenerador de energía eléctrica a partir de biogás de 12 kw (Alibaba, 2018).

Analizando el factor limitante de tamaño recursos productivos, se comprobará que el cogenerador de energía eléctrica elegido, contará con la capacidad suficiente para generar la energía necesaria.

En base al factor tamaño-recursos productivos, se puede deducir que, se necesitaría un generador de 10,50 kw de potencia como mínimo para generar y cubrir lo requerido.

$$\frac{92\,007,73 \text{ kwh}}{365 \text{ días} \times \frac{24 \text{ horas}}{\text{día}}} = 10,50 \text{ kw}$$

Para hallar el tamaño tecnología, se calculará la capacidad de generación de energía eléctrica en kwh con el cogenerador de 12 kw.

Se cuenta con la tecnología necesaria para poder satisfacer la demanda de San Agustín de Cajas; sin embargo, los recursos productivos son el motivo por el cual no se puede abastecer de energía a todo el distrito.

$$12 \text{ kw} \times 365 \text{ días} \times 24 \text{ horas} = 105 \ 120 \text{ kwh}$$

La tabla 4.9 muestra el tamaño-tecnología para el último año del proyecto en base al cogenerador de energía eléctrica.

Tabla 4.9

Tamaño-tecnología en kwh

Año	Tamaño Requerido (kwh)	Tamaño – tecnología (kwh)
2026	92 007,73	105 120,00

Elaboración propia

4.4. Relación tamaño-financiamiento

Para determinar el tamaño financiamiento, se optó por escoger ser parte del programa integral de financiamiento denominado Bionegocios desarrollado por COFIDE, orientado a la promoción del Cambio de la Matriz energética nacional cuyos objetivos son promover la explotación y consumo de las diversas fuentes de energía renovables (ER).

Dentro de este marco, COFIDE ha establecido Alianzas Estratégicas con organismos internacionales como son las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (UNEP), el BID, KFW, el Banco Europeo, el Banco Mundial, entre otras entidades que participaran de manera activa ofreciendo cofinanciamiento (Cofide, 2019).

A continuación, en la tabla 4.10 se muestra como se desarrollará y en qué consistirá la línea de crédito para el Programa KFW – COFIDE para Energías Renovables y Eficiencia Energética.

Tabla 4.10*Tamaño-financiamiento*

Tipo de línea	Línea de crédito para financiamiento de créditos a largo plazo emitidos por COFIDE.
Proyectos elegibles	Sectores Eficiencia Energética y Energía Renovable
Monto	65 millones de euros.
Estructura de financiamiento	20% aporte privado, 16% COFIDE y 64% KFW
Costo financiero	El costo de la deuda es de 6% anual con un año de gracia parcial.
Requisitos ambientales	Licencias ambientales y mecanismos de monitoreo para asegurar las condiciones ambientales.
Cobertura	Hasta el 50% de los préstamos

Nota: Adaptado de *Corporación Financiera de desarrollo*, por Latin Carbon, 2019 (https://latincarbon.com/previous/2010/docs/presentations/Day3/Carlos_Paredes.pdf).

4.5. Relación tamaño-punto de equilibrio

Para determinar el punto de equilibrio en kwh/año, se toma en consideración los costos fijos, precios de venta y costos variables correspondientes a los años del horizonte del proyecto; tal como lo muestran las tablas 4.11, 4.12 y 4.13.

Tabla 4.11*Costos fijos – Pto. De equilibrio*

Costos Fijos	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
MOD	32.581,00	32.581,00	32.581,00	32.581,00	32.581,00	32.581,00	32.581,00	32.581,00
MOI	57.805,00	57.805,00	57.805,00	57.805,00	57.805,00	57.805,00	57.805,00	57.805,00
Depreciación fabril	6.291,71	6.291,71	6.291,71	6.291,71	6.291,71	7,20	7,20	7,20
Personal administrativo	54.301,67	54.301,67	54.301,67	54.301,67	54.301,67	54.301,67	54.301,67	54.301,67
Personal de vigilancia	16.290,50	16.290,50	16.290,50	16.290,50	16.290,50	16.290,50	16.290,50	16.290,50
Agua potable y alcantarillado	643,25	643,25	643,25	643,25	643,25	643,25	643,25	643,25
Servicio de tratamiento de residuos industriales	970,00	970,00	970,00	970,00	970,00	970,00	970,00	970,00
Depreciación no fabril	813,84	813,84	813,84	813,84	813,84	813,84	813,84	813,84
Amortización de intangibles	700,00	700,00	700,00	700,00	700,00	700,00	700,00	700,00
Total	170.396,97	170.396,97	170.396,97	170.396,97	170.396,97	164.112,46	164.112,46	164.112,46

Elaboración propia

Tabla 4.12*Costos variables – Pto. De equilibrio*

Costos Variables	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
Diesel	19.492,35	20.466,97	21.490,31	22.564,83	23.693,07	24.877,72	26.121,61	27.427,69
Agua como insumo	485,09	529,11	902,28	984,15	1.073,50	1.170,90	1.277,14	1.393,06
Sacos de 50 kg.	347,50	379,00	646,25	705,00	769,00	838,75	914,75	998,00
Servicio de recolección, ensacado y transporte de MP	3.500,00	4.000,00	6.500,00	7.250,00	7.750,00	8.500,00	9.250,00	10.000,00
Servicio de mantenimiento	3.750,00	3.937,50	4.134,38	4.341,09	4.558,15	4.786,06	5.025,36	5.276,63
Total	27.574,94	29.312,57	33.673,22	35.845,07	37.843,71	40.173,43	42.588,86	45.095,38

Elaboración propia

Tabla 4.13*Otros datos – Pto. De equilibrio*

Datos para el cálculo	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
Producción en Kwh	32 039,11	34 946,10	59 593,34	65 000,44	70 901,43	77 334,69	84 351,39	92 007,83
Precio unitario (S./Kwh)	2,71	2,85	2,99	3,14	3,29	3,46	3,63	3,81
Remuneración al inversionista (S./Kwh)	2,78	2,79	2,83	2,89	2,99	3,14	3,34	3,62
Costo variable unitario (S./kwh)	0,861	0,839	0,565	0,551	0,534	0,519	0,505	0,490

Elaboración propia

Tabla 4.14*Tamaño-punto de equilibrio*

Año	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
Punto de equilibrio (kwh)	36 845,13	35 531,28	32 451,62	31 096,00	29 614,88	27 016,58	25 394,20	23 632,71

Elaboración propia

4.6. Selección del tamaño de planta

Para seleccionar el tamaño de la planta se tomarán en cuenta los indicadores al último año del proyecto: Tamaño mercado, tamaño recursos productivos y tamaño tecnología, presentados a continuación en la tabla 4.15.

Tabla 4.15*Resumen – tamaño de planta*

Relación	Tamaño
Mercado	569 735,17 kwh
Recursos productivos	92 007,73 kwh
Tecnología	105 120,00 kwh
Punto de equilibrio	23 632,71 kwh

Elaboración propia

Se selecciona el factor limitante, siendo el tamaño-recurso productivo, el tamaño de planta es de 92 007,73 kwh.

CAPÍTULO V: INGENIERÍA DEL PROYECTO

5.1. Selección del tamaño de planta

5.1.1. Especificaciones técnicas y composición

Según un estudio realizado por la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), la tabla 5.1 muestra las características técnicas del biogás obtenido por el proceso de biodigestión anaeróbica.

Tabla 5.1

Características técnicas del biogás

Contenido energético	6,5 – 7,0 kW h/m ³
Equivalente de combustible	0,6 – 0,65 L petróleo/m ³ biogás
Límite de explosión	6 – 12 % de biogás en el aire
Temperatura de ignición	650 – 750°C (con el contenido de CH ₄)
Presión crítica	74 – 88 atm
Temperatura crítica	-82,5°C
Densidad normal	1,2 kg/m ³
Olor	Huevo podrido (el olor del biogás desulfurado es imperceptible)
Masa molar	16,043 kg/kmol

Nota: Adaptado de *Manual del biogás*, por Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura FAO, 2011 (<http://www.fao.org/3/as400s/as400s.pdf>).

Así mismo, se presenta en la tabla 5.2 la composición química del biogás

Tabla 5.2

Composición química del biogás

Metano (CH₄)	55 – 70%
Dióxido de carbono (CO₂)	30 – 45%

Nota: Adaptado de *Manual del biogás*, por Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura FAO, 2011 (<http://www.fao.org/3/as400s/as400s.pdf>).

5.1.2. Marco regulatorio

En la tabla 5.3 se presentan las distintas normas, leyes y decretos a nivel general y específico RER del sector energía.

Tabla 5.3

Marco regulatorio – Energía renovable

Normas generales	<ul style="list-style-type: none"> • Decreto legislativo N°25844. Ley de Concesiones Eléctricas y su Reglamento. • Ley N°28832 – Ley de Generación Eficiente (2008). Promueve licitaciones y contratos a largo plazo para el suministro de energía de clientes regulados.
Marco Normativo RER	<ul style="list-style-type: none"> • Decreto Legislativo N° 1002. Promoción de la inversión para la Generación de Electricidad con el uso de Energías Renovables (2008). • Decreto Supremo N°012-2011-EM. Reglamento de la Generación de Electricidad con Energías Renovables. • Decreto Supremo N°020-2013-EM. Reglamenta para la Promoción de la Inversión Eléctrica en Áreas No conectadas a Red (Off – grid). • Resolución Ministerial N° 203-2013-MEM/DM. Plan de Acceso Universal a la Energía.

Nota: Adaptado de *La industria de la electricidad en el Perú: 25 años de aportes al crecimiento económico del país* (p. 56), por J. F. Tamayo, J. Salvador, A. L. Vásquez y C. M Vilches, 2016, Osinergmin (https://www.osinergmin.gob.pe/seccion/centro_documental/Institucional/Estudios_Economicos/Libros/Osinergmin-Industria-Electricidad-Peru-25anos.pdf).

5.2. Tecnologías existentes y procesos de producción

5.2.1. Naturaleza de la tecnología requerida

5.2.1.1. Descripción de las tecnologías existentes

Actualmente existen diversas formas de generar energía eléctrica por biodigestión, a su vez, este último proceso presenta dos maneras de desarrollarse a través del correcto manejo de residuos orgánicos, transformándolos en producto con valor agregado. Estos procesos se basan en la búsqueda de métodos no tradicionales de generación de energía, así como también la necesidad de eliminación de residuos.

Entre los métodos más conocidos se encuentran la producción de energía eléctrica a partir de la biodigestión aeróbica y anaeróbica.

- ❖ **Biodigestión aeróbica:** Según Varnero (2011), consiste en procesos realizados por grupo de microorganismos, entre los que resaltan bacterias y protozoos, los cuales, en presencia de oxígeno actúan sobre la materia orgánica disuelta, que resulta en el producto final inocuo y materia celular. La digestión aeróbica es un proceso a través del cual los lodos son sometidos a una aireación prolongada en un tanque separado y descubierto. Dicho proceso, a su vez, involucra la oxidación directa de la materia orgánica disponible.

- ❖ **Biodigestión anaeróbica:** Es un proceso biológico complejo y degradativo en el que parte de los materiales orgánicos de los residuos animales y vegetales son transformados en biogás, mezcla de dióxido de carbono y metano con trazas de otros elementos. Mediante este proceso de digestión, más del 90% de la energía disponible por oxidación directa se transforma en metano, de acuerdo a lo señalado por Varnero (2011).

Además, existen otras formas de aprovechamiento de energías renovables para producir energía eléctrica, tales como las que se presentarán a continuación:

- ❖ Energía hidroeléctrica: Aprovecha la energía cinética del agua, la cual es previamente embalsada en una cota elevada, para producir electricidad mediante turbinas hidroeléctricas.
- ❖ Energía eólica: Transforma la energía cinética del viento en electricidad mediante el uso de aerogeneradores o turbinas eólicas, que pueden instalarse formando grandes parques eólicos.
- ❖ Energía solar térmica: Utiliza la energía térmica del sol para calentar un fluido mediante colectores solares adecuados.
- ❖ Energía solar fotovoltaica: Transforma la luz del sol en electricidad mediante células fotovoltaicas, además, pueden instalarse grandes parques solares fotovoltaicos, los cuales pueden disponer de seguidores solares para aumentar su producción (Tempero Group, 2018).

5.2.1.2. Selección de la tecnología

Para el presente proyecto, el método para generar energía eléctrica que se seleccionó fue la biodigestión anaeróbica, ya que no requiere oxígeno, necesita menos energía a diferencia de otras tecnologías, se preserva la actividad aun cuando el sistema no ha operado por largos periodos de tiempo, además produce de 3 a 20 veces menos lodos que tratamiento aeróbico (20-150 vs. 400-600 kg biomasa/m³ COD) (Universidad de Puerto Rico).

5.2.2. Proceso de producción

5.2.2.1. Descripción del proceso

El proceso de generación de energía eléctrica a partir de biogás inicia con el mezclado del estiércol en la bomba mezcladora junto con el agua en una relación de 1 a 3 m³. Dentro de la bomba, ambos elementos se homogenizan formando un sustrato fresco para alimentar el biodigestor. Toda la mezcla se mantiene aproximadamente durante 70 días dentro del biodigestor y en constante verificación por parte del operario, en el que simultáneamente ocurre el proceso de biodigestión anaeróbica donde el sustrato fresco se

transforma en biogás. Como subproducto, se genera un abono orgánico líquido (biol), el cual mediante un tratamiento externo puede ser empleado en las extensiones agrícolas.

Continuando con el proceso, el gas resultante del biodigestor, el cual está compuesto de metano, vapor de agua, dióxido de carbono y ácido sulfhídrico, va ascendiendo por unos tubos de PVC hacia la estación de purificación, donde en primer lugar sucede la deshidratación mediante trampas de agua, luego se produce la desulfuración a través de trampas de ácido sulfhídrico, las cuales consisten en recipientes con material de hierro, formando un lecho poroso, a través del cual debe circular el gas para que reaccione con dicho metal y se deposite en el lecho.

Una vez obtenido el biogás purificado, éste se dirige al gasómetro para ser almacenado hasta ser requerido por el cogenerador. Dicho cogenerador, produce energía eléctrica y térmica, la cual va dirigida a los calentadores, que mantienen la mezcla a la temperatura señalada; sin embargo, la función principal del cogenerador es la de generar energía eléctrica como producto final del proceso mediante la alimentación de biogás como combustible para el funcionamiento del mismo.

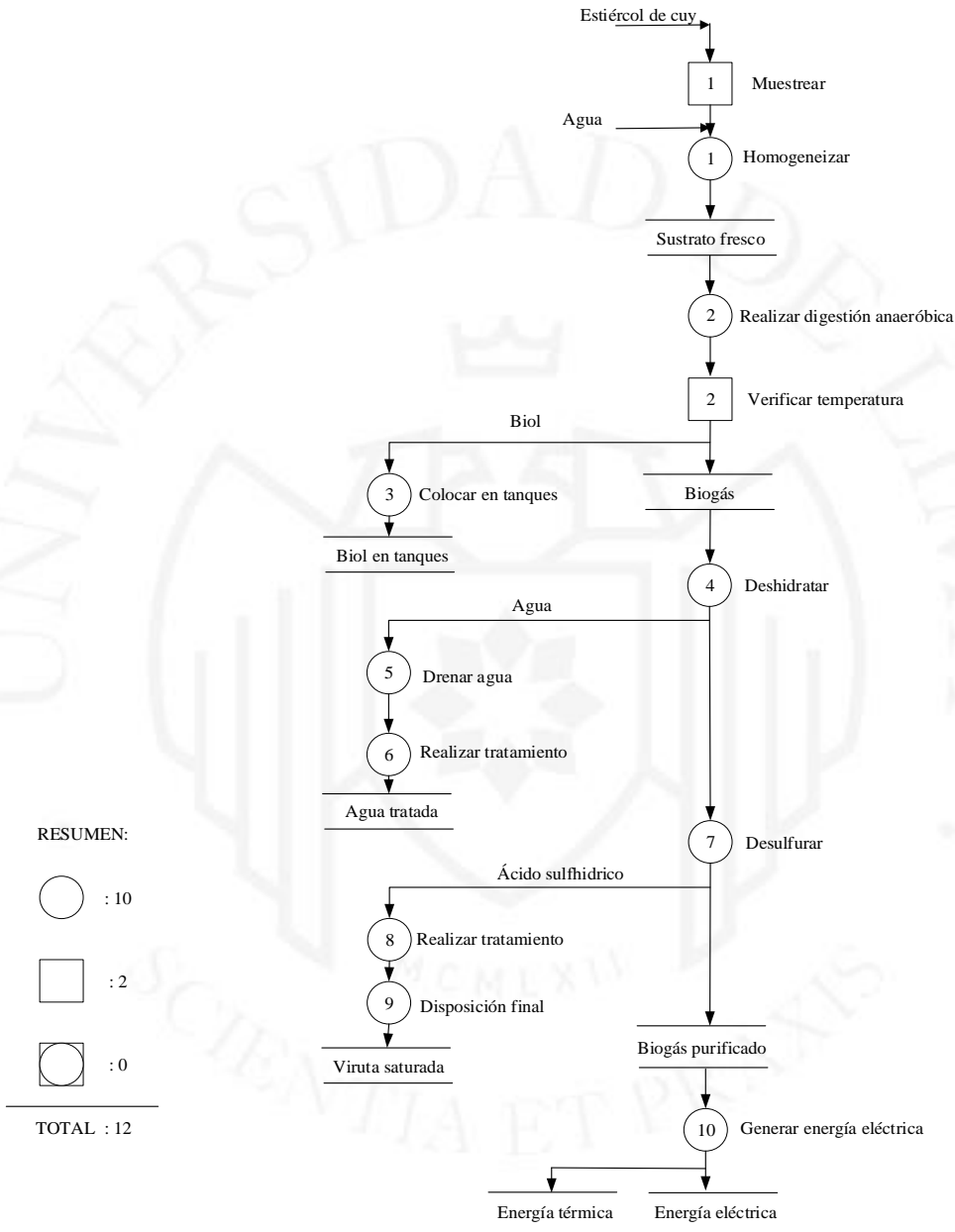
5.2.2.2. Diagrama de procesos: DOP y Flujograma

A continuación, en la figura 5.1 se presenta el Diagrama de operaciones del proceso para la generación de energía eléctrica con el uso de biodigestores tubulares.

Figura 5.1

Diagrama de operaciones de procesos

DIAGRAMA DE OPERACIONES DEL PROCESO PARA LA GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA CON EL USO DE BIODIGESTORES TUBULARES



Elaboración propia

Se considera también el proceso de construcción e instalación del biodigestor en la zona, tomando en cuenta las siguientes etapas; las cuales serán consideradas para determinar la inversión inicial del proyecto.

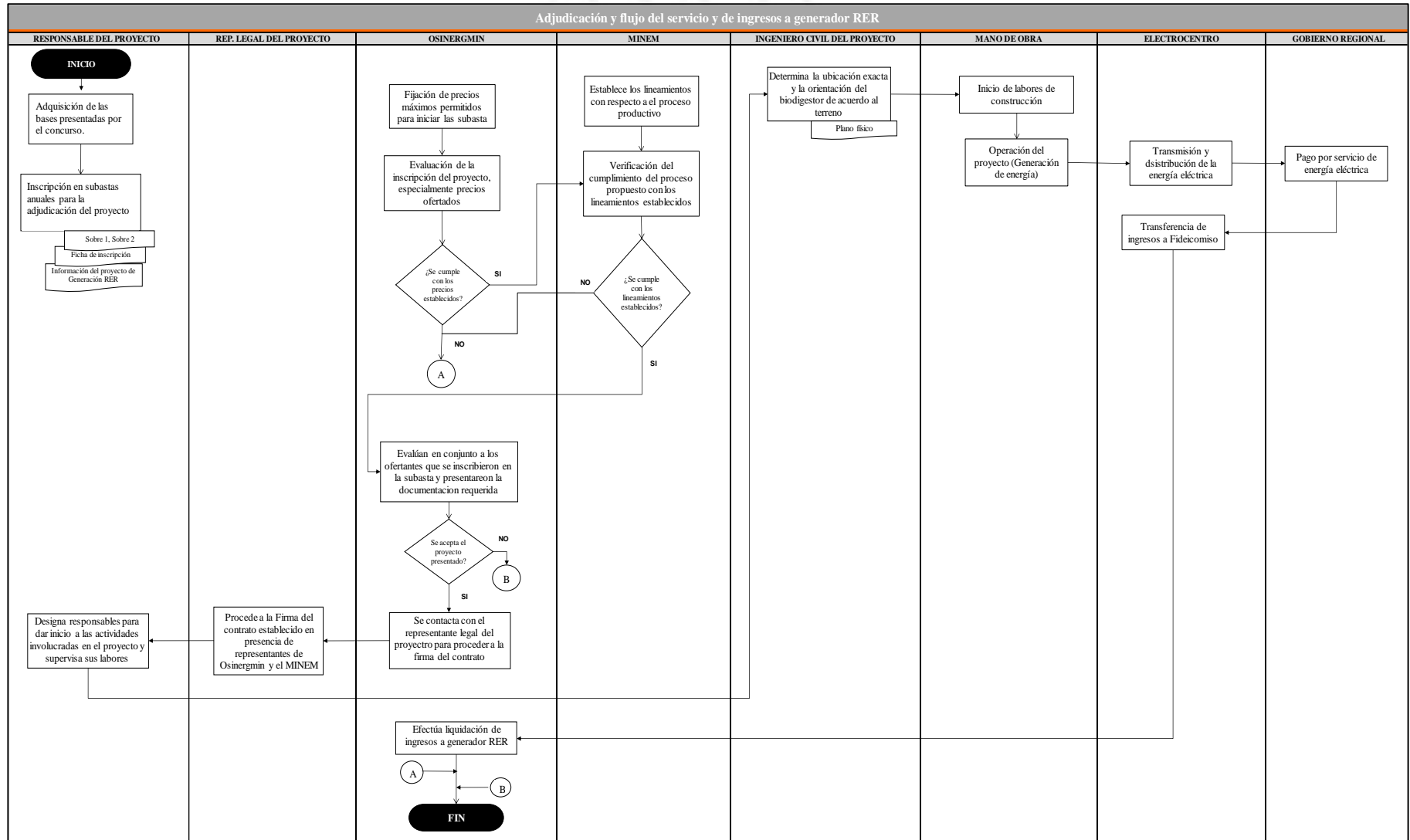
- Ubicación del biodigestor
- Construcción de la zanja y paredes del invernadero
- Aislamiento del piso con paja
- Aislamiento de la zanja, piso y paredes con Tecnopor de 4" de grosor
- Instalación de trampas purificadoras: deshidratador y ácido sulfhídrico
- Armado del techo y colocación de agrofilm de invernadero
- Colocación de puerta de inspección

Estos procesos no forman parte del proceso de producción del biogás; mas, si forman parte de la instalación para la puesta en marcha de la planta.

Para describir el flujo del servicio brindado, en la figura 5.15 se muestra el flujograma de adjudicación y flujo del servicio y de ingresos a generador RER.

Figura 5.2

Flujograma de adjudicación y servicios del proyecto



Elaboración propia

5.2.2.3. Balance de materia

Para realizar el balance de materia, se determinó cuántas veces al año se iba a cargar materia prima al biodigestor, teniendo en cuenta que el periodo de estancia del sustrato fresco es de 70 días dentro del biodigestor, se pudo determinar que se realizarán 5 cargas al año de 39 919,00 kg de estiércol de cuy (libre de impurezas). A su vez, se tendrá en cuenta que, por cada kg de estiércol de cuy, se producirá 0,12m³ de biogás, esto solo se cumplirá si el estiércol se encuentra en relación 3:1 con el agua. Además, se sabe que, por cada kg de estiércol, se obtienen 4 litros de biol, de acuerdo a lo señalado por Acosta (2012).

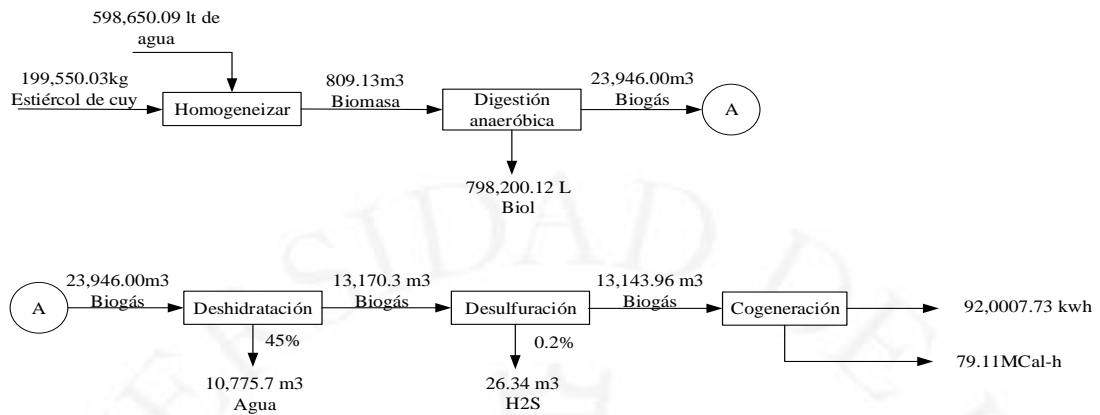
Para efectos del balance de materia se considerarán las cantidades a producir de forma anual.

Además, se pudo conocer que el porcentaje de agua que salía de la deshidratación era el 45% del total del biogás y tan solo un 0,2% de sulfuro de hidrógeno en los procesos de purificación (Condorchem, 2017). Finalmente, Según Pérez (2006), para determinar la cantidad de energía térmica obtenida, se considera la relación 6 018,92 kcalh/m³ de biogás.

En la figura 5.3 se muestra el balance de materia para las cinco cargas de estiércol al año.

Figura 5.3

Balance de materia



Elaboración propia

5.3. Características de las instalaciones y equipos


5.3.1. Especificaciones y características técnicas de la maquinaria y equipos

A continuación, en las tablas de la 5.4 a la 5.7 se muestran las especificaciones técnicas de la maquinaria necesaria para el proyecto.

Tabla 5.4

Especificaciones técnicas de la bomba mezcladora


Bomba mezcladora	
Marca	DeLaval
Modelo	TP250
Necesidad de potencia	15 kW
Capacidad agitando	90 m ³ /h
Giro de tobera	280°



Fuente: DeLaval (2018)

Tabla 5.5*Especificaciones técnicas del biodigestor tubular*


tubular	
Marca	Cidelsa
Número de mangas	2
Diámetro de tubos	4"
Medidas	2,5 m de radio x 10,5 m de largo
Capacidad (volumen)	200 m ³



Fuente: Cidelsa (2018)

Tabla 5.6*Especificaciones técnicas del gasómetro*


Gasómetro	
Marca	Cidelsa
Diseño	Tipo IAA
Material	Membrana PVC
Radio	2,00 m
Largo	8,00 m
Capacidad	100 m ³



Fuente: Cidelsa (2018)

Tabla 5.7*Especificaciones técnicas del cogenerador de energía eléctrica*

Cogenerador de energía eléctrica	
Marca	Yangdong
Modelo	YD4M1D
Alternador de energía	12 kW
Combustión flujo de biogás	1,85 m ³ /h




Fuente: Alibaba (2018)

De igual manera, en las tablas 5.8, 5.9 y 5.10 se muestran las características de los equipos y materiales a usar en el proyecto.

Tabla 5.8*Características de la carretilla hidráulica*


Carretilla hidráulica	
Marca	Bennoto
Modelo	PHAM2500
Capacidad	3 ton
Ancho	685 mm
Peso	65 kg



Fuente: Bennoto (2018)

Tabla 5.9*Características de la trampa de agua*


Trampa de agua	
Material y características generales	Hecho de tubo de PVC para que el agua condensada caiga sin permitir el escape del gas



Fuente: CARE Perú (2016)

Tabla 5.10*Características de la trampa de H₂S*

Trampa de H ₂ S	
Características generales	Conjunto de virutas de metal oxidada. Tubo de PVC para que el H ₂ S pueda reaccionar y quedar atrapado.



Fuente: CARE Perú (2016)

5.4. Capacidad instalada

5.4.1. Cálculo detallado de número de máquinas y operarios requeridos

A continuación, en la tabla 5.57, se presentan los cálculos y variables tomadas en cuenta para determinar el número de máquinas del proyecto.

Cabe resaltar que, no hay operaciones que se realicen de forma manual; por lo que, se determinó que se contará con dos hombres que apoyarán con las actividades de traslado de sacos de estiércol hacia la zona de carga a la bomba y la actividad de carga a la bomba mezcladora; y, la actividad de descarga del biol como se muestra en la tabla 5.56.



Tabla 5.11*Cálculo del número de máquinas*

Equipo	Cant a procesar	UM	Capacidad de proc.	UM	Horas/día	Días/año	Hrs/año (Real)	Horas/año (Productivas)	Capacidad Diseño	Capacidad Efectiva	Capacidad Real	T estd	UM	U	E	Cant Maq	Total Maq
Bomba mezcladora	809,13	m ³ de mezcla	90,00	m ³ /h	8	5	40	35,17	3 600	3 165	2 760,00	0,01	h/m ³	0,767	0,85	0,39	1,00
Biodigestor	809,13	m ³ de mezcla	0,119	m ³ /h	24	350	8 400	8 395	1 000	999,40	999,17	8,40	h/m ³	0,999	0,85	0,95	1,00
Cogenerador	13 143,96	m ³ de biogas	1,85	m ³ /h	24	360	8 640	8 630	15 984	15 965,50	15 950,70	0,54	h/m ³	0,998	0,85	0,97	1,00

Elaboración propia

Tabla 5.12*Número de operarios*

Cant de operarios	Actividades a realizar
1,00	Traslado de estiércol y carga de sustrato a la bomba mezcladora
1,00	Descarga del biol, envasado y traslado al almacén

Elaboración propia

5.4.2. Cálculo de la capacidad instalada

A continuación, en la tabla 5.59 se muestra el cálculo de la capacidad instalada de la planta. Generando un total de 94 796,93 kwh/año como capacidad cuello de botella del proyecto, siendo este la actividad de generación.



Tabla 5.13*Cálculo de la capacidad instalada*

Actividad	QE	UM	Capacidad Proc	UM	# Maquinas	Horas/día	Dias/año	Hrs/año (real)	Hrs/año (de diseño)	U	E	CO	FC	COPT
Mezclado	809,13	m3 de mezcla	90,00	m3/h	1,00	8,00	5,00	40,00	35,17	0,767	0,850	2 062,53	113,71	234 533,95
Digestión anaeróbica	809,13	m3 de mezcla	0,12	m3/h	1,00	24,00	350,00	8 400,00	8 395,00	0,999	0,850	848,79	113,71	96 517,21
Generación	13 143,96	m3 de biogas	1,85	m3/h	1,00	24,00	360,00	8 640,00	8 630,00	0,998	0,850	13 542,40	7,00	94 796,93

Elaboración propia

5.5. Resguardo de la calidad y/o inocuidad del servicio

5.5.1. Calidad de la materia prima, insumos del proceso y del producto

Se consideran tres aspectos importantes para el aseguramiento integral de la calidad: materia prima e insumos, proceso y servicio final.

En la tabla 5.14 se muestra el tipo de control a realizar por cada aspecto.

Tabla 5.14

Procesos de control de calidad

Aspecto	Plan de control
Control de calidad de la materia prima	<ul style="list-style-type: none">• El estiércol de cuyo debe ser seleccionado, previo al comienzo de las operaciones; para dar un mayor rendimiento al biogás obtenido.• La actividad de selección da como resultado un máximo tolerable de 2% de tallos, hojas y/o otros residuos orgánicos.• Se debe evitar que el estiércol tenga piedras u objetos cortantes para evitar posibles rajaduras del biodigestor.
Control de calidad del proceso de biodigestión	<ul style="list-style-type: none">• Se controla la temperatura a la cual va a trabajar el biodigestor, es ideal que este trabaje a temperatura ambiente (15-17°C); sin embargo, aunque este sea acondicionado, presurizado para trabajar en dichas condiciones; se deben tener en cuenta las condiciones ambientales estacionales y las temperaturas críticas y de ignición del biogás obtenido. La energía térmica obtenida puede ser usada como medio de aumento de temperatura al biodigestor; en caso se requiera. Para medir este parámetro se puede usar un termómetro de pared analógico o un termohigrómetro; en caso se requiera medir también la humedad.
Control de calidad del proceso de generación	<ul style="list-style-type: none">• Osinergmin en coordinación con el MINEM, realizarán controles semestrales a las actividades de generación y distribución de Sistemas Eléctricos Rurales; a través de registros y mediciones con equipos especializados.• Para generadores/distribuidores a clientes de Baja Tensión (BT), se evaluará cada semestre al 10% de las estaciones.• El cogenerador cuenta con un panel de control que mide los parámetros de tensión, frecuencia y problemas de recalentamiento o paradas imprevistas. Este panel controla dichas variables mediante sensores y los resultados son monitoreados en tiempo real por una interfaz a una computadora de escritorio.
Control de calidad de la energía generada como servicio final	<ul style="list-style-type: none">• No exceder la cantidad de energía requerida por tipo de generación, considerada en las bases de la subasta RER.• Para determinar la calidad final del servicio, se controla el parámetro de tensión a cargo del distribuidor.• Niveles de tensión recomendados: 380/220 V• Frecuencia nominal: 60 Hz

Fuente: Ministerio de Energía y Minas (2006) y Osinergmin (2008)
Elaboración propia

5.6. Estudio de impacto ambiental

Para el estudio de impacto ambiental de la planta generadora, se consideraron las actividades realizadas durante la etapa de construcción y operación del proyecto; así como el impacto de cada una en los distintos aspectos: físicos, biológicos y socioeconómicos.

La tabla 5.15 muestra la matriz de aspectos e impactos generados en la actividad de generación de energía. Así mismo, la figura 5.4 muestra la matriz de Leopold, la cual cuantifica el nivel de impacto que tienen las actividades sobre los aspectos mencionados.

Tabla 5.15

Matriz de aspectos e impactos ambientales

Entradas	Etapas del proceso	Salidas	Aspectos ambientales	Impactos ambientales	Norma ambiental aplicable
Mezcla estiércol-agua	Mezclado-Homogenizado	Residuos orgánicos y efluentes	Generación de efluentes y residuos de materia orgánica (estiércol)	Contaminación del agua al verter aguas residuales	ECA del agua
Sustrato fresco	Digestión anaerobia	Metano	Emisión de gases de EI (metano).	Contaminación del aire y deterioro en salud de trabajadores	Ley general de Salud
Biogás	Deshidratación	Vapor de agua	Gas de EI	Contaminación del aire con gases de efecto invernadero	ECA del aire
Biogás deshidratado	Desulfuración	Ácido sulfhídrico	Ácido sulfhídrico en estado gaseoso	Contaminación del aire	ECA del aire
Biogás purificado	Generación	Electricidad	Generación de energía eléctrica, por malas manipulaciones puede generarse incendios o corto circuitos	Impacto en la salud de los trabajadores	Ley general de Salud

Elaboración propia

Figura 5.4

Matriz de Leopold

MATRIZ DE LEOPOLD PARA LA EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

1. ACCIONES QUE PUEDEN CAUSAR EFECTOS AMBIENTALES

2. CARACTERÍSTICAS O CONDICIONES DEL MEDIO SUSCEPTIBLES DE ALTERARSE

IMPACTO \ ACTIVIDAD			CONSTRUCCIÓN					PROCESO PRODUCTIVO					RECURSOS		RESIDUOS		LOGÍSTICA					
			Construcción de la Zanja y paredes del invernadero	Aislamiento del piso y paredes con tallos de plantas	Aislamiento de la zanja con tecnopor	Realizar conexiones de tuberías	Armado de estructura del techo de invernadero	Construcción de la poza de mezclado	Actividad de mezclado y bombeo	Actividad de biología con TR de 70 días (formación de biogás)	Proceso de deshidratación del biogás	Proceso de desulfuración del biogás	Almacenamiento de biogás	Generación de energía eléctrica	Uso de agua proveniente de plantas de tratamiento	Uso de estiércol de cuy proveniente de la zona	Generación de biol como subproducto	Vertederos de estiércol y otros desechos	Servicio de selección, pesado y ensacado tercerizado	Abastecimiento de agua		
FÍSICO	Aire	Calidad del aire																				
		Ruidos y vibraciones	-4			-2																
SUELO		Fisiografía (Geomorfología)	-2																			
		Calidad de uso	-3																			
		Capacidad de uso	-4		-4									7	7							
AGUA		Calidad de agua																6				
		Disminución del recurso hídrico																-4				
BIOLÓGICO	Flora	Alteración del hábitat	-3																			
		Especies en peligro de extinción			-3																	
Fauna		Alteración del hábitat																				
		Especies en peligro de extinción																				
SOCIOECONÓMICO	Económico	Generación de empleo	10	8	8	7	8	10														
		Cambio en el valor de la tierra	3																			
		Incremento de impuestos	-3																			
Social		Salud																				
		Modo de vida																				
		Estético/Paisajístico	-3	-3	-3		3	-2														
EVALUACIONES			Impacto	-9	2	1	5	11	-3	-12	-12	-10	-11	-10	8	-4	17	32	-26	18	7	
			Valores positivos	13	8	8	7	11	12	0	4	0	0	0	8	11	17	27	0	18	11	
			Valores negativos	-22	-6	-7	-2	0	-15	-12	-16	-10	-11	-10	0	-15	0	5	-26	0	-4	

EVALUACIONES		
Impacto	Valores positivos	Valores negativos
-28	0	-28
-11	0	-11
-5	0	-5
11	7	-3
-6	7	-13
7	11	-4
-19	0	-19
-1	7	-8
-3	0	-3
-12	0	-12
-7	0	-7
61	61	0
8	8	0
-1	2	-3
-21	0	-21
35	39	-4
-4	13	-17

Elaboración propia

Como resultados de esta evaluación, se pudo determinar que los aspectos más relevantes a tomar en cuenta para la mitigación del impacto son la calidad del aire y la salud de las personas.

Por otro lado, los aspectos impactados positivamente con este proyecto son: la generación de empleo y la mejora en el modo de vida.

A continuación, se presenta una lista de actividades para mitigar los principales impactos considerados.

Proceso de deshidratación del biogás

El vapor de agua constituye uno de los principales gases de efecto invernadero, al elevar las temperaturas mediante el atrapamiento y retención del calor dentro de la atmósfera; esta acumulación retiene calor y eleva las temperaturas, incrementándose así los efectos del calentamiento global. Es cierto que, en muchos casos, este es un proceso natural y casi inevitable por la evaporación de mares, ríos, lagos; pero se deben buscar alternativas para contrarrestar estas emisiones por agentes externos (Noticias de la Ciencia y Tecnología, 2014).

Para mitigar las emisiones de vapor de agua, el proyecto presentado plantea la instalación de trampas de agua en las tuberías de conducción del biogás; ya que, este al salir del biodigestor, se encuentra con una temperatura elevada y conforme atraviesa las tuberías, se enfría y se condensa. Para evitar que las tuberías se puedan obstruir y que el vapor de agua salga al exterior, se colocan trampas de agua en pendiente para que el agua condensada caiga sin permitir el escape del gas. El agua condensada obtenida debe ser drenada con frecuencia de la trampa de agua para evitar su saturación. (CARE Perú, 2016).

Otra alternativa es el uso de intercambiadores de calor tubular para biogás, el cual permite la condensación del biogás al fluir por el interior de los tubos interiores, mientras que, el agente de enfriamiento lo hace por el canal exterior (SACOME, 2018).

Adicional a este tratamiento, el agua obtenida por la condensación puede ser tratada por medio de filtros de ósmosis inversa para la eliminación de impurezas, bacterias y que esta sea apta para el consumo o la reutilización en el proceso productivo.

Proceso de desulfuración del biogás

El proceso de desulfuración consiste en la retención del sulfuro de hidrógeno o ácido sulfhídrico mediante virutas de metal, sea de desechos de tornería o malla de limpieza Virutex. El sulfuro de hidrógeno queda atrapado en las virutas de óxido de hierro; formando el compuesto sulfuro de hierro trihidratado. Según Piñón (2018), dicho compuesto al reaccionar con el oxígeno del medio ambiente, separa nuevamente el óxido de hierro y permite que la viruta pueda ser reutilizada hasta un máximo de 5 veces.

Es preciso tratar las virutas, lavándolas con detergente para eliminar grasa e impurezas, posteriormente, sumergirlas en una solución de HCl a 5% durante 5-10 minutos, se extraen y se dejan secar al aire. Por último, se sumergen las virutas en una solución de NaOH a 5% durante 10 minutos y se dejan secar al aire (Piñón, 2018).

Como disposición final, una vez agotadas las virutas deben ser almacenadas en un recipiente hermético en un lugar fresco y seco, hasta ser entregadas a un servicio de manejo de residuos finales industriales (CNESST, 2016). En la localidad se cuenta con una planta de tratamiento y disposición final de residuos sólidos industriales en el sector de Tiranapampa.

Producción de biol como subproducto

La producción de biol genera un impacto positivo a la población de la localidad. Este subproducto será dado a los propietarios de cosechas o ganado para que pueda ser usado como abono, o puede ser usado también como un medio de canje con estiércol fresco de cuy que sirve como materia prima para el proyecto.

Como disposición final, este debe ser almacenado en un ambiente oscuro y fresco a temperatura ambiente en tanques o bidones, de lo contrario, puede perder sus propiedades biológicas y nutritivas.

Como política de la empresa, los tanques de biol son entregados a los pobladores para los fines respectivos con la condición de ser devueltos en un plazo máximo de 30 días; esto con la finalidad de reusar los tanques adquiridos y evitar gastos innecesarios; así mismo contribuir con el cuidado del medio ambiente al evitar el uso masivo de plástico.

Solo se puede usar entre 3 a 6 meses de su cosecha, después, disminuye sus propiedades. En buenas condiciones de almacenamiento, el biol puede durar hasta 6 meses (FONCODES, 2014).

5.7. Seguridad y salud ocupacional

De acuerdo a la Ley N°29783, su Reglamento D.S. N°005-2012-TR y modificatorios generales, la empresa cumplirá con los 9 principios de la Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo, velando por la salud y el bienestar de los trabajadores, y de aquellos que, no teniendo vínculo laboral, prestan servicios o se encuentran dentro del ámbito del centro de labores (Ministerio del trabajo, 2012).

Además, según el Artículo 30 de la Ley N°29783, al ser un centro de trabajo con menos de 20 trabajadores, son los mismos trabajadores quienes nombran al supervisor de seguridad y salud en el trabajo.

Se tomarán en cuenta las medidas de prevención y protección del sistema de gestión de la seguridad y salud en el trabajo mencionadas en el Artículo 21 de la Ley N°29783 tales como la eliminación de los peligros y riesgos, combatiendo y controlando los riesgos en su origen ya que al trabajar con materiales con altos contenidos gaseosos es probable que los trabajadores puedan sufrir de problemas respiratorios a largo plazo.

Así mismo, cabe resaltar que según el Capítulo I y Capítulo II, Derechos y obligaciones de los empleadores y trabajadores respectivamente, del Título V de la Ley N°29783, Derechos y Obligaciones; el empleador y el trabajador tienen derechos y obligaciones, todo en beneficio de la empresa y el mejoramiento del área laboral, tomando medidas de protección y prevención tanto para los trabajadores como para el empleador, otorgándoles instrumentos de protección necesario para cumplir con sus labores diarias y así aumentará la productividad de la empresa.

Según el Artículo 82 de la Ley N°29783, se debe informar al Ministerio de Trabajo y Promoción del Empleo todo accidente de trabajo mortal, los incidentes peligrosos que pongan en riesgo la salud y la integridad física de los trabajadores o a la población y cualquier otro tipo de situaciones que altere o ponga en riesgo la vida, integridad física y psicológica del trabajador por lo que se contará con un registro de

todos los incidentes ocurridos dentro de la planta así como un contador de días que la empresa lleva sin haber ocurrido un accidente.

La empresa contará con un plan de respuesta a emergencias previsto, el cual consiste, en primer lugar, en hacer sonar la alarma de emergencia, en segundo lugar, evacuar las instalaciones de manera calmada y segura y, finalmente, las personas se dirigirán y realizarán un círculo en las zonas seguras señaladas.

Además, la empresa contará con equipos contra incendios como 3 extintores de polvo químico seco ubicados uno en cada almacén y otro en las oficinas, 2 aspersores contra incendios en las oficinas, en caso de ocurrir algún incendio dentro de las instalaciones; y, por último, 2 mangueras contra incendios ubicadas estratégicamente en las paredes fuera del almacén de subproductos y fuera del comedor.

Finalmente, los operarios contarán con equipos de protección personal adecuados para la manipulación de material orgánico. Entre estos equipos se encuentran: botas de PVC, guantes, mascarilla y traje de tipo buzo.

Para la seguridad contra robos, se contará con una caseta de seguridad donde habrá una persona encargada de la seguridad de la planta.

A continuación, en las tablas 5.16, 5.17 y 5.18 se muestra la matriz IPER y los parámetros de medición de los riesgos. Y en la figura 5.5 se muestra el plano de seguridad del proyecto

Tabla 5.16

Matriz IPERC

Proceso	Actividad	Peligros	Riesgo	Personas Expuestas (a)	Procedimientos existentes (b)	Capacitación (c)	Exp. al Riesgo (d)	Probabilidad (a+b+c+d)	Severidad	Riesgo	Nivel de Riesgo	Riesgo Significativo	Medidas de Control
Generación de energía eléctrica con el uso de biodigestores tubulares	Traslado del almacén de materia prima al área de mezclado	Pasadizos obstruidos	Contusiones, golpes, caídas	1	1	1	2	5	1	5	Tolerable	NO	Mantener un orden adecuado y limpieza en los pasadizos
		Objetos pesados	Sobreesfuerzo, hernias, dolores lumbares	1	1	1	2	5	2	10	Moderado	NO	Capacitar al personal, enseñándoles técnicas para un mejor uso de su fuerza al levantar objetos pesados
		Manipulación de herramientas	Movimientos repetitivos, ergonómicos por sobreesfuerzo	1	1	1	2	5	1	5	Tolerable	NO	Capacitar operarios en el correcto uso de herramientas
		Presencia de excremento y malos olores	Problemas respiratorios a largo plazo	1	1	1	3	6	3	18	Importante	SI	Entregar el equipo de seguridad necesario para evitar problemas respiratorios
		Polvo, material particulado	irritación de vía respiratoria, alergias, tos	1	1	1	3	6	3	18	Importante	SI	Entregar el equipo de seguridad necesario para evitar problemas respiratorios
	Alimentar el área de mezclado	Objetos pesados	Sobreesfuerzo, hernias, dolores lumbares	1	1	1	2	5	2	10	Moderado	NO	Capacitar al personal, enseñándoles técnicas para un mejor uso de su fuerza al levantar objetos pesados
		Presencia de excremento y malos olores	Problemas respiratorios a largo plazo	1	1	1	3	6	3	18	Importante	SI	Entregar el equipo de seguridad necesario para evitar problemas respiratorios
	Mantenimiento al biodigestor	Aguas residuales	Infecciones a la piel	1	1	1	2	5	2	10	Moderado	NO	Entregar el equipo de seguridad necesario
		Gases tóxicos	Problemas respiratorios a largo plazo	1	1	1	1	4	3	12	Moderado	NO	Entregar el equipo de seguridad necesario para evitar problemas respiratorios
		Excremento y malos olores	Problemas respiratorios a largo plazo	1	1	1	3	6	3	18	Importante	SI	Entregar el equipo de seguridad necesario para evitar problemas respiratorios
		Radiación solar	Cancer a la piel	1	1	1	3	6	3	18	Importante	SI	Capacitar al personal en cuidados para su salud tanto en protección para la piel como en seguridad ocupacional
	Tránsito por la zona del cogenerador	Altas cantidades de corriente eléctrica	Electrocución por contacto, muerte	1	1	1	3	6	3	18	Importante	SI	Manetener las áeras debidamente marcadas y con advertencia de peligro para evitar accidentes
	Labores de limpieza	Pasadizos obstruidos	Contusiones, golpes, caídas	1	1	1	2	5	1	5	Tolerable	NO	Mantener un orden adecuado y limpieza en los pasadizos
		Pisos resbalosos	Contusiones, golpes, caídas	1	1	1	3	6	1	6	Tolerable	NO	Mantener las áreas debidamente marcadas y con advertencias de peligro para evitar accidentes
	Labores administrativas	Posiciones fijas durante tiempos prolongados	Ptoblemas ergonómicos, dolores lumbares.	2	1	1	3	7	1	7	Tolerable	NO	Utilizar muebles y equipos que se adecúen a la ergonomía del personal

Elaboración propia

Tabla 5.17*Índice de probabilidad-IPERC*

Índice	Probabilidad			Expo. Al riesgo	Severidad
	Personas expuestas	Procedimientos Existentes	Capacitación		
1	1 a 3	Existen, son satisfactorios y suficientes	Personal entrenado, conoce el peligro y lo previene	Al menos una vez al año	Lesión, discomfort, incomodidad
2	4 a 12	Existen parcialmente y no son satisfactorios	Personal parcialmente entrenado	Al menos una vez al mes	Lesión con incapacidad temporal
3	12 a más	No existen	Personal no entrenado	Al menos una vez al día	Lesión con incapacidad permanente

Fuente: ISOtools (2014)

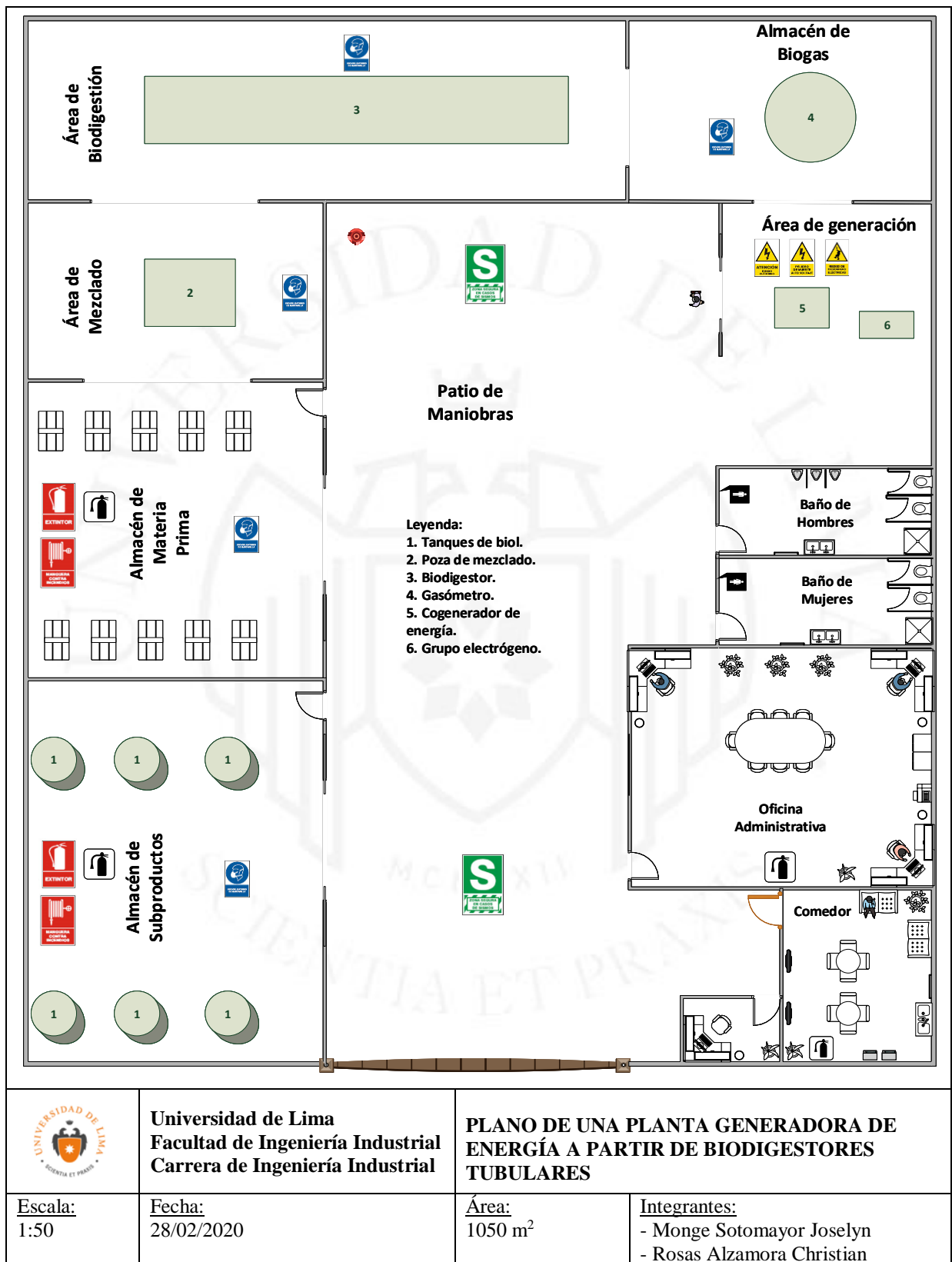
Tabla 5.18*Nivel de riesgo-IPERC*


Nivel de riesgo	Postura
Trivial 4	No requiere acción específica
Tolerable 5-8	Mantener eficacia de las acciones preventivas
	Buscar alternativas más económicas
	Comprobar e inspeccionar periódicamente para mantener nivel
Moderado 9-16	Aplicar acciones para reducir el riesgo en un plazo determinado
	Si el riesgo está asociado a consecuencias extremadamente dañinas reevaluar para mejorar resultados
Importante 17-24	No empezar el trabajo hasta reducir el riesgo
	Es posible que requiera importantes recursos para control de riesgos
Intolerable 25-36	No empezar ni continuar el proceso hasta no reducir el riesgo
	Si no es posible reducir el riesgo, prohibir el trabajo

Fuente: ISOtools (2014)

Figura 5.5

Plano de seguridad



 <p>Universidad de Lima Facultad de Ingeniería Industrial Carrera de Ingeniería Industrial</p>	<p>PLANO DE UNA PLANTA GENERADORA DE ENERGÍA A PARTIR DE BIODIGESTORES TUBULARES</p>		
<p><u>Escala:</u> 1:50</p>	<p><u>Fecha:</u> 28/02/2020</p>	<p><u>Área:</u> 1050 m²</p>	<p><u>Integrantes:</u> - Monge Sotomayor Joselyn - Rosas Alzamora Christian</p>

Elaboración propia

5.8. Sistema de mantenimiento

A continuación, en la tabla 5.19 se presenta el plan de mantenimiento anual preventivo a realizar a las máquinas que comprende el proyecto.

Tabla 5.19

Plan de mantenimiento de equipos

Equipos	Tarea de limpieza / mantenimiento	Procedimiento	Tiempo	Frecuencia
Bomba mezcladora	Inspeccionar los sellos en busca de fugas	Se realiza de manera visual	10 min	5 veces al año
	Reemplazar el sello mecánico cada año	Se realiza el desarmado con un destornillador estrella para retirar los sellos y reemplazarlos con unos nuevos para finalmente volver a armarla	60 min	1 vez al año
	Inspección de elastómeros	Se reemplazan al mismo tiempo en que se reemplazan los sellos	5 min	1 vez al año
	Limpieza total	Se utiliza agua caliente y productos químicos para esterilizar in situ	45 min	5 veces al año
Biodigestor	Comprobar que la manguera de conducción del biogás no se encuentre doblada	Se realiza de manera visual	5 min	Diario
	Limpieza total	En primer lugar, se evacúan los desechos del biodigestor, luego se realiza el lavado con agua tibia.	60 min	5 veces al año
Cogenerador	Limpieza de la válvula de gas	Se realiza la limpieza con químicos de limpieza y una cantidad mínima de agua	30 min	5 veces al año
	Limpieza del filtro de aire	Se realiza la limpieza con químicos de limpieza y una cantidad mínima de agua	30 min	5 veces al año
	Cambio de filtro de aire	Mediante el uso de un destornillador y una llave 3/4 se realiza el desarmado para retirar el filtro antiguo y sustituirlo por el nuevo	30 min	1 vez al año
	Cambio del fluido refrigerante, de la correa dentada y del estirador de la correa del sistema de refrigeración	Se purgan los líquidos de los recipientes de retención por el orificio de vaciado	60 min	1 vez al año
	Cambio del juego de bujías y de los rodamientos del alternador	Mediante el uso de un destornillador y una llave 3/4 se realiza el desarmado para retirar el filtro antiguo y sustituirlo por el nuevo	60 min	1 vez al año
	Lubricación	introducir el lubricante para que pueda circular el motor	30 min	5 veces al año

Elaboración propia

Adicionalmente, se considerarán horas de mantenimiento (en horas al año) reactivo para los tres equipos, como se muestra en la tabla 5.20.

Tabla 5.20

Estimado de horas de mantenimiento reactivo al año

Máquina	Reactivo (H/Año)
Bomba	2
Biodigestor	2
Cogenerador	8

Elaboración propia

5.9. Diseño de la cadena de suministro

La cadena de suministro para el proyecto abarca desde el abastecimiento de materias primas, en este caso, el estiércol de cuy; hasta su transformación y llegada a los usuarios finales.

Abastecimiento de estiércol

El estiércol de cuy, como se mencionó en el capítulo anterior, es recolectado de distintas fuentes, a las cuales se tiene acceso de manera gratuita; las distintas fuentes son vertederos, calle, depósitos, etc.

Una vez el estiércol es recogido, se selecciona, pesa y ensaca en sacos de 50 kg para un mejor manejo del material. Esta actividad es tercerizada; ya que, al proceso solo se requieren los sacos de estiércol.

El lead time de pedido de los sacos preparados debe ser de aproximadamente 10 días antes de la carga al mezclador (5 cargas al año).

Abastecimiento de agua

Se usará agua proveniente de plantas de tratamiento de aguas residuales (PTAR); específicamente la PTAR de Vilcacoto, cuyos reservorios de almacenamiento son lugar de donde la empresa encargada del abastecimiento de agua en la localidad, SEDAM, retira agua potable para la distribución de este servicio a la localidad. La capacidad de almacenamiento de estos reservorios es de 17 220 m³, cantidad suficiente de agua para abastecer a la planta al año.

Conociendo esto, SEDAM, provee de camiones cisterna con capacidades de hasta 25 m³. Estos pueden llegar al lugar donde se encuentra ubicada la planta y abastecer del agua necesaria para la operación. Al ser un proyecto regulado por el Estado y el Gobierno Regional, la Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento (SUNASS) está en la facultad de gestionar los recursos necesarios, y en este caso, realizar las coordinaciones con el SEDAM para el abastecimiento del servicio, según se requiera (Superintendencia Nacional de Servicio de Saneamiento - SUNASS, 2014).

Obtención del biogás y generación de energía eléctrica

Se da el proceso de obtención del biogás por digestión anaeróbica y generación de energía eléctrica; como se mencionó anteriormente.

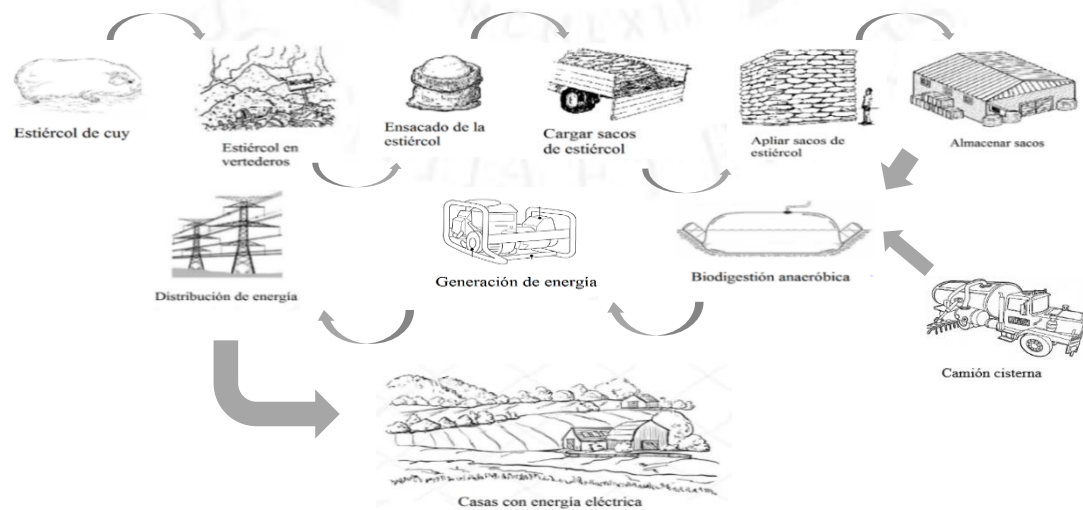
Distribución de la energía eléctrica

Como se mencionó en el capítulo 2, la empresa encargada de distribuir la energía para la zona de estudio del proyecto será Electrocentro, la cual se encargará de construir las líneas de transmisión y realizar la cobranza a usuarios finales; que, en este caso, es el Gobierno Regional de la localidad. Así mismo, de brindar un servicio post venta y servir de nexo entre el usuario final y el generador.

En la figura 5.6 se muestra el diseño de la cadena de suministro desde el abastecimiento de estiércol de cuy hasta la obtención final de la energía por parte de los usuarios finales.

Figura 5.6

Cadena de suministro



Elaboración propia

5.10. Programa de producción

Para el plan de producción del período 2019-2026, se considera la cantidad de energía que puede producirse año a año con la materia prima disponible en dicho período.

En la tabla 5.21 se muestra la cantidad de Kwh a producir con la cantidad de estiércol disponible.

Tabla 5.21

Cantidad de Kwh a producir con estiércol disponible

Año	Cant MP	%disponible	Cant biogas	Cant biogas purificado	Cant KWh
2019	195,74	69 487,70	8 338,52	4 577,02	32 039,11
2020	213,50	75 792,50	9 095,10	4 992,30	34 946,10
2021	232,88	129 248,40	15 509,81	8 513,33	59 593,34
2022	254,01	140 975,55	16 917,07	9 285,78	65 000,44
2023	277,07	153 773,85	18 452,86	10 128,78	70 901,43
2024	302,21	167 726,55	20 127,19	11 047,81	77 334,69
2025	329,63	182 944,65	21 953,36	12 050,20	84 351,39
2026	359,55	199 550,25	23 946,03	13 143,98	92 007,83

Elaboración propia

En la tabla 5.22 se muestra la producción anual de energía eléctrica en kwh comparada con la capacidad instalada de la planta, obteniendo el porcentaje de utilización año a año.

Tabla 5.22

% de utilización de la capacidad por año

Año	Producción	Capacidad instalada	% Utilización
2019	32 039,11	94 796,93	33,80%
2020	34 946,10	94 796,93	36,86%
2021	59 593,34	94 796,93	62,86%
2022	65 000,44	94 796,93	68,57%
2023	70 901,43	94 796,93	74,79%
2024	77 334,69	94 796,93	81,58%
2025	84 351,39	94 796,93	88,98%
2026	92 007,83	94 796,93	97,06%

Elaboración propia

5.11. Requerimiento de insumos, servicios y personal

5.11.1. Materia prima, insumos y otros materiales

A continuación, en las tablas 5.23 y 5.24 se presentan los requerimientos de estiércol de cuy y agua, los cuales son considerados como insumos principales para el proceso, para el período 2019-2026.

Tabla 5.23

Requerimiento anual de estiércol

Año	KWh producidos	Kg de MP
2019	32 039,11	69 487,70
2020	34 946,10	75 792,50
2021	59 593,34	129 248,40
2022	65 000,44	140 975,55
2023	70 901,43	153 773,85
2024	77 334,69	167 726,55
2025	84 351,39	182 944,65
2026	92 007,83	199 550,25

Elaboración propia

Tabla 5.24

Requerimiento anual de agua

Año	KWh producidos	Lt de agua
2019	32 039,11	208 463,10
2020	34 946,10	227 377,50
2021	59 593,34	387 745,20
2022	65 000,44	422 926,65
2023	70 901,43	461 321,55
2024	77 334,69	503 179,65
2025	84 351,39	548 833,95
2026	92 007,83	598 650,75

Elaboración propia

A continuación, en las tablas 5.25 y 5.26 se presentan los requerimientos de materiales indirectos tales como: sacos de 50 kg y tanques.

Tabla 5.25

Requerimiento de sacos de 50 kg

Año	Kg de MP	sacos de 50 kg
2019	69 487,70	1 389,75
2020	75 792,50	1 515,85
2021	129 248,40	2 584,97
2022	140 975,55	2 819,51
2023	153 773,85	3 075,48
2024	167 726,55	3 354,53
2025	182 944,65	3 658,89
2026	199 550,25	3 991,01

Elaboración propia

Tabla 5.26

Requerimiento de tanques de Tanques de 5 m³

Año	m³ de Biol	Tanques de 5 m³
2019	281,76	57
2020	307,32	62
2021	524,07	105
2022	571,62	115
2023	623,52	125
2024	680,09	137
2025	741,80	149
2026	809,13	162

Elaboración propia

Se hará uso de diésel como combustible para el funcionamiento del grupo electrógeno, que dará suministro de energía a las oficinas y a la bomba mezcladora durante el tiempo de funcionamiento. La bomba mezcladora requiere una potencia de entrada de 15 Kw, mientras que las luminarias una potencia de 0,1 Kw. Considerando 10 luminarias en la planta con un tiempo de funcionamiento de 2880 horas al año. Mientras que la bomba mezcladora funciona 40 horas al año. El grupo electrógeno consume

teóricamente 4,6 lt/hora. Por lo tanto, con un total de 2 920 horas al año, se requerirán 13 432 Lt de diésel por año.

5.11.2. Servicios

Como se mencionó anteriormente, la planta requerirá servicio de energía eléctrica para el funcionamiento de la bomba mezcladora y luminarias.

Para abastecer de este servicio a la planta, se cuenta con un grupo electrógeno de 17,1 KW de potencia.

En la tabla 5.27 se muestra los requerimientos de energía eléctrica al año y la potencia mínima que debería tener el grupo electrógeno para abastecer de energía a los equipos necesarios.

Tabla 5.27

Requerimiento de energía para equipos


Equipos fabriles	Cantidad	Potencia KW	Tiempo (H/Año)
Bomba mezcladora	1	15	40,00
Luminaria	10	0.1	2 880
Total Energía			2 920,00
Potencia mínima requerida	16,00	KW	
Grupo electrógeno seleccionado MM-16	17,1	KW	

Elaboración propia

En la tabla 5.28, se muestran las especificaciones técnicas del grupo electrógeno a utilizar para el suministro del servicio de energía.

Tabla 5.28*Especificaciones técnicas de grupo electrógeno*

Grupo Electrónico	
Marca	Modasa
Modelo	MM-16
Potencia	17,1 KW
Consumo de combustible	4,6 Lt/h
Tiempo de uso	Ilimitado



Fuente: Modasa, 2018)

5.11.3. Requerimiento de trabajadores directos, indirectos y administrativos

En la tabla 5.29 se muestra la cantidad de trabajadores directos de planta para el período 2019-2026, que comprenden las actividades de carga a la bomba y descarga del biol.

Tabla 5.29*Requerimiento de trabajadores directos de planta*

Etapa	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
Carga de sustrato a la bomba	1	1	1	1	1	1	1	1
Descarga del biol	1	1	1	1	1	1	1	1

Elaboración propia

En la tabla 5.30 se muestra la cantidad de trabajadores indirectos de planta para el período 2019-2026, que comprenden el cargo de jefe y supervisor de operaciones.

Tabla 5.30*Requerimiento de trabajadores indirectos de planta*

Detalle	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
Jefe de operaciones	1	1	1	1	1	1	1	1
Supervisor de operaciones	1	1	1	1	1	1	1	1

Elaboración propia

En la tabla 5.31 se muestra la cantidad de trabajadores administrativos para el período 2019-2026, que comprende el cargo de gerente del proyecto.

Tabla 5.31

Requerimiento de trabajadores administrativos

Detalle	2019	2020	2021	2022	2023
Gerente del proyecto	1	1	1	1	1

Elaboración propia

En la tabla 5.32, se muestra el requerimiento de personal de seguridad requerido para el período 2019-2026.

Tabla 5.32

Requerimiento de personal de seguridad

Detalle	2019	2020	2021	2022	2023
Vigilante	1	1	1	1	1

Elaboración propia

5.11.4. Servicio de terceros

Se subcontratará personal para las actividades de selección, pesado y ensacado del estiércol de cuy y se les brindará los sacos de 50 kg. El servicio incluirá el traslado de los sacos a la planta.

Como se mencionó anteriormente, el lead time de pedidos de sacos, debe ser aproximadamente de 10 días, considerando feriados y fines de semana.

Así mismo, se contratará el servicio de mantenimiento de equipos y maquinaria cuando se requiera.

De igual manera, el servicio de tratamiento de residuos industriales.

5.12. Disposición de planta

5.12.1. Características físicas del proyecto

a. Factor Material

Este factor es importante para la distribución de planta, incluye la materia prima, materiales (sacos y tanques), subproductos como el biol, desperdicios y residuos que requieren una disposición especial.

El estiércol, al ser el insumo principal del proyecto, se considera que debe encontrarse almacenado en un lugar con suficiente ventilación y que se mantenga limpio; ya que, es un material orgánico con rápida tendencia a la descomposición.

b. Factor movimiento

Este factor considera la reducción de esfuerzos físicos y tiempos de movilización por parte de los operarios, por lo que se contará con carretillas hidráulicas para el traslado de los sacos de estiércol y tanques de biol. Los operarios serán capacitados en el uso de estos equipos.

c. Factor espera

Se contará con dos almacenes; uno de ellos servirá para el almacenamiento temporal de los sacos de estiércol, este debe ser acondicionado con una temperatura de media a baja (de 15° a 20° C) y con suficiente ventilación.

Para el caso de los tanques de biol (subproductos), se contará con un almacén con características similares al almacén de estiércol. Aquí permanecerán los tanques de biol que posteriormente serán negociados con los pobladores de la localidad.

d. Factor servicio

Al personal se le brindará lo siguiente:

- Ventilación e iluminación adecuada
- Al personal administrativo se le asignará oficinas con el mobiliario adecuado para que puedan ejercer sus labores (escritorios, computadoras, sillas, etc.)
- Un comedor que contará con mesas sillas y equipado con un microondas y refrigerador.
- Se contará con servicios higiénicos para varones y mujeres.

e. Factor edificio

Se tomará en cuenta la construcción de la zanja para el biodigestor y la infraestructura para las demás zonas de la planta.

Suelo:

Se necesita contar con un suelo adecuado, especialmente para la instalación del biodigestor, este debe tener humedad media para evitar la degradación del biodigestor y sus aislantes. Se contará con un ingeniero civil que nos oriente sobre esta decisión.

Materiales de construcción:

Específicamente, para la zona de biodigestión, se considerará ciertos materiales orgánicos aislantes para evitar el contacto del biodigestor con el suelo, para esto se utilizará paja, tecnopor de 4" de grosor, agrofílm para el techo de la zona de biodigestión o invernadero. Para las demás zonas de la planta se considerará material concreto en la construcción.

Pisos:

Los pisos de los almacenes, zona de generación y mezclado serán de concreto como material básico; mientras que la zona de biodigestión no considera algún material compuesto para el piso; es decir, será solo tierra.

Techo: Techo de concreto para las zonas techadas y agrofílm para el invernadero o zona de biodigestión.

5.12.2. Determinación de las zonas físicas requeridas

Almacén de materia prima

En este almacén, se guardarán los 799 sacos de estiércol aproximadamente necesarios para un lote de producción, hasta que éstos sean requeridos; los sacos serán almacenados en parihuelas de 1,2 x 1m. Teniendo en cuenta que los sacos de excrementos tienen una medida de 0,6 x 1m, se calcula que entrarán hasta 10 sacos por parihuela repartidos en dos sacos por 5 niveles. Por lo tanto, se contará con 80 parihuelas en el almacén para llevar un correcto orden, además se considerará un espacio de 10 cm entre parihuelas y 11,6 m² para el libre tránsito de la estoca para poder retirar las parihuelas.

A continuación, en la tabla 5.33, se muestra el área requerida para el almacén de materia prima.

Tabla 5.33*Área requerida para almacén de MP*

Material	Parihuela			Área m ²
	Largo	Ancho	Cantidad	
Sacos	1,2	1	80	96,0

Elaboración propia

Almacén de subproductos

En este almacén se guardarán los bidones de biol que fueron desechados del biodigestor al transcurrir los 70 días dentro de éste. El biol será almacenado en tanques de 5 m³ de capacidad, requiriendo un total de 33 tanques por cada lote.

En la tabla 5.34 se muestra el área requerida para el almacén de subproductos.

Tabla 5.34*Área requerida para el almacén de subproductos*

Material	Tanques			Área m ²
	Díámetro	Largo	Cantidad	
Tanques	1,8	2	33,00	84,0

Elaboración propia

Almacén de biogás

Para el dimensionamiento del almacén de biogás o gasómetro, se tendrán que considerar stocks mensuales de producción de biogás al año, afectados por estacionalidad en venta de energía.

En primer lugar, se tomó en cuenta la venta nacional mensual de energía del año 2017 y se determinaron patrones o factores de estacionalidad en estas ventas. Se obtuvieron los siguientes datos, mostrados en la tabla 5.35.

Tabla 5.35

Venta nacional mensual de energía eléctrica con estacionalidad

	Valle	Valle	Pico	Plana	Pico	Valle	Plana	Plana	Plana	Plana	Valle	Pico
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Factor de estacionalidad	96%	95%	103%	100%	105%	99%	100%	100%	100%	100%	99%	102%
Vendida GW/H	3 517	3 473	3 747	3 647	3 835	3 629	3 640	3 668	3 651	3 664	3 622	3 742

Fuente: (MINEM, 2017)

Se puede observar que, los meses de enero, febrero, junio y noviembre son meses de baja venta de energía con respecto a los demás meses; lo cual, puede deberse a temporadas festivas, en las cuales el consumo de energía aumenta. Por ejemplo, diciembre por las fiestas navideñas.

Teniendo el factor de estacionalidad en la venta de energía eléctrica, esta se aplicará en el proyecto. La tabla 5.36 muestra la venta mensual de energía en Kwh por años del proyecto (2019-2026) afectadas por el factor de estacionalidad

Tabla 5.36*Venta mensual de energía eléctrica del proyecto con estacionalidad*

Años	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
2019	2 570,58	2 538,42	2 738,69	2 665,60	2 803,01	2 652,45	2 660,49	2 680,95	2 668,53	2 678,03	2 647,33	2 735,04
2020	2 803,82	2 768,74	2 987,18	2 907,46	3 057,34	2 893,11	2 901,88	2 924,20	2 910,65	2 921,01	2 887,53	2 983,19
2021	4 781,33	4 721,52	5 094,02	4 958,07	5 213,65	4 933,60	4 948,55	4 986,62	4 963,51	4 981,18	4 924,08	5 087,22
2022	5 215,16	5 149,92	5 556,21	5 407,93	5 686,70	5 381,24	5 397,55	5 439,07	5 413,86	5 433,14	5 370,86	5 548,80
2023	5 688,61	5 617,44	6 060,63	5 898,88	6 202,97	5 869,77	5 887,56	5 932,85	5 905,35	5 926,38	5 858,45	6 052,54
2024	6 204,77	6 127,14	6 610,54	6 434,12	6 765,79	6 402,36	6 421,77	6 471,17	6 441,18	6 464,11	6 390,01	6 601,72
2025	6 767,74	6 683,07	7 210,33	7 017,90	7 379,66	6 983,26	7 004,43	7 058,31	7 025,59	7 050,61	6 969,79	7 200,70
2026	7 382,04	7 289,68	7 864,80	7 654,90	8 049,50	7 617,12	7 640,21	7 698,98	7 663,30	7 690,58	7 602,43	7 854,30

Elaboración propia

De igual manera, la tabla 5.37 presenta el uso de biogás en m³ relacionado a la venta mensual de energía obtenida en la tabla anterior. Afectada también por el factor de estacionalidad.

Tabla 5.37*Uso de biogás en m³ en relación a la venta mensual de energía*

Años	enero	febrero	marzo	abril	mayo	junio	julio	agosto	setiembre	octubre	noviembre	diciembre
2019	367,23	362,63	391,24	380,80	400,43	378,92	380,07	382,99	381,22	382,58	378,19	390,72
2020	400,55	395,53	426,74	415,35	436,76	413,30	414,55	417,74	415,81	417,29	412,50	426,17
2021	683,05	674,50	727,72	708,30	744,81	704,80	706,94	712,37	709,07	711,60	703,44	726,75
2022	745,02	735,70	793,74	772,56	812,39	768,75	771,08	777,01	773,41	776,16	767,27	792,69
2023	812,66	802,49	865,80	842,70	886,14	838,54	841,08	847,55	843,62	846,63	836,92	864,65
2024	886,40	875,31	944,36	919,16	966,54	914,62	917,40	924,45	920,17	923,44	912,86	943,10
2025	966,82	954,72	1 030,05	1 002,56	1 054,24	997,61	1 000,63	1 008,33	1 003,66	1 007,23	995,68	1 028,67
2026	1 054,58	1 041,38	1 123,54	1 093,56	1 149,93	1 088,16	1 091,46	1 099,85	1 094,76	1 098,65	1 086,06	1 122,04

Elaboración propia

Asumiendo una producción de biogás mensual constante; es decir, la cantidad anual dividida en doce meses; la finalidad de estos cálculos son identificar los meses de bajo consumo y reservar cierta cantidad de biogás para los meses pico.

A continuación, las tablas 5.38 a la 5.45 presentan los inventarios mensuales de biogás en m³, relacionando la producción y el uso mensual del mismo.

Tabla 5.38*Inventarios mensuales de biogás 2019*

2019	enero	febrero	marzo	abril	mayo	junio	julio	agosto	septiembre	octubre	noviembre	diciembre	
	381,42	381,42	381,42	381,42	381,42	381,42	381,42	381,42	381,42	381,42	381,42	381,42	
	14,19	18,79	- 9,82	0,62	- 19,01	2,50	1,35	- 1,57	0,20	- 1,16	3,23	- 9,30	M³ máximos
0	14,19	32,98	23,15	23,77	4,76	7,26	8,61	7,03	7,23	6,07	9,30	-	32,98

Elaboración propia

Tabla 5.39*Inventarios mensuales de biogás 2020*

2020	enero	febrero	marzo	abril	mayo	junio	julio	agosto	septiembre	octubre	noviembre	diciembre	
	416,03	416,03	416,03	416,03	416,03	416,03	416,03	416,03	416,03	416,03	416,03	416,03	
	15,48	20,49	- 10,72	0,67	- 20,74	2,72	1,47	- 1,72	0,22	- 1,26	3,52	- 10,15	M³ máximos
0	15,48	35,97	25,25	25,93	5,19	7,92	9,39	7,67	7,89	6,62	10,15	-	35,97

Elaboración propia

Tabla 5.40*Inventarios mensuales de biogás 2021*

2021	enero	febrero	marzo	abril	mayo	junio	julio	agosto	septiembre	octubre	noviembre	diciembre	
	709,44	709,44	709,44	709,44	709,44	709,44	709,44	709,44	709,44	709,44	709,44	709,44	
	26,40	34,94	-18,27	1,15	-35,36	4,64	2,51	-2,93	0,37	-2,15	6,00	-17,30	M³ máximos
0	26,40	61,34	43,07	44,22	8,85	13,50	16,01	13,08	13,45	11,30	17,30	-	61,34

Elaboración propia

Tabla 5.41*Inventarios mensuales de biogás 2022*

2022	enero	febrero	marzo	abril	mayo	junio	julio	agosto	septiembre	octubre	noviembre	diciembre	
	773,81	773,81	773,81	773,81	773,81	773,81	773,81	773,81	773,81	773,81	773,81	773,81	
	28,79	38,11	-19,93	1,25	-38,57	5,07	2,74	-3,20	0,41	-2,35	6,55	-18,87	M³ máximos
0	28,79	66,90	46,97	48,23	9,66	14,72	17,46	14,26	14,67	12,32	18,87	-	66,90

Elaboración propia

Tabla 5.42*Inventarios mensuales de biogás 2023*

2023	enero	febrero	marzo	abril	mayo	junio	julio	agosto	septiembre	octubre	noviembre	diciembre	
	844,06	844,06	844,06	844,06	844,06	844,06	844,06	844,06	844,06	844,06	844,06	844,06	
	31,41	41,57	-21,74	1,37	-42,07	5,53	2,98	-3,49	0,44	-2,56	7,14	-20,58	M³ máximos
0	31,41	72,98	51,24	52,61	10,53	16,06	19,04	15,56	16,00	13,44	20,58	-	72,98

Elaboración propia

Tabla 5.43*Inventarios mensuales de biogás 2024*

2024	enero	febrero	marzo	abril	mayo	junio	julio	agosto	septiembre	octubre	noviembre	diciembre	
	920,65	920,65	920,65	920,65	920,65	920,65	920,65	920,65	920,65	920,65	920,65	920,65	
	34,26	45,34	-23,71	1,49	-45,89	6,03	3,26	-3,80	0,48	-2,79	7,79	-22,45	M³ máximos
0	34,26	79,60	55,89	57,38	11,49	17,52	20,77	16,97	17,45	14,66	22,45	-	79,60

Elaboración propia

Tabla 5.44*Inventarios mensuales de biogás 2025*

2025	enero	febrero	marzo	abril	mayo	junio	julio	agosto	septiembre	octubre	noviembre	diciembre	
	1 004,18	1 004,18	1 004,18	1 004,18	1 004,18	1 004,18	1 004,18	1,004,18	1 004,18	1 004,18	1 004,18	1 004,18	
	37,36	49,46	-25,86	1,63	-50,05	6,57	3,55	-4,15	0,53	-3,05	8,50	-24,49	M³ máximos
0	37,36	86,82	60,96	62,59	12,53	19,11	22,66	18,51	19,04	15,99	24,49	-	86,82

Elaboración propia

Tabla 5.45*Inventarios mensuales de biogás 2026*

2026	enero	febrero	marzo	abril	mayo	junio	julio	agosto	septiembre	octubre	noviembre	diciembre	
	1 095,33	1 095,33	1 095,33	1 095,33	1 095,33	1 095,33	1 095,33	1 095,33	1 095,33	1 095,33	1 095,33	1 095,33	
	40,75	53,95	-28,21	1,77	-54,60	7,17	3,87	-4,52	0,57	-3,32	9,27	-26,71	M³ máximos
0	40,75	94,70	66,49	68,27	13,67	20,84	24,71	20,19	20,76	17,44	26,71	-	94,70

Elaboración propia

De las tablas anteriores, se determina el número máximo de m³ de biogás a almacenar. Se obtuvo un inventario máximo de 94,70 m³ para el último año. Es decir, el gasómetro debe tener una capacidad mínima de 94 m³.

El almacén de biogás está constituido por el gasómetro, el cual está hecho de membrana de PVC cuyas medidas son de 8 m de altura y 4 m de diámetro donde se podrán almacenar hasta 100m³; tal como se muestra en la tabla 5.46.

Tabla 5.46

Capacidad del gasómetro

Material	Gasómetro			Capacidad
	Diámetro	Altura	Cantidad	
Gasómetro	4	8	1	100 m ³
Total				10 m ³

Elaboración propia

Área de mezclado

En el área de mezclado se realiza la homogeneización del estiércol con el agua, dando como resultado el sustrato fresco. Esta operación será realizada por la bomba mezcladora de la poza destinada para esta actividad, la cual tendrá una capacidad de 180 m³ ya que la cantidad a homogeneizar es de 162 m³, adicional a esto, se le dejará un margen de espacio para que la poza no se rebalse. Las medidas de la poza a construir serán de 6m de profundidad por 5m de ancho y 6m de largo.

Área de biodigestión

En el área de biodigestión se contará con un biodigestor, el cual estará 70 días como tiempo de retención el sustrato fresco para generar el biogás no purificado y seguir con el proceso. El biodigestor estará ubicado en una zanja diseñada por el ingeniero civil, la finalidad de esta zanja es para evitar el movimiento del biodigestor y se mantenga en una posición fija.

Área de generación

En el área de generación se ubicará el cogenerador, el cual generará energía eléctrica y energía térmica; además, estará ubicado en una zona apartada del resto del proceso por motivos de seguridad.

Oficinas administrativas

Para el proyecto se considerarán 3 personas como trabajadores administrativos, cada uno con una oficina en el área administrativa de diferente área, dependiendo de la función a cargo.

La tabla 5.47 muestra las áreas de oficina para el personal administrativo

Tabla 5.47

Áreas de oficinas para personal administrativo

Personal	Área de oficina (m2)
Gerente del proyecto	30
Jefe de operaciones	20
Supervisor de operaciones	20
Total	70

Elaboración propia

Comedor

Se asignará un comedor para que los trabajadores puedan ingerir sus alimentos en sus horas de descanso. Se empleará 1,58m² por cada empleado para calcular el área total del comedor. Al tener 6 trabajadores, se optará por diseñar un comedor de 30 m² (Sule., 2001).

Baños

Al contar con 5 trabajadores, se instalarán 2 retretes y 2 lavabos en el baño; para hombres y mujeres.

Patio de maniobras

Se contará con un patio de maniobras para el correcto ingreso de los distintos vehículos a la planta, tales como la cisterna que ingresará a dejar el agua necesaria para el proyecto, el camión con los sacos de estiércol, entre otros vehículos.

5.12.3. Cálculo de áreas para cada zona

En las tablas 5.48 y 5.49 se muestran el cálculo de áreas para cada zona de la planta, considerando elementos estáticos y móviles.



Tabla 5.48*Cálculo de superficie total ocupada por elementos estáticos*

Elementos estáticos	n	N	L	A	h	Ss	Ss x n	Ss x n x h	Sg	Se	St
Bomba mezcladora	1,00	1,00	0,50	0,50	3,00	0,25	0,25	0,75	0,25	0,07	0,57
Biodigestor	1,00	1,00	10,50	5,00	5,00	52,50	52,50	262,50	52,50	15,08	120,08
Generador	1,00	1,00	1,60	0,60	1,10	0,96	0,96	1,06	0,96	0,28	2,20
Gasómetro	1,00	1,00	4,00	4,00	8,00	12,57	12,57	100,53	12,57	3,61	28,74
Grupo Electrónico	1,00	1,00	1,96	0,94	1,08	1,84	1,84	1,98	1,84	0,53	4,20
							66,28	364,84			155,80

Elaboración propia

Tabla 5.49*Cálculo de superficie total ocupada por elementos móviles*

Elementos móviles	n	N	L	A	h	Ss	Ss x n	Ss x n x h	Sg	Se	St
Estoca	1,00		1,22	0,69	1,50	0,84	0,84	1,26	-	-	0,84
Operarios	2,00		-	-	1,65	0,50	1,00	1,65	-	-	-
							1,84	2,91			0,84

Elaboración propia

K	0.14
----------	------

St E. Estáticos	155,80
St. E. Móviles	0,84
Espacio total	156,64

5.12.4. Dispositivos de seguridad industrial y señalización

La planta cuenta con una amplia zona para el ingreso de vehículos, específicamente el camión cisterna y el camión que abastece la materia prima en sacos; además de entradas principales a los almacenes de materia prima, como para la de subproductos.

Adicionalmente, se contará con todas las señales de seguridad necesarias para cada zona de la planta. De acuerdo con las especificaciones de Defensa Civil, los tipos de señales a utilizar pueden ser de tres categorías (Indecopi, 2004):

- Señales amarillas: denotan advertencia o peligro.
- Señales rojas: Equipos o medidas contra incendios.
- Señales verdes: Señales de información.
- Señales azules: Señales de obligación.

Dentro de la categoría de señales de advertencia, la planta contará con aquellas que denoten riesgo eléctrico o de descargas eléctricas, así como el riesgo por materiales tóxicos.

La figura 5.7 muestra el conjunto de señales de advertencia más relevantes a considerar en la planta.

Figura 5.7

Señales de advertencia a considerar



Fuente: Indecopi (2004)

Las señales que denotan riesgo o peligro de descargas eléctricas serán colocadas específicamente en las zonas de generación por riesgo eléctrico durante el proceso. Así mismo, se usará la señal de sustancias o materias tóxicas en los depósitos herméticos de las virutas de hierro desgastadas; tal como se señala en el plano de seguridad previo.

En las señales de equipos o medidas contra incendios, se considerará las señales de información sobre ubicación de extintores y mangueras.

La figura 5.8 muestra el conjunto de señales de equipos contra incendios más relevantes a considerar en la planta.

Figura 5.8

Señales de equipos contra incendios



Fuente: Indecopi (2004)

Este tipo de señales serán ubicadas en el almacén de materias primas; ya que ahí se contará con un extintor; de igual manera en el almacén de subproductos, donde también se encontrará una manguera contra incendios; por último, la señal de presencia de extintor también se encontrará en las oficinas administrativas.

Entre las señales informativas, la planta contará con aquellas que indiquen salidas de emergencias, puntos de reunión en caso de sismos; entre otros.

La figura 5.9 muestra el conjunto de señales informativas más relevantes a considerar en la planta

Figura 5.9

Señales informativas



Fuente: Indecopi (2004)

Las señales informativas dentro de la planta se ubicarán específicamente en los lugares cercanos a puertas tanto de oficinas, puerta principal y de almacenes. En el patio

de maniobras se colocará el símbolo de “punto de reunión en caso de sismos”. Así mismo, se contará con señalización para discapacitados tanto en oficinas administrativas y baños.

Dentro de la categoría de señales de obligación a considerar, la planta contará con aquellas que obliguen a los operarios a usar el debido Equipo de protección personal.

La figura 5.10 muestra el conjunto de señales de obligación más relevantes a considerar en la planta.

Figura 5.10

Señales de obligación



Fuente: Indecopi (2004)

La planta contará con rampas para facilitar el acceso a los baños a las personas discapacitadas. En los baños se contará también con barras de apoyo tubulares verticales en ambos lados del urinario.

5.12.5. Disposición general

En esta sección se detalla la disposición general de todas las áreas de la planta.

Lo que se desea mostrar es la proximidad y lejanía de áreas según convenga por distintos motivos que serán presentados.

A continuación, en la tabla 5.50 se presenta la lista de motivos por la cercanía o lejanía de áreas dentro de la planta.

En la tabla 5.51 se muestra la tabla de pares ordenados, donde se muestra la cercanía o lejanía de las áreas de la planta, según la codificación y motivos correspondientes: A- Absolutamente necesario, I-Importante, X-No deben estar cerca.

Tabla 5.51

Pares ordenados

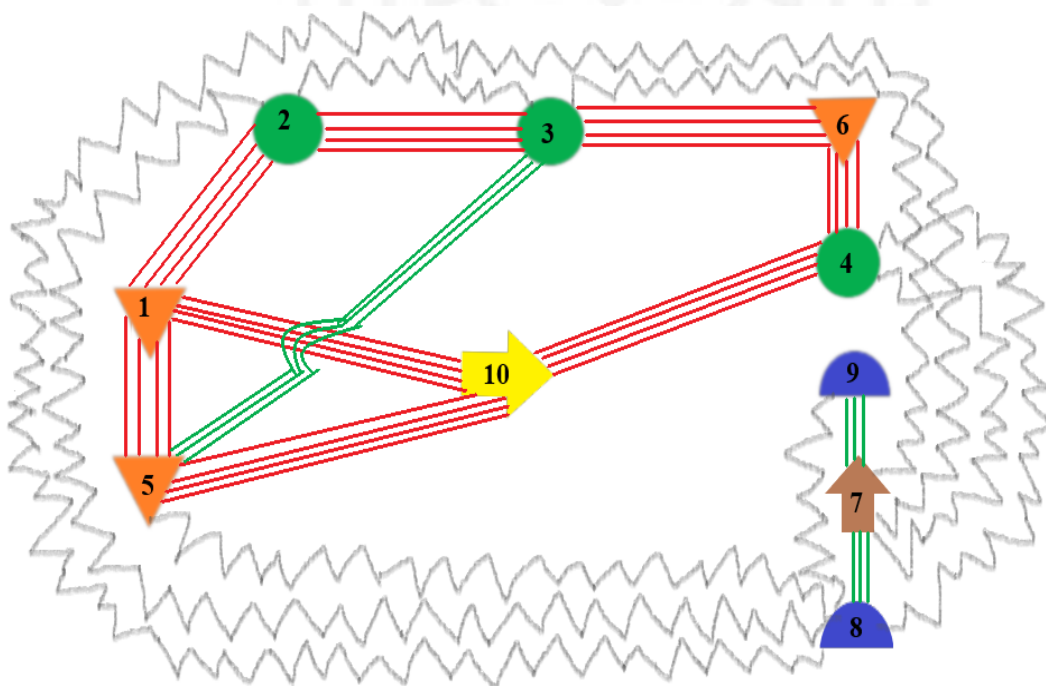
A	I	X
1,2	3,5	2,7
1,5	7,8	2,8
1,10	7,9	3,7
2,3		3,8
3,6		4,7
4,6		4,8
4,10		5,8
5,10		8,9

Elaboración propia

Finalmente, en la figura 5.12, se muestra el diagrama relacional, como propuesta previa al plano de disposición general de las áreas dentro de la planta.

Figura 5.12

Diagrama relacional

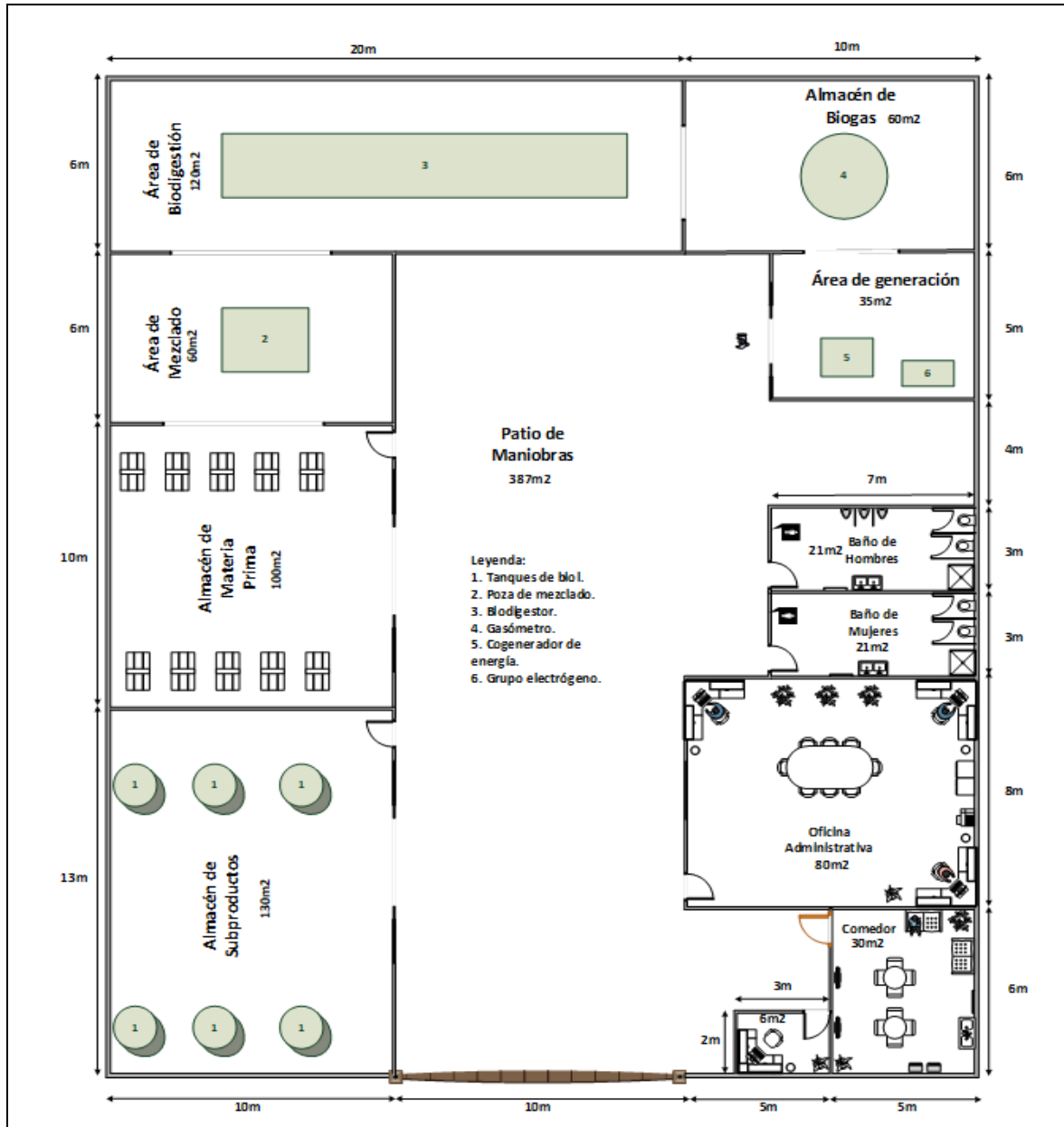



Elaboración propia

Finalmente, en la figura 5.13 se muestra el plano tentativo de la disposición general de áreas de la empresa debidamente delimitadas.

Figura 5.13

Plano de la planta



	Universidad de Lima Facultad de Ingeniería Industrial Carrera de Ingeniería Industrial	PLANO DE UNA PLANTA GENERADORA DE ENERGÍA A PARTIR DE BIODIGESTORES TUBULARES	
Escala: 1:50	Fecha: 28/02/2019	Área: 1050 m ²	Integrantes: - Monge Sotomayor Joselyn - Rosas Alzamora Christian

5.13. Cronograma de implementación del proyecto

El proyecto se pondrá en marcha en 12 meses, desde el inicio del estudio preliminar hasta el fin de las actividades de capacitación de la población para las actividades de operación y mantenimiento.

La tabla 5.52 detalla el cronograma de implementación del proyecto por actividades programadas y sus respectivas duraciones.

Tabla 5.52

Cronograma de implementación del proyecto

Actividad	Duración (meses)	2018												2019 - 2026											
		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Estudio preliminar	3																								
Constitución de la empresa	1																								
Solicitud y aprobación de Financiamiento	2																								
Financiamiento	1																								
Obras civiles	3																								
Instalación y prueba de maquinaria	1																								
Capacitación del personal	2																								
Puesta en marcha																									
Tiempo total estimado (antes de la puesta en marcha)	13																								

Elaboración propia

CAPÍTULO VI: ORGANIZACIÓN Y ADMINISTRACIÓN

6.1. Formación de la organización empresarial

Se optó por formar una Sociedad Anónima Cerrada (SAC) debido a la poca cantidad de socios y trabajadores; por las condiciones personales de socios y no solo quien aporta el dinero. Así mismo, los socios solo responderán por sus aportes y la empresa no inscribirá sus acciones en el Registro Público del Mercado de Valores. La organización administrativa será la siguiente:

Gerente general

Es el responsable de liderar y coordinar las funciones de la planificación estratégica del proyecto. Así mismo, se encarga de recaudar las bases para participar en la subasta de energías renovables convocada por el MINEM y asegurarse de que sus procesos estén correctamente definidos. Adicionalmente, convoca reuniones trimestrales para evaluar el desempeño y desarrollo del proyecto. Por tener una cantidad reducida de trabajadores, el gerente del proyecto también asume funciones del área comercial y administración. El perfil requerido para este puesto es el siguiente:

Profesional con amplia experiencia en gestión empresarial y capacidad de análisis para solución de problemas. Así mismo, debe poseer capacidad de liderazgo y trabajo en equipo.

Jefe de operaciones

Es el responsable de programar las actividades de producción de energía, controlar el inventario de materia prima (estiércol) e insumos. Tiene a su cargo al supervisor de operaciones y a los operarios de planta. El perfil requerido para este puesto es el siguiente:

Profesional con experiencia laboral en fábricas o empresas manufactureras, capacidad de liderazgo y trabajo en equipo; así mismo, debe ser capaz de dar soluciones

rápidas ante posibles eventualidades y evitar que la planta se detenga. Por último, debe dominar ciertas herramientas informáticas para el buen manejo y control de inventarios.

Supervisor de operaciones

Es el responsable de vigilar la continuidad del proceso y alertar si hay alguna desviación; así mismo, es el responsable de realizar las capacitaciones a los operarios y ser el nexo entre ellos y el jefe de operaciones ante cualquier eventualidad. Así mismo, deberá manejar las actividades logísticas, tales como el abastecimiento de agua para el proceso de mezclado y coordinar la llegada de la empresa encargada del tratamiento de residuos industriales.

El perfil requerido para este puesto es el siguiente:

Profesional o técnico con experiencia en operaciones manufactureras y de control de abastecimiento de materiales. Debe ser capaz de resolver problemas con medidas ágiles y de mediano impacto.

Operarios de planta

Son los responsables de las actividades básicas de traslado de estiércol y carga de sustrato a la bomba mezcladora; así como la descarga del biol y traslado al almacén. El perfil requerido para este puesto es el siguiente:

Persona con aptitudes para realizar trabajos físicos que demanden de esfuerzo. Dispuesto a trabajar en equipo y tolerancia al trabajo bajo presión.

Vigilante

Responsable de velar por la seguridad dentro de la planta y controlar los ingresos de trabajadores o personal tercero ajeno a la empresa. El perfil requerido para este puesto es el siguiente:

Persona con condiciones físicas aptas para trabajar turnos rotativos durante todo el año y con licencia para portar armas.

6.2. Requerimientos de personal directivo, administrativo y de servicios; y funciones de los principales puestos

La cantidad de personal está determinada en el capítulo anterior. La tabla 6.1 muestra estos requerimientos, calculados al último año del proyecto.

Tabla 6.1

Requerimientos de personal administrativo y de servicios

Tipo de trabajador	Cargo	Cantidad
Personal administrativo	Gerente general	1
Personal operativo	Jefe de operaciones	1
Personal operativo	Supervisor de operaciones	1
Mano de obra	Operario de planta	2
Personal de servicio	Vigilante	1

Elaboración propia

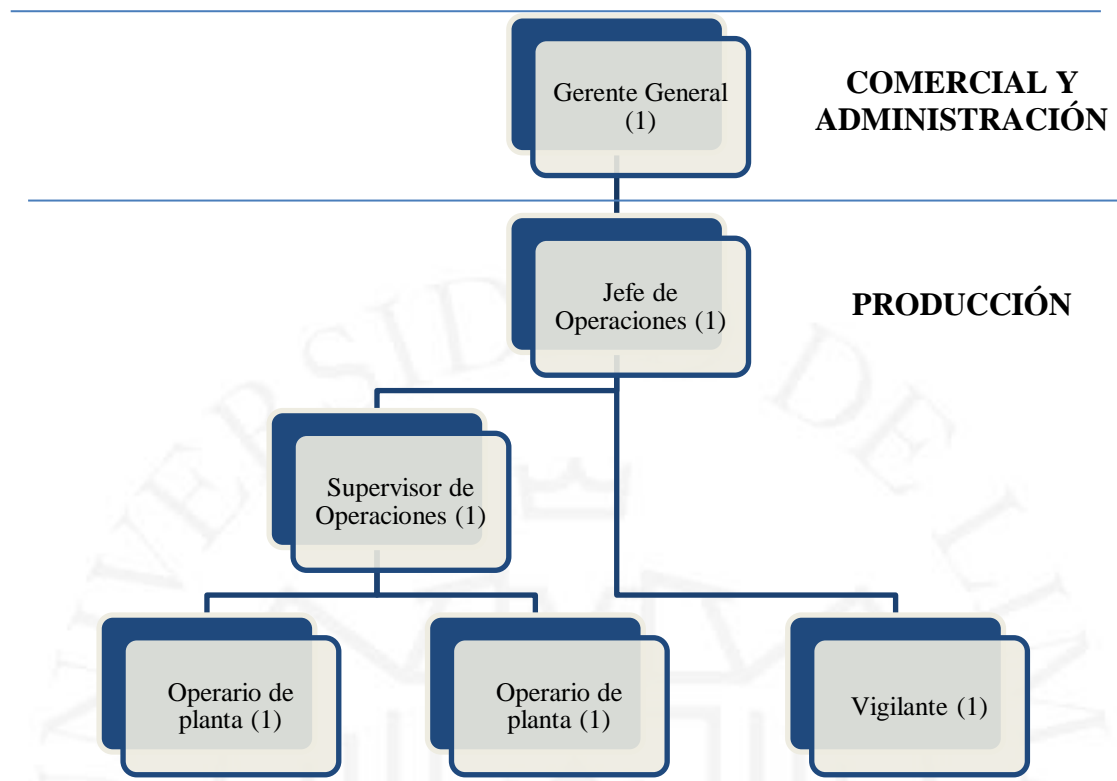
Se contratará personal tercerizado para las actividades de recolección y ensacado de estiércol; mantenimiento de equipos y maquinaria y tratamiento de residuos industriales.

6.3. Esquema de la estructura organizacional

En la figura 6.1 se muestra la estructura organizacional del proyecto de manera jerarquizada.

Figura 6.1

Estructura organizacional



Elaboración propia

CAPÍTULO VII: PRESUPUESTOS Y EVALUACIÓN DEL PROYECTO

7.1. Inversiones

Se desarrollan los aspectos concernientes al desembolso de dinero para la realización del proyecto. Se estiman costos y gastos asociados a la producción y al cumplimiento del servicio, no afectados con el IGV. Considerando un TC de 3,39 soles.

7.1.1. Estimación de las inversiones de largo plazo (tangibles e intangibles)

Activos tangibles

El cálculo del costo de adquisición de activos tangibles consideró los costos de transporte y traslado de los activos a la zona del proyecto (San Agustín de Cajas). Este tipo de activos son: Maquinaria y equipos, inmuebles, mobiliario y complementarios; los cuales muestran sus costos de adquisición en las tablas de la 7.1 a la 7.4.

Tabla 7.1

Costos de maquinaria y equipos

Maq/Equipos	Precio unitario en \$	Precio unitario en S/.	Cantidad	Precio total en S/.	FINANCIADO
Bomba mezcladora	1 694,92	5 745,76	1,00	5 745,76	
Biodigestor	355,93	1 206,61	1,00	1 206,61	
Cogenerador	1 016,95	3 447,46	1,00	3 447,46	
Gasómetro	101,69	344,75	1,00	344,75	
Tanques de 5 m ³	-	338,98	33,00	11 186,44	
Grupo electrógeno	-	4 322,03	2,00	8 644,07	
Carretilla hidráulica	-	847,46	1,00	847,46	
Total				31 422,54	

Elaboración propia

Tabla 7.2

Costo de complementos para la producción

Complementarios para la producción	Precio unitario en S/.	Cantidad	Precio total en S/.	FINANCIADO
Termohigrómetro	72,03	1,00	72,03	
Total			72,03	

Elaboración propia

Tabla 7.3

Costo de inmuebles

Inmuebles	Precio unit (S./m ²)	m ² totales	Precio total en S/.	APORTE PROPIO
Terreno	90,00	1 050,00	94 500,00	
Construcciones	25,00	670,00	16 750,00	
Total			111 250,00	

Elaboración propia

Tabla 7.4

Costo de mobiliario

Mobiliario	Precio unitario en S/.	Cantidad	Precio total en S/.	FINANCIADO
Computadoras	677,97	2,00	1 355,93	
Escritorio	211,86	2,00	423,73	
Silla simple	12,71	3,00	38,14	
Mesas de comedor	84,75	2,00	169,49	
Sillas de comedor	25,42	8,00	203,39	
Microondas	84,75	1,00	84,75	
Sanitarios	101,69	2,00	203,39	
Lavatorios	38,14	2,00	76,27	
Total			2 555,08	

Elaboración propia

Activos intangibles

El cálculo del costo de activos intangibles involucra los servicios necesarios para la realización del proyecto; así mismo, se consideran también los costos pre operativos (agua y energía de actividades previas a la operación) como parte de la inversión intangible, según la tabla 7.5.

Tabla 7.5

Costo de intangibles

Descripción	Precio en S/.
Estudios del proyecto	3 000,00
Trámites y permisos legales para constitución de empresa	2 000,00
Capacitación de personal	1 500,00
Software	500,00
Gastos pre operativos	10 816,05
Total Inv Intangible	17 816,05

Elaboración propia

7.1.2. Estimación de la inversión a corto plazo (Capital de trabajo)

Se calculan los recursos indispensables para el correcto funcionamiento de la planta hasta lograr el primer ingreso por ventas. Al no contar con inventarios y el pago de los materiales con el proveedor es al contado; se consideró un ciclo de caja de 30 días; período en el cual se reciben los ingresos por ventas; tal como se muestra en la tabla 7.6.

$$\text{Ciclo de caja} = \text{PPC} + \text{CPI} - \text{PPP}$$

PPC: Período promedio de cobro – 30 días

CPI: Costo promedio de inventario – 0

PPP: Período promedio de pago – al contado

Tabla 7.6

Costos para el año 1

Descripción	Costo para el año 1 (S/.)
Agua como insumo	485,09
Sacos	347,50
Diesel	19 492,35
MOD	32 581,00
MOI	57 805,00
Personal administrativo	54 301,67
Personal de vigilancia	16 290,50
Servicio de agua potable y alcantarillado	643,25
Servicio de recolección y ensacado	3 500,00
Servicio de mantenimiento	3 750,00
Servicio de tratamiento de residuos industriales	970,00
Total	190 166,36

Capital de trabajo	15 847,20
---------------------------	------------------

Elaboración propia

Tabla 7.7*Resumen Inversión*

Descripción	Costo (S/.)
Capital fijo tangible	145 299,66
Maquinaria y Equipos	31 422,54
Complementos	72,03
Mobiliario	2 555,08
Terreno	94 500,00
Construcciones	16 750,00
Capital fijo intangible	17 816,05
Capital de trabajo	15 847,20
Inversión total	178 962,91

Elaboración propia

7.2. Costos de producción**7.2.1. Costos de las materias primas**

Se calcula el costo de la materia prima del proyecto, lo cual involucra servicios de recolección, ensacado y traslado de estiércol; se muestra el detalle en la tabla 7.8.

Tabla 7.8*Costo MP*

Descripción	Año	Costo por ciento de sacos (S./100 sacos)	Cantidad de cientos de sacos al año	Costo total (S/.)
Servicio de recolección, ensacado y traslado de estiércol	2019	250,00	14,00	3 500,00
	2020	250,00	16,00	4 000,00
	2021	250,00	26,00	6 500,00
	2022	250,00	29,00	7 250,00
	2023	250,00	31,00	7 750,00
	2024	250,00	34,00	8 500,00
	2025	250,00	37,00	9 250,00
	2026	250,00	40,00	10 000,00

Elaboración propia

7.2.2. Costo de la mano de obra directa

Se calculan los costos de las remuneraciones al personal que trabaja directamente en las actividades de producción o apoyo en planta, como lo muestra la tabla 7.9.

Tabla 7.9*Costo MOD*

Año	Operarios/ turno	Turnos	Remuneración Bruta	Essalud + vida ley (11.25%)	CTS (9.72%)	Gratificación (16.67%)	Vacaciones (8.33%)	Costo total en S/.
2019	2,00	1,00	930,00	104,63	90,42	155,00	77,50	32 581,00
2020	2,00	1,00	930,00	104,63	90,42	155,00	77,50	32 581,00
2021	2,00	1,00	930,00	104,63	90,42	155,00	77,50	32 581,00
2022	2,00	1,00	930,00	104,63	90,42	155,00	77,50	32 581,00
2023	2,00	1,00	930,00	104,63	90,42	155,00	77,50	32 581,00
2024	2,00	1,00	930,00	104,63	90,42	155,00	77,50	32 581,00
2025	2,00	1,00	930,00	104,63	90,42	155,00	77,50	32 581,00
2026	2,00	1,00	930,00	104,63	90,42	155,00	77,50	32 581,00

Elaboración propia

7.2.3. Costo indirecto de fabricación (materiales indirectos, mano de obra indirecta y costos generales)

El CIF consta del cálculo de los materiales indirectos para la producción como el agua, Diésel para el funcionamiento del grupo electrógeno y los sacos de 50 kg. Para la recolección del estiércol.

De igual manera, se considera la mano de obra indirecta, se hace referencia al jefe de operaciones y supervisor de operaciones del proyecto; y, por último, la depreciación y amortización de activos destinados a la producción; tal como se muestra en las tablas de la 7.10 a la 7.15.

Tabla 7.10*Costo de agua como insumo*

Año	KWh producidos	Lt de agua	m ³ de agua	Precio S/./m ³	Costo total en S/.
2019	32 039,11	208 463,10	208,46	2,33	485,09
2020	34 946,10	227 377,50	227,38	2,33	529,11
2021	59 593,34	387 745,20	387,75	2,33	902,28
2022	65 000,44	422 926,65	422,93	2,33	984,15
2023	70 901,43	461 321,55	461,32	2,33	1 073,50
2024	77 334,69	503 179,65	503,18	2,33	1 170,90
2025	84 351,39	548 833,95	548,83	2,33	1 277,14
2026	92 007,83	598 650,75	598,65	2,33	1 393,06

Elaboración propia

Tabla 7.11*Costo de Sacos de 50 kg.*

Año	Kg de MP	sacos de 50 kg	Precio S./saco	Costo total en S/.
2019	69 487,70	1 390	0,25	347,50
2020	75 792,50	1 516	0,25	379,00
2021	129 248,40	2 585	0,25	646,25
2022	140 975,55	2 820	0,25	705,00
2023	153 773,85	3 076	0,25	769,00
2024	167 726,55	3 355	0,25	838,75
2025	182 944,65	3 659	0,25	914,75
2026	199 550,25	3 992	0,25	998,00

Elaboración propia

Tabla 7.12*Costo de galones de diesel*

Año	Horas al año	Consumo de diesel en Lt/h	Cantidad	Lt de diesel	Galones de diesel	Precio S./Galón	Costo total en S/.
2019	2 920	4,60	1,00	13 432,00	3 544,06	5,50	19 492,35
2020	2 920	4,60	1,00	13 432,00	3 544,06	5,78	20 466,97
2021	2 920	4,60	1,00	13 432,00	3 544,06	6,06	21 490,31
2022	2 920	4,60	1,00	13 432,00	3 544,06	6,37	22 564,83
2023	2 920	4,60	1,00	13 432,00	3 544,06	6,69	23 693,07
2024	2 920	4,60	1,00	13 432,00	3 544,06	7,02	24 877,72
2025	2 920	4,60	1,00	13 432,00	3 544,06	7,37	26 121,61
2026	2 920	4,60	1,00	13 432,00	3 544,06	7,74	27 427,69

Elaboración propia

Tabla 7.13*Costo de MOI*

Cargo	Cantidad	Remuneración Bruta	Essalud + vida ley (11.25%)	CTS (9.72%)	Gratificación (16.67%)	Vacaciones (8.33%)	Costo total en S/.
Jefe de operaciones	1,00	2 100,00	236,25	204,17	350,00	175,00	36 785,00
Supervisor de operaciones	1,00	1 200,00	135,00	116,67	200,00	100,00	21 020,00
Total							57 805,00

Elaboración propia

Tabla 7.14*Depreciación fabril*

Tangibles	Importe (S/.)	V.U años	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	Dep tot (S/.)	VR	VM %	VM (S/.)
Maquinaria y equipos	31 422,54	5	6 284,51	6 284,51	6 284,51	6 284,51	6 284,51	-	-	-	31 422,54	-	0,00%	-
Complementos	72,03	10	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	57,63	14,41	20,00%	2,88
Depreciación fabril	-	-	6 291,71	6 291,71	6 291,71	6 291,71	6 291,71	7,20	7,20	7,20	31 480,17	-	-	-

Elaboración propia

Tabla 7.15*Costo de producción por años*

Conceptos	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
Materia Prima	3 500,00	4 000,00	6 500,00	7 250,00	7 750,00	8 500,00	9 250,00	10 000,00
MOD	32 581,00	32 581,00	32 581,00	32 581,00	32 581,00	32 581,00	32 581,00	32 581,00
CIF	84 421,65	84 497,17	85 137,59	85 278,21	85 431,56	79 314,20	79 496,44	79 695,61
Total Costo de Producción (S/.)	120 502,65	121 078,17	124 218,59	125 109,21	125 762,56	120 395,20	121 327,44	122 276,61

Elaboración propia

7.3. Presupuesto operativo

El presupuesto de ingreso por ventas se obtiene con el cálculo de las ventas del servicio ofrecido (en kwh) por el precio de venta del mismo, tal como se muestra en la tabla 7.16.

El presupuesto operativo de costos involucra costos asociados netamente a las actividades de fabricación, tal como se muestra en la tabla 7.17.

Finalmente, el presupuesto operativo de gastos supone a los de administración y ventas; tal como se muestra en la tabla 7.18.

7.3.1. Presupuesto de ingreso por ventas

Tabla 7.16

Presupuesto de ventas

Año	N° de viviendas	Consumo total en Kwh	Consumo por vivienda en Kwh	Producción anual	N° Viviendas beneficiadas
2019	477,00	247 617,21	519,11	32 039,11	62
2020	558,00	288 249,08	516,58	34 946,10	68
2021	653,00	332 660,98	509,43	59 593,34	117
2022	764,00	380 341,82	497,83	65 000,44	131
2023	894,00	430 268,03	481,28	70 901,43	148
2024	1 046,00	480 659,45	459,52	77 334,69	169
2025	1 224,00	528 635,73	431,89	84 351,39	196
2026	1 432,00	569 735,17	397,86	92 007,83	232

Elaboración propia

Tabla 7.17

Ingresos totales por ventas

Presupuesto de ventas	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
Producción de energía	32 039,11	34 946,10	59 593,34	65 000,44	70 901,43	77 334,69	84 351,39	92 007,83
Precio de la energía (S./kwh)	2,71	2,85	2,99	3,14	3,29	3,46	3,63	3,81
Usuarios beneficiados	62	68	117	131	148	169	196	232
Remuneración al inversionista (S./mes x usuario)	120,06	120,06	120,06	120,06	120,06	120,06	120,06	120,06
Ingresos totales por ventas (S./)	176 150,63	197 408,10	346 615,72	392 651,35	446 777,43	510 960,94	588 716,61	685 095,18

Elaboración propia

7.3.2. Presupuesto operativo de costos

Tabla 7.18

Presupuesto operativo de costos

Presupuesto operativo de costos	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
Servicio de recolección, ensacado y transporte de MP	3 500,00	4 000,00	6 500,00	7 250,00	7 750,00	8 500,00	9 250,00	10 000,00
MOD	32 581,00	32 581,00	32 581,00	32 581,00	32 581,00	32 581,00	32 581,00	32 581,00
Agua como insumo	485,09	529,11	902,28	984,15	1 073,50	1 170,90	1 277,14	1 393,06
Sacos de 50 kg.	347,50	379,00	646,25	705,00	769,00	838,75	914,75	998,00
Diesel	19 492,35	20 466,97	21 490,31	22 564,83	23 693,07	24 877,72	26 121,61	27 427,69
MOI	57 805,00	57 805,00	57 805,00	57 805,00	57 805,00	57 805,00	57 805,00	57 805,00
Depreciación fabril	6 291,71	6 291,71	6 291,71	6 291,71	6 291,71	7,20	7,20	7,20
Total de costos (S.)	120 502,65	122 052,79	126 216,56	128 181,69	129 963,28	125 780,58	127 956,70	130 211,96

Elaboración propia

7.3.3. Presupuesto operativo de gastos

Tabla 7.19

Presupuesto de gastos

Presupuesto operativo de gastos	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
Personal administrativo	54 301,67	54 301,67	54 301,67	54 301,67	54 301,67	54 301,67	54 301,67	54 301,67
Personal de vigilancia	16 290,50	16 290,50	16 290,50	16 290,50	16 290,50	16 290,50	16 290,50	16 290,50
Agua potable y alcantarillado	643,25	643,25	643,25	643,25	643,25	643,25	643,25	643,25
Servicio de mantenimiento	3 750,00	3 937,50	4 134,38	4 341,09	4 558,15	4 786,06	5 025,36	5 276,63
Servicio de tratamiento de residuos industriales	970,00	970,00	970,00	970,00	970,00	970,00	970,00	970,00
Depreciación no fabril	813,84	813,84	813,84	813,84	813,84	813,84	813,84	813,84
Amortización de intangibles	700,00	700,00	700,00	700,00	700,00	700,00	700,00	700,00
Total de gastos (S.)	77 469,26	77 656,76	77 853,63	78 060,35	78 277,40	78 505,31	78 744,62	78 995,88

Elaboración propia

7.4. Presupuestos financieros

7.4.1. Presupuestos del servicio de la deuda

El 19.03% del proyecto se financiará por medio de COFIDE con una tasa efectiva anual de 6% mediante el programa de “Bio negocios”. Se tiene un año de gracia parcial y 5 años de cuotas crecientes según muestran las tablas 7.20 y 7.21.

Tabla 7.20

Estructura de financiamiento

Descripción	Monto	%
Aporte propio	143 199	80,79%
Préstamo	34 050	19,03%
Inversión	178 963	100,00%

Elaboración propia

Tabla 7.21

Cálculo de cuotas

Factor	Año	Préstamo	Amortización	Interés	Cuota
	1	34 050	-	2 042,98	2 043
0,10	2	34 050	3 405	2 042,98	5 448
0,20	3	30 645	6 810	1 838,68	8 649
0,30	4	23 835	10 215	1 430,09	11 645
0,40	5	13 620	13 620	817,19	14 437

Elaboración propia

7.4.2. Presupuesto de estado de resultados

La tabla 7.22 muestra el presupuesto de estado de resultados con la utilidad neta después de reserva legal.

Tabla 7.22*Presupuesto de estado de resultados*

Descripción	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
Ingreso por ventas	176.150,63	197.408,10	346.615,72	392.651,35	446.777,43	510.960,94	588.716,61	685.095,18
(-) Costo de ventas	120.502,65	122.052,79	126.216,56	128.181,69	129.963,28	125.780,58	127.956,70	130.211,96
(=) Utilidad bruta	55.647,98	75.355,31	220.399,16	264.469,66	316.814,15	385.180,37	460.759,91	554.883,22
(-) Gastos generales	77.469,26	77.656,76	77.853,63	78.060,35	78.277,40	78.505,31	78.744,62	78.995,88
(=) Utilidad Operativa	- 21.821,28	- 2.301,45	142.545,53	186.409,31	238.536,75	306.675,05	382.015,29	475.887,34
(-) Gastos financieros	2.042,98	2.042,98	1.838,68	1.430,09	817,19	-	-	-
(=) Utilidad antes de impuestos	- 23.864,26	- 4.344,43	140.706,85	184.979,22	237.719,56	306.675,05	382.015,29	475.887,34
(-) Impuesto a la renta (29.5%)	-	-	41.508,52	54.568,87	70.127,27	90.469,14	112.694,51	140.386,77
(=) Utilidad antes de reserva legal	- 23.864,26	- 4.344,43	99.198,33	130.410,35	167.592,29	216.205,91	269.320,78	335.500,58
(-) Reserva legal	-	-	9.919,83	13.041,04				
(=) Utilidad neta	- 23.864,26	- 4.344,43	89.278,49	117.369,32	167.592,29	216.205,91	269.320,78	335.500,58

Elaboración propia

7.4.3. Presupuesto de estado de situación financiera (apertura)

La tabla 7.23 muestra el estado de situación financiera (Balance General) de apertura y al cierre del primer año del proyecto.

Tabla 7.23*Estado de Situación Financiera (apertura)*

Descripción	Año 0	Año 1 (2019)	Descripción	Año 0	Año 1 (2019)
Caja	15 847,20	4 620,34	Cuentas por pagar comerciales	-	10 041,89
Cuentas por cobrar	-	14 679,22	Tributos por pagar	-	-
Existencias	-	-	Obligaciones financieras a corto plazo		2 042,98
			Otras cuentas por pagar	-	7 426,20
Total Activo Corriente	15 847,20	19 299,56	Total pasivo corriente	-	19 511,06
Activos tangibles	145 299,66	145 299,66	Obligaciones financieras	34 049,66	34 049,66
(-) Depreciación acumulada	-	7 105,55	Total pasivo no corriente	34 049,66	34 049,66
Activos intangibles	17 816,05	17 816,05	Total Pasivos	34 049,66	53 560,73
(-) Amortización acumulada	-	700,00	Aporte Propio	144 913,25	144 913,25
Total Activo no Corriente	163 115,71	155 310,16	Utilidad del ejercicio anterior	-	- 23 864,26
			Reserva legal	-	-
			Total Patrimonio	144 913,25	121 048,99
TOTAL ACTIVOS	178 962,91	174 609,71	TOTAL PASIVO Y PATRIMONIO	178 962,91	174 609,71

Elaboración propia

7.4.4. Flujo de fondos neto

A continuación, las tablas 7.24 y 7.25 muestran los flujos de fondos económicos y financieros respectivamente.

7.4.4.1. Flujo de fondos económico

Tabla 7.24

Flujo de fondos económico

FFE	-	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
(-) Inversión	178 962,91	-	-	-	-	-	-	-	-
(+) Ingreso de efectivo	-	176 150,63	197 408,10	346 615,72	392 651,35	446 777,43	510 960,94	588 716,61	685 095,18
(-) Costo de operación	-	120 502,65	122 052,79	126 216,56	128 181,69	129 963,28	125 780,58	127 956,70	130 211,96
(-) Gastos generales	-	77 469,26	77 656,76	77 853,63	78 060,35	78 277,40	78 505,31	78 744,62	78 995,88
(-) Impuesto a la renta (29.5%)	-	-	-	42 050,93	54 990,75	70 368,34	90 469,14	112 694,51	140 386,77
NOPAT	-	- 21 821,28	- 2 301,45	100 494,60	131 418,56	168 168,41	216 205,91	269 320,78	335 500,58
(+) Valor residual	-	-	-	-	-	-	-	-	107 308,76
(+) Capital de trabajo	-	-	-	-	-	-	-	-	15 847,20
(+) Depreciación y amortización de int.		7 805,55	7 805,55	7 805,55	7 805,55	7 805,55	1 521,05	1 521,05	1 521,05
FLUJO DE FONDO ECONÓMICO	- 178 962,91	- 14 015,73	5 504,11	108 300,15	139 224,12	175 973,96	217 726,96	270 841,83	460 177,57
Flujo descontado	- 178 962,91	- 11 728,35	3 854,16	63 458,92	68 265,19	72 202,87	74 754,86	77 815,16	110 635,66
Flujo acumulado	- 178 962,91	- 190 691,26	- 186 837,10	- 123 378,18	- 55 112,99	17 089,88	91 844,74	169 659,90	280 295,56

Elaboración propia

7.4.4.2. Flujo de fondos financiero

Tabla 7.25

Flujo de fondos financiero

FFF	-	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
Flujo de Fondo Económico	- 178 962,91	- 14 015,73	5 504,11	108 300,15	139 224,12	175 973,96	217 726,96	270 841,83	460 177,57
(+) Deuda	34 049,66	-	-	-	-	-	-	-	-
(-) Amortización	-	-	3 404,97	6 809,93	10 214,90	13 619,86	-	-	-
(-) Interés	-	2 042,98	2 042,98	1 838,68	1 430,09	817,19	-	-	-
(+) Escudo fiscal	-	-	-	542,41	421,88	241,07	-	-	-
FLUJO DE FONDO FINANCIERO	- 144 913,25	- 16 058,71	56,16	100 193,95	128 001,01	161 777,98	217 726,96	270 841,83	460 177,57
Flujo descontado	- 144 913,25	- 13 437,91	39,33	58 709,06	62 762,21	66 378,20	74 754,86	77 815,16	110 635,66
Flujo acumulado	- 144 913,25	- 158 351,16	- 158 311,83	- 99 602,77	- 36 840,56	29 537,63	104 292,49	182 107,65	292 743,31

Elaboración propia

7.5. Evaluación económica y financiera

La evaluación económica y financiera se trabajó con un Costo de Oportunidad (COK) de 19,50%, el cual se obtuvo por el método de fijación de precios de activos de capital (CAPM: siglas en inglés).

$$CAPM = R_f + \beta * (R_m - R_f) + R_p$$

Donde:

R_f: Tasa libre de riesgo - Este indicador indica la diferencia entre la emisión de bonos de un país determinado con respecto a los bonos emitidos por el Tesoro de Estados Unidos (Treasure Bills), los cuales son considerados “libres de riesgo”. Se optó por escoger el indicador del mes de agosto de 2018, ya que es el año 0 del proyecto (año en el que se realiza la inversión). Al 30 de junio de este año el indicador es de 277 pbs, expresado como 2,77% más sobre el rendimiento de los Treasure Bills (Banco Central de Reserva del Perú, 2020).

R_m: Tasa de rendimiento de mercado - Este indicador se constituye básicamente por el rendimiento promedio de acciones del índice S&P 500. Según el reporte emitido por la SMV, a fines del 2018 el índice S&P500 para el sector eléctrico es de 21,64% (Superintendencia del Mercado de Valores, 2020).

R_p: Riesgo país – 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 incumplir con sus obligaciones de pago a los acreedores internacionales. El riesgo país al 2019 es de 1,58 puntos porcentuales (Gestión, 2020).

β : Beta - Para el cálculo de Beta, se toma en cuenta dos conceptos que son el Beta apalancado (con deuda) y desapalancado (ausencia de beta). Este último se considera también como el beta del sector por industria en el mercado americano.

El sector al que pertenece el proyecto es el de “Green and Renewable Energy” o Energías Renovables. El beta de este sector para la industria norteamericana es de 0,69 (beta desapalancado) (Betas by Sector, 2020).

Posteriormente, con el beta desapalancado obtenido, se procede a calcular el beta del proyecto bajo la siguiente fórmula:

$$\beta = \beta_U \left[1 + (1 - T) \left(\frac{D}{E} \right) \right]$$

Donde:

β_U : Beta desapalancada

D: % de deuda – 19,03%

E: % de aporte propio – 80,97%

T: Tasa de IR

Finalmente, el Beta o riesgo de este proyecto al aplicar la fórmula es de 0,80, lo que significa que el proyecto presenta una acción menos riesgosa en el mercado.

Al aplicar la fórmula del CAPM, se obtiene un COK de 19,50%.

7.5.1. Evaluación económica: VAN, TIR, B/C, PR

La evaluación del flujo económico comprende los resultados de los indicadores VAN (valor actual neto), TIR (tasa interna de retorno), B/C (beneficio/costo) y PR (período de recupero) con un COK de 19,50%, los resultados se muestran en la tabla 7.26.

Tabla 7.26

Indicadores económicos

COK	19,50%
VAN ECONÓMICO	280 295,56
TIR ECONÓMICO	41,13%
B/C ECONÓMICO	2,57
PR ECONÓMICO	4 años y 9 meses

Elaboración propia

7.5.2. Evaluación financiera: VAN, TIR, B/C, PR

La evaluación del flujo financiero comprende los resultados de los mismos ratios: VAN, TIR, B/C, PR; se considera el mismo COK de 19,50% y los resultados se muestran en la tabla 7.27.

Tabla 7.27

Indicadores financieros

COK	19,50%
VAN FINANCIERO	292 743,31
TIR FINANCIERO	44,67%
B/C FINANCIERO	3,02
PR FINANCIERO	4 años y 5 meses

Elaboración propia

7.5.3. Análisis de ratios (liquidez, solvencia, rentabilidad) e indicadores económicos y financieros

Ratios de liquidez

- Razón corriente: Se obtuvo una razón corriente de 0,989 para el año 1, lo cual indica que, al tener una ratio menor a la unidad, no se cuenta con capacidad financiera para cumplir con las obligaciones a corto plazo.
- Razón de efectivo: Se obtuvo un ratio de 0,24 para el año 1, lo cual indica que, no se cuenta con la liquidez suficiente para cubrir las obligaciones de corto plazo.

Ratios de solvencia

- Razón deuda patrimonio: Se obtuvo una razón deuda/patrimonio de 44,25% para el año 1, lo cual indica que se cuenta con un patrimonio neto tangible suficiente para cubrir las deudas. Las deudas representan el 44,25% del patrimonio neto.
- Razón de endeudamiento: Se obtuvo una razón de endeudamiento de 30,67% para el año 1, lo que significa que solo el 30,67% del pasivo total es financiado por el activo total de la empresa, el resto se realiza por medio del patrimonio neto.

Ratios de gestión

- Rotación del activo total: Se obtuvo un ratio de 1,01 lo cual significa que, en promedio, el activo total rota una vez al año. Al tener un resultado alto, se deduce que hubo una mejor utilización del activo para generar ventas.

Ratios de rentabilidad

- Margen neto: Los dos primeros años se tienen márgenes negativos debido al mayor desembolso en gastos en comparación a las ventas, se estabiliza a partir del tercer año.

2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
-13,55%	-2,20%	28,05%	32,55%	36,76%	41,47%	44,83%	47,99%

- Margen bruto: A nivel bruto, la rentabilidad de ventas es positiva en todos los años, lo cual muestra que, el costo de ventas es siempre menor a los ingresos por ventas de todos los años.

2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
31,59%	38,17%	63,59%	67,35%	70,91%	75,38%	78,27%	80,99%

Análisis económico

Los indicadores económicos muestran que el proyecto presenta una viabilidad aceptable. El valor actual neto (VAN) del flujo de fondos económico, arroja un valor positivo de S/. 280 295,56; es decir, existe ganancia si el proyecto se traslada al presente.

El TIR económico muestra un resultado de 41,13%, que es ampliamente mayor que el COK de 19,50%, lo que indica una vez más, que el proyecto es rentable.

Con respecto al indicador de beneficio/costo, con un resultado de 2,57, mayor a la unidad, se puede demostrar que los beneficios obtenidos son mayores a los costos.

Finalmente, el período de recupero es de 4 años y 9 meses, esto señala que la inversión se recupera en los años intermedios del horizonte del proyecto. A partir de esa fecha el proyecto solventa su funcionamiento.

Análisis financiero

Los indicadores financieros muestran que, si una parte de la inversión del proyecto es financiada, este resulta ser aún mucho más rentable. El valor actual neto del flujo de

fondos financiero resulta ser S/. 292 743,31, lo cual significa que, si el proyecto se traslada al presente, este resultaría ser rentable.

El TIR financiero muestra un valor de 44,67%, por encima del COK de 19,50%, ratio que confirma la rentabilidad del proyecto.

Con respecto al beneficio/costo, el resultado de 3,02 indica que el proyecto genera más beneficios con respecto a los costos.

El período de recupero es de 4 años y 5 meses, lo cual significa que en ese período se recupera el total de la inversión y el proyecto solventa su funcionamiento.

7.5.4. Análisis de sensibilidad del proyecto

Por medio de este análisis, se evalúa como afecta el proyecto si existen variaciones en ciertas variables.

Para este caso se optó por presentar escenarios de simulaciones con variación en el precio de la energía. El motivo de la elección de esta variable es debido al proyecto de ley 2320-2017 que busca modificar la regulación del sector de generación eléctrica, de aprobarse, esto significaría un incremento en las tarifas eléctricas en 6% promedio. De esta forma se reducirían los pagos a las operaciones de plantas eólicas, solares o de otro tipo de tecnología RER, reduciendo así la Prima RER (cargo y tarifa autónoma RER) (García, 2019). Aún no existe la aprobación de esta ley; sin embargo, al existir propuestas de cambios, es importante considerar variaciones en el precio ante posibles modificaciones en el marco regulatorio de precios.

Por otro lado, también se consideró el costo de materia prima (estiércol) como variable sensible en el análisis; ya que, es probable que, en el horizonte del proyecto, al generar beneficios notables, el precio de este insumo pueda verse afectado en el tiempo.

Para ambas variables se consideraron escenarios de $\pm 15\%$, $\pm 10\%$ y $\pm 5\%$. La tabla 7.28 y 7.29 muestran las matrices de doble entrada con resultados del VAN Económico y Financiero para los escenarios de cambio en ambas variables.

Tabla 7.28*Análisis de Sensibilidad – Van Económico*

Van Económico		Variación de Precio Energía (S/. / Kwh)						
		-15%	-10%	-5%	0%	5%	10%	15%
Variación del costo de MP	-15%	202 112,03	229 118,81	256 125,59	283 132,37	310 139,15	337 145,93	364 152,71
	-10%	201 165,80	228 172,80	255 179,79	282 186,78	309 193,78	336 200,77	363 207,76
	-5%	200 219,56	227 226,76	254 233,97	281 241,18	308 248,38	335 255,59	362 262,80
	0%	199 273,30	226 280,72	253 288,14	280 295,56	307 302,98	334 310,40	361 317,81
	5%	198 327,02	225 334,66	252 342,29	279 349,92	306 357,55	333 365,19	360 372,82
	10%	197 380,74	224 388,58	251 396,43	278 404,27	305 412,12	332 419,96	359 427,81
	15%	196 434,43	223 442,49	250 450,55	277 458,61	304 466,67	331 474,72	358 482,78

Elaboración propia

Tabla 7.29*Análisis de Sensibilidad – Van Financiero*

Van Financiero		Variación de Precio Energía (S/. / Kwh)						
		-15%	-10%	-5%	0%	5%	10%	15%
Variación del costo de MP	-15%	215 486,52	242 493,30	269 500,08	296 506,86	323 513,64	350 520,42	377 527,20
	-10%	214 540,16	241 547,15	268 554,14	295 561,14	322 568,13	349 575,12	376 582,11
	-5%	213 593,78	240 600,99	267 608,19	294 615,40	321 622,60	348 629,81	375 637,02
	0%	212 647,39	239 654,81	266 662,22	293 669,64	320 677,06	347 684,48	374 691,90
	5%	211 700,98	238 708,61	265 716,24	292 723,88	319 731,51	346 739,14	373 746,77
	10%	210 754,56	237 762,40	264 770,25	291 778,09	318 785,94	345 793,78	372 801,63
	15%	209 808,12	236 816,18	263 824,24	290 832,30	317 840,35	344 848,41	371 856,47

Elaboración propia

Como se observa en ambas matrices, los peores escenarios se dan cuando el costo de la materia prima se incrementa y el precio de la energía cae a un escenario de -15%. En el análisis económico, se tiene los peores escenarios cuando el costo de materia prima se mantiene estable y se reduce hasta en un 15%, manteniendo el precio en un 15% por debajo del precio normal; se llegan a valores por debajo de los S/. 200,000. Sin embargo, siempre se tiene un VAN positivo en todos los escenarios; lo cual puede interpretarse como una garantía de fondos en el horizonte del proyecto, aun así este se vea afectado por variaciones en algunos parámetros.

7.6. Evaluación social

7.6.1. Identificación de las zonas y comunidades de influencia del proyecto

La comunidad beneficiada con este proyecto es el distrito de San Agustín de Cajas, provincia de Huancayo, departamento de Junín.

Generación de empleo

Favorece a la localidad en sentido de que las actividades a realizar en el proyecto no son complejas y pueden ser realizadas por los mismos pobladores para beneficio de sus hogares. Estas actividades pueden ser desde la recolección de la materia prima hasta el mantenimiento y limpieza del biodigestor. De esta manera, se estimula a los pobladores ganaderos que cuentan con criaderos de cuyes para obtener más cantidad de materia prima y así lograr abastecer de energía a un mayor sector de la localidad y de esta manera, generar más empleo.

7.6.2. Análisis de indicadores sociales (valor agregado, densidad de capital, intensidad de capital, generación de divisas)

El valor agregado representa el valor global en términos monetarios que aporta el proyecto durante un período evaluado, los resultados se muestran en la tabla 7.30.

Tabla 7.30

Cálculo del valor agregado

Descripción	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
Sueldos	160 978,17	160 978,17	160 978,17	160 978,17	160 978,17	160 978,17	160 978,17	160 978,17
Depreciación	7 105,55	7 105,55	7 105,55	7 105,55	7 105,55	821,05	821,05	821,05
Servicios	643,25	643,25	643,25	643,25	643,25	643,25	643,25	643,25
Servicios tercerizados	8 220,00	8 907,50	11 604,38	12 561,09	13 278,15	14 256,06	15 245,36	16 246,63
Amortización Intangibles	700,00	700,00	700,00	700,00	700,00	700,00	700,00	700,00
Gastos financieros	2 042,98	2 042,98	1 838,68	1 430,09	817,19			
UAIR	- 23 864,26	- 4 344,43	140 706,85	184 979,22	237 719,56	306 675,05	382 015,29	475 887,34
Valor agregado	155 825,69	176 033,02	323 576,87	368 397,37	421 241,86	484 073,57	560 403,11	655 276,43
Valor agregado actual al 17%	133 652,70	150 984,67	277 533,98	315 976,82	361 301,88	415 193,04	480 661,39	562 034,85
Valor agregado acumulado	133 652,70	284 637,37	562 171,35	878 148,17	1 239 450,05	1 654 643,10	2 135 304,49	2 697 339,33

Elaboración propia

El valor agregado actual fue hallado usando el Costo Promedio Ponderado de Capital (CPPC) de 16,60% como tasa de descuento. Este valor agregado acumulado en 8 años evaluados es de S/. 2 697 339,33.

De igual manera, se procedió a obtener otros indicadores sociales: producto-capital, densidad de capital e intensidad de capital. La tabla 7.31 muestra el indicador producto-capital. Según este, el proyecto es viable porque el resultado es mayor a 1; es decir por cada sol invertido se obtiene 15.07 soles de valor agregado.

Tabla 7.31*Indicador producto/capital*

Relación producto/capital	S/.
Valor agregado	2 697 339,33
Inversión total (Capital)	178 962,91
Valor agregado/Inversión total	15,07

Elaboración propia

La tabla 7.32 muestra el indicador intensidad de capital. Este indica que por cada sol e valor agregado se deberá invertir S/. 0,07.

Tabla 7.32

Indicador Intensidad de capital

Intensidad de capital	S/.
Inversión total (Capital)	178 962,91
Valor agregado	2 697 339,33
Inversión total/Valor agregado	0,07

Elaboración propia

Por último, la tabla 7.33 muestra el indicador densidad de capital. Este indica que para generar un puesto de trabajo se debe invertir S/. 29 827,15.

Tabla 7.33

Indicador Densidad de Capital

Densidad de capital	S/.
Inversión total	178 962,91
Número de trabajadores	6,00
Inversión total/Número de trabajadores	29 827,15

Elaboración propia

CONCLUSIONES

1. El proyecto es viable a nivel comercial por ser un servicio de suministro público y que cubre una necesidad primaria en la población; buscando contribuir en el aumento del coeficiente de electrificación rural en los próximos años, bajo las políticas regulatorias del sector.
2. La viabilidad técnica se basa en el acceso a la tecnología de biodigestión y los respectivos materiales para su ejecución. El “*know-how*” del proceso productivo juega un papel importante en el desarrollo del proyecto.
3. Los resultados de indicadores económicos y financieros, muy por encima del costo de oportunidad del proyecto, son un buen indicio para demostrar la rentabilidad del proyecto a lo largo de su vida útil.
4. El proyecto presentado es de un alcance, en su mayoría, social; ya que, llevar proyectos energéticos a zonas donde hacen falta servicios de agua, luz, telefonía, entre otros, contribuye al desarrollo del país al ofrecer una mejor calidad de vida a los pobladores de dicha zona y a su vez, generando nuevos puestos de trabajo.
5. El impacto social del proyecto se sostiene bajo resultados de indicadores de evaluación tales como: relación producto/capital, intensidad de capital y densidad de capital; los cuales muestran resultados favorables en relación a la inversión del proyecto para la generación de puestos de trabajo y valor agregado.
6. La localización de la planta es la misma que la ubicación del mercado objetivo. Las técnicas del factor dominante y preferencial se basaron en información acerca

de la disponibilidad de recursos en la zona; tales como: materia prima, mano de obra, etc. Comparando con las métricas de otras ciudades del país.



RECOMENDACIONES

1. La existencia y el acceso a la materia prima es un factor clave en la ejecución del proyecto. Por el alto rendimiento energético, el estiércol de cuy se vuelve un insumo imprescindible para la transformación a energía. Se debe contar con este recurso.
2. Los cambios en las políticas regulatorias deben tomarse en cuenta para la fijación de precios de energía por kwh.
3. Se debe considerar el desarrollo de proyectos de generación de energía con recursos renovables por medio de las subastas RER convocadas por el Ministerio de Energía y Minas y Osinergmin.
4. Es importante considerar el aprovechamiento de los recursos disponibles en las zonas beneficiadas, de manera que, se busca una reducción de costos considerable y beneficios de rentabilidad del proyecto y satisfacción de la población beneficiada.

REFERENCIAS

- Acosta Bedoya, F. (2012). *Biogas y combustibles líquidos en comunidades rurales aisladas de América Latina*. Lima: ESF.
<http://www.olade.org/sites/default/files/CIDA/Biocomustibles/Otros/Guia%20Sensibilizacion%20Biomasa.pdf>
- Adjudican trece nuevos proyectos de energías renovables a nivel nacional. (20 de febrero del 2016). *Gestión*. <https://gestion.pe/economia/adjudican-trece-nuevos-proyectos-energias-renovables-nivel-nacional-145207-noticia/>
- Alejos, R. (2011). *Proyecciones de la Matriz Energética al largo plazo*. Centro Nacional de Planeamiento Estratégico. Lima: CEPLAN.
<https://www.ceplan.gob.pe/wp-content/uploads/files/Documentos/documentodetrabajo12.pdf>
- Alibaba. (2018). *Alibaba*. <https://spanish.alibaba.com/product-detail/10kw-china-yangdong-biogas-electric-generator-60308097438.html?spm=a2700.8699010.29.138.7a7d686fm2irb8>
- Banco Central de Reserva del Perú. (Junio de 2020). *BCRPData*.
<https://estadisticas.bcrp.gob.pe/estadisticas/series/mensuales/resultados/PN01129XM/html>
- Banco Mundial. (2014). Acceso a Energía Eléctrica en % de población rural - Perú. Washington, Estados Unidos: GBM.
https://datos.bancomundial.org/indicador/EG.ELC.ACCS.RU.ZS?end=2014&locations=PE&name_desc=false&start=1990&view=chart
- Banco Mundial. (2018). *Acceso universal a la energía: mucho más que electricidad*. Washington.
<https://www.bancomundial.org/es/news/feature/2018/05/18/sustainable-development-goal-7-energy-access-all>
- Banco Mundial. (2019). *Consumo de energía eléctrica (KWh per cápita) - Perú*.
<https://datos.bancomundial.org/indicador/EG.USE.ELEC.KH.PC?end=2014&locations=PE&start=2014&view=bar>
- Benites, P. (25 de Septiembre de 2017). *Climate Tracker*. <http://climatetracker.org/peru-cuanto-se-ha-crecido-en-energias-renovables/>
- Bennoto. (2018). *Mercado Libre*.
https://articulo.mercadolibre.com.pe/MPE-430669654-estoca-hidraulica-con-asistencia-mecanica-2500-kg-_JM#redirectedFromSimilar
- Betas by Sector. (2020). *Betas by sector*.
http://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/New_Home_Page/datafile/Betas.html

- BP. (2016). *Statistical Review of World Energy 2016*. Madrid: BP.
https://www.bp.com/es_es/spain/prensa/notas-de-prensa/2016/bp-statistical-review-world-energy-2016.html
- BP. (2019). *BP Statistical Review of World Energy*. Londres.
<https://www.bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/pdfs/energy-economics/statistical-review/bp-stats-review-2019-full-report.pdf>
- CARE Perú. (2016). *INSTALACIÓN Y USO DE BIOGÁS, Ganadería Puneña, generando energía limpia "biogás" para calefacción y cocina familiar*. Lima: CARE.
<http://www.care.org.pe/wp-content/uploads/2016/11/Manual-de-Biodigestores-Final.pdf>
- Cervi, R., Esperancini, M., & Bueno, O. (2011). Viabilidad económica de la utilización de biogás para la conversión en energía eléctrica. *Información tecnológica*, 22(4), 3-14. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642011000400002>.
- Chorkulak, V. (2016). *Análisis de la capacidad de generación de biogás en Argentina a partir de residuos orgánicos producidos en granjas con sistemas de confinamiento*. Buenos Aires.
https://ri.itba.edu.ar/bitstream/handle/123456789/279/500921_Chorkulak_M.pdf?sequence=1
- Cidelsa. (2018). *Biodigestores, una alternativa tecnológica para el futuro*. Lima.
http://minagri.gob.pe/portal/download/pdf/especiales/bioenergia/cusco_cedepac/presentacion-cidelsa_edmundo.pdf
- CNESST. (2016). *Comité de Normas, Equidad, Salud y Seguridad*.
http://www.csst.qc.ca/prevention/reptox/pages/fiche-complete.aspx?no_produit=728659&nom=Sulfure%20ferrique
- COES. (2018). *Estadísticas Relevantes del SEIN*.
<http://www.coes.org.pe/Portal/Publicaciones/Estadisticas/>
- COFIDE. (2018). *Infogas*.
<http://www.infogas.com.pe/cambiental.aspx>
- Cofide. (2019). *Latin Carbon*.
https://latincarbon.com/previous/2010/docs/presentations/Day3/Carlos_Paredes.pdf
- Condorchem. (2017). *Blog Condorchem*.
<https://blog.condorchem.com/tratamiento-del-biogas/>
- ConexiónCOP. (25 de Enero de 2015). *¿Cómo la caída del precio del petróleo puede impulsar las energías renovables?*

<http://conexioncop22.com/como-la-caida-del-precio-del-petroleo-puede-impulsar-las-energias-renovables/>

Congreso Nacional de la República. (2006). *Ley N° 28749 - Ley de Electrificación Rural*. Lima.

<http://www2.osinerg.gob.pe/MarcoLegal/pdf/LEY.28749.pdf>

Corona Zuñiga, I. (2007). *Biodigestores*. Estado de Hidalgo: Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.

Cruz Huanca, L., & Palacios Sandoval, B. (2014). *Plan de negocio para la venta, instalación y mantenimiento de biodigestores para el servicio de energía y gas para el consumo humano autónomo en el distrito de Pomalca - Chiclayo (Tesis para optar el título de Licenciado en Administración de empresas)*. Chiclayo. http://tesis.usat.edu.pe/bitstream/usat/58/1/TL_CruzHuancaLenin_PalaciosSandovalBryan.pdf

DeLaval. (2018). *Bomba para Purín DeLaval*.

http://www.delaval.es/ImageVaultFiles/id_4142/cf_5/11677_Bomba_purin_TP250.PDF

DISTRILUZ. (2014). *ELECTROCENTRO*.

http://www.distriluz.com.pe/electrocentro/01_empresa/giro.html

FAO. (2011). *Manual del Biogás*. Santiago de Chile.

<http://www.fao.org/3/as400s/as400s.pdf>

FONCODES. (2014). *Producción y uso de abonos orgánicos: biol. compost y humus*. Lima.

García, E. (Mayo de 2019). Osinergmin: Proyecto que modifica regulación eléctrica subiría tarifas a usuarios finales en 6%. *Gestión*.

<https://gestion.pe/economia/osinergmin-proyecto-modifica-regulacion-electrica-subiria-tarifas-usuarios-finales-6-267584-noticia/>

Gobierno Regional de Junín. (Diciembre de 2015). *Estrategia Regional del Cambio Climático Junín*. Junín. http://www.minam.gob.pe/cambioclimatico/wp-content/uploads/sites/11/2015/12/ERCC_Junin_8dic.pdf

Google Maps. (2017). Mapa distrital San Agustín de Cajas.

Huaroc Barzola, K. M. (2017). *Estudio de base para promover la crianza de cuyes en la comunidad de Alapampa, distrito de Mariscal Castilla, provincia de Concepción*. Huancayo.

Indecopi. (2004). *Señales de Seguridad: Colores, símbolos, formas y dimensiones de señales de seguridad*. Lima.

INEI. (2007). *Junín - Directorio de Centros Poblados y Población dispersa*. INEI.

http://www.diresajunin.gob.pe/diresajunin/oite/infoJunin/JUNIN_2007_DIRECTORIO_CENTROS_POBLADOS.pdf

- INEI. (2007). Sistema de Consulta de Datos. Junín, Huancayo, Perú.
<http://censos.inei.gob.pe/Censos2007/redatam/#>
- INEI. (2009). *Perú: Estimaciones y proyecciones de población por departamento, sexo y grupos quinquenales de edad, 1995-2025*. Boletín.
<http://proyectos.inei.gob.pe/web/biblioineipub/bancopub/Est/Lib0846/libro.pdf>
- INEI. (2012). IV Censo Nacional Agropecuario 2012. Lima.
<http://censos.inei.gob.pe/cenagro/tabulados/>
- INEI. (2017). *Junín - Compendio Estadístico*. Lima.
https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1497/libro.pdf
- INEI. (2017). Sistema de Consulta de Datos. Perú.
<http://censos.inei.gob.pe/Censos2007/redatam/#>
- INEI. (2018). *Anuario estadístico de la criminalidad y seguridad ciudadana 2011-2017*. Lima.
https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1534/libro.pdf
- INEI. (s.f.). *Población 2000-2015*. <http://proyectos.inei.gob.pe/web/poblacion/>
- Ini, L. (2019). Chile, Brasil, Argentina y Perú: Entre los diez países con mejores oportunidades para proyectos renovables. *Renewable Energy Magazine*.
<https://www.energias-renovables.com/panorama/entre-los-diez-paises-con-mejores-oportunidades-20191211/>
- ISOtools. (2014). *ISOtools*. <https://www.isotools.cl/ohsas-18001-matriz-iper-identificacion-peligros-evaluacion-riesgos/>
- Linemedia. (2018). *AUTOLINE*. <https://autoline.es/-/bombas-mezcladoras/PUTZMEISTER-P-13-KA-139--12111309062137116300>
- MACROCONSULT. (2015). *Reporte Mensual del sector Eléctrico*. Lima.
<http://sim.macroconsult.pe/wp-content/uploads/2015/10/RMSE-08-2015.pdf>
- Martí Herrero, J. (2008). *Biodigestores familiares, guía de diseño y manual de instalación*. La Paz: Cooperación Técnica Alemana.
- Mendiola, A., Aguirre, C., Aguilar, Ó., Castillo, S., Giglio, G., & Maldonado, W. (2012). *Proyectos de Generación Eléctrica en el Perú: ¿Centrales hidroeléctricas o centrales térmicas?* Lima: ESAN ediciones.
https://www.esan.edu.pe/publicaciones/2012/11/15/proyecto_generacion_electrica.pdf
- Mendoza Gacon, J. (2016). *Marco Regulatorio de las Energías Renovables en el Perú*. Osinergmin. Lima: Cámara de Comercio e Industria Peruano-Alemana.
http://www.camara-alemana.org.pe/downloads/160405-05_160405-PRE-JMG-Marco-Regulatorio-RER-Camara-Comercio-Alemana.pdf

- MINEM. (2012). *Anuario Estadístico de Energía Eléctrica 2012*. Lima.
- MINEM. (2013). *Anuario Estadístico de Energía Eléctrica 2013*. Lima.
- MINEM. (2014). *Anuario Estadístico de Energía Eléctrica 2014*. Lima.
- MINEM. (2015). *Anuario Estadístico de Energía Eléctrica 2015*. Lima.
- MINEM. (2016). *Anuario Estadístico de Energía Eléctrica 2016*. Lima.
- MINEM. (2017). *Estadísticas eléctricas mensuales*.
http://www.minem.gob.pe/_detalle.php?idSector=6&idTitular=644&idMenu=su b115&idCateg=355
- Ministerio de Energía y Minas. (2006). *Código Nacional de Electricidad*. Lima.
- Ministerio de Energía y Minas. (2018). *Anuario estadístico de electricidad*. Obtenido de http://www.minem.gob.pe/_estadistica.php?idSector=6&idEstadistica=13285
- Ministerio de Energía y Minas. (2018). *Estadística Eléctrica por regiones*.
<http://www.minem.gob.pe/minem/archivos/Capitulo%202%20Estadistica%20por%20Regiones%202018.pdf>
- Ministerio de Trabajo y promoción del empleo. (2019). *Trabajo*.
<https://www.trabajo.gob.pe/mostrarContenido.php?id=165&tip=909>
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2015). *Plan de Desarrollo Urbano Huancayo 2015-2025*.
http://munihuancayo.gob.pe/portal/upload/documentos/2015/gerencia_subgerencia/desarrollo_urbano/plan/DiagnosticoPDU.pdf
- Ministerio del trabajo. (2012). *Reglamento de la Ley N° 29783, Ley de Seguridad y Salud en el trabajo Decreto Supremo 005-2012 TR*. Lima.
<https://www.mtc.gob.pe/nosotros/seguridadysalud/documentos/DS-005-2012TR%20-%20REGLAMENTO%20DE%20LA%20LEY%20DE%20SEGURIDAD%20Y%20SALUD%20EN%20EL%20TRABAJO.pdf>
- Mitma Ramírez, R. (2011). *Perú: Subasta de energías renovables*. OSINERGMIN, Lima.
http://www.minagri.gob.pe/portal/download/pdf/especiales/bioenergia/seminario_biodigestores/osinerg_biod.pdf
- Mitma, D. (Febrero de 2018). Gobierno Regional de Junín adjudica obra de millón y medio a joven de solo 18 años. *Diario Correo*.
<https://diariocorreo.pe/edicion/huancayo/gobierno-regional-de-junin-adjudica-obra-de-millon-y-medio-joven-de-solo-18-anos-801331/>
- Modasa. (2018). *Grupo Electrónico MM-16*. Lima.

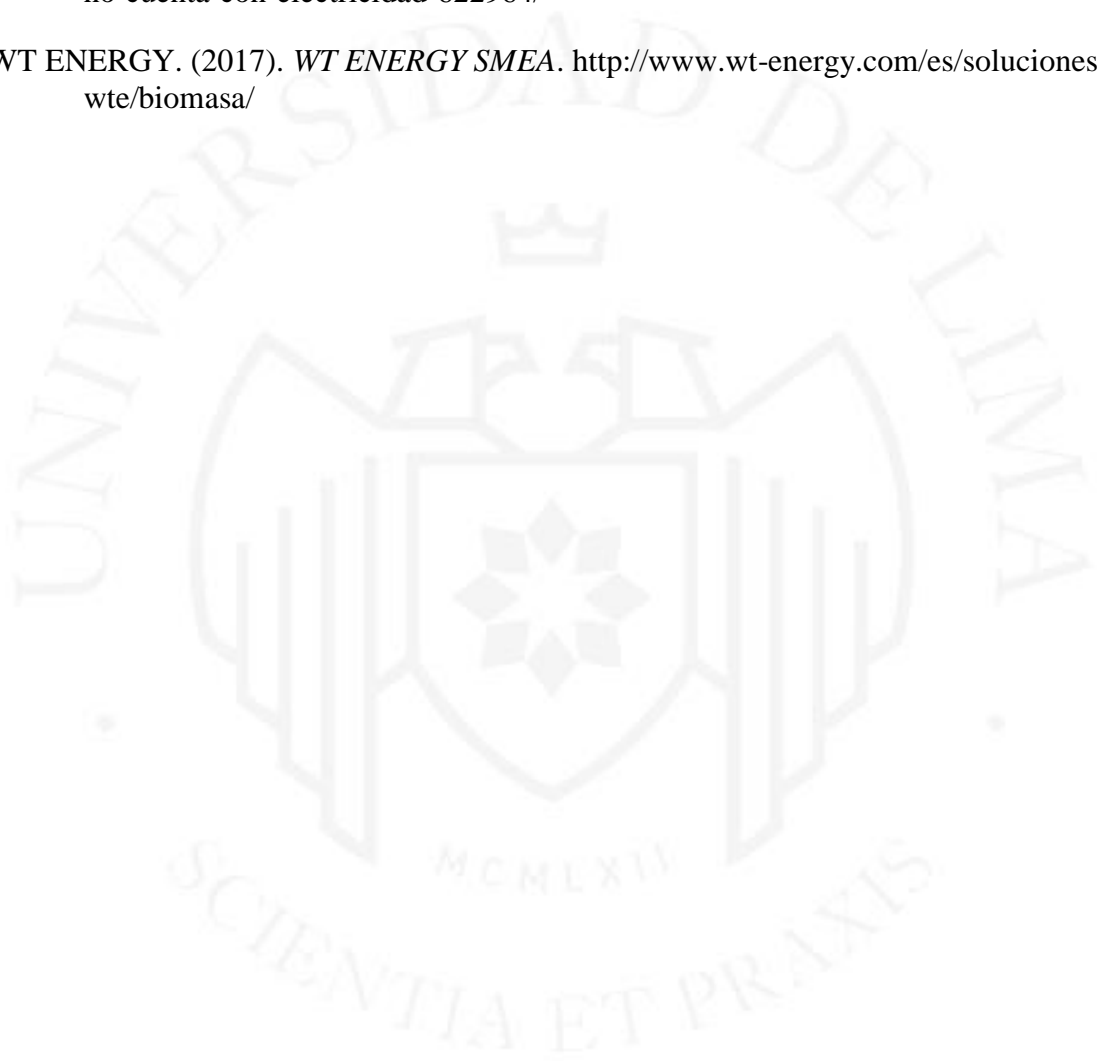
- Municipalidad Distrital de San Agustín de Cajas. (2008). *Plan Urbano Distrital 2007-2012*. Huancayo.
- Municipalidad Provincial de Huancayo. (2011). *Provincia de Huancayo: Potencialidades y Dificultades*. Huancayo: MPH.
http://www.munihuancayo.gob.pe/portal/upload/documentos/2012/presupuesto_part2013/7.%20LINEA%20BASE.%20Basilisa.pdf
- Noticias de la Ciencia y Tecnología. (2014). Se confirma que el vapor de agua amplifica el calentamiento global. *Noticias de la Ciencia y Tecnología*.
<http://noticiasdelaciencia.com/not/11290/se-confirma-que-el-vapor-de-agua-amplifica-el-calentamiento-global/>
- OIT. (2017). *Organización Internacional del Trabajo*.
<http://www.ilo.org/global/industries-and-sectors/utilities-water-gas-electricity/lang--es/index.htm>
- Ordoñez Noriega, R. (2003). *Plan de Introducción de la carne de cuy en Lima Metropolitana: Estudio de mercado y propuesta empresarial (Tesis de maestría)*. Pontífice Universidad Católica del Perú. Lima: PUCP.
http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/123456789/598/ORDO%203%2091EZ_NORIEGA_RICARDO_PLAN.pdf
- Ortiz Escobedo, M., Paredes Delgado, J., Romero Vittorino, G., & Sánchez Fustamante, M. (2014). *Plan Estratégico del Sector Eléctrico (Tesis de maestría)*. Lima: CENTRUM CATÓLICA.
http://dalessio.pearsonperu.pe/el_proceso_estrategico_3/recursos/7_sector_electrico_de_peru.pdf
- Osinergmin. (2008). *Norma técnica de calidad de los servicios eléctricos rurales (NTCSER)*. Lima.
- OSINERGMIN. (2011). *Perú: Subasta de energías renovables*. Lima.
- OSINERGMIN. (2014). *Competitividad de las Energías Renovables: Experiencia del Perú*. Lima.
http://www.osinergmin.gob.pe/newweb/pages/Publico/cop20/uploads/Victor_Ormenio_y_Arturo_Vasquez-Competitividad_de_las_Energias_Renovables-Experiencia_del_Peru.pdf
- OSINERGMIN. (2014). *Generación Eléctrica con Recursos Energéticos Renovables no convencionales en el Perú*. Lima.
http://www.osinergmin.gob.pe/newweb/pages/Publico/cop20/uploads/Oct_2014_Generacion_Electrica_RER_No_Convencionales_Peru.pdf
- OSINERGMIN. (2017). *Servicio para fijar el cargo RER Autónomo Aplicable al Servicio Suministrado de Energía en Áreas no conectadas a Red, para tipos de instalaciones RER Autónomas*. Lima.
http://www.osinergmin.gob.pe/seccion/centro_documental/gart/procesosregulatorios/electricidad/fijacion-carga-rera/2017/INFORME_DETERMIANACION_CARGO_RER_2017.pdf

- OSINERGMIN. (2018). *Supervisión de contratos de proyectos de generación y transmisión de energía eléctrica en operación*. Lima.
http://www.osinergmin.gob.pe/seccion/centro_documental/electricidad/Documentos/Publicaciones/Compendio-Proyectos-GTE-Operacion-enero-2018.pdf
- OSINERGMIN. (2019). *Evolución del coeficiente de electrificación nacional y rural 1995-2018*. Observatorio Energético.
<http://observatorio.osinergmin.gob.pe/evolucion-coeficiente-electrificacion>
- Osinergmin. (2019). *Supervisión de la Generación de los Sistemas Aislados*.
<https://www.osinergmin.gob.pe/empresas/electricidad/generacion/sistemas-aislados>
- OSINERGMIN. (s.f.). Mapa Interactivo del SEIN. Lima, Lima, Perú.
- Osinermin. (2017). *La industria de la Energía Renovable en el Perú*. Lima.
- Osinermin. (2019). *Osinermin*. Osinermin.
<https://prie.osinergmin.gob.pe/PF-SICLI>
- Oyuela Barahona, F. A. (2010). *Evaluación de la producción de biogás y biol a partir de la torta de Jatropha curcas L. . Zamorano*.
- Pérez Rosales, M. F. (2006). *Producción de energía eléctrica a partir de biogás procedente de vertederos de residuos sólidos urbanos*. Guatemala.
http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_0614_EA.pdf
- Perú es el quinto país más atractivo de Latinoamérica en energías renovables. (11 de Diciembre de 2018). *Gestión*. <https://gestion.pe/economia/peru-quinto-pais-atractivo-latinoamerica-energias-renovables-252510-noticia/>
- Piñón, M. D. (2018). *Eliminación del sulfuro de hidrógeno en el biogás*.
<http://www.cubasolar.cu/biblioteca/energia/Energia41/HTML/Articulo05.htm>
- Ponce, E. (30 de Agosto de 2016). Métodos sencillos en obtención de biogás rural y su conversión en electricidad. *Idesia*, 75-79. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-34292016005000011>
- Preston, T. (2005). Los biodigestores en los sistemas agrícolas ecológicos. *Leisa revista de agroecología*.
- Producción de energía eléctrica en Perú aumentó 3.1% en setiembre, según el Minem. (24 de Octubre de 2019). *Gestión*. <https://gestion.pe/economia/minem-energia-electrica-produccion-de-energia-electrica-en-peru-aumento-31-en-setiembre-segun-el-minem-noticia/>
- Promam. (2019). *Promam*. Prototipos Industriales
<https://www.promam.es/limites-de-explosividad-de-una-sustancia-inflamable/>

- PROVIAS. (2012). *Plan vial participativo de Huancayo 2012-2021*. Huancayo.
http://www.proviasdes.gob.pe/planes/junin/pvpp/PVPP_Huancayo_2012_2021.pdf
- Putri, R. E. (2015). *Student Energy*. Obtenido de
<https://www.studentenergy.org/studentenergy>
- Quintanilla, E. (2016). *Perú: Soluciones para un mercado eléctrico de alto crecimiento - Promoción de energías renovables y competitivas*. Lima: OSINERGMIN.
- Quipuzco Ushñahua, L., & Baldeón Quispe, W. (2012). Desempeño de un biodigestor cargado con lodo séptico y excreta de cuy para la producción de biogas y biol. *Revista del Instituto de investigación de la Facultad de minas, metalurgia y ciencias geográficas*.
- Ramirez, G. (12 de Febrero de 2017). *Comunicaciones Aliadas*. Perú: Biogás, energía limpia transformando guano de cuy.
<https://www.comunicacionesaliadas.com/peru-biogas-energia-limpia-transformando-guano-de-cuy/>
- Renewable Energy Magazine. (2018). La subida del precio del petróleo, oportunidad para las renovables y las nuevas tecnologías. *Renewable Energy Magazine*.
<https://www.energias-renovables.com/panorama/la-subida-del-precio-del-petroleo-podria-20180619>
- Riesgo país de Perú subió trece puntos básicos y cerró en 1.58 puntos porcentuales. (11 de junio de 2020). *Gestión*. <https://gestion.pe/economia/riesgo-pais-de-peru-subio-trece-puntos-basicos-y-cerro-en-158-puntos-porcentuales-noticia/>.
- SACOME. (2018). *SACOME*. <https://www.sacome.com/intercambiador-industrial-multitubo/>
- Salazar Cuaila, J. L., Amusquivar Coaquira, C., Llave Perez, J. J., & Rivasplata Cabanillas, C. (2012). *PRODUCCIÓN DE BIOGÁS Y BIOL A PARTIR DE EXCRETAS DE GANADO: EXPERIENCIAS EN LA CIUDAD DE TACNA*. Tacna: Universidad Nacional Jorge Basadre Grohman.
- Sector de energías renovables en América Latina supone un mercado de US\$ 349,000 millones. (16 de Febrero de 2015). *Gestión*. <https://gestion.pe/economia/sector-energias-renovables-america-latina-supone-mercado-us-349000-millones-2123542>
- Sistema Biobolsa. (2019). *Manual del Biol*. Ciudad de México.
<http://sistemabiobolsa.com/pdf/manualDeBiol.pdf>
- Sociedad Nacional de Minería, Petróleo y Energía. (2007). *Informe Quincenal de la SNMPE*. Lima.
- Sule., D. (2001). *Instalaciones de manufactura*. Mexico.

- SUNAT. (s.f.). *Tablas Anexas*. <http://orientacion.sunat.gob.pe/index.php/personas-menu/ruc-personas/inscripcion-al-ruc-personas/6745-03-tablas-anexas-ruc-personas>
- Superintendencia del Mercado de Valores. (2020). *Índices*.
https://www.smv.gob.pe/Frm_EstadisticasIndices?data=F3FCB34FBD76F5A580F537956581A0498BE8A4A816
- Superintendencia Nacional de Servicio de Saneamiento - SUNASS. (2014).
Determinación de la fórmula tarifaria, estructura tarifaria y metas de gestión aplicable a la empresa prestadora de servicios de agua y alcantarillado SEDAM HUANCAYO S.A. Huancayo.
http://www.sunass.gob.pe/websunass/index.php/eps/estudios-tarifarios/doc_download/3003-sedam-huancayo-s-a-empresa-de-servicios-de-agua-potable-y-alcantarillado-municipal-de-huancayo
- Tamayo, J., Salvador, J., Vásquez, A., & Vilchez, C. (2016). *La industria de la electricidad en el Perú, 25 años de aportes al crecimiento económico del Perú*. OSINERGMIN. Lima: GPAE.
http://www.osinergmin.gob.pe/seccion/centro_documental/Institucional/Estudios_Economicos/Libros/Osinergmin-Industria-Electricidad-Peru-25anios.pdf
- Tempero Group. (2018). *Energías Renovables*. <http://www.ades.tv/es/empresa/energias-renovables/id/201>
- Toala Moreira, E. (2013). *Diseño de un biodigestor de polietileno para la obtención de biogás a partir de estiércol de ganado en el rancho Verónica*. Riobamba.
<http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/3406/1/236T0100.pdf>
- UNCP. (27 de Junio de 2019). *UNCP*. <http://www.uncp.edu.pe>
- Universidad Autónoma de Entre Ríos. (2017). *¿Qué es la biodigestión?*
- Universidad de Puerto Rico. (s.f.). *Recinto Universitario de Mayagüez*.
<https://www.uprm.edu/biology/profs/massol/anaerob4735.pdf>
- Universidad Politécnica de Catalunya. (2006). *MANUAL DE INSTALACIÓN DE UN BIODIGESTOR FAMILIAR TIPO MANGA PARA ZONAS ALTO-ANDINAS*. Catalunya.
- UTP. (2018). *Temperatura y presión crítica*.
http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:YaLs6E_rN0AJ:blog.utp.edu.co/docenciaedwin/files/2011/08/TEMPERATURA-Y-PRESION-CRITICA.pdf+&cd=16&hl=es-419&ct=clnk&gl=pe
- Vargas Marón, J. A. (2014). *Factibilidad de generación de energía eléctrica desde el biogás obtenido por el tratamiento de los residuos sólidos urbanos en la ciudad de Puno (Tesis de maestría)*. Puno: UNAP.
<http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/384>

- Varnero Moreno, M. T. (2011). *Manual del Biogás*. Santiago de Chile.
<http://www.fao.org/docrep/019/as400s/as400s.pdf>
- Viscidi, L., & Yépez, A. (2 de Febrero de 2018). La solución energética que América Latina necesita. *The New York Times*.
<https://www.nytimes.com/es/2018/02/02/espanol/opinion/opinion-energias-renovables-america-latina.html>
- Vivanco, T. (5 de Octubre de 2015). El 7% de la población de Junín no cuenta con electricidad. *Diario Correo*. <https://diariocorreo.pe/ciudad/el-7-de-la-poblacion-no-cuenta-con-electricidad-622964/>
- WT ENERGY. (2017). *WT ENERGY SMEA*. <http://www.wt-energy.com/es/soluciones-wte/biomasa/>



BIBLIOGRAFÍA

- Adjudican trece nuevos proyectos de energías renovables a nivel nacional. (20 de febrero del 2016). *Gestión*. <https://gestion.pe/economia/adjudican-trece-nuevos-proyectos-energias-renovables-nivel-nacional-145207-noticia/>
- Banco Interamericano de Desarrollo. (2017). *Generación de electricidad a partir de biogás capturado de residuos sólidos urbanos*. Lima: Autor.
- Cervi, Ricardo G, Esperancini, Maura S. T, & Bueno, Osmar de C. (2011). Viabilidad económica de la utilización de biogás para la conversión en energía eléctrica. *Información tecnológica*, 22(4), 3-14. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642011000400002>.
- Corona Zúñiga, I. (2007). *Biodigestores* (tesis para optar el título de ingeniero). <https://repository.uaeh.edu.mx/bitstream/bitstream/handle/123456789/10722/Biodigestores.pdf?sequence=1>
- Díaz, B; Jarufe, B y Noriega, M. (2007). *Disposición de planta*. (2.ª ed.). Lima: Universidad de Lima.
- Lozano Broncales, N. (2012). Diseño de Biodigestores para las familias caprinocultoras de la cuenca baja del río Chillón (tesis de maestría). http://www.lamolina.edu.pe/proyectos/proyecto_AQUAtech/Diplomado_III/mografias/pdf_doc/LOZANO.pdf
- Oyuela Barahona, F. (2010). *Evaluación de la producción de biogás y biol a partir de la torta de *Jatropha curcas* L.* (tesis para optar el título de ingeniero). Universidad de Zamorano.
- Ponce, E. (2016). Métodos sencillos en obtención de biogás rural y su conversión en electricidad. *Idesia (Arica)*, 34(5), 75-79. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-34292016005000011>.
- Quipezco Ushñahua, L., & Baldeón Quispe, W. (2012). Desempeño de un biodigestor cargado con lodo séptico y excreta de cuy para la producción de biogás y biol. *Revista del Instituto de Investigación de la Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica*, 14(28). <http://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/iigeo/article/view/677>.
- Vargas Marón, J. (2014). *Factibilidad de generación de energía eléctrica desde el biogás obtenido por el tratamiento de los residuos sólidos urbanos en la ciudad de Puno* (tesis de maestría). <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/384>



ANEXOS

ANEXO 1: COTIZACIÓN DE BIODIGESTOR TUBULAR



Av. Pedro Nieto 914
S.J. de Miraflores - Lima 29
Tel: 6178787 Fax: 6178700

Señorita
Joselyn Monge S.
Lima

COTIZACION N°
CAT-09003/20

Fecha: 05/03/2020

Item	Cant.	Descripción	Unid	P. Parcial US\$	Total US\$
		<u>DESCRIPCIÓN</u>			
1	1	Biodigestor en geomembrana de PVC de 1.0 mm color negro			
		Con tapas en ambos extremos donde se instalan (03) mangas para la			
		Carga y Salida de efluentes y Purga de Biosol.			
		Se colocan tres tubos de PVC de 4" X 0.50m con abrazaderas regulables			
		Un accesorio de PVC de 1" de diámetro para salida de biogás instalado en el centro.			
		Tiene dos contratuercas y anillos planos de PVC rígido.			
		Todo el biodigestor sellado por alta frecuencia (HF).			
		Se adjunta un kit de reparación de 1/8 gln de pegamento PVC y parches			
		<u>Medidas: 5m de diámetro y 10m de largo</u>			
		<u>Volumen Total: 200 M3</u>	UND	\$355.9	\$355.9
		PRECIOS COTIZADOS EN USD DÓLARES			
				Sub-total:	\$355.9
				IGV 18%	\$84.00
				TOTAL:	\$420.00

T. entrega: 10 días útiles después de recibido el adelanto de 50%

Lugar de entrega: En Agencia de Transportes que indiquen, flete pagado por el cliente

Forma de pago: 50% con la Orden de Compra, saldo antes del despacho

Cta Cte US\$ CIDELSA en BCP: 192-0059147-1-53