

Universidad de Lima

Facultad de Ingeniería y Arquitectura

Carrera de Ingeniería Industrial



# **ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD PARA LA PRODUCCIÓN Y COMERCIALIZACIÓN DE BIODIESEL A BASE DE GRASA ANIMAL**

Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Industrial

**Stefano Migliori Ruiz**

**Código 20160895**

**Asesor**

Rosa Patricia Larios Francia

Lima – Perú

Julio de 2022





**PRE-FEASIBILITY STUDY FOR THE  
PRODUCTION AND COMMERCIALIZATION  
OF BIODIESEL BASED ON ANIMAL FAT**

# TABLA DE CONTENIDO

<b>TABLA DE CONTENIDO .....</b>	<b>IV</b>
<b>RESUMEN .....</b>	<b>1</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>2</b>
<b>CAPÍTULO I. ASPECTOS GENERALES.....</b>	<b>3</b>
1.1 Problemática.....	3
1.2 Objetivos de la investigación .....	3
1.2.1 Objetivo general.....	3
1.2.2 Objetivos específicos: .....	4
1.3 Alcance de la investigación.....	4
1.3.1 Unidad de análisis .....	4
1.3.2 Población.....	4
1.3.3 Espacio .....	4
1.3.4 Tiempo .....	5
1.4 Justificación del tema.....	5
1.5 Hipótesis de trabajo.....	7
1.6 Marco referencial .....	7
1.7 Marco conceptual .....	10
<b>CAPÍTULO II: ESTUDIO DE MERCADO .....</b>	<b>12</b>
2.1 Aspectos generales del estudio de mercado .....	12
2.1.1 Definición comercial del producto.....	12
2.1.2 Usos del producto, bienes sustitutos y complementarios.....	12
2.1.3 Determinación del área geográfica .....	12
2.1.4 Análisis del sector industrial .....	13
2.2 Metodología por emplear en la investigación de mercado .....	19
2.3 Demanda potencial.....	19
2.3.1 Determinación de la demanda potencial .....	19
2.4 Determinación de la demanda de mercado .....	20
2.4.1 Demanda del proyecto a base de data histórica .....	20
2.5 Análisis de la oferta.....	23
2.5.1 Empresas productoras, importadoras y comercializadoras .....	23

2.5.2	Participación de mercado de los competidores actuales .....	24
2.5.3	Competidores potenciales .....	24
2.6	Definición de la estrategia de comercialización .....	24
2.6.1	Políticas de comercialización y distribución.....	24
2.6.2	Publicidad y promoción .....	25
2.6.3	Análisis de precios .....	26
<b>CAPÍTULO III: LOCALIZACIÓN DE PLANTA.....</b>		<b>28</b>
3.1	Identificación y análisis detallado de los factores de localización.....	28
3.2	Identificación y descripción de las alternativas de localización .....	28
3.3	Evaluación y selección de localización.....	31
3.3.1	Evaluación y selección de la macro localización.....	31
3.3.2	Evaluación y selección de la micro localización .....	32
<b>CAPÍTULO IV: TAMAÑO DE PLANTA .....</b>		<b>35</b>
4.1	Relación Tamaño - Mercado.....	35
4.2	Relación Tamaño - Materia Prima .....	37
4.3	Relación Tamaño - Tecnología .....	39
4.4	Relación Tamaño - Punto de Equilibrio.....	41
4.5	Tamaño de planta .....	44
<b>CAPÍTULO V: INGENIERÍA DEL PROYECTO.....</b>		<b>45</b>
5.1	Definición técnica del producto .....	45
5.1.1	Especificaciones técnicas, composición y diseño del producto .....	45
5.1.2	Marco regulatorio para el producto.....	45
5.2	Tecnologías existentes y procesos de producción.....	47
5.2.1	Naturaleza de la tecnología requerida .....	47
5.2.2	Proceso de producción .....	48
5.3	Características de las instalaciones .....	52
5.3.1	Selección de la maquinaria y equipos .....	52
5.3.2	Especificaciones de la maquinaria .....	53
5.4	Capacidad instalada.....	58
5.4.1	Cálculo del número de máquinas y operarios requeridos .....	58
5.4.2	Cálculo de la capacidad instalada .....	58
5.5	Resguardo de la calidad y/o inocuidad del producto .....	60
5.5.1	Calidad de la materia prima, de los insumos, del proceso y del producto .....	60

5.6	Estudio de impacto ambiental .....	61
5.7	Seguridad y salud ocupacional.....	64
5.8	Sistema de mantenimiento .....	67
5.9	Diseño de la cadena de suministro.....	69
5.10	Programa de producción .....	69
5.11	Requerimiento de insumos, servicios y personal indirecto.....	70
5.11.1	Materia prima, insumos y otros materiales .....	70
5.11.2	Servicios: energía eléctrica, agua, vapor, combustible, etc. ....	72
5.11.3	Determinación del número de trabajadores indirectos.....	73
5.11.4	Servicios de terceros .....	74
5.12	Disposición de planta .....	74
5.12.1	Características físicas del proyecto .....	74
5.12.2	Determinación de las zonas físicas requeridas.....	75
5.12.3	Cálculo de áreas para cada zona .....	75
5.12.4	Dispositivos de seguridad industrial y señalización .....	79
5.12.5	Disposición de detalle de la zona productiva.....	81
5.12.6	Disposición general.....	83
5.13	Cronograma de implementación del proyecto .....	84
<b>CAPÍTULO VI: ORGANIZACIÓN Y ADMINISTRACIÓN.....</b>		<b>85</b>
6.1	Formación de la organización empresarial .....	85
6.2	Requerimientos de personal y funciones generales de los puestos.....	85
6.3	Esquema de la estructura organizacional .....	87
<b>CAPÍTULO VII: PRESUPUESTOS Y EVALUACIÓN DEL PROYECTO.....</b>		<b>88</b>
7.1	Inversiones .....	88
7.1.1	Estimación de las inversiones a largo plazo.....	88
7.1.2	Estimación de las inversiones de corto plazo.....	89
7.2	Costos de producción .....	90
7.2.1	Costos de las materias primas .....	90
7.2.2	Costo de mano de obra directa .....	90
7.2.3	Costos Indirectos de Fabricación .....	90
7.3	Presupuestos operativos .....	91
7.3.1	Presupuesto de ingreso por ventas .....	91
7.3.2	Presupuesto operativo de costos .....	93

7.3.3	Presupuesto operativo de gastos .....	94
7.4	Presupuestos financieros .....	96
7.4.1	Presupuesto de servicio de deuda.....	96
7.5	Presupuesto de Estado de Resultados .....	97
7.6	Presupuesto de Estado de Situación Financiera (apertura) .....	97
7.7	Flujo de fondos netos .....	98
7.7.1	Flujo de fondos económicos .....	99
7.7.2	Flujo de fondos financieros.....	99
7.8	Evaluación económica y financiera .....	100
7.8.1	Evaluación económica .....	100
7.8.2	Evaluación financiera.....	101
7.8.3	Análisis de ratios e indicadores económicos y financieros.....	101
7.8.4	Análisis de sensibilidad.....	102
<b>CAPÍTULO VIII: EVALUACIÓN SOCIAL DEL PROYECTO .....</b>		<b>103</b>
8.1	Indicadores sociales .....	103
8.2	Interpretación de indicadores sociales .....	104
<b>CONCLUSIONES .....</b>		<b>105</b>
<b>RECOMENDACIONES .....</b>		<b>108</b>
<b>REFERENCIAS.....</b>		<b>109</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>		<b>115</b>
<b>ANEXOS.....</b>		<b>117</b>

# ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1 Principales empresas productoras de biocombustibles del Perú.....	14
Tabla 2.2 Principales refinerías de combustible en el Perú .....	15
Tabla 2.3 Cálculo del DIA en el Perú en toneladas .....	21
Tabla 2.4 Demanda del proyecto en toneladas de biodiesel .....	23
Tabla 2.5 Empresas productoras peruanas.....	23
Tabla 2.6 Empresas productoras extranjeras .....	23
Tabla 4.1 Exportación e importación de diesel en Perú en kilogramos.....	35
Tabla 4.2 Producción de diesel, DIA del diesel y su equivalente en biodiesel en kilogramos .....	36
Tabla 4.3 Regresiones DIA biodiesel .....	36
Tabla 4.4 Proyección de la demanda del proyecto, en toneladas, kilogramos y litros ...	37
Tabla 4.5 Relación Tamaño – Mercado.....	37
Tabla 4.6 Cabezas de ganado porcino o vacuno beneficiado en el Perú .....	37
Tabla 4.7 Análisis de regresión Tamaño-Materia Prima .....	38
Tabla 4.8 Proyección de ganado en Perú para los próximos 6 años.....	38
Tabla 4.9 Materia prima disponible en cabezas de ganado para los próximos 6 años ...	38
Tabla 4.10 Kilogramos de grasa por tipo de ganado para los próximos 6 años .....	39
Tabla 4.11 Litros de aceite por kilogramos de grasa para los próximos 6 años .....	39
Tabla 4.12 Litros de biodiesel obtenidos por litro de aceite animal para los próximos 6 años .....	39
Tabla 4.13 Relación Tamaño – Materia Prima .....	39
Tabla 4.14 Cálculo del Tamaño – Tecnología .....	40
Tabla 4.15 Relación Tamaño-Tecnología.....	41
Tabla 4.16 Depreciación y amortización anual en nuevos soles (S/ ) .....	41
Tabla 4.17 Cálculo de la remuneración anual expresado en nuevos soles (S/ ) .....	42
Tabla 4.18 Costo de los servicios en nuevos soles (S/ ) .....	42
Tabla 4.19 Costo del agua en nuevos soles (S/ ) .....	43
Tabla 4.20 Costo de energía eléctrica en nuevos soles (S/ ).....	43
Tabla 4.21 Costo de materia e insumos en nuevos soles (S/ ) .....	43



Tabla 4.22 Punto de equilibrio en litros de biodiesel .....	44
Tabla 4.23 Relaciones de tamaño de planta en litros de biodiesel .....	44
Tabla 5.1 Propiedades del biodiesel a partir de grasa animal .....	45
Tabla 5.2 Cálculo de máquinas .....	58
Tabla 5.3 Datos del procesamiento, cantidad a procesar y el número requerido de maquina u operarios.....	59
Tabla 5.4 Datos para del periodo a trabajar, utilización y eficiencia.....	59
Tabla 5.5 Cálculo de la capacidad de producción en litros de biodiesel .....	59
Tabla 5.6 Parámetros de operación .....	60
Tabla 5.7 Detalles de la NTP 321.125.2008 .....	61
Tabla 5.8 Parámetros de valorización para Matriz Leopold .....	62
Tabla 5.9 Matriz IPER .....	65
Tabla 5.10 Programa de mantenimiento anual .....	68
Tabla 5.11 Cálculo de la disponibilidad de planta.....	68
Tabla 5.12 Cálculo del costo del mantenimiento anual en soles (S/ ) .....	68
Tabla 5.13 Programa de producción anual en litros de biodiesel .....	70
Tabla 5.14 Plan de producción mensual en litros de biodiesel.....	70
Tabla 5.15 Requerimiento de grasa animal anual en kilogramos .....	70
Tabla 5.16 Requerimiento de grasa animal mensual en kilogramos .....	71
Tabla 5.17 Requerimiento de metanol anual en litros .....	71
Tabla 5.18 Requerimiento de metanol mensual en litros.....	71
Tabla 5.19 Requerimiento de H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> anual en litros.....	71
Tabla 5.20 Requerimiento de H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> mensual en litros .....	72
Tabla 5.21 Requerimiento de KOH anual en kilogramos.....	72
Tabla 5.22 Requerimiento de KOH mensual en kilogramos .....	72
Tabla 5.23 Requerimiento de energía al año en kilowatts .....	73
Tabla 5.24 Requerimiento de agua en litros para el área de producción .....	73
Tabla 5.25 Requerimiento de agua en litros por persona contratada.....	73
Tabla 5.26 Trabajadores indirectos y su remuneración anual en nuevos soles (S/ ) .....	74
Tabla 5.27 Requerimiento mensual y método de almacenamiento .....	76
Tabla 5.28 Determinación de áreas de almacén .....	76
Tabla 5.29 Análisis de Guerchet para elementos fijos.....	77
Tabla 5.30 Análisis de Guerchet para elementos móviles .....	77

Tabla 5.31 Variables calculadas para el análisis de Guerchet .....	77
Tabla 5.32 Cálculo del área de oficinas .....	78
Tabla 5.33 Cálculo del área de baños .....	78
Tabla 5.34 Cálculo del área de estacionamiento y vías de tránsito .....	79
Tabla 5.35 Razones para el análisis relacional .....	81
Tabla 7.1 Inversión sobre activo tangible en nuevos soles (S/ ).....	88
Tabla 7.2 Inversión sobre activo intangible en nuevos soles (S/ ).....	89
Tabla 7.3 Flujo de ingresos y egresos estimado en nuevos soles (versión resumida) (S/ ) .....	89
Tabla 7.4 Cálculo del capital de trabajo en nuevos soles (S/ ) .....	89
Tabla 7.5 Costos de materia prima e insumos en nuevos soles (S/ ) .....	90
Tabla 7.6 Costos de mano de obra directa en nuevos soles (S/ ) .....	90
Tabla 7.7 Costos Indirectos de Fabricación en nuevos soles (S/ ).....	91
Tabla 7.8 Presupuesto de ventas en litros y nuevos soles (S/ ).....	91
Tabla 7.9 Presupuesto de depreciación en nuevos soles (S/ ).....	93
Tabla 7.10 Resumen de depreciación en nuevos soles (S/ ) .....	94
Tabla 7.11 Resumen valor residual en nuevos soles (S/ ) .....	94
Tabla 7.12 Presupuesto operativo de costos en nuevos soles (S/ ) .....	94
Tabla 7.13 Presupuesto de amortización en nuevos soles (S/ ) .....	95
Tabla 7.14 Cálculo de remuneración en nuevos soles (S/ ).....	95
Tabla 7.15 Presupuesto operativo de gastos en nuevos soles (S/ ).....	96
Tabla 7.16 Presupuesto del servicio de deuda en nuevos soles (S/ ).....	96
Tabla 7.17 Presupuesto de Estado de Resultados en nuevos soles (S/ ).....	97
Tabla 7.18 Presupuesto de Estado de Situación Financiera en nuevos soles (apertura) (S/ ) .....	98
Tabla 7.19 Flujo de efectivo económico en nuevos soles (S/ ).....	99
Tabla 7.20 Flujo de efectivo financiero en nuevos soles (S/ ).....	99
Tabla 7.21 Indicadores económicos.....	100
Tabla 7.22 Indicadores financieros .....	101
Tabla 7.23 Análisis de ratios.....	101
Tabla 7.24 Indicadores en el escenario optimista .....	102
Tabla 7.25 Indicadores en el escenario pesimista.....	102
Tabla 8.1 Cálculo del valor agregado actual en nuevos soles (S/ ) .....	103

Tabla 8.2 Cálculo del valor promedio de la producción.....	103
Tabla 8.3 Cálculo de indicadores sociales .....	103
Tabla 8.4 Cálculo de la generación de divisas en nuevos soles (S/ ).....	104



# ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Proyección de precios de los combustibles dólares por galón .....	6
Figura 2.1 Producción frente a importación de biodiesel en el Perú. ....	16
Figura 2.2 Proyección de la demanda potencial de Perú en miles de toneladas de biodiesel .....	20
Figura 2.3 Proyección del DIA de biodiesel en el Perú en miles de toneladas. ....	21
Figura 2.4 Precios históricos del biodiesel en soles por litro.....	26
Figura 3.1 Ranking de factores de macro localización .....	31
Figura 3.2 Ranking de factores de micro localización.....	34
Figura 5.1 Reacción de transesterificación .....	49
Figura 5.2 Diagrama de operaciones sobre la producción de biodiesel a partir de grasa animal.....	50
Figura 5.3 Diagrama de bloques para el balance de materia para un año.....	51
Figura 5.4 Balanza industrial .....	54
Figura 5.5 Reactor encaquetado con agitador – cocción, transesterificación y esterificación.....	54
Figura 5.6 Centrifuga separadora – operaciones de separación y lavado.....	55
Figura 5.7 Tanque de almacenamiento de biodiesel.....	55
Figura 5.8 Camión cisterna.....	56
Figura 5.9 Tanque de almacenamiento de metanol y mermas.....	56
Figura 5.10 Montacargas .....	57
Figura 5.11 Mesa de acero.....	57
Figura 5.12 Señales de seguridad .....	80
Figura 5.13 Análisis Relacional.....	81
Figura 5.14 Diagrama relacional .....	82
Figura 5.15 Disposición general de planta.....	83
Figura 5.16 Diagrama de Gantt.....	84
Figura 6.1 Organigrama de la empresa.....	87

# ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Entrevista a Juan Carlos Goñi, Profesor de la Universidad de Lima .....	118
Anexo 2. Entrevista a Sonia Zenaida Suarez Susanibar, Gerente de Operaciones Logísticas en PlusPetrol.....	119
Anexo 3. Entrevista a Edgar Gomez, ex trabajador del sector petróleo. ....	120
Anexo 4. Entrevista a Gustavo Olivares, Gerente de Producción, Petrotal Perú .....	121
Anexo 5. Entrevista a Cesar Arenas, Gerente de Planificación y Recursos, Repsol ....	122
Anexo 6. Entrevista Rafael Salazar, Gerente de Compras, Coga .....	123
Anexo 7. Estimación del capital de trabajo a detalle (S/ ).....	124



## RESUMEN

El objetivo del presente trabajo es demostrar a base de fuentes académicas la viabilidad de la instalación de una planta de biodiesel a base de grasa animal en el Perú. Para ello, se profundiza acerca de sus beneficios, riesgos, costos, demanda, proceso productivo y tecnología necesaria. Luego de este análisis, se procede a calcular numéricamente la sustentación económica y financiera del proyecto.

En los primeros tres capítulos se desarrolla la justificación del proyecto, en la cual se explora diversos artículos académicos que avalan el negocio. Luego, se realiza un estudio de mercado y se determina la demanda a satisfacer, la cual se estima en 21 212,83 toneladas de biodiesel hacia el último año del proyecto. Posteriormente, se realiza un estudio para definir la localización de la planta de producción, del cual se obtiene que las operaciones se desarrollarán en el Parque Industrial del Lúcumo en Lima.

En los siguientes dos capítulos se explica el proceso de obtención del tamaño de planta y el proceso productivo. Se proyecta que el tamaño de la planta será de 6 798 toneladas de biodiesel al año y utilizará el proceso de transesterificación para la producción. Además, se determina que el área requerida para las operaciones es de 1 786 m<sup>2</sup>.

En los últimos cuatro capítulos se realiza el estudio económico y social del proyecto. En ellos se hace una descripción de los costos involucrados, así como la estructura financiera de la empresa y su composición organizacional. Se estima que el proyecto tendrá una tasa interna de retorno económica del 46% y un periodo de recupero de 2,86 años. Finalmente, se efectúa un estudio del impacto que tendrá la compañía en el ambiente social y medio ambiental.

**Palabras clave:** Biodiesel, grasa animal, transesterificación, metanol

## ABSTRACT

The objective of this work is to demonstrate, based on academic sources, the viability of the installation of a biodiesel plant based on animal fat in Peru. To do this, it delves into its benefits, risks, costs, demand, production process and necessary technology. After this analysis, we proceed to numerically calculate the economic and financial support of the project.

In the first three chapters the justification of the project is developed, in which various academic articles that endorse the business are explored. Then, a market study is carried out and the demand to be satisfied is determined, which is estimated at 21,212 tons of biodiesel towards the last year of the project. Subsequently, a study is carried out to define the location of the production plant, from which it is obtained that the operations will take place in the Lucumo Industrial Park in Lima.

The next two chapters explain the process of obtaining the plant size and the production process. The size of the plant is projected to be 6 798 tons of biodiesel per year and it will use the transesterification process for production. In addition, it is determined that the area required for operations is 1 786 m<sup>2</sup>.

In the last four chapters the economic and social study of the project is carried out. In them a description of the costs involved is made, as well as the financial structure of the company and its organizational composition. It is estimated that the project will have an internal economic rate of return of 46% and a payback period of 2,86 years. Finally, a study of the impact that the company will have on the social and environmental environment is carried out.

**Keywords:** Biodiesel, animal fat, transesterification, methanol

# **CAPÍTULO I. ASPECTOS GENERALES**

## **1.1 Problemática**

En la actualidad, la utilización de combustibles fósiles genera un peligro para la población y el planeta, con las reservas de petróleo accesibles siendo explotadas a velocidades exponenciales, es necesario encontrar una solución alterna para brindar energía al mundo sin promover la destrucción del mismo. El biodiesel usualmente es relacionado con cultivo vegetales, ya que son más accesibles y fáciles de explotar, y se utilizan principalmente en las refinerías de gasolina como alternativa para reducir el consumo de material fósil.

El propósito de esta investigación es aprovechar este contexto para promover la utilización de fuentes de energía eco-amigables. Además, se busca introducir la grasa animal como materia prima para la fabricación del biodiesel.

La búsqueda de la promoción de un combustible renovable será centrada al interior del Perú y se aprovechará la explotación ganadera. Se pretende sustentar la factibilidad de construir una planta de biodiesel y su viabilidad técnica, económica y social en un horizonte de 5 años.

## **1.2 Objetivos de la investigación**

### **1.2.1 Objetivo general**

Encontrar la viabilidad de mercado, técnica, económica, financiera, ambiental y social del desarrollo de una planta de producción de biodiesel a base de grasa en el Perú.



### **1.2.2 Objetivos específicos:**

- Definir la demanda a satisfacer a través de un estudio de mercado e incorporar metodologías cuantificables para medir la intención e intensidad de compra del producto.
- Definir la localización de la planta de producción que satisfaga con todos los requerimientos técnicos, económicos y sociales presentados.
- Obtener el tamaño de planta óptimo para el desarrollo de la producción mediante la correcta aplicación de la metodología presentada.
- Evaluar la tecnología que será utilizada para establecer la línea de producción a partir del tamaño óptimo de planta y los criterios de selección establecidos.
- Formular la organización de la empresa y determinar los sueldos y requerimientos del personal administrativo.
- Evaluar y desarrollar los costos involucrados en el desarrollo del proyecto, así como la selección de fuentes de financiamiento.
- Evaluar mediante indicadores sociales el impacto a generar.

### **1.3 Alcance de la investigación**

#### **1.3.1 Unidad de análisis**

La unidad de análisis es una tonelada de biodiesel obtenido a través de la transesterificación de la grasa animal.

#### **1.3.2 Población**

La población escogida, que se considera como potencial consumidor, es el conjunto de empresas de refinación de petróleo en el Perú en el año 2020.

#### **1.3.3 Espacio**

El espacio donde se realizará la investigación y donde se pondrá en marcha el negocio es en la República del Perú.

### **1.3.4 Tiempo**

El estudio de prefactibilidad será desarrollado durante un año.

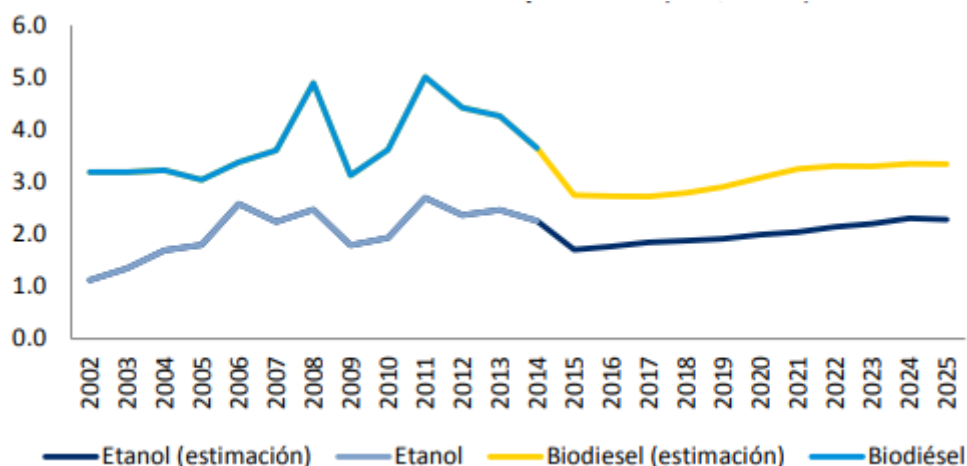
## **1.4 Justificación del tema**

Actualmente el mundo del combustible fósil se ve cada vez más amenazado: el futuro del petróleo que vencía en marzo del 2020 se encontró en niveles negativos, es decir, los productores estaban pagándole a los compradores para que se lleven los barriles de crudo de sus reservas. Con el potencial ganadero que se tiene en el Perú, el acceso a la materia prima no es problema. En el 2007, la Universidad Católica del Perú, a través de una tesis de alumnos, informaba que el futuro de los combustibles se encontraba en el biocombustible. En una tesis de la Universidad de Piura, se realizó una valorización de las distintas materias primas que se pueden utilizar para producir el biodiesel y concluyeron que la mayoría serían factibles si el precio del barril de biodiesel es 1 o 2 dólares más al del diésel convencional, alza de precio que puede ser justificado por su valor agregado social. La expansión económica y manufacturera que se presenta al interior del país exige una fuente energética sostenible y renovable para poder crecer. Un país en el que la energía rige la situación económica significa un buen mercado al que se puede ingresar. Del 2002 al 2015 el crecimiento en miles de barriles por día ha crecido de 556 a 2 557, una curva de tendencia significativa a la que se busca formar parte con el proyecto. (Cordano et al., 2016, p. 5).

Se puede ver una tendencia significativa hacia el aumento de precio del biocombustible, lo cual es acompañado de la creencia que es el futuro de las fuentes energéticas. Por ello, resultaría beneficioso el ingreso a este mercado.

**Figura 1.1**

*Proyección de precios de los combustibles dólares por galón*



*Nota.* De *Los Biocombustibles: Desarrollos recientes y tendencias internacionales*, por Osinergmin, 2015 ([https://www.osinergmin.gob.pe/seccion/centro\\_documental/Institucional/Estudios\\_Economicos/Documentos\\_de\\_Trabajo/Documento-Trabajo-36.pdf](https://www.osinergmin.gob.pe/seccion/centro_documental/Institucional/Estudios_Economicos/Documentos_de_Trabajo/Documento-Trabajo-36.pdf))

En la actualidad existe la tecnología necesaria para transformar la grasa animal en biodiesel y el proceso de producción se encuentra establecido y optimizado bajo tesis y revistas académicas a través del mundo. Para ello, se identifican como insumos grasa animal, metanol y un catalizador. El proceso de producción parte de la reacción de la transesterificación, en la cual se intercambia el grupo funcional del éster con el del alcohol. Esta presenta la alternativa más eficiente y sostenible entre las otras existentes (Ghaly et al., 2010, p. 56). También, incluyen metodologías para medir y evaluar la calidad de los productos. Además, la materia prima es obtenida de los camales y los insumos de laboratorios, ambos existentes en Perú. Dentro de la logística, es posible importar camiones con los requerimientos necesarios para el transporte seguro del producto final. Por otro lado, existen los equipos necesarios para que los operarios laboren con seguridad.

La justificación social de la implementación de una planta de producción de Biodiesel se puede centrar en algunos focos principales. Una implementación de una planta de este tipo generará puestos de trabajo y otorgará dinamismo a la economía del país. Asimismo, potenciará la utilización de una fuente de energía renovable, la cual es menos dañina que el combustible fósil. Otro aspecto es la explotación eficiente de los ganados, la mayor parte de las veces, los residuos no utilizados de la ganadería (vacas o cerdos), usualmente son quemados, aumentando la huella de carbono significativamente.

El objetivo de nuestro proyecto es utilizar este residuo para producir una fuente de energía reutilizable. Diversos informes han repasado la importancia del impacto de un combustible renovable: el bien que este puede generar en la problemática de la contaminación mundial, la reducción de la huella de carbono y la reducción del daño significativo a la capa de ozono. Por ello, es el momento perfecto para ofrecer a las distintas destiladoras de diesel un producto que puede beneficiarlos tanto a ellos como al mundo: puede significar una mejora en la imagen corporativa y una reducción entre 77 – 83% de emisiones de gases de efecto invernadero y una mejora en el nivel de ingreso de los ganaderos (Chidiak et al., 2012, p. 39).

### **1.5 Hipótesis de trabajo**

La instalación de una planta de producción de Biodiesel producido a base grasa animal es viable, pues existe mercado para el producto y es factible técnica, económica y socialmente.

### **1.6 Marco referencial**

Para el desarrollo de la presente tesis se recurrieron a las siguientes fuentes de información:

En la investigación de A.E. Ghaly et al. (2010) *Production of Biodiesel by Enzymatic Transesterification: Review*, se realiza una revisión exhaustiva de la literatura sobre la producción de biodiesel. Ofrece un resumen de las lipasas utilizadas en la transesterificación y se proporcionan condiciones de funcionamiento óptimas. Además de la elección de la lipasa empleada, presenta los factores que influyen en la factibilidad del proceso: modificación enzimática, selección de materia prima y alcohol, uso de solventes comunes, pretratamiento de lipasa, relación molar de alcohol a aceite, contenido de agua y temperatura de reacción. El uso de manteca animal como insumo gratis o de bajo costo reduce el impacto ambiental y apoya en la tarea de generar un combustible sostenible. Las similitudes con el trabajo a realizar es que se evalúa la producción de biodiesel a partir de grasa animal, la cual se sustenta en generar un combustible sostenible y con impacto ambiental reducido. Además, se utiliza la misma metodología de transesterificación para la transformación de la materia prima. Las

diferencias son que el texto referenciado constituye un artículo académico que busca revisar todas las fuentes y métodos para la producción de biodiesel a base de grasa animal. No constituye un estudio que evalúe la puesta en marcha de una planta de procesamiento y no involucra estudio de mercado ni análisis de rentabilidad de su comercialización

En la investigación de Janchiva et al. (2012) *High quality biodiesel production from pork lard by high solvent additive*, explica la producción de biodiesel a gran escala utilizando como materia prima la grasa animal residual. Este artículo desarrolló un nuevo método para la síntesis de manteca de cerdo mediante el uso de condiciones adecuadas de producción con alta mezcla de solventes. El objetivo de este método era utilizar altas proporciones de mezcla de solventes para la síntesis de manteca de cerdo para superar el problema de solubilidad entre la manteca de cerdo y catalizador de ácido graso libre altamente concentrado. Usando este método, se obtuvo altos rendimientos de biodiesel en la reacción. La evaluación de la síntesis se realizó mediante cromatografía de gases. Los productos finales cumplieron todos los requisitos de las normas ASTM D6751-09 y EN 14214. Las similitudes que se encontraron fueron que el artículo referenciado involucra un estudio de la producción de biodiesel a base de manteca de cerdo. Ambos utilizarán como referencia los organismos de American Society for Testing and Materials y European Committee for Standardization para verificar la viabilidad de uso de los productos. Las diferencias son que el artículo se limita en utilizar manteca de cerdo para los estudios de la producción de biodiesel. Por otro lado, explica en detalle el aspecto químico del proceso y sus posibles optimizaciones para aumentar la eficiencia de la reacción y no involucra desarrollo de negocio.

En el libro académico del Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura [IICA] (2010) *Atlas de la Agroenergía y los Biocombustibles en las Américas*, se informa sobre el estado de la producción de biodiesel en los distintos países de América, cómo se realiza, cuáles son las regulaciones, cuáles son las materias primas que se pueden tomar en consideración, cuánto es el costo de la producción en cada país. Por otro lado, es un libro altamente informativo sobre lo que es el biodiesel, como se produce y de que elementos se puede extraer a lo largo de todo el mundo. Las semejanzas existentes son que se explica el proceso de producción del biodiesel a detalle, todos los elementos necesarios, las proporciones que se necesitan, maquinarias, especificaciones, costos, materias primas disponibles, qué es el biodiesel, sus beneficios y sus limitaciones

y su impacto en la sociedad de hoy en día. Las diferencias existentes son que el libro no explica si es factible o no el proceso, tiene información sobre el estado del biodiesel en distintos lugares del América, mas no en, Perú e informa del biodiesel a grandes rasgos.

En la tesis de Campos et al. (2017) *Diseño de la Línea de Producción para la Elaboración de Biodiesel a partir de Aceite Residual Recolectado de la Industria Chiflera Piurana*, se explica en la producción de biodiesel a base del residuo de la empresa chiflera. Se centra en la elaboración de la línea de producción, no en el aspecto de distribución ni comercialización, y muestra sus beneficios y limitaciones frente a los combustibles fósiles. Las similitudes son que la empresa busca producir biodiesel en Perú e indica las necesidades técnicas, costos y especificaciones que debe tener el producto para generar un impacto positivo en los consumidores. La diferencia es la materia prima, en el texto referenciado se produce mediante los residuos de la industria chiflera; en el presente estudio la producción será a base de grasa animal. Además, se incluirá elementos de comercialización que no se tiene considerados en esta fuente.

En el estudio de Ek (2019) *Estudio de factibilidad de producción de biodiesel a partir de residuos grasos de la industria avícola*, se explica la elaboración de biodiesel a base de elementos animales, dado que el autor no considera factible la elaboración a base de elementos vegetales. Se centra en un perfil científico de la viabilidad, mostrando detalles de calidad y parámetros específicos para observar la calidad en el producto final. Las similitudes son que la tesis se centra en la producción de biodiesel, siguiendo el proceso de transesterificación a base de desechos biológicos; al igual que la presente investigación describe el proceso y lo que este conlleva. Entre las diferencias, se encuentra que se utiliza como materia prima residuos de aves y centra en la producción en México, lo cual no brinda un contexto similar al de Perú. Por último, está redactado desde un punto de vista científico, no ingenieril.

En el artículo de la Canoira et al. (2008) *Biodiesel from Low-Grade Animal Fat: Production Process Assessment and Biodiesel Properties Characterization*, se informa sobre una serie de científicos que consiguieron producir biodiesel a base de grasa animal de baja calidad y la han probado en un motor diesel, mostrando su efectividad energética y ambiental en la producción de humos menos nocivos al ambiente. Las semejanzas son que el artículo se basó en la producción de biodiesel a partir grasa animal, analizando químicamente el resultado de su proceso, la capacidad calorífica, el porcentaje de

consumo y la eficiencia en brindar energía a un motor diesel. Las diferencias halladas son que se basaron en grasa animal de baja calidad, es decir, desechada hace mucho tiempo hasta con elementos de putrefacción. Además, solo se desarrolló el estudio para poder probar que el biodiesel es capaz de energizar motores ya existentes.

En el paper de Gandure et al. (2017) *Production, Composition and Fuel Properties of Tallow Biodiesel: A Case of Botswana* se desarrolla el proceso de producción de biodiesel a partir de grasa de cerdo, en el cual se realiza un exhaustivo análisis de las reacciones químicas, la eficiencia de cada tipo de catalizador y los parámetros de calidad a tener en cuenta. Las semejanzas son que ambos trabajos utilizan la transesterificación como método de producción de biodiesel y que utilizan como referencia las propiedades especificadas por la ASTM. La diferencia principal es que el paper se desarrolla desde una perspectiva química, no involucra un estudio de prefactibilidad. En línea con esa perspectiva, se describen todos los métodos y equipos para el análisis de calidad del proceso y producto.

En el paper de Encinar et al. (2011) *Study of biodiesel production from animal fats with high free fatty acid content* se estudia la producción de biodiesel utilizando como variables la cantidad de ácidos grasos libres presentes en distintos tipos de grasa animal. Las semejanzas son que para producir biodiesel se utilizan dos reacciones: la esterificación, como método de preparación de la grasa animal y la transesterificación, como método de obtención de biodiesel. La diferencia principal es que el paper se desarrolla desde una perspectiva química, no involucra un estudio de prefactibilidad. En línea con esa perspectiva, se describen las distintas propiedades que pueden tener el proceso y el producto final al variar el contenido de ácidos grasos de la materia prima y las condiciones de reacción.

## 1.7 Marco conceptual

- Alquilos: fragmentos de moléculas de hidrocarburo que se obtienen al remover un átomo de hidrógeno y sustituirla dentro de una cadena más larga de átomos de carbono (Whitten et al, 2015, p. 905).

- Biodiesel: consiste en una mezcla de ésteres alquilos de ácidos grasos, que pueden usarse como combustible alternativo en motores de encendido por compresión; se obtiene de recursos renovables, como aceites vegetales y grasas animales, lo que hace que sea biodegradable y no tóxico (Días et al., 2008, p. 193)
- Catalizador: Que, en pequeña cantidad, incrementa la velocidad de una reacción química y se recupera sin cambios esenciales al final de la reacción (Real Academia Española [RAE], 2020).
- Éster: es el resultado de eliminar una molécula de agua de un ácido carboxílico y un alcohol (Whitten et al, 2015, p. 969).
- Resto: radical, agrupamiento de átomos que interviene como una unidad (Real Academia Española [RAE], 2020).
- Transesterificación: es el intercambio del resto de un alcohol con el resto de un éster (Ghaly et al, 2010, p. 56).



## **CAPÍTULO II: ESTUDIO DE MERCADO**

### **2.1 Aspectos generales del estudio de mercado**

#### **2.1.1 Definición comercial del producto**

El producto es biocombustible a base de grasa animal, que servirá como insumo para mezcla de diesel comercial. Este se debe a que en el Perú el biodiesel puro está prohibido.

#### **2.1.2 Usos del producto, bienes sustitutos y complementarios**

El producto es un bien industrial que se utiliza como insumo para la producción de diesel. Por normas peruanas, el diesel comercial debe poseer en su composición entre 5%-10% de biodiesel.

Como producto sustituto, se presenta el etanol como principal competidor en la rama verde de las fuentes energéticas.

Como producto complementario, tenemos el diesel el cual se mezcla con el biodiesel para poder obtener el diesel comercial, el cuál es apto para la venta.

#### **2.1.3 Determinación del área geográfica**

El estudio de mercado se realizará al interior de Lima, pues se encuentran a las principales empresas destiladoras de combustibles del Perú: Repsol Perú y Petroperú. Dado que el Gobierno Peruano en el año 2011 aprobó una ley en la que se busca que el diesel tenga un mínimo de 5% de biodiesel (DS N° 021-2007-EM, 2007), se estima que la demanda de biodiesel aumente junto con la demanda del diesel.

## **2.1.4 Análisis del sector industrial**

### **A. Sustitutos**

En el sector de biodiesel, que se podría considerar el eslabón más débil en el crecimiento de las energías renovables, se presentan diferentes tipos de productos sustitutos. El principal y más barato es el GLP o GNV, que es una fuente de energía producida a partir de gas natural.

La producción de gas natural en el Perú se encuentra extremadamente avanzada, ya que se posee una de las plantas más grandes del mundo: Camisea.

En otro aspecto está el petróleo común o gasolina. La mayoría de los vehículos en el Perú funcionan a base de gasolina, ya que el diesel está dirigido al sector industrial, alimentando camiones y vehículos de mayor tamaño.

La industria manufacturera viene desarrollándose consistentemente al interior del país, cada año aparecen nuevas plantas que necesitan una fuente de energía para funcionar. El biodiesel es el perfecto reemplazo para las maquinarias, ya que posee un coeficiente calorífico similar.

En el mundo de hoy, regido por las certificaciones ISO, el medio ambiente es extremadamente importante. Por ello, existen muchas regulaciones para el correcto funcionamiento de las empresas del sector energía. En este aspecto, el biodiesel tiene la ventaja por emitir emisiones menos nocivas.

A nivel reputacional, informar al público que la empresa trabaja con una fuente de energía 100% renovable es un gran impulso, porque presenta un valor agregado en el ambiente. El petróleo en este momento se encuentra en una etapa sensible, por lo que buscar alternativas externas se ve como un interesante nicho de mercado.

## **B. Nuevos competidores**

La competencia en la venta de biodiesel se desarrolla a partir de las siguientes empresas productoras:

**Tabla 2.1**

*Principales empresas productoras de biocombustibles del Perú*

Empresas
Nordtraube del Perú S.A.C.
Refinería La Pampilla S.A.C.
Industria del Espino S.A.
Heaven Petroleum Operators S.A.

La amenaza de nuevos competidores no es notoria, dado que ha sido controlado por las mismas empresas constantemente desde inicios del 2007. Además, la mayoría del biodiesel utilizado en el Perú es importado.

No existe compañía dentro del país que utilice la grasa animal. Las plantas nacionales producen biodiesel a base de aceites vegetales, los cuales son obtenidos a partir de sus propios cultivos. Sin embargo, se encuentran con capacidad limitada, pues dependen de la adquisición y trabajo de grandes terrenos para obtener su materia prima.

## **C. Rivalidad de competidores:**

La rivalidad entre las compañías es alta, pues desde el 2007 son las mismas cuatro que han competido por el negocio local. No obstante, con la cantidad de rechazos de proyectos de ampliación y el aumento en el consumo de biodiesel, se aumenta la posibilidad de entrada de nuevos jugadores.

Un claro ejemplo es el de Heaven Petroleum, la empresa con mayor capacidad de producción. Su planta utiliza aproximadamente el 35% de su capacidad instalada, ya que no tiene los campos suficientes para obtener su materia prima.

A diferencia del biodiesel a base de aceite vegetal, el biodiesel a base de grasa no requiere los costos asociados con la compra, siembra y cosecha de terrenos agrícolas.

#### D. Determinantes del poder de los compradores

En la actualidad existen cinco refinerías de petróleo a cargo de las empresas Petroperú S.A., Grupo Repsol del Perú S.A.C. y Pluspetrol Perú Corporation SA, las cuales poseen sus instalaciones en las siguientes ubicaciones:

**Tabla 2.2**

*Principales refinerías de combustible en el Perú*

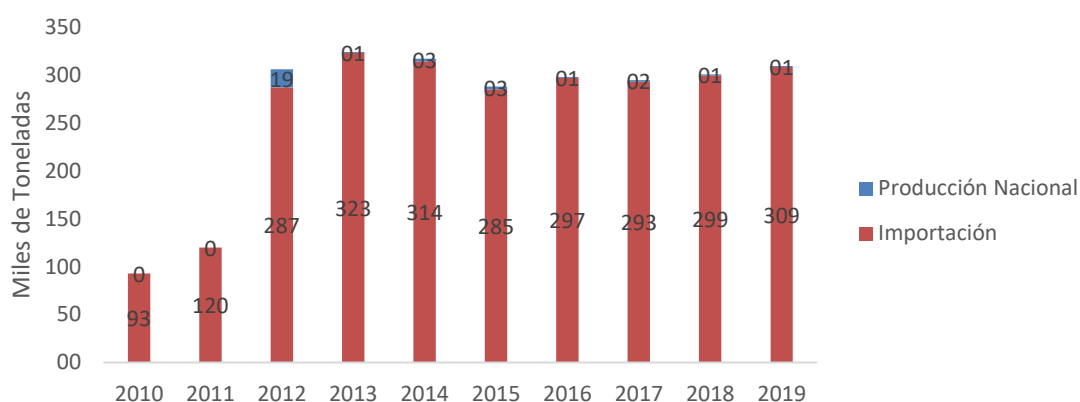
Empresa	Refinería	Ubicación
Petroperú S.A.	Refinería Iquitos	Iquitos, Loreto
Petroperú S.A.	Refinería Talara	Talara, Piura
Petroperú S.A.	Refinería Conchán	Lurín, Lima
Grupo Repsol del Perú S.A.C.	Refinería la Pampilla	Ventanilla, Callao
Pluspetrol Perú Corporation SA	Pluspetrol Norte	Loreto

Para la producción de distintos tipos de diésel, la ley determina que los productos deben poseer una concentración entre 2%-20% de biodiesel (DS N° 021-2007-EM, 2007). Es así, que las empresas mencionadas se ven obligadas a adquirir este insumo para su producción. Sin embargo, las estadísticas muestran que un alto porcentaje del consumo proviene de importaciones, puesto que la producción local es insuficiente.

Esta situación se podría explicar dentro de los procesos de compra de Petroperú (Petroperú, 2020, párr. 1), en los cuales se menciona que los productores peruanos pueden obtener hasta un 35% de la participación de mercado, mientras que los productores internacionales pueden cubrirlo hasta un 100%. Sostienen que a partir del 2017 recién se inició una mayor compra a productores locales para tratar de alcanzar esos valores.

**Figura 2.1**

*Producción frente a importación de biodiesel en el Perú.*



*Nota.* De *Consumption of Biodiesel in Peru*, de de Euromonitor, 2020 (<https://www-portal-euromonitor-com.ezproxy.ulima.edu.pe/portal/StatisticsEvolution/index>)

Los costos de reemplazo del comprador son altos debido a la extensa distancia que hay entre refinarias, lo cual generaría un aumento en costo de transporte. Además, se reconoce que existe una tendencia hacia la compra de productos extranjeros, lo cuales limitan el desarrollo de un mercado local. También, la integración hacia atrás es difícil debido a que se realizan concursos entre las compañías para determinar su carácter como proveedor (Petroperú, 2020, párr. 5).

### **E. Determinantes del poder de los proveedores**

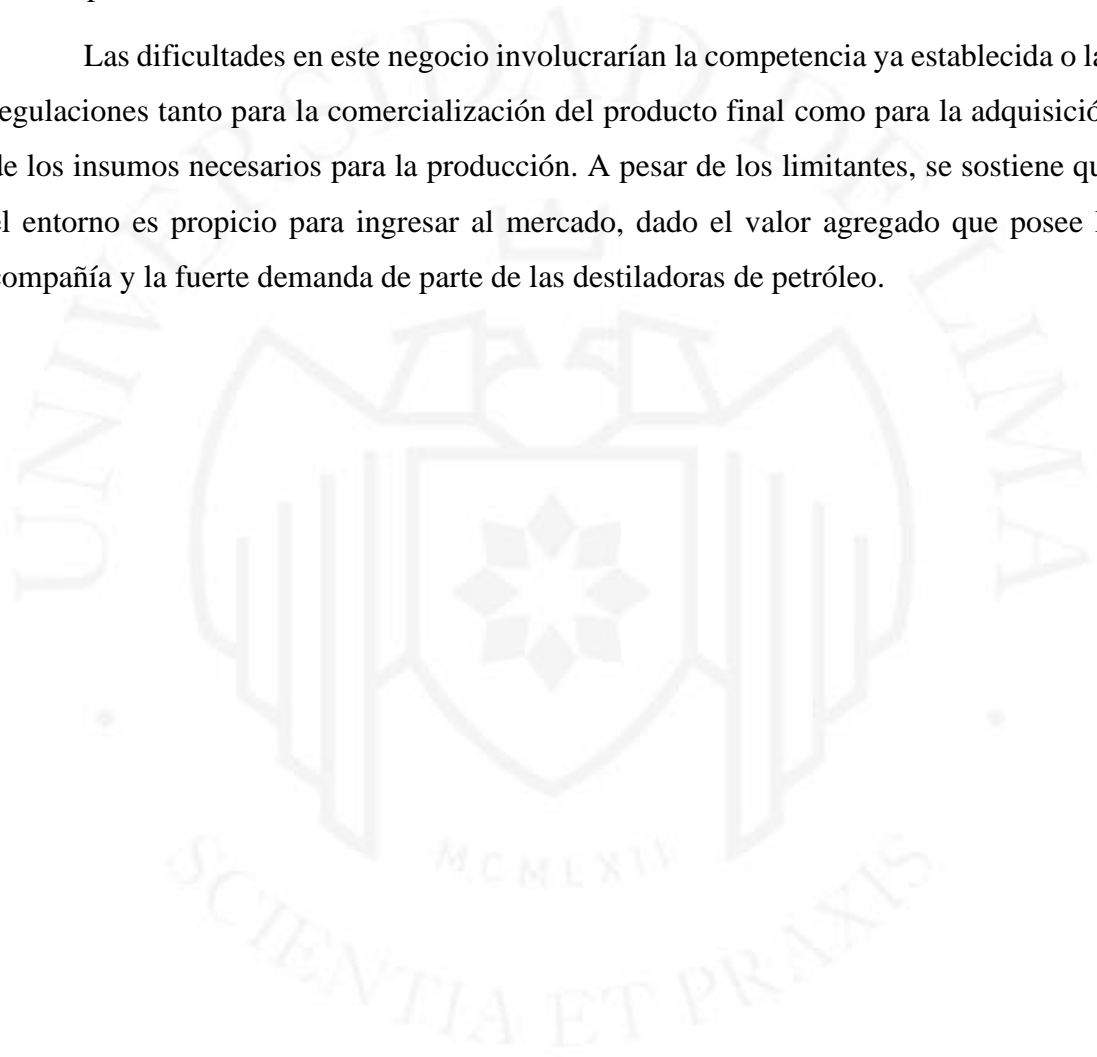
Para la producción de biodiesel se necesita grasa animal, metanol e hidróxido de potasio. La obtención de la grasa se hará mediante la compra a los camales autorizados, que son en total 73 en Perú (Servicio Nacional de Sanidad Agraria [SENASA], 2020). Al existir bastantes mataderos, los costos de reemplazo de proveedor están directamente relacionado con el transporte, la procedencia animal del sebo y las medidas sanitarias, las cuales son las principales características de diferenciación. Existe además la venta de la materia prima ya procesada para uso industrial, la cual se puede obtener de laboratorios, tanto nacionales como internacionales.

Al igual que el sebo procesado, el metanol y el hidróxido de potasio se obtienen de laboratorios, tanto nacionales como internacionales. En el caso de Perú, la producción y comercialización de metanol se encuentra regulada a través del Decreto Supremo N° 014-2010-PRODUCE Reglamento de la Ley N° 27645 y la Ley N° 29317 y, en

consecuencia, no existe mayor diferenciación entre productos. En el caso de la potasa caustica, no existe ninguna ley que limite su comercialización. Al igual que los camales, los costos de reemplazo están directamente relacionados con el transporte de los insumos.

El mundo de los biocombustibles se encuentra en desarrollo, por lo consiguiente es relativamente poco explorado y más aún al interior del país. No hay ninguna empresa en Perú que produzca el biodiesel a base de grasa animal, en consecuencia, el proyecto sería el pionero.

Las dificultades en este negocio involucrarían la competencia ya establecida o las regulaciones tanto para la comercialización del producto final como para la adquisición de los insumos necesarios para la producción. A pesar de los limitantes, se sostiene que el entorno es propicio para ingresar al mercado, dado el valor agregado que posee la compañía y la fuerte demanda de parte de las destiladoras de petróleo.



## F. Modelo de negocio (Canvas)

<b>Aliados Clave</b> Centros de beneficio Laboratorios	<b>Actividades Clave</b> -Transesterificación de la grasa con los insumos	<b>Propuesta de Valor</b> -Biodiesel a partir grasa animal, pionero en el mercado interior.  -Combustible renovable utilizado en la producción del diésel comercial, reduce contaminación, pues contiene menos azufre.	<b>Relación con el Cliente</b> -Contacto constante al ser proveedores directos de los clientes. - Capacidad de respuesta rápida frente a pedidos de los mismos.	<b>Segmentos de Clientes</b> Refinerías de hidrocarburos a nivel nacional, considerando la posibilidad de importación. Hay un amplio mercado en el Perú ya que la mayoría es importada de afuera, por lo que la producción nacional no es suficiente para abarcarla en su totalidad.
	<b>Recursos Clave</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Grasa Animal</li> <li>- Metanol</li> <li>- Potasa caustica</li> <li>- Operarios</li> <li>- Maquinaria</li> <li>- Oficina</li> <li>- Terreno</li> <li>- Inmobiliario</li> </ul>		<b>Canales</b> -Directo	
<b>Estructura de Costes</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Insumo</li> <li>- Energía</li> <li>- Mano de obra</li> <li>- Gastos Administrativos</li> </ul>		<b>Estructura de Ingresos</b> -Venta de Biodiesel		

## **2.2 Metodología por emplear en la investigación de mercado**

La metodología que se utilizará para el estudio de mercado es tanto cuantitativa como cualitativa y será por medio de entrevistas en la que se busque reconocer cuál es el rango en el que se manejan los precios de compra de biodiesel para las mezclas con diesel y la cantidad de litros de biodiesel que compran las principales empresas.

Por otro lado, se busca comprender la perspectiva que tienen los profesionales en el rubro de la producción de combustible frente a los combustibles fósiles comunes y si están de acuerdo con la línea que está tomando el mundo hacia fuentes de energía renovable.

Para ello, se realizará una entrevista estándar a base de preguntas abierta y cerradas para obtener la información requerida. De ser el caso, se ampliará según el conocimiento de la persona. Debido a la inmovilización social, estos encuentros se darán por medio de plataformas digitales.

- Las principales empresas a las que se realizaran las entrevistas son las siguientes.
- •Repsol Perú
- •Pluspetrol Perú Corp.
- •Petrotal Perú
- •Comp. De Gas del Amazonas – COGA

## **2.3 Demanda potencial**

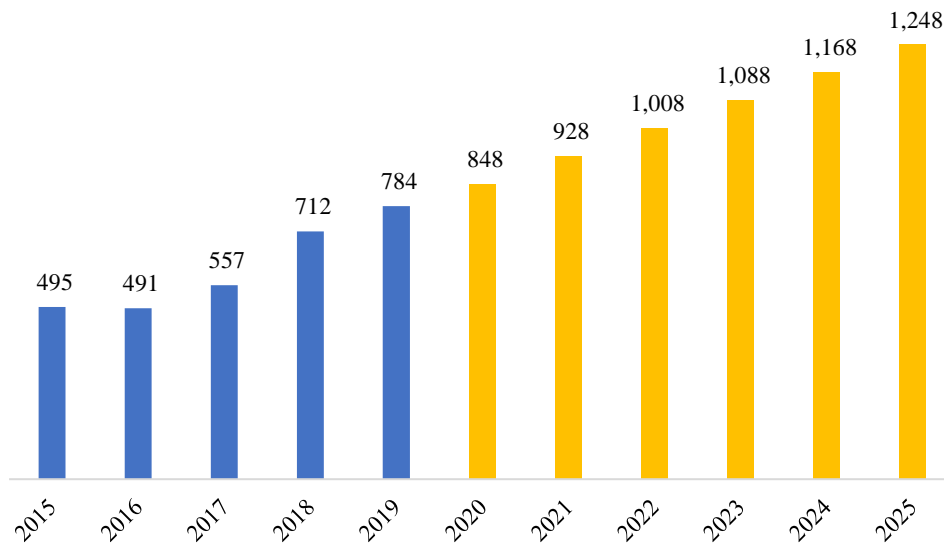
### **2.3.1 Determinación de la demanda potencial**

Dentro de la data recopilada, se conoce que toda la producción es consumida por la misma región (Euromonitor, 2020). Los países con mayor producción son Brasil y Argentina, de los cuales Argentina representa el mayor exportador de toda la producción (Euromonitor, 2020). En la siguiente figura, se detalla la demanda potencial a partir del consumo per cápita de biodiesel en Brasil de los últimos cinco años multiplicado por la población de Perú. Por medio de una proyección lineal, en color amarillo, se llega a una demanda potencial hacia el 2025 de 1 518 miles de toneladas de biodiesel al año.



## Figura 2.2

Proyección de la demanda potencial de Perú en miles de toneladas de biodiesel



Nota. Adaptado de *Consumption of Biodiesel in Latin America*, por Euromonitor, 2020 (<https://www-portal-euromonitor-com.ezproxy.ulima.edu.pe/portal/StatisticsEvolution/index>)

## 2.4 Determinación de la demanda de mercado

### 2.4.1 Demanda del proyecto a base de data histórica

#### A. Demanda interna aparente histórica

Conforme a la Ley N°28054 – Ley de Promoción del Mercado de Biocombustibles, el diesel comercial debe poseer un mínimo porcentaje de 5% de biodiesel en su composición. Por ello, antes de calcular la demanda interna del biodiesel, se debe precisar la demanda interna aparente histórica del diesel, a la cual se la multiplicará por el factor descrito en la ley.

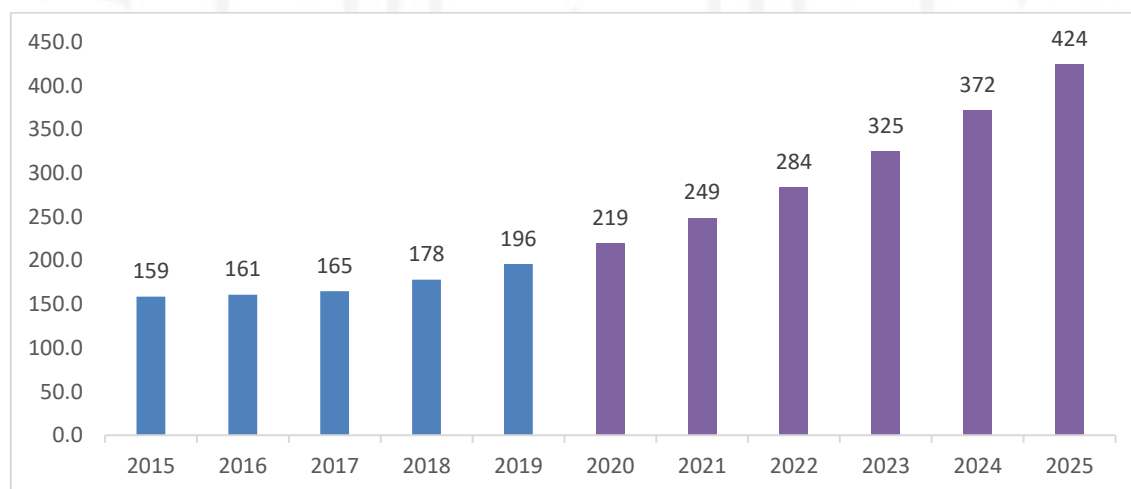
**Tabla 2.3***Cálculo del DIA en el Perú en toneladas*

Año	Importaciones	Exportaciones	Producción	DIA Diesel	DIA Biodiesel
2015	57 270,04	350,61	3 114 000,00	3 170 919,43	158 545,97
2016	375 629,36	147,02	2 839 000,00	3 214 482,34	160 724,12
2017	562 554,71	293,46	2 734 858,00	3 297 119,25	164 855,96
2018	998 159,02	283,60	2 562 138,00	3 560 013,42	178 000,67
2019	1 367 343,45	65,07	2 550 548,85	3 917 827,23	195 891,36

Nota. De *Exportaciones e Importaciones*, por Veritrade, 2020 (<https://business2.veritrade.com/es/mis-busquedas>)

## B. Proyección de la demanda

Para proyectar la demanda, se realiza un análisis de regresión con la data histórico obtenida. De esta manera, se obtiene una ecuación polinómica,  $2\,888,4x^2 - 8\,133,8x + 164\,232$ , con un coeficiente de determinación de 0,9973. La serie de color azul representan los datos históricos y, las de color morado, la proyección.

**Figura 2.3***Proyección del DIA de biodiesel en el Perú en miles de toneladas.*

## C. Definición del mercado objetivo

El mercado objetivo son las principales empresas destiladoras de combustibles del Perú.

#### **D. Resultados de las entrevistas**

A base de entrevistas a personas relacionadas con el sector de hidrocarburos, petroquímico o energía renovable se obtuvieron las siguientes conclusiones.

En primer lugar, existe un consenso en que hay una tendencia creciente al uso de combustibles que reduzcan la contaminación y aumenten la sostenibilidad de las operaciones, que es un requerimiento impuesto esencialmente de empresas que compran los combustibles. Frente a esta situación, las grandes empresas productoras de derivados de petróleo buscan liderar este cambio, porque reconocen que esta materia prima no es renovable y es el principal causante de la degradación del medio ambiente. No obstante, estas iniciativas se desarrollan fuera del Perú, específicamente en los países donde se encuentre la casa matriz de la corporación.

En segundo lugar, si bien existe una tendencia hacia combustibles limpios, lograr equiparar la demanda energética actual va a tomar años y corresponde un desafío para todos los productores, puesto que no existe una preferencia única frente a la siguiente gran fuente energética. Entre ellas, el biodiesel se presenta como un componente para reducir las emisiones del diesel tradicional, especialmente en equipos de combustión, ya que para generación eléctrica se prefieren fuentes hidroeléctricas o el aprovechamiento de la energía solar.

#### **E. Determinación de la demanda del proyecto**

Para satisfacer correctamente la demanda, el primer paso sería generar participación del mercado local antes de intentar una expansión hacia reducir el market share de los competidores extranjeros. Es así que se iniciará con un porcentaje de 5% del consumo total, el cual fue obtenido mediante las entrevistas, que se apoya a partir de las sanciones por parte de INDECOPI por casos de dumping (Junpalma: Importación de biodiesel de países asiáticos paraliza producción nacional, 2018, párr. 7) y constituye un valor adecuado como punto de inicio a un cambio de tendencia en la preferencia de compra hacia los productores locales. La siguiente tabla muestra la evolución de la demanda del proyecto, la cual hacia el año 2025 alcanzará las 21 212,83 toneladas de biodiesel.

**Tabla 2.4***Demanda del proyecto en toneladas de biodiesel*

Año	DIA Proyectado	Porcentaje de Participación	Demanda del proyecto anual
2021	248 827	5%	12 441,35
2022	284 019	5%	14 200,96
2023	324 988	5%	16 249,41
2024	371 734	5%	18 586,7
2025	424 257	5%	21 212,83

**2.5 Análisis de la oferta****2.5.1 Empresas productoras, importadoras y comercializadoras**

Dentro de las empresas productoras se encuentran las siguientes, las cuales usan como materia prima principalmente residuos vegetales:

**Tabla 2.5***Empresas productoras peruanas*

Empresas
Nordtraube del Perú S.A.C.
Refinería La Pampilla S.A.C.
Industria del Espino S.A.
Heaven Petroleum Operators S.A.

Asimismo, las empresas que exportan su producción al Perú son las siguientes:

**Tabla 2.6***Empresas productoras extranjeras*

Empresas Exportadoras
Oleaginosa Moreno Hermanos S.A.C.I.F. y A.
Cargill S.A.C.I.
Bunge Argentina S.A.
Noble Argetina S.A.
Vicentin S.A.I.C
Aceitera General Deheza S.A.
Molinos Agro S.A.
LDC Argentina S.A.
Renova S.A.
T6 Industrial S.A.

## **2.5.2 Participación de mercado de los competidores actuales**

No existe un registro de las empresas que actualmente compiten en el mercado. No obstante, a base de la data histórica se reconoce que en promedio menos del 1% del consumo total en el país proviene de la producción de local. El resto tiene origen en países como Argentina, Indonesia y Malasia (Junpalma: Importación de biodiesel de países asiáticos paraliza producción nacional, 2018, párr. 7).

## **2.5.3 Competidores potenciales**

Debido a que la producción local es pequeña, los principales competidores constituyen todas las empresas extranjeras que exportan al país. No obstante, en el 2018 se tomaron medidas para equiparar la competencia entre el producto nacional y foráneo, mediante la aplicación de un derecho de antidumping para las empresas que actualmente comercializan su producción dentro del Perú (Junpalma: Importación de biodiesel de países asiáticos paraliza producción nacional, 2018, párr. 7).

## **2.6 Definición de la estrategia de comercialización**

### **2.6.1 Políticas de comercialización y distribución**

Las características técnicas del Alcohol Carburante (Etanol Anhidro Desnaturalizado) y del Biodiesel B100 se establecen en las correspondientes Normas Técnicas Peruanas aprobadas por el Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual - INDECOPI; en tanto éstas no sean aprobadas se aplicarán las normas técnicas internacionales correspondientes, para el Etanol Anhidro Desnaturalizado la ASTM D 4806-06 y para el Biodiesel B100 la ASTM D 6751-06 en sus versiones actualizadas.

A partir de la vigencia del presente Reglamento el Biodiesel B100 y el Diesel B20 podrán ser comercializados por los Distribuidores Mayoristas solamente a los Consumidores Directos autorizados por la Dirección General de Hidrocarburos para adquirir estos productos.

Para efectuar ventas de biocombustibles a los operadores de Refinerías y Distribuidores Mayoristas, el vendedor de dichos productos deberá registrarlos en la DGH, detallando su clasificación, características y especificaciones de calidad contenidas en la norma técnica correspondiente. Para el registro del producto deberá presentar la documentación siguiente:

- Solicitud de acuerdo con formato, consignando el número de RUC.
- Formato de declaración jurada por cada producto.
- Especificaciones de calidad del producto adjuntando el certificado de análisis químico realizado por un laboratorio mediante ensayos acreditados para el respectivo producto. La vigencia del certificado de análisis será de un plazo no mayor de treinta (30) días hábiles, contados desde su fecha de expedición.
- Plan de producción anual por mes.

Las empresas productoras de biocombustibles deben presentar a la Dirección General de Hidrocarburos - DGH, en la primera quincena de enero, su plan de producción anual por meses. Las empresas productoras de biocombustibles, así como los operadores de Plantas de Abastecimiento, Distribuidores Mayoristas y Consumidores Directos que efectúen actividades de comercialización de biocombustibles y/o de sus mezclas con combustibles líquidos derivados de los hidrocarburos, están obligados a proporcionar información necesaria para el cumplimiento de las funciones de las autoridades competentes, en la oportunidad, formato y medio tecnológico que éstas determinen (OSINERGIM, 2007, p. 2).

### **2.6.2 Publicidad y promoción**

Dado que la venta se realizará de manera directa a los compradores finales, se enviará ejecutivos de ventas a las compañías para establecer el plan de venta mensual. Además, se ofrecerá condiciones de pago especiales sujetas al volumen de compra.

Se contará con una página web para que los clientes puedan acceder a realizar sus pedidos de manera virtual, de preferirlo, y se prevé que este canal será utilizado una vez se haya establecido el contacto original por medio del ejecutivo de ventas.

Se mantendrá servicios post venta a los clientes en el que recibiremos retroalimentación sobre el desempeño del producto y posibles recomendaciones, ya sea

en el tiempo de entrega, ajustes en el plan de venta o algún tipo de aumento de la compra previamente pactada.

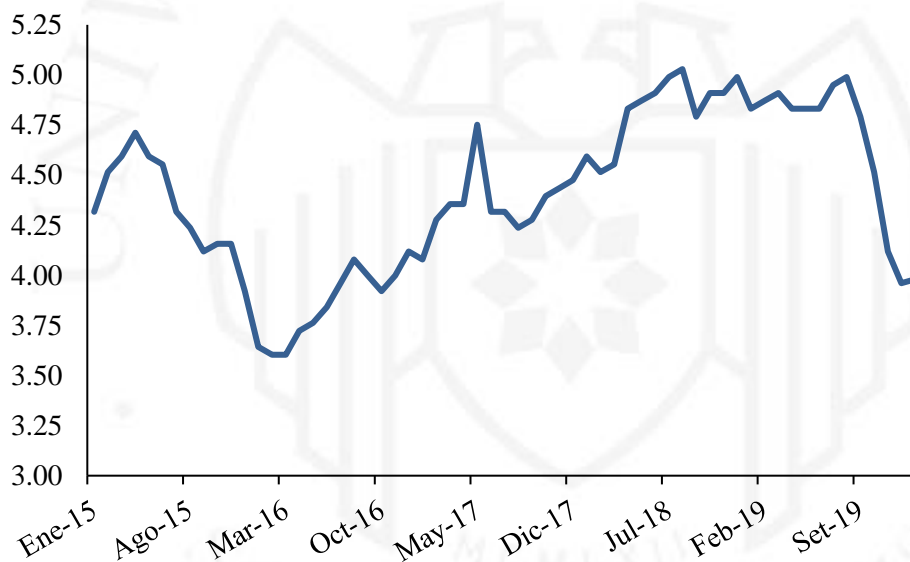
### 2.6.3 Análisis de precios

#### A. Tendencia histórica de los precios

El precio del biodiesel siempre ha estado extremadamente correlacionado con el precio en el mercado internacional, basándonos en esta información realizamos la investigación referente a la evolución de los precios del biodiesel en aspectos históricos.

**Figura 2.4**

*Precios históricos del biodiesel en soles por litro*



*Nota.* Adaptado de *Evolución del precio de biodiesel*, por Clickgasoil, 2020 (<https://www.clickgasoil.com/c/evolucion-del-precio-biodiesel>)

Para elaborar el diagrama de precios, se utilizó la información de Clickgasoil, página que informa sobre el precio del biodiesel en España a lo largo de su historia, siendo España uno de los principales productores de biodiesel a nivel mundial. Lo tomamos como punto de referencia. Utilizando un tipo de cambio de 3,96 soles/euro, obtuvimos la tendencia que han tenido los precios en soles del biodiésel desde el año 2015 en adelante. (Clickgasoil, 2020)

## **B. Precios actuales**

Actualmente los precios del biodiesel se encuentran en un valor de venta al público de 1,02 euros el litro, lo cual traducido al mercado peruano sería un precio de venta de aproximadamente 4,04 soles el litro. Indicar que este precio es antes de establecer impuestos, pues se toma de base el precio de venta español sin impuestos aplicados. El precio teórico con impuestos en el Perú sería de aproximadamente 4,77 Soles/litro. (Statista, 2020)

## **C. Estrategia de precio**

Debido a que el principal competidor involucra productores foráneos, la estrategia principal para la comercialización involucrará una estrategia de precios de penetración de mercado. Esta estrategia define que el producto es introducido al mercado con precios relativamente bajos con respecto a la competencia con el fin de ganar una mayor participación (Kotler, 2016, p. 47). Se escoge esta metodología debido a que la competencia puede incurrir en mayores costos involucrados al transporte, debido a la distancia y trámites legales para la comercialización. Para maximizar los resultados, se buscará que la planta se encuentre ubicada lo más cerca posible al mayor número de refinerías de diésel.



## CAPÍTULO III: LOCALIZACIÓN DE PLANTA

### 3.1 Identificación y análisis detallado de los factores de localización

- Cercanía a cliente: importante para la reducción de costos de transporte y negociación de precios con el cliente final.
- Cercanía al proveedor: importante para la reducción de costos de transporte de la materia prima y agilidad para iniciar un nuevo lote de producción.
- Acceso a mano de obra: necesario para operar máquinas y efectuar los controles de calidad exigidos por entidades extranjeras.
- Acceso a zona industrial: como se trata de planta de producción de biocombustible, se necesita todo el espacio y acceso a servicios básicos para la operación. Además, poseen la ventaja de encontrarse alejados de una zona residencial y así evitar los problemas con los vecinos con respecto a ruido o emisiones.
- Acceso a fuentes de energía a niveles industriales (electricidad)
- Acceso a agua a nivel industrial

### 3.2 Identificación y descripción de las alternativas de localización

Las alternativas para la macro localización de la planta consisten en Lima Norte, Lima Este y Lima Sur. Se considera estas tres opciones debido a que se encuentran en la periferia de Lima, poseen parques industriales y cercanía a proveedores y clientes.

- **Lima Norte:** Comprende los distritos de Ancón, Carabaylo, Comas, Independencia, Los Olivos, Puente Piedra, San Martín de Porres y Santa Rosa (Instituto Nacional de Estadística e Información [INEI], 2017). Cerca de esta área se encuentra la refinería de La Pampilla S.A. en el distrito de Ventanilla (Repsol, 2020). Además, el único camal más cercano se encuentra en el distrito de Chancay en la provincia de Huaral, Lima (Servicio Nacional de Sanidad Agraria [SENASA], 2020). También, se le reconoce 2 zonas industriales en la zona (Zonas industriales Lima y Callao: Esta es la oferta y sus precios de venta, 2016, párr. 2). Con respecto al acceso de la mano de

obra, se conoce que el 36% de la población ha obtenido el grado de instrucción superior (Instituto Nacional de Estadística e Información [INEI], 2019). Dentro de esta área, la empresa encargada de distribución de energía eléctrica es Enel, la cual ofrece alquiler de instalaciones y tarifas especiales para las industrias (Enel, 2020). Según informes de Sedapal (2020) el 75% de Lima Norte contiene puntos de abastecimiento de agua.

- **Lima Sur:** Comprende los distritos de Chorrillos, Lurín, Pachacámac, Pucusana, Punta Hermosa, Punta Negra, San Bartolo, San Juan de Miraflores, Santa María del Mar, Villa el Salvador y Villa María del Triunfo (Instituto Nacional de Estadística e Información [INEI], 2017). En esta área se encuentra la refinería Conchan en el distrito de Lurín (Petroperú, 2020, párr. 1). Además, posee en total cuatro camales autorizados (Servicio Nacional de Sanidad Agraria [SENASA], 2020). También, se le reconoce 2 zonas industriales en la zona (Zonas industriales Lima y Callao: Esta es la oferta y sus precios de venta, 2016, párr. 3) Con respecto al acceso de la mano de obra, se conoce que el 35% de la población ha obtenido el grado de instrucción superior (Instituto Nacional de Estadística e Información [INEI], 2019). Dentro de esta área, la empresa encargada de distribución de energía eléctrica es Luz del Sur, la cual ofrece soluciones integrales para el suministro eléctrico (Luz del Sur, 2020). Según informes de Sedapal (2020) el 64% de Lima Sur contiene puntos de abastecimiento de agua.
- **Lima Este:** Comprende los distritos de Ate, Chaclacayo, Cieneguilla, El Agustino, La Molina, Lurigancho, San Juan de Lurigancho, San Luis y Santa Anita (Instituto Nacional de Estadística e Información [INEI], 2017). No posee ninguna refinería y existen dos camales en la zona (SENASA, 2020). También, se le reconoce 2 zonas industriales en la zona (Zonas industriales Lima y Callao: Esta es la oferta y sus precios de venta, 2016, párr. 4). Con respecto al acceso de la mano de obra, se conoce que el 41% de la población ha obtenido el grado de instrucción superior (Instituto Nacional de Estadística e Información [INEI], 2019). Dentro de esta área, la empresa encargada de distribución de energía eléctrica es Luz del Sur, la cual ofrece soluciones integrales para el suministro eléctrico (Luz del Sur, 2020). Según informes

de Sedapal (2020) el 100% de Lima Este contiene puntos de abastecimiento de agua.



### 3.3 Evaluación y selección de localización

#### 3.3.1 Evaluación y selección de la macro localización

Los factores detallados se han ordenado de mayor a menor importancia. En primer lugar, se debe tener la cercanía al cliente, pues el costo de transporte está directamente relacionado con el precio de venta del producto. En segundo lugar, se encuentra el acceso a una zona industrial, ya que debido la planta no puede ser construido en una zona dentro de la ciudad. En tercer lugar, el acceso a la mano para operación y finalmente el acceso de fuentes de energía y agua a nivel industrial

Asimismo, se determinó que la calificación se hará a base de la siguiente rúbrica:

- 2- Bueno
- 1- Regular
- 0- Deficiente

**Figura 3.1**

*Ranking de factores de macro localización*

		Lima Norte		Lima Sur		Lima Este							
1	2	3	4	5	6	Conteo	Ponderación	Calificación	Puntaje	Calificación	Puntaje	Calificación	Puntaje
1	1	1	1	1	1	5	31%	2.0	0.6	2.0	0.6	0.0	0.0
2	0		1	0	1	3	19%	0.0	0.0	2.0	0.6	1.0	0.3
3	0	0		0	1	2	13%	1.0	0.3	1.0	0.3	2.0	0.6
4	0	1	1		1	4	25%	2.0	0.6	2.0	0.6	2.0	0.6
5	0	0	0	0		1	6%	2.0	0.6	2.0	0.6	2.0	0.6
6	0	0	0	0	1	1	6%	1.0	0.3	1.0	0.3	2.0	0.6
						16		2.5		3.1		2.8	

De esta manera, se concluye que Lima Sur es el área indicada para el desarrollo de las operaciones.

### 3.3.2 Evaluación y selección de la micro localización

Como factores de micro localización se tomaron los siguientes:

- Precio del terreno: los precios de los terrenos varían significativamente dependiendo del distrito. Se escoge este elemento como el más importante dado que la inversión en el equipo para la producción ya es considerada significativa.
- Facilidades como parques industriales: los beneficios que acompañan pertenecer a cada uno de los parques industriales, facilidades técnicas que se brindan, financiamiento, servicios básicos, etc.
- Acceso a distintos medios de transporte: las vías posibles para poder llegar a los distintos clientes son esenciales para el posicionamiento de la operación.
- Accesibilidad de agua para trabajos industriales: el agua debe ser dulce y en gran cantidad para el desarrollo del proceso de lavado de biodiesel y lo ideal es no requerir de un tratamiento previo, pues es costoso.

El orden de importancia de los factores será la siguiente. En primer lugar, la accesibilidad de agua para trabajos industrial, ya que se necesita de la infraestructura, caudal y calidad necesaria para las operaciones. Luego, se encuentra el precio del terreno, pues las operaciones requieren un amplio espacio para los almacenes. Finalmente, las facilidades de parques industriales y acceso a medios de transporte ocupan el último nivel de importancia.

Se tomará una terna de distritos en Lima Sur, que resultaron más atractivos. Las elecciones fueron Villa el Salvador, Lurín y Chilca

- Precio del Terreno: Villa El Salvador se pone en último lugar con un precio promedio de 650 dólares el metro cuadrado. Lurín se coloca en segundo lugar con un precio promedio de 350 dólares el metro cuadrado. El mejor en este criterio es Chilca, el cual cuenta con un precio promedio de 250 dólares el metro cuadrado. (Grupo Inka, 2020).
- Facilidades como parque industrial: Indupark, en Chilca, cuenta con acceso a un sistema eficiente de agua y desagüe, a pesar de ser salado, además de acceso a internet de fibra óptica y gas natural. Sin embargo, el proyecto aún se encuentra en su etapa inicial, por lo que se entiende que estas facilidades

aún no existen (Indupark, 2020). Por otro lado, el parque Industrial de Villa el Salvador cuenta con energía eléctrica e internet, ubicado en una zona más cercana a Lima con fácil acceso por medio del tren eléctrico. (Conociendovillaelsalvador, 2020, párr. 2). Finalmente, Lurín, con su parque industrial de Lúcumo, cuenta con energía eléctrica, agua potable y desagüe con descarga a la PTAR de Sedapal. (Lúcumo, 2020).

- Acceso a distintos medios de transporte: El parque industrial de Villa El Salvador (Conociendovillaelsalvador, 2020, párr. 1), se encuentra en medio de la ciudad de Lima, por lo que los accesos a las grandes vías de transporte son por medio de calles, las cuales difícilmente podrán ser transitadas por los transportes que se utilizarán. Indupark cuenta con acceso directo tanto desde Pucusana como de la Panamericana Sur, bridando vías fácilmente transitables por los vehículos que se utilizarán en el proyecto (Indupark, 2020). Finalmente, Lúcumo cuenta con acceso a la Panamericana Sur, ingresando hacia el Este de la carretera, lo cual significa un fácil ingreso para el transporte necesario. (Lúcumo, 2020).
- Acceso a agua para trabajos industriales: Indupark cuenta con agua y desagüe. No obstante, la compra y no uso de los terrenos realizados por Alicorp, Pepsicola, Toddino, lleva a la especulación de que realmente no se cuenta con el agua necesaria para trabajar, dado que los pozos poseen agua salada. Lúcumo, en Lurín, sí cuenta con acceso a agua dulce, por lo que se vuelve una de las opciones más atractivas para la construcción del local. Finalmente, Villa El Salvador, cuenta con agua potable por estar cerca de Lima.

**Figura 3.2**

*Ranking de factores de micro localización.*

	1	2	3	4	Conteo	Ponderación	Villa El Salvador		Chilca		Lurín	
							Clasificación	Puntaje	Clasificación	Puntaje	Clasificación	Puntaje
1		1	1	0	2	28.57%	0	0.00	2	0.57	1	0.29
2	0		1	0	1	14.29%	0	0.00	2	0.29	1	0.14
3	0	0		1	1	14.29%	0	0.00	1	0.14	2	0.29
4	1	1	1		3	42.86%	1	0.43	0	0.00	2	0.86
					7			0.43		1.00		1.57

En conclusión, una vez elaborado todo el análisis de localización por el medio del ranking de factores, se determina que la macro localización de las operaciones será Lima Sur. Con uso de factores más específicos a los requerimientos, se encuentra que la micro localización será en Lurín, en el parque industrial Lúcumo, el cual cuenta con las mejores facilidades para el desarrollo de las operaciones.

## CAPÍTULO IV: TAMAÑO DE PLANTA

### 4.1 Relación Tamaño - Mercado

Para la determinación del tamaño mercado, se utiliza como base la producción, exportación e importación de diesel en el país. Como fue mencionado en capítulos anteriores, el biodiesel puro no puede ser utilizado en Perú, se utiliza en mezclas con diesel tradicional de un mínimo de 5% en peso por Ley (Ley N°28054 – Ley de Promoción del Mercado de Biocombustibles).

El primero paso, fue obtener los datos de importación y exportación de diesel en el Perú, los cuales, fueron obtenidos por medio de las partidas (los valores están expresados en Kg, 2020):

- 2710.20.00.11.
- 2710.20.00.12.
- 2710.20.00.13.

Las cuales, informan respectivamente acerca del:

- Diesel B2, con un contenido de azufre menor o igual a 50 ppm.
- Diesel B5, con un contenido de azufre menor o igual a 50 ppm.
- Diesel B20, con un contenido de azufre menor o igual a 50 ppm.

Una vez obtenido el número de partida. Por medio de Veritrade se pudieron determinar el número en kilogramos de exportaciones e importaciones de diesel en el país, las cuales se muestran a continuación:

**Tabla 4.1**

*Exportación e importación de diesel en Perú en kilogramos*

Año	Importaciones (Kg)	Exportaciones (Kg)
2015	57 270 042,70	350 612,61
2016	375 629 363,10	147 020,33
2017	562 554 705,42	293 458,00
2018	998 159 021,19	283 604,20
2019	1 367 343 453,37	65 072,00

*Nota.* De *Exportaciones e Importaciones*, por Veritrade, 2020 (<https://business2.veritradecorp.com/es/mis-busquedas>)



Una vez consolidada la información anterior, se obtuvo la producción de diesel en kilogramos. Con esta información se procedió a realizar el cálculo de la demanda interna aparente, a la cual se le extrajo el 5% en peso obligatorio por Ley para hallar la demanda interna aparente de biodiesel.

$$\text{DIA} = \text{Importación} + \text{Producción} - \text{Exportación}$$

**Tabla 4.2**

*Producción de diesel, DIA del diesel y su equivalente en biodiesel en kilogramos*

Año	Producción (Kg)	DIA (Kg)	DIA Biodiesel (Kg)
2015	3 114 000 000	3 170 919 430	158 545 972
2016	2 839 000 000	3 214 482 343	160 724 117
2017	2 734 858 000	3 297 119 247	164 855 962
2018	2 562 138 000	3 560 013 417	178 000 671
2019	2 550 548 848	3 917 827 229	195 891 361

*Nota.* De *Consumption of Biodiesel in Peru*, de de Euromonitor, 2020 (<https://www-portal-euromonitor-com.ezproxy.ulima.edu.pe/portal/StatisticsEvolution/index>)

Con la información hallada, se procedió a realizar el análisis de regresión y se obtuvo los siguientes resultados:

**Tabla 4.3**

*Regresiones DIA biodiesel*

Regresiones	R <sup>2</sup>
Lineal	0,8763
Exponencial	0,8905
Logarítmica	0,8761
Polinómica	0,9973
Potencial	0,8901

Utilizando la regresión polinómica, se proyectó la demanda interna aparente de biodiesel para los siguientes cinco años. Según lo indicado en el estudio del mercado, se buscará satisfacer el 5% de la demanda interna aparente. Este porcentaje se obtuvo a partir de las recomendaciones de los expertos en el sector y sus estimaciones a futuro.

**Tabla 4.4***Proyección de la demanda del proyecto, en toneladas, kilogramos y litros*

Año	DIA (T)	Demanda (T)	Demanda (Kg)	Demanda (L)
2021	219 412	10 971	10 970 580	12 424 213
2022	248 827	12 441	12 441 350	14 089 864
2023	284 019	14 201	14 200 960	16 082 627
2024	324 988	16 249	16 249 410	18 402 503
2025	371 734	18 587	18 586 700	21 049 490

Es así que la relación Tamaño-Mercado corresponde a la demanda en el último año de vida del proyecto, el cual representa 24 millones de litros anuales de biodiesel.

**Tabla 4.5***Relación Tamaño – Mercado*

Litros de Biodiesel	
Tamaño Mercado	24 023 590,03

#### 4.2 Relación Tamaño - Materia Prima

Para el cálculo del tamaño materia prima, se optó por analizar la cantidad de vacuno y porcino beneficiado en Perú, de los cuales se puede obtener un promedio de 8kg y 2kg de grasa de buena calidad respectivamente (Tovar et al., 2013, p.16–19).

**Tabla 4.6***Cabezas de ganado porcino o vacuno beneficiado en el Perú*

Animal	2015	2016	2017	2018	2019
Vaca	1 367 797	1 364 230	1 353 696	1 358 191	1 357 067
Cerdo	2 764 884	2 876 803	3 073 656	3 090 907	3 284 607

*Nota.* Adaptado de *Anuario Estadístico de Producción Ganadera y Avícola*, por Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego, 2020 (<https://siea.midagri.gob.pe/portal/publicaciones/datos-estadisticas/anuarios/category/27-produccion-pecuaria>)

Después, se realizó el análisis de regresión para determinar el comportamiento de los ganados en Perú. Los resultados se muestran a continuación:

**Tabla 4.7***Análisis de regresión Tamaño-Materia Prima*

Regresión	R <sup>2</sup>	
	Vaca	Cerdo
Exponencial	0,5802	0,9615
Polinómica	0,7989	0,9612
Lineal	0,5812	0,9611
Logarítmica	0,7036	0,9187
Potencial	0,7025	0,9298

En el caso del ganado vacuno, se empleará una regresión polinómica, mientras que para el ganado porcino se utilizará una regresión exponencial. Ambas regresiones se utilizarán para proyectar la cantidad de ganado beneficiado en los siguientes cinco años.

**Tabla 4.8***Proyección de ganado en Perú para los próximos 6 años*

Animal	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Vaca	1 361 896	1 369 103	1 379 154	1 392 049	1 407 790	1 426 375
Cerdo	3 412 858	3 557 828	3 708 955	3 866 502	4 030 741	4 201 956

*Nota.* Expresado en cabezas de ganado beneficiado

A continuación, se realiza el análisis de grasa obtenida por animal y la cantidad de litros de aceite que se puede obtener. Aproximadamente, por cada kilogramo de grasa animal se puede obtener 0,9 litros de (Tovar et al., 2013, p.16–19). Con ayuda del balance de materia, se determinó adicionalmente cuántos litros biodiesel pueden obtener a partir de este aceite. Indicar que la compañía optará por adquirir la materia prima de los centros de beneficios ubicados en Lima, Ica, Ancash, Cajamarca, Huánuco, Pasco, Junín y Huancavelica, que representan alrededor del 45% del sebo animal a nivel nacional.

**Tabla 4.9***Materia prima disponible en cabezas de ganado para los próximos 6 años*

Animal	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Vaca	612 853	616 096	620 619	626 422	633 506	641 869
Cerdo	1 535 786	1 601 022	1 669 030	1 739 926	1 813 833	1 890 880

*Nota.* Proyección para las regiones de Lima, Ica, Ancash, Cajamarca, Huánuco, Pasco, Junín y Huancavelica.

**Tabla 4.10***Kilogramos de grasa por tipo de ganado para los próximos 6 años*

Animal	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Vaca	4 902 827	4 928 769	4 964 953	5 011 378	5 068 044	5 134 951
Cerdo	3 071 572	3 202 045	3 338 059	3 479 851	3 627 666	3 781 760

**Tabla 4.11***Litros de aceite por kilogramos de grasa para los próximos 6 años*

Animal	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Vaca	4 412 544	4 435 892	4 468 458	4 510 240	4 561 240	4 621 456
Cerdo	2 764 415	2 881 840	3 004 253	3 131 866	3 264 900	3 403 584

**Tabla 4.12***Litros de biodiesel obtenidos por litro de aceite animal para los próximos 6 años*

Litros	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Biodiesel	6 080 085	6 199 343	6 330 636	6 474 142	6 630 049	6 798 551

*Nota.* Basado en el balance de materia.

En base a los cálculos presentados, se utiliza como Tamaño – Materia Prima los litros de biodiesel obtenidos en el último año de funcionamiento del proyecto, que asciende a 6.8 millones de litros anuales.

**Tabla 4.13***Relación Tamaño – Materia Prima*

	Litros de Biodiesel
Tamaño MP	6 798 551,28

### 4.3 Relación Tamaño - Tecnología

Para la relación Tamaño – Tecnología se utilizó la metodología del cálculo del cuello de botella. Para ello, se identificó el número, la capacidad de procesamiento y las horas de trabajo de cada máquina. Luego, se aplica los valores de entrada obtenidos en el balance de materia. Finalmente, se le aplica factores de eficiencia y utilización del 100%.

**Tabla 4.14***Cálculo del Tamaño- Tecnología*

QE														
Actividad	Input	Material	Unidad	Procesamiento	# Maq	d/s	h/t	t/d	s/a	U	E	CO - ANUAL	FC	Prod biodiesel - anual
Pesado	7 318 837,02	KG Grasa	Kg	5000	1	5	8	3	52	1	1	31 200 000	0,93	31 778 549
Cocción	7 318 837,02	KG Grasa	Kg	915,60	5	5	8	3	52	1	1	28 566 720	0,93	30 052 041
Separación	7 318 837,02	Litros de Aceite + Grasa	L	5 000,00	1	5	8	3	52	1	1	31 200 000	0,85	26 431 617
Esterificación	9 031 059,68	Aceite+metanol	L	1 000,00	6	5	8	3	52	1	1	37 440 000	0,75	28 184 706
Separación	9 031 059,68	Litros de Aceite Esterificado + extras	L	5 000,00	2	5	8	3	52	1	1	62 400 000	0,77	48 145 022
Transesterificación	7 553 717,68	Ester+Metanol	L	1 000,00	5	5	8	3	52	1	1	31 200 000	0,90	28 080 848
Separación	7 553 717,68	Litros de Biodiesel + Extras	L	5 000,00	1	5	8	3	52	1	1	31 200 000	0,90	28 187 952
Lavado	8 882 529,31	Litros de Biodiesel + Impureza	L	5 000,00	2	5	8	3	52	1	1	62 400 000	1,00	62 088 000

El cuadro anterior muestra que el cuello de botella es el proceso de separación, ya que su conversión a biodiesel presenta la menor producción anual. Es así, que el Tamaño-Tecnología corresponde a 26,4 millones de litros anuales.

**Tabla 4.15**

*Relación Tamaño-Tecnología*

Litros de Biodiesel	
Tamaño Tecnología	26 431 617,09

#### 4.4 Relación Tamaño - Punto de Equilibrio

Para la elaboración del punto de equilibrio, se tuvo que realizar un análisis de costo fijos y variables. Primero se realizará un análisis de los costos fijos y se empezará por el cálculo de la depreciación y amortización anual.

**Tabla 4.16**

*Depreciación y amortización anual en nuevos soles (S/ )*

Concepto	Precio (S/)	#Máquinas	Tasa	Depreciación anual (S/)
Balanza	516,20	1	10%	51,62
Reactor (Horno)	50 625,00	5	10%	25 312,50
Centrifuga	103 950,00	1	10%	10 395,00
Reactor (Ester.)	50 625,00	6	10%	30 375,00
Separador	103 950,00	2	10%	20 790,00
Reactor (Trans.)	50 625,00	5	10%	25 312,50
Separador	103 950,00	1	10%	10 395,00
Separador	103 950,00	2	10%	20 790,00
Tanque de almacenamiento biodiesel	584 000,00	1	10%	58 400,00
Tanque de almacenamiento metanol	10 680,00	6	10%	6 408,00
Camión cisterna	142 466,00	3	25%	106 849,50
Sillas	529,90	11	10%	582,89
Escritorio	199,90	11	10%	219,89
PC	1 699,00	11	10%	1 868,90
Teléfono	249,00	11	10%	273,90
Windows	712,00	11	10%	783,20
Licencias	650,00	1	10%	65,00
Microsoft	2 670,00	11	10%	2 937,00
SAP	117 274,50	1	10%	11 727,45
Montacarga	8 010,00	1	10%	801,00
Construcciones	2 000 000,00	1	25%	500 000,00
Equipos de calidad	38 554,80	1	10%	3 855,48
			<b>Total</b>	<b>837 904,66</b>

Después, es necesario realizar el cálculo de las remuneraciones anuales. Para ello, se optó por doce salarios al año, un mes de vacaciones, una gratificación anual equivalente a dos salarios mensual, una compensación por tiempo de servicio equivalente

a un sueldo al año y el pago mensual del seguro regular de EsSalud, que representa el 9% del salario mensual.

**Tabla 4.17**

*Cálculo de la remuneración anual expresado en nuevos soles (S/ )*

Cargo	#	Sueldo (S/)	Beneficios por Ley (S/)	EsSalud (S/)	Total anual (S/)
Operarios	23	1 300	5 200	117	482 092
Gerente General	1	13 500	54 000	1 215	230 580
Gerente de Operaciones	1	8 500	34 000	765	145 180
Jefe Comercial	1	6 400	25 600	576	109 312
Asistente de Gerencia	1	1 800	7 200	162	30 744
Analista de Calidad	1	2 600	10 400	234	44 408
Analista de Finanzas	1	2 600	10 400	234	44 408
Ejecutivo de ventas	2	2 600	10 400	234	86 216
Analista de Compras y Adquisiciones	1	2 600	10 400	234	44 408
Jefe de planta	1	6 400	25 600	576	109 312
Seguridad	2	1 100	4 400	99	36 476
Chofer	3	1 100	4 400	99	54 164
Limpieza	3	1 100	4 400	99	54 164
Analista de Recursos Humanos	1	2 600	10 400	234	44 408
				Total	1 515 872

*Nota.* Adaptado de *Salario y Ocupación*, por TuSalario, 2019. (<https://tusalarario.org/peru/carrera-profesional/peru-salario-y-ocupacion>). Los Beneficios por Ley incluyen la gratificación, CTS y vacaciones.

A continuación, se detalla el cálculo de los servicios de internet y teléfono. Así, se termina de calcular los costos fijos anuales, los cuales ascienden a S/ 2 359 907,46.

**Tabla 4.18**

*Costo de los servicios en nuevos soles (S/ )*

Servicios	Mes (S/)	Año (S/)
Internet	510,9	6 130,8
Teléfono		

*Nota.* De *Plan 100mb*, por Movistar, 2020. (<https://www.movistar.com.pe/hogar/internet/fibra-optica>)

Para analizar los costos variables se tomará como base un litro de producto terminado. En primer lugar, para el costo del agua se utilizó la tarifa de S/4,858 por metro cúbico (Sedapal, 2020). Por medio del balance de materia, se determinó la cantidad de agua a utilizar para producir un litro de producto.

**Tabla 4.19***Costo del agua en nuevos soles (S/ )*

Agua			
#Lavados	3	lavados	
Proporción de agua por lavado	30%	en relación con el PT	
Agua total usada	0,30151	Litros	
Tarifa	4,858	Soles por m3	
Costo de agua / Litro de PT	S/ 0,00146		

Nota. Adaptado de *Tarifas*, por Sedapal, 2020 (<https://www.sedapal.com.pe/paginas/tarifas> )

Para el cálculo del consumo eléctrico, se utilizó la potencia de cada máquina y la tarifa BT5B de Luz del Sur (Luz del Sur, 2020) la cual indica que el costo de 1kw/h es S/ 0,65.

**Tabla 4.20***Costo de energía eléctrica en nuevos soles (S/ )*

Luz	Potencia	Número	Capacidad	Tiempo / litro	Potencia Usada	Tarifa	Total
Reactor (Horno)	15	1	1 000	0,001	0,015	0,65	0,01
Centrifuga	3,75	1	5 000	0,000	0,001	0,65	0,00
Reactor (Ester)	15	1	1 000	0,001	0,015	0,65	0,01
Separador	3,75	1	5 000	0,000	0,001	0,65	0,00
Reactor (Trans)	15	1	1 000	0,001	0,015	0,65	0,01
Separador	3,75	1	5 000	0,000	0,001	0,65	0,00
Separador	3,75	1	5 000	0,000	0,001	0,65	0,00
Total					0,048	0,65	0,03

Para el cálculo de materia e insumos, se utilizó las cotizaciones de diversos proveedores. El total de costos variables se muestra a continuación:

**Tabla 4.21***Costo de materia e insumos en nuevos soles (S/ )*

Costos Variables	Pedido	Costo del pedido (S/)	Costo por 1 litro de PT (S/)
Grasa animal	1 T	1 424,00	1,72
Metanol	1 256 L	925,60	0,32
KOH	1 kg	6,56	0,06
H2SO4	1 kg	3,56	0,11
Luz	-	-	0,03
Agua	-	-	0,00
Total			2,06



Una vez obtenidos los costos fijos y variables, se realiza el cálculo del Punto de Equilibrio. El precio de venta se ha determinado en 4,19 soles el litro, por lo que el punto de equilibrio es el siguiente:

**Tabla 4.22**

*Punto de equilibrio en litros de biodiesel*

Litros de Biodiesel	
Tamaño PE	1 105 593,47

#### 4.5 Tamaño de planta

A partir de la información presentada, se procede a la elegir del tamaño de planta. Para ello, se escoge el Tamaño – Materia Prima, pues constituye el limitante. Así, se obtiene que el tamaño de la planta será de 6 798 551,28 litros de biodiesel al año.

**Tabla 4.23**

*Relaciones de tamaño de planta en litros de biodiesel*

Relación	Litros de Biodiesel
Tamaño - Mercado	24 023 590,03
Tamaño - MP	6 798 551,28
Tamaño - PE	1 105 593,47
Tamaño - Tecnología	26 431 617,09

# CAPÍTULO V: INGENIERÍA DEL PROYECTO

## 5.1 Definición técnica del producto

### 5.1.1 Especificaciones técnicas, composición y diseño del producto

En la presente tesis, el biodiesel se encuentra compuesto a base de aceite vacuno y porcino, que reacciona con metanol frente al hidróxido de potasio como catalizador. Las propiedades del producto terminado son las siguientes:

**Tabla 5.1**

*Propiedades del biodiesel a partir de grasa animal*

Propiedades	Biodiesel
Densidad a 15°C (kg/m <sup>3</sup> )	870
Viscosidad a 40°C (mm <sup>2</sup> /s)	4,74
Número de cetano	56,9
Acidez (mg KOH/g)	0,23
Contenido de agua (wt%)	0,05
Punto de inflamabilidad (°C)	175
Glicerina libre (%)	0,008
Apariencia	Líquido aceitoso amarillo claro

*Nota.* Adaptado de “Trends in Biodiesel Production from Animal Fat Waste. Applied Sciences” por F. Toldrá-Reig et al., 2020, *Applied Sciences*, 10, p. 8 (<https://doi.org/10.3390/app10103644>) y “Biodiesel Production by Transesterification of Tallow Fat Using Heterogeneous Catalysis” por B. Vafakish y M. Barari, 2017, *Chemistry in Industry*, 66, p. 50 (<https://doi.org/10.15255/kui.2016.002>)

Debido a que se trata de un producto intermedio y los pedidos son inflamables, las empresas prefieren el envío del producto a través de camiones cisterna (Petroperu, 2020, p. 2). Además, por razones comerciales, el precio del biodiesel debe ser expresado en dólares por barril (Petroperu, 2020, p. 4).

### 5.1.2 Marco regulatorio para el producto

En mercado del biodiesel dentro de la República del Perú se encuentra regulado. Como se mencionó en el capítulo de estudio de mercado, este producto se exhibe en la Ley N° 28054 Ley de Promoción del Mercado de Biocombustibles. Dentro de ella, el estado busca promover el marco general para el desarrollo del mercado de biodiesel con el fin de fomentar el desarrollo agropecuario y agroindustrial de la región, la generación de empleo y disminución de la contaminación ambiental (Ley N° 28054, 2003). Asimismo,

esta ley posee un reglamento aprobado a través del DS N° 013-2005-EM, el cual contiene los siguientes puntos relevantes y vigentes:

- El diesel comercializado dentro del Perú, denominado Diesel Ecológico N°1 o N°2, deberá tener 5% de biodiesel y 95% de Diesel N°1 o N°2 (DS N° 013-2005-EM, 2005).
- Los productores deben presentar anualmente el programa de producción quinquenal al Ministerio de Energía y Minas. Se debe detallar el volumen mensual y el área geográfica donde se organizará (DS N° 013-2005-EM, 2005).
- Las únicas entidades para comprar biodiesel son los mayoristas autorizados y registrados en el Ministerio de Energía y Minas (DS N° 013-2005-EM, 2005).
- Las mezclas de biodiesel se realizarán dentro de las plantas de abastecimiento y estarán a cargo del operador de la planta de abastecimiento (DS N° 013-2005-EM, 2005).

Por otro lado, R. N° 133-2014-OS-CD Procedimientos de Control de Calidad de Combustibles Líquidos, Otros Productos Derivados de los Hidrocarburos, Biocombustibles y sus Mezclas indican la forma en la que se comprobará la calidad del producto. Esta actividad se encuentra a cargo de Osinergim y se realiza como un método de supervisión (R. N° 206-2009-OS-CD, 2014) En ellas se encuentran los siguientes puntos importantes:

- Los datos de la unidad operativa deben ser conformes al Listado de Registros de Hidrocarburos Hábiles, la Ficha de Registros de Hidrocarburos y los comprobantes de pago emitidos por el establecimiento.
- Se realiza una inspección preliminar de los mínimos requerimientos de las normas de seguridad.
- Para la inspección de los productos se puede optar por pruebas rápidas o muestro en laboratorio. Ambos deben cumplir con la norma técnica correspondiente.

## **5.2 Tecnologías existentes y procesos de producción**

### **5.2.1 Naturaleza de la tecnología requerida**

#### **A. Descripción de las tecnologías existentes**

En la actualidad existen los siguientes métodos de producción:

- **Pirólisis:** este proceso consiste en la aplicación de energía térmica en la ausencia de aire u oxígeno, que resulta en la ruptura de los enlaces de las moléculas (Nigatu & Mario, 2017, p. 428). Este procedimiento debe ocurrir en temperaturas alrededor de los 400°C-600°C (Nigatu & Mario, 2017, p. 428), lo cual requiere un gasto alto en el uso de energía. Se sabe que ha sido estudiado con aceites de soya, palma y colza y obtiene productos similares a la gasolina (Gutiérrez & Perez, 2011, p. 8). No obstante, el método presenta productos secundarios de poco valor y sus emisiones afectan en mayor medida al medio ambiente (Gutiérrez & Perez, 2011, p. 9).
- **Transesterificación:** este proceso consiste en transformar un triglicérido en un ester alquilo, el cual posee propiedades similares al diesel convencional (Nigatu & Mario, 2017, p. 431). Este procedimiento puede ocurrir a base de distintos catalizadores como lo son los básicos, ácidos, lipasas, entre otros (Nigatu & Mario, 2017, p.431). Esta reacción debe ser manejada en temperaturas alrededor de los 60°C (Gutiérrez & Perez, 2011, p. 9) y posee una conversión entre 88,5%-99%, que depende del tipo de grasa a utilizar (Toldrá-Reig et al., 2020, p. 5).
- **Microemulsiones:** este proceso consiste en dispersar el equilibrio coloidal de fluidos no miscibles que contienen microestructuras (Gutiérrez & Perez, 2011, p. 8). Para lograrlo, se puede utilizar alcohol (Gutiérrez & Perez, 2011, p. 8) y se realiza para disminuir la viscosidad del aceite (Nigatu & Mario, 2017, p. 430). Sin embargo, se ha descubierto que el uso continuo de combustible obtenido a base de este proceso puede dañar los inyectores, generar depósitos de carbón y generar una mayor cantidad de combustiones incompletas en el motor en el largo plazo (Nigatu & Mario, 2017, p. 430).

### **5.2.1.2. Selección de la tecnología**

El proceso de producción para la obtención de biodiesel consistirá en torno a la transesterificación básica de los ácidos grasos provenientes de la grasa animal. Se escoge esta tecnología debido a su amplio estudio, su uso frecuente en el mercado y su relativo bajo costo frente las otras tecnologías (Tejada et al., 2013, p. 13).

### **5.2.2 Proceso de producción**

#### **A. Descripción del proceso**

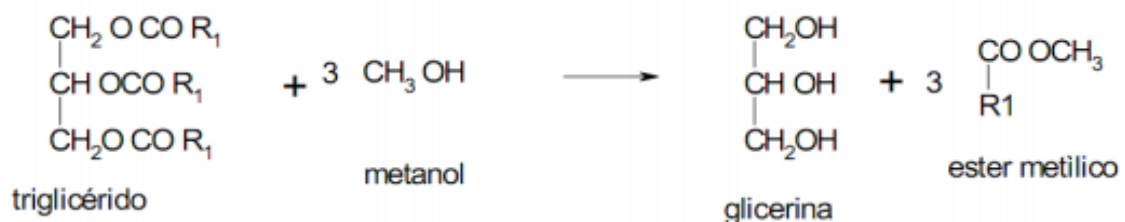
El proceso inicia con la recepción y tratamiento de la grasa animal. Esto se debe a que la materia prima tiene alta viscosidad, poco nivel de fluidez y poca volatilidad (Shorot & Gaurav, 2019, p. 345). Para poder usarse en la producción, el cebo debe ser acondicionado en un reactor a 100°C por 60 minutos (Gandure et al., 2017, p. 357) para obtener el aceite, el cual reduce su humedad en 70% (Shorot & Gaurav, 2019, p. 346). En esta actividad el rendimiento aproximado es de 90% (Tejada et al., 2013, p. 17)

Luego, se utiliza una centrifuga para separar los remanentes de grasa sólida y el aceite obtenido. La solidos son recirculados al reactor inicial, mientras que el aceite para al reactor de esterificación. Se realiza este proceso, ya que los ácidos grados libres en el aceite son aproximadamente de 10% y según la ASTM, el aceite usado en el biodiesel debe poseer menos del 2% en su composición (Gandure et al., 2017, p. 358). Esto se debe a que los ácidos grados libres puede ser saponificados durante la transesterificación, lo cual afecta el rendimiento general de la producción (Shorot & Gaurav, 2019, p. 346). Dentro del reactor esterificación se le añade ácido sulfúrico a razón de 3% el peso del aceite (Punsuvon et al., 2015, p. 851) y una relación molar de metanol-aceite de 6:1 (Toldrá-Reig et al., 2020, p. 5), que es aproximadamente 22 litros de metanol por cada 100 litros de aceite (Biodar S.A., 2007, p. 11). La temperatura debe mantenerse alrededor de 60°C (Shorot & Gaurav, 2019, p. 346), el tiempo aproximado de la reacción es de una a dos horas (Punsuvon et al., 2015, p. 848) y la conversión aproximada es de 70% (Encinar et al., 2011, p. 10 909).

Posteriormente, se realiza una separación de los ésteres grasos de los residuos obtenidos, que involucran agua, ácido sulfúrico sin reaccionar y metanol. Para verificar que la esterificación haya sido exitosa se debe inspeccionar el producto y verificar que la acidez se encuentre por debajo de los 2mg KOH/mg (Toldrá-Reig et al., 2020, p. 6) mediante una titulación. Con este producto intermedio se procede al proceso transesterificación que se llevará a cabo en un reactor con agitador, pues se necesitan mantener la reacción en 60°C durante dos horas y se busca que sea homogénea (Gandure et al., 2017, p. 358). Además, se agrega metanol en relación metanol-aceite de 6:1 y KOH como catalizador en una cantidad de 0,8% el peso de la grasa (Toldrá-Reig et al., 2020, p. 5). En esta actividad la conversión esperada es de 90,8% (Toldrá-Reig et al., 2020, p. 5) y se obtiene el biodiesel.

### Figura 5.1

*Reacción de transesterificación*



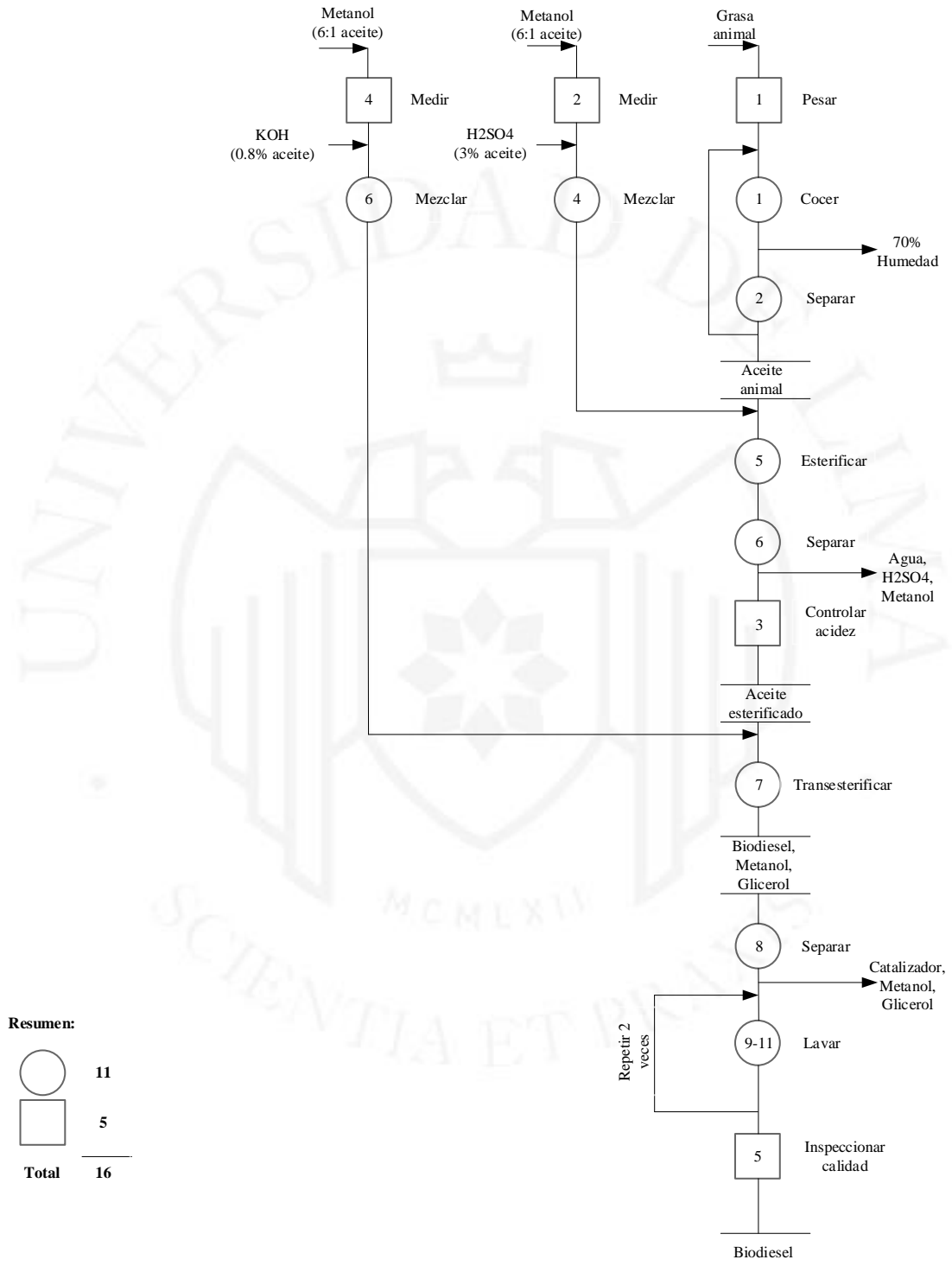
*Nota.* De “Diseño de una planta piloto de producción de biodiesel.”, por M. Gutiérrez y N. Pérez, 2011. (<http://ribuni.uni.edu.ni/1030/1/38205.pdf>)

Después, el biodiesel debe ser separado del metanol restante y el glicerol mediante una centrifuga separadora. Para terminar de eliminar los remanentes del catalizador y glicerol, se procede a lavar el biodiesel en una centrifuga separadora con agua destilada equivalente al 30% del volumen del biodiesel (Gutiérrez & Pérez, 2011, p. 113). En total se requieren tres lavadas (Gutiérrez & Pérez, 2011, p. 113). Finalmente, se obtiene una muestra del producto y se envía a un laboratorio para su inspección, mientras que el lote es almacenado.

## B. Diagrama de proceso: DOP

Figura 5.2

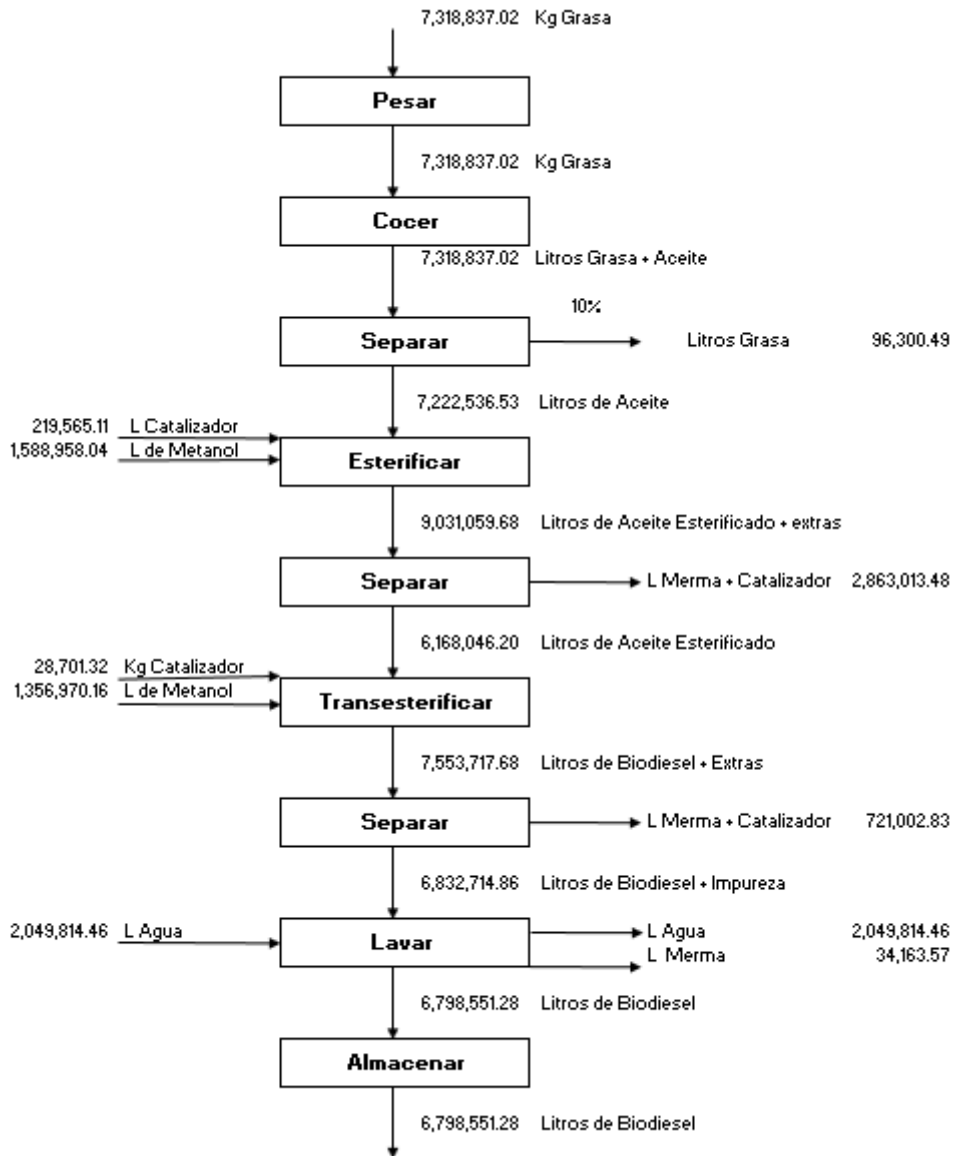
Diagrama de operaciones sobre la producción de biodiesel a partir de grasa animal



### C. Balance de materia

**Figura 5.3**

*Diagrama de bloques para el balance de materia para un año*





## 5.3 Características de las instalaciones

### 5.3.1 Selección de la maquinaria y equipos

Para el proceso de producción del biodiesel se requieren los siguientes equipos y maquinarias:

- **Pesado:** para poder cargar la cantidad correcta al cocido, es necesario que se realice un pesado. Para esta tarea, se dispondrá del uso de una balanza industrial. Para llevar los sacos de grasa, se utilizará un montacargas.
- **Cocido:** para llegar a la temperatura necesaria capaz de derretir, deshumedecer y esterilizar la grasa animal es necesario un reactor. Esto se debe a que las temperaturas deben llegar entre los 100°C-110°C para obtener el aceite sin quemar la grasa (Shorot & Gaurav, 2019, p. 346).
- **Separación 1:** para separar el aceite puro de las suspensiones remanentes de grasa solida se utiliza una centrifuga (Shorot & Gaurav, 2019, p. 346).
- **Esterificación:** para el proceso químico de esterificación es necesario un reactor que sea resistente a la introducción de insumos ácidos y la temperatura constante de 60°C (Shorot & Gaurav, 2019, p. 346). Para ello, se escoge un reactor fabricado a base de acero 304, que posee resistencia a la corrosión y admite temperaturas intermitentes de hasta 870°C (Gutiérrez & Perez, 2011, p. 46). Además, se requiere de una agitación constante para mantener el aceite como fluido (Shorot & Gaurav, 2019, p. 346). Adicionalmente se dispondrá de una mesa de acero para colocar el catalizador a utilizarse.
- **Separación 2:** para la segunda separación se requiere de una centrifuga separadora que permita separar la grasa esterificada de las impurezas y los elementos que no reaccionaron (Shorot & Gaurav, 2019, p. 346).
- **Transesterificación:** para el proceso químico de transesterificación se requiere de un reactor que mantenga temperaturas alrededor de 60°C (Shorot & Gaurav, 2019, p. 346). Para ello, se escoge un reactor fabricado a base de acero 304, que posee resistencia a la corrosión y admite temperaturas intermitentes de hasta 870°C (Gutiérrez & Perez, 2011, p. 46). Además, se requiere de una agitación constante para mezclar todos los insumos (Shorot

& Gaurav, 2019, p. 346). Adicionalmente, se dispondrá de una mesa de acero para colocar el catalizador a utilizarse.

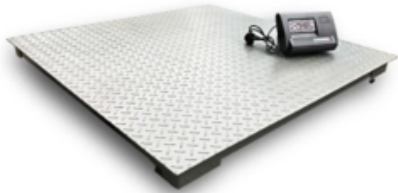
- Separación 3: en la tercera separación se necesita una centrifuga separadora para separar la fase del glicerol con la del biodiesel (Shorot & Gaurav, 2019, p. 346).
- Lavado: para remover cualquier impureza, sea catalizador o formaciones no deseadas, se requiere un lavado con agua destilada a través de una centrifuga separadora (Shorot & Gaurav, 2019, p. 346).
- Almacenamiento biodiesel: el producto final será almacenado en un tanque de almacenamiento de 700 m<sup>3</sup>. Este será de acero a base de acero 304, que posee resistencia a la corrosión (Gutiérrez & Perez, 2011, p. 45).
- Almacenamiento metanol: debido a la gran cantidad de metanol a utilizar, se almacenará en tanques de 70 m<sup>3</sup> que permita su conexión mediante tuberías a los reactores. El material escogido es el acero 304.
- Transporte: debido a que se trata de un líquido inflamable, el transporte debe realizarse en un camión cisterna acondicionado.
- Almacenamiento de mermas: las mermas serán almacenadas en tanques de 70 m<sup>3</sup> hasta que el servicio de tratamiento las retire. El material escogido es el acero 304, que posee resistencia a la corrosión (Gutiérrez & Perez, 2011, p. 45).

### **5.3.2 Especificaciones de la maquinaria**

En el siguiente punto se colocarán las fichas técnicas de la maquinaria y equipos a utilizar.

**Figura 5.4***Balanza industrial*

Ficha Técnica			
Máquina	Balanza	Ubicación	Almacén
Modelo	FS-M1520	Fabricante	Changzhou Intelligent Weighing Electronic Co.
Características Generales			
Largo	1m		
Ancho	1m		
Potencia	Despreciable		
Capacidad	5000kg/h		
Precio	S/. 516.2		
Utilizada para pesar la materia prima a la salida del almacén de MP.			



*Nota.* De *FS-M1010*, por Changzhou Intelligent Weighing Electronic Co., 2020, (<https://spanish.alibaba.com/product-detail/1-2-1-2m-2000kg-industrial-digital-platform-floor-weighing-scale-62043343340.html?spm=a2700.galleryofferlist.0.0.676338abHQWhDi&s=p>)

**Figura 5.5***Reactor enchaquetado con agitador – cocción, transesterificación y esterificación*

Ficha Técnica			
Máquina	Reactor enchaquetado con agitador	Ubicación	Producción
Modelo	WJG 1000	Fabricante	Zhejiang Tanlet Machinery Co.
Características Generales			
Altura	2.6m		
Diámetro	1.4m		
Potencia	15kw		
Capacidad	1000L/h		
Precio	S/. 50 625		
RPM	36 RPM		
Se utiliza para iniciar el proceso por medio de la esterificación en el que se mezcla el aceite con metanol en presencia de ácido sulfúrico, el cual, permitirá al aceite a perder sus ácidos grasos libres y generar triglicéridos.			



*Nota.* De *WJG 1000*, por Zhejiang Tanlet Machinery Co., 2020 (<https://spanish.alibaba.com/product-detail/6000l-stainless-steel-chemical-jacketed-reactor-60727846650.html?spm=a2700.galleryofferlist.0.0.4f9c2a7dVkvUBs>)

**Figura 5.6**

*Centrifuga separadora – operaciones de separación y lavado*

Ficha Técnica			
<b>Máquina</b>	Centrifuga separadora	<b>Ubicación</b>	Producción
<b>Modelo</b>	PNX-409	<b>Fabricante</b>	Nanjing Kingreat Machinery Co.
Características Generales			
<b>Altura</b>	0.76m		
<b>Ancho</b>	0.65m		
<b>Largo</b>	2.5m		
<b>Potencia</b>	3.75kw		
<b>Capacidad</b>	5000l/h		
<b>Precio</b>	S/ 103 950		
<b>RPM</b>	5500 RPM		
<b>Peso</b>	1020kg		
Separara la grasa animal de el aceite a trabajar			



*Nota.* De PNX-409, por Nanjing Kingreat Machinery Co., 2020 (<https://spanish.alibaba.com/product-detail/model-pdc-2-phase-industrial-decanter-centrifuge-for-clay-60824501402.html?spm=a2700.galleryofferlist.0.0.59795a02teqfvf&s=p>)

**Figura 5.7**

*Tanque de almacenamiento de biodiesel*

Ficha Técnica			
<b>Máquina</b>	Tanque de almacenamiento	<b>Ubicación</b>	Almacen
<b>Modelo</b>	PCB-700	<b>Fabricante</b>	LLC NPP Gazenerghim
Características Generales			
<b>Altura</b>	9m		
<b>Diámetro</b>	10.50m		
<b>Peso</b>	26500kg		
<b>Capacidad</b>	700 000L		
<b>Precio</b>	S/ 584 000		
Permite almacenar el Biodiesel, una vez este ya haya terminado su proceso y este disponible para su transpotre			



*Nota.* De PCB-700, LLC NPP Gazenerghim., 2020 (<https://www.alibaba.com/product-detail/100-Cubic-Meters-Liquid-Vertical-Steel-62016392355.html?spm=a2700.7724857.normalList.14.77f6442bCzE1ey&s=p>)

**Figura 5.8**

*Camión cisterna*

Ficha Técnica			
<b>Máquina</b>	Camión Sisterna	<b>Ubicación</b>	Estacionamiento
<b>Modelo</b>	Sinotruk	<b>Fabricante</b>	Shandong Haoyue Vehicle Co.
Características Generales			
<b>Altura</b>	3.048m		
<b>Ancho</b>	2.49m		
<b>Largo</b>	10.35m		
<b>Potencia</b>	371 hp		
<b>Capacidad</b>	15 000L		
<b>Precio</b>	40 222 USD - S/. 142 466		
<b>Peso</b>	20 TM		
Se utilizará para transportar el Biodiesel a las refinarias compradoras del producto			



*Nota.* De Sinotruk, por Shandong Haoyue Vehicle Co., 2020 (<https://spanish.alibaba.com/product-detail/sinotruk-fuel-tanker-truck-howo-8-4-35000liters-fuel-tanker-truck-60785290162.html?spm=a2700.galleryofferlist.0.0.62021087eKd7Pj&s=p>)

**Figura 5.9**

*Tanque de almacenamiento de metanol y mermas*

Ficha Técnica			
<b>Máquina</b>	Tanque de almacenamiento	<b>Ubicación</b>	Almacen
<b>Modelo</b>	70 m3	<b>Fabricante</b>	Taian Jin Shui Long Metal Vessel Co., Ltd.
Características Generales			
<b>Altura</b>	2m		
<b>Diámetro</b>	2.8m		
<b>Peso</b>	-		
<b>Capacidad</b>	70 000L		
<b>Precio</b>	S/. 10 950		
Permite almacenar el Biodiesel, una vez este ya haya terminado su proceso y este disponible para su transporte			




*Nota.* De Tanque de Almacenamiento, por Taian Jin Shui Long Metal Vessel Co. Ltd., 2020 ([https://www.alibaba.com/product-detail/100-Cubic-Meters-Liquid-Vertical-Steel\\_62016392355.html?spm=a2700.7724857.normalList.14.77f6442bCzE1ey&s=p](https://www.alibaba.com/product-detail/100-Cubic-Meters-Liquid-Vertical-Steel_62016392355.html?spm=a2700.7724857.normalList.14.77f6442bCzE1ey&s=p))

**Figura 5.10**

*Montacargas*

Ficha Técnica			
Máquina	Montacargas	Ubicación	Almacen
Modelo	CTD10	Fabricante	Taixing Jichuan Hydraulic Machinery Co.
Características Generales			
Altura	3.42		
Largo	3.1m		
Ancho	2.18m		
Peso	26500kg		
Capacidad	700 000L		
Precio	S/8 010		
Cargar la grasa animal			



*Nota.* De CTD10, por Taixing Jichuan Hydraulic Machinery Co., 2020 ([https://www.alibaba.com/product-detail/Small-Fork-Lift-Electric-Forklift-1000\\_60842455417.html?spm=a2700.galleryofferlist.0.0.7cff28100waRda&s=p](https://www.alibaba.com/product-detail/Small-Fork-Lift-Electric-Forklift-1000_60842455417.html?spm=a2700.galleryofferlist.0.0.7cff28100waRda&s=p))

**Figura 5.11**

*Mesa de acero*

Ficha Técnica			
Máquina	Mesa	Ubicación	Producción
Modelo	MCT-004	Fabricante	Foronels
Características Generales			
Altura	0.8m		
Largo	1.5m		
Ancho	0.8m		
Peso	10kg		
Capacidad	-		
Precio	S/9 70		
Colocar herramientas e insumos en la zona esterificación y transesterificación			



*Nota.* De MCT-004, por Foronels, 2020, ([https://spanish.alibaba.com/product-detail/industrial-commercial-restaurant-kitchen-stainless-steel-food-preparation-work-table-prep-table-62134293850.html?spm=a2700.md\\_es\\_ES.deiletai6.6.5e3962e3FYbDJc](https://spanish.alibaba.com/product-detail/industrial-commercial-restaurant-kitchen-stainless-steel-food-preparation-work-table-prep-table-62134293850.html?spm=a2700.md_es_ES.deiletai6.6.5e3962e3FYbDJc))

## 5.4 Capacidad instalada

### 5.4.1 Cálculo del número de máquinas y operarios requeridos

En la siguiente tabla se muestra el cálculo del número de máquinas por operación. Cabe indicar que se dispondrá de un operario por máquina.

**Tabla 5.2**

*Cálculo de máquinas*

Operación	QE	T (l/Procesamiento)	U	E	H	Resultado	# Maq.
Cocción	7 318 837,02	0,00020000	0,88	0,90	2 080,00	4,88	5,00
Separación	7 318 837,02	0,00100000	0,88	0,90	2 080,00	0,89	1,00
Esterificación	9 031 059,68	0,00020000	0,88	0,90	2 080,00	5,51	6,00
Separación	9 031 059,68	0,00100000	0,88	0,90	2 080,00	1,10	2,00
Transesterificación	7 553 717,68	0,00020000	0,88	0,90	2 080,00	4,61	5,00
Separación	7 553 717,68	0,00020000	0,88	0,90	2 080,00	0,92	1,00
Lavado	8 882 529,31	0,00109218	0,88	0,90	2 080,00	1,08	2,00

### 5.4.2 Cálculo de la capacidad instalada

A partir del balance de materia, se obtiene la siguiente capacidad instalada. En ella, se obtiene que el cuello de botella es la actividad de lavado, en la cual la producción anual de litros de biodiesel alcanzaría los 7,9 millones de litros. Para el factor de utilización, se consideró que las horas reales de la jornada son de 8 horas con un refrigerio de una hora y se obtuvo así el valor de 0,875. En el caso de la eficiencia, se asume el valor de 0,9 para todas las actividades.

**Tabla 5.3**

*Datos del procesamiento, cantidad a procesar y el número requerido de maquina u operarios*

Actividad	QE	Unidad	Procesamiento por hora	Núm. Máquinas o Personas
Pesado	7 318 837,02	Kg	5 000	1
Cocción	7 318 837,02	Kg	915,60	5
Separación	7 318 837,02	L	5 000,00	1
Esterificación	9 031 059,68	L	1 000,00	6
Separación	9 031 059,68	L	5 000,00	2
Transesterificación	7 553 717,68	L	1 000,00	5
Separación	7 553 717,68	L	5 000,00	1
Lavado	8 882 529,31	L	5 000,00	2

*Nota.* los datos de procesamiento corresponden a los valores de las máquinas especificadas en el punto 5.3.2. Para el caso de la cocción, la capacidad calculada es en kilogramos y se utilizó la densidad (0,92 g/cm<sup>3</sup>) de la grasa animal para obtener el procesamiento.

**Tabla 5.4**

*Datos para del periodo a trabajar, utilización y eficiencia*

Días/Semana	Horas/Turno	Turno/Día	Semanas/Año	U	E
5	8	1	52	0,875	0,9
5	8	1	52	0,875	0,9
5	8	1	52	0,875	0,9
5	8	1	52	0,875	0,9
5	8	1	52	0,875	0,9
5	8	1	52	0,875	0,9
5	8	1	52	0,875	0,9
5	8	1	52	0,875	0,9

**Tabla 5.5**

*Cálculo de la capacidad de producción en litros de biodiesel*

Actividad	Capacidad de Producción	Factor de Conversión	Capacidad Anual Biodiesel (L)
Pesado	8 190 000	0,93	8 341 868,99
Cocción	7 498 764	0,93	7 888 660,83
Separación	8 190 000	0,85	6 938 299,49
Esterificación	9 828 000	0,75	7 398 485,27
Separación	16 380 000	0,77	12 638 068,28
Transesterificación	8 190 000	0,90	7 371 222,67
Separación	8 190 000	0,90	7 399 337,40
Lavado	16 380 000	1,00	16 298 100,00

*Nota.* Para el caso del pesado y la cocción, que se trabajaron en kilogramos, es necesario realizar la conversión a litros de biodiesel a base de la densidad (883 kg/m<sup>3</sup>) del biodiesel.

La capacidad de anual de producción es 6,9 millones de litros de biodiesel. Este monto se obtiene en la primera separación, la cual es el cuello de botella del proceso.



## 5.5 Resguardo de la calidad y/o inocuidad del producto

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

La materia prima del proceso es la grasa animal, la cual será la fuente de obtención del aceite para producir biodiesel. Al momento del pesado, el operario inspecciona la grasa antes de introducirla al primer reactor y verifica que no entren pedazos de tierra. El tratamiento de la materia corresponde al proceso de cocción en el cual se reduce la humedad y se eliminan las bacterias (Shorot & Gaurav, 2019, p. 346). Una vez pasado el proceso de esterificación y su posterior separación, se debe tomar la acidez del aceite esterificado mediante una titulación. Los valores deben ser inferiores a 0,5 mg KOH/g (INDECOPI, 2008, p. 13) antes de poder pasar a la etapa de la transesterificación.

Los insumos a utilizar son el metanol y el hidróxido de potasio, lo cuales vienen sellados. Para ellos, se requiere una inspección visual para verificar que los envases se encuentren en buena calidad, sin rasguños o golpes. De presentarse, se procede a devolver los insumos al proveedor.

Para asegurar la calidad en el proceso se debe controlar la temperatura, el tiempo y la agitación. Los parámetros serán obtenidos de los medidores de cada máquina.

**Tabla 5.6**

*Parámetros de operación*

Proceso	Maquina/Equipo	Temperatura	Tiempo	Agitación
Pesado	Balanza industrial			
Cocido	Reactor	100°C - 110°C	1 h	50 RPM
Separación	Centrifuga separadora		1 h	800 RPM
Esterificación	Reactor con agitador	60°C	2 h	30 RPM
Separación	Centrifuga separadora		1 h	5 000 RPM
Transesterificación	Reactor con agitador	60°C – 60°C	2 h	30 RPM
Separación	Centrifuga separadora		1 h	5 000 RPM
Lavado	Centrifuga separadora		1 h	5 000 RPM

Dentro del Perú, la norma técnica correspondiente al biodiesel es la NTP 321.125.2008, la cual se encuentra basada en los estándares internacionales ASTM y EN para la caracterización del producto. En ella, se detalla la siguiente información de los parámetros y métodos de ensayo que debe cumplir el producto final:

**Tabla 5.7***Detalles de la NTP 321.125.2008*

Propiedad	Método de Ensayo (a)	Biodiesel B100	Unidades
Contenido de calcio y magnesio, combinado	EN 14538	5 Máx.	ppm ( $\mu\text{g} / \text{g}$ )
Punto de inflamación. (Copa cerrada)	ASTM D 93	93 mín.	$^{\circ}\text{C}$
Control de Alcohol (uno de los siguientes debe ser cumplido:)			
1. Contenido de Metanol 2. Punto de inflamación	EN 14110 ASTM D 93	0,2 Máx. 130,0 mín.	% volumen $^{\circ}\text{C}$
Agua y sedimento	ASTM D 2709	0,050 Máx.	% volumen
Viscosidad cinemática a 40 $^{\circ}\text{C}$	ASTM D 445	1,9 – 6,0 (b)	$\text{mm}^2/\text{s}$
Ceniza sulfatada	ASTM D 874	0,020 Máx.	% masa
Azufre (c)	ASTM D 5453	0,0015 Máx. (15)	% masa (ppm)
Corrosión a la lámina de cobre	ASTM D 130	N $^{\circ}$ 3	
Número Cetano	ASTM D 613	47 mín.	
Punto nube	ASTM D 2500	Reportar (d)	$^{\circ}\text{C}$
Residuo de carbón (e)	ASTM D 4530	0,050 Máx.	% masa
Número acidez	ASTM D 664	0,50 Máx.	Mg KOH / g
Glicerina libre	ASTM D 6584	0,020 Máx.	% masa
Glicerina total	ASTM D 6584	0,240 Máx.	% masa
Contenido de fósforo	ASTM D 4951	0,001 Máx	% masa
Temperatura de destilación. Temperatura del 90% de recuperado equivalente a presión atmosférica.	ASTM D 1160	360 Máx.	$^{\circ}\text{C}$
Contenido de sodio y potasio, combinado	EN 14538	5 Máx.	ppm ( $\mu\text{g} / \text{g}$ )
Estabilidad a la oxidación	EN 14112	3 min.	horas

*Nota.* De “NTP 321.125.2008 BIOCOMBUSTIBLES. Biodiesel. Especificaciones”, por INDECOPI, 2008. (<https://es.scribd.com/document/192551672/NTP-321-125-Biocombustibles-biodiesel>)

Durante el proceso, el Analista de Calidad realizará una verificación de cada propiedad detallada en la norma técnica. No obstante, debido a la rigurosidad de factores a analizar y la legislación vigente, se escoge enviar adicionalmente muestras a un laboratorio para la inspección final del producto. Esto se debe a que el biodiesel debe ser acreditado por un laboratorio independiente y, de preferencia, acreditado con la norma ISO/IEC 17025 (Petroperu, 2020, p. 2).

## 5.6 Estudio de impacto ambiental

El ambiente se ha vuelto un elemento muy importante en la actualidad. Es esencial que todos los proyectos presenten un análisis del impacto que se generará. Por lo tanto, para poder demostrar que el proyecto es viable técnica, económica, social y ambientalmente, se realizará un estudio de impacto ambiental.

Para ello, se utilizó la matriz Leopold, la cual evalúa el impacto ambiental de las operaciones de la planta, desde el momento de su creación hasta su etapa operativa. Se utilizó se calificación los siguientes valores:

**Tabla 5.8**

*Parámetros de valorización para Matriz Leopold*

Magnitud	Calificación	Importancia	Calificación
Muy baja	1	Sin	1
Baja	2	Poco	2
Mediana	3	Medianamente	3
Alta	4	Importante	4
Muy alta	5	Muy	5

A continuación, se presenta la Matriz Leopold



**Tabla 5.8**

*Matriz Leopold*

Matriz de Leopold		Construcción				Proceso productivo								
		Transformación de suelos	Construcción	Manejo de residuos	Instalación de equipos	Pesado	Cocción	Separado	Esterificado	Separado	Transesterificado	Separado	Lavado	
Características físicas químicas	Agua	(-) 3/3	(-) 3/3	(-) 3/3	(-) 3/3	(-) 1/1	(-) 1/1	(-) 1/1	(-) 1/1	(-) 4/5	(-) 1/1	(-) 4/5	(-) 2/4	(-) 30/35
	Aire	(-) 3/3	(-) 3/3	(-) 3/3	(-) 3/3	(-) 1/1	(-) 2/4	(-) 1/1	(-) 1/1	(-) 1/1	(-) 1/1	(-) 1/1	(-) 1/1	(-) 21/23
	Suelo	(-) 3/3	(-) 3/3	(-) 3/3	(-) 3/3	(-) 1/1	(-) 3/3	(-) 2/2	(-) 1/1	(-) 1/1	(-) 1/1	(-) 1/1	(-) 1/1	(-) 20/20
Características socio económicas	Salud ocupacional	(-) 5/5	(-) 5/5	(-) 5/5	(-) 5/5	(-) 3/3	(-) 1/1	(-) 1/1	(-) 4/4	(-) 1/1	(-) 4/4	(-) 1/1	(-) 1/1	(-) 36/36
	Nivel de empleo	(+) 4/4	(+) 4/4	(+) 4/4	(+) 4/4	(+) 1/4	(+) 1/4	(+) 1/4	(+) 3/4	(+) 2/4	(+) 5/4	(+) 5/4	(+) 4/4	(+) 36/48
	Ruidos	(-) 5/5	(-) 5/5	(-) 4/4	(-) 4/4	(-) 1/1	(-) 1/1	(-) 3/3	(-) 3/3	(-) 3/3	(-) 3/3	(-) 3/3	(-) 1/1	(-) 36/36
		(-) 15/23	(-) 15/23	(-) 14/22	(-) 14/22	(-) 6/11	(-) 7/14	(-) 7/12	(-) 7/14	(-) 8/14	(-) 5/12	(-) 5/15	(-) 2/12	

Como se puede notar en el cuadro anterior, el proceso con mayor impacto ambiental en el proyecto es el proceso de separación en la esterificación en el cual se liberan efluentes contaminados. En el proceso de control, se tiene el beneficio de que la planta se encuentra conectada a la red de desagüe de Lúcumo, dirigido a la PETAR de Sedapal. Para los residuos tóxicos que no cuentan con agua y residuos sólidos, la empresa contará con un contrato de recojo de residuos semanal con la empresa ECOGLOBO, la cual, tiene las certificaciones del estado para recojo de materiales contaminantes químicos, con peligro latente. Su costo será de S/ 250 000 al año.

### **5.7 Seguridad y salud ocupacional**

En el Perú se encuentra presente la ley N° 29783 Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo, la cual busca promover la cultura de prevención de riesgos laborales (Ley N° 29783, 2011). Para poder ser aplicada, existe el DS 005-2012 TR Reglamento de la Ley N°29783 Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo, en la cual se explica detalladamente como las empresas deben realizar la gestión de riesgos para cumplir con la ley (DS 005-2012 TR, 2012). Junto con ambas normativas, se publicó adicionalmente la RM 050-2013 TR Formatos Referenciales con la Información Mínima que Deben Contener los Registros Obligatorios del Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo, documento que detalla los formularios que las empresas deben considerar al momento de realizar su gestión (RM 050-213 TR, 2013). Por otro lado, se encuentra en vigencia el DS 015-2005 SA Reglamento sobre Valores Límites Permisibles para Agentes Químicos en el Ambiente de Trabajo, el cual ofrece indicaciones con respecto a los límites que los trabajadores pueden estar expuestos a diversos tipos de sustancias (DS 015-2005 SA, 2005). A base de la siguiente normativa, se utilizó una matriz de IPER para identificar preliminarmente todos los riesgos implicados en el proceso de producción.

Además, se va a contratar una póliza de seguro a todo riesgo de la empresa, la cual servirá como respaldo ante pérdidas o daños originados por explosiones, incendios o riesgos de la naturaleza. La aseguradora escogida es Pacífico y la póliza asciende a los 93 600 soles anuales.

**Tabla 5.9**

*Matriz IPER*

Proceso	Peligro	Riesgo	Probabilidad					Índice de Severidad	Riesgo = Prob*S ev	Nivel de Riesgo	Riesgo Significativo	Medidas de Control
			Índice de personas expuestas	Índice de	Índice de capacitación	Índice de exposición al	Índice de Probabilidad					
Pesado	Posturas inadecuadas	EE.PP. <sup>(1)</sup>	1	1	2	3	7	2	14	Mod.	Si	EPP
	Sobreesfuerzos	EE.PP.	1	1	2	3	7	1	7	Tolerable	No	EPP
	Trabajo prolongado de pie	EE.PP.	1	1	2	3	7	2	14	Mod.	Si	EPP
Cocido	Alta tensión	Contacto eléctrico	1	1	2	3	7	2	14	Mod.	Si	M.P. <sup>(2)</sup>
	Gases y vapores	Inhalación	1	1	2	3	7	2	14	Mod.	Si	EPP
	Temperaturas altas	Contacto térmico	1	1	2	3	7	2	14	Mod.	Si	M.P. / EPP
	Incendios	Contacto térmico	1	1	2	1	5	2	10	Mod.	Si	M.P. / EPP
Separación	Alta tensión	Contacto eléctrico	1	1	2	3	7	2	14	Mod.	Si	M.P.
	Temperaturas altas	Contacto térmico	1	1	2	3	7	2	14	Mod.	Si	M.P. / EPP
Esterificación	Temperaturas altas	Contacto térmico	1	1	2	3	7	2	14	Mod.	Si	M.P. / EPP
	Sustancias químicas	Corrosión	1	1	2	3	7	2	14	Mod.	Si	M.P.
	Gases y vapores	Inhalación	1	1	2	3	7	2	14	Mod.	Si	M.P. / EPP
Separación	Explosiones	Contacto térmico	1	1	2	1	5	3	15	Mod.	Si	M.P. / EPP
	Alta tensión	Contacto eléctrico	1	1	2	3	7	2	14	Mod.	Si	Mantenimiento Preventivo
	Temperaturas altas	Contacto térmico	1	1	2	3	7	2	14	Mod.	Si	M.P. / EPP
Transesterificación	Temperaturas altas	Contacto térmico	1	1	2	3	7	2	14	Mod.	Si	M.P. / EPP
	Sustancias químicas	Corrosión	1	1	2	3	7	2	14	Mod.	Si	Proc. de manejo de insumos
	Gases y vapores	Inhalación	1	1	2	3	7	2	14	Mod.	Si	M.P. / EPP
	Explosiones	Contacto térmico	1	1	2	1	5	3	15	Mod.	Si	M.P. / EPP

(continua)

(Continuación)

Proceso	Peligro	Riesgo	Índice de personas expuestas	Índice de procedimientos	Índice de capacitación	Índice de exposición al riesgo	Índice de Probabilidad	Índice de Severidad	Riesgo = Prob*Sev	Nivel de Riesgo	Riesgo Significativo	Medidas de Control
Separación	Alta tensión	Contacto eléctrico	1	1	2	3	7	2	14	Mod.	Si	Mantenimiento Preventivo
	Temperaturas altas	Contacto térmico	1	1	2	3	7	2	14	Mod.	Si	Mantenimiento Preventivo/ EPP
Lavado	Alta tensión	Contacto eléctrico	1	1	2	3	7	2	14	Mod.	Si	Mantenimiento Preventivo
	Temperaturas altas	Contacto térmico	1	1	2	3	7	2	14	Mod.	Si	Mantenimiento Preventivo/ EPP

Nota.

<sup>(1)</sup>EE.PP. = Enfermedades profesionales

<sup>(2)</sup> M.P. = Mantenimiento Preventivo

Además, debido a que la manipulación y producción de combustible es una actividad de alto riesgo, se toman las siguientes iniciativas para reducir el riesgo de inflamación y explosión y emisiones alrededor de los reactores de cocción, esterificación y transesterificación:

#### Acciones preventivas

- Mantenimiento periódico de las tuberías y del reactor
- Procedimientos de control de parámetros de la operación y dosificación de insumos
- Implementación de interruptores termo magnéticos y puesta a tierra.

#### Medidas de control

- Manejo de un plan y registros de mantenimiento
- Registro de inspección de los parámetros de la operación

#### Equipo de protección (Espinoza & Gastiaburú, 2016, p. 207)

- Guantes de cuero
- Respiradores de doble filtro
- Botas de seguridad
- Lentes de seguridad

#### Protección activa

- Extintor de acetato de potasio – almacén y zona productiva
- Extintor de PQS – área administrativa y almacén

#### Protección pasiva (incluye zona de almacenaje)

- Ductos para el humo
- Muros cortafuegos

## 5.8 Sistema de mantenimiento

Para el mantenimiento, se tendrá programado un mantenimiento mensual a todos los equipos, el cual consiste en cambio de resistencias, cambio de aceite en los agitadores y limpieza general de los equipos. Este será realizado por los mismos trabajadores. Con el



proceso de mantenimiento se espera un máximo de doce de fallas no programadas, es decir, como máximo se realizará un mantenimiento reactivo cada mes.

Se apunta a manejar la mayor disponibilidad posible para evitar costos de mal mantenimiento o reducción de la productividad de los equipos. Para analizar la disponibilidad que se tendrá en la planta, se realizaron los siguientes cálculos:

**Tabla 5.10**

*Programa de mantenimiento anual*

Concepto	Cantidad	Unidad
Horas disponibles	2 080	horas
Tiempo de inactividad	12	horas
Número de paradas	12	paradas
Tiempo de reparación por parada	1	horas
Mantenimiento Preventivo	12	intervenciones
Tiempo MPV	8	horas

**Tabla 5.11**

*Cálculo de la disponibilidad de planta*

Concepto	Valor
Tiempo de operación	1 972
MTBF	164,33
MTTR	1
Disponibilidad	99,40%

En lo referente al costo del plan de mantenimiento se evaluó de la siguiente manera:

**Tabla 5.12**

*Cálculo del costo del mantenimiento anual en soles (S/ )*

Concepto	Costo (S/ )
Mantenimiento reactivo	48 000
Repuestos	30 000
Mantenimiento PV	36 000
Total	114 000

*Nota.* Se estima que el costo de repuestos será de 30 000 soles, mientras que el de mantenimiento preventivo de las maquinarias a nivel general será de 3 000 soles por intervención

## **5.9 Diseño de la cadena de suministro**

Por regulación del estado, todas las compañías productoras de combustibles deben reportar a la Dirección General de Hidrocarburos el plan de producción anual, es decir, a inicio de cada año se debe tener programado todo lo que se va a producir. Asimismo, las refinerías envían licitaciones para la compra de biodiesel a inicios de año. La mayoría de hace pedidos de gran tamaño, que no se dan abasto con la producción local y recurren a la importación. Gracias a que la información de producción se encuentra disponible en la DGH, la empresa planteará su administración de recursos en base a ella.

El proyecto implica un plan de producción mensual, por lo que se tiene que pedir todos los insumos un mes previo a la producción. El producto terminado será almacenado en el tanque y esperará su despacho acorde al cronograma establecido con el cliente.

La cadena de suministro iniciará con la compra a los proveedores, los cuales deben realizar envíos mensuales a la planta. Se busca sincronizar tanto el Lead Time de los proveedores con el del proyecto. Una vez recibido los pedidos, el proceso de producción comenzará y, cada semana, se cargarán los camiones cisterna comprados y se transportará el producto a las distintas refinerías de petróleo. La empresa contará con 3 camiones cisterna, cada uno con una capacidad de 15 metros cúbicos.

Las refinerías envían licitaciones para la compra de biodiesel a inicios de año. Esta información se encuentra registrado en la Dirección General de Hidrocarburos y el proyecto puede plantar su administración de recursos en base a ella. La mayoría de las refinerías hace pedidos de gran tamaño, que no se da abasto con la producción local y recurren a la importación.

## **5.10 Programa de producción**

Basado en la disponibilidad de la materia prima, se estableció que la incrementaría a lo largo de los 5 años de vida del proyecto. Se utilizará una política de stock de seguridad del 10% de la venta de cada periodo. En las siguientes tablas se detalla el programa de producción anual y el mensual.

**Tabla 5.13***Programa de producción anual en litros de biodiesel*

Requerimientos Producción	2021 (80%)	2022 (85%)	2023 (90%)	2024 (95%)	2025 (99%)
Ventas (anuales)	5 384 453	5 720 981	6 057 509	6 394 037	6 730 566
Inventario Inicial	0	269 223	286 049	302 875	319 702
Inventario Final	269 223	286 049	302 875	319 702	336 528
SS	269 223	286 049	302 875	319 702	336 528
Producción	5 653 675	5 737 807	6 074 336	6 410 864	6 747 392

*Nota.* Los porcentajes presentados en la tabla son el porcentaje que se cubrirá de demanda en cada año.

**Tabla 5.14***Plan de producción mensual en litros de biodiesel*

Requerimientos Producción	2021 (80%)	2022 (85%)	2023 (90%)	2024 (95%)	2025 (99%)
Ventas (anuales)	448 704	476 748	504 792	532 836	560 880
Inventario Inicial	0	22 435	23 837	25 240	26 642
Inventario Final	22 435	23 837	25 240	26 642	28 044
SS	22 435	23 837	25 240	26 642	28 044
Producción	471 140	478 151	506 195	534 239	562 283

## 5.11 Requerimiento de insumos, servicios y personal indirecto

### 5.11.1 Materia prima, insumos y otros materiales

La materia prima del producto es la grasa animal y en base al detalle de la producción anual presentado, se procede al cálculo del requerimiento de materia prima. Al igual que en el programa de producción, se utiliza un stock de seguridad del 10%.

**Tabla 5.15***Requerimiento de grasa animal anual en kilogramos*

Grasa animal	2021	2022	2023	2024	2025
Requerimiento producción	6 086 345	6 176 915	6 539 198	6 901 480	7 263 763
Inventario inicial	0	304 317	308 846	326 960	345 074
SS	304 317	308 846	326 960	345 074	363 188
Comprar	6 390 662	6 181 444	6 557 312	6 919 594	7 281 877
Inventario final	304 317	308 846	326 960	345 074	363 188

**Tabla 5.16***Requerimiento de grasa animal mensual en kilogramos*

Grasa animal	2021	2022	2023	2024	2025
Requerimiento producción	507 195	514 743	544 933	575 123	605 314
Inventario inicial	0	25 360	25 737	27 247	28 756
SS	25 360	25 737	27 247	28 756	30 266
Comprar	532 555	515 120	546 443	576 633	606 823
Inventario final	25 360	25 737	27 247	28 756	30 266

Otro insumo altamente importante es el metanol, el cual está encargado de la esterificación y transesterificación de la grasa animal. Se mantiene la política del 10% de stock de seguridad.

**Tabla 5.17***Requerimiento de metanol anual en litros*

Metanol	2021	2022	2023	2024	2025
Requerimiento producción	2 449 834	2 486 290	2 632 113	2 777 937	2 923 760
Inventario inicial	0	122 492	124 314	131 606	138 897
SS	122 492	124 314	131 606	138 897	146 188
Comprar	2 572 326	2 488 113	2 639 404	2 785 228	2 931 051
Inventario final	122 492	124 314	131 606	138 897	146 188

**Tabla 5.18***Requerimiento de metanol mensual en litros*

Metanol	2021	2022	2023	2024	2025
Requerimiento producción	204 153	207 191	219 343	231 495	243 647
Inventario inicial	0	10 208	10 360	10 967	11 575
SS	10 208	10 360	10 967	11 575	12 182
Comprar	214 360	207 343	219 950	232 102	244 254
Inventario final	10 208	10 360	10 967	11 575	12 182

Finalmente, se encuentran los catalizadores, los cuales al igual que en el caso de los anteriores, cuenta con una política de stock de seguridad del 10% del requerimiento del periodo. Se detalla el requerimiento anual y mensual.

**Tabla 5.19***Requerimiento de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> anual en litros*

H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	2021	2022	2023	2024	2025
Requerimiento producción	182 590	185 307	196 176	207 044	217 913
Inventario inicial	0	9 130	9 265	9 809	10 352
SS	9 130	9 265	9 809	10 352	10 896
Comprar	191 720	185 443	196 719	207 588	218 456
Inventario final	9 130	9 265	9 809	10 352	10 896

**Tabla 5.20***Requerimiento de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> mensual en litros*

H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	2021	2022	2023	2024	2025
Requerimiento producción	15 216	15 442	16 348	17 254	18 159
Inventario inicial	0	9 130	9 265	9 809	10 352
SS	761	772	817	863	908
Comprar	15 977	15 454	16 394	17 299	18 205
Inventario final	761	9 141	9 311	9 854	10 398

**Tabla 5.21***Requerimiento de KOH anual en kilogramos*

KOH	2021	2022	2023	2024	2025
Requerimiento producción	48 691	49 415	52 314	55 212	58 110
Inventario inicial	0	2 435	2 471	2 616	2 761
SS	2 435	2 471	2 616	2 761	2 906
Comprar	51 125	49 452	52 458	55 357	58 255
Inventario final	2 435	2 471	2 616	2 761	2 906

**Tabla 5.22***Requerimiento de KOH mensual en kilogramos*

KOH	2021	2022	2023	2024	2025
Requerimiento producción	4 058	4 118	4 359	4 601	4 843
Inventario inicial	0	9 130	9 265	9 809	10 352
SS	203	206	218	230	242
Comprar	4 260	4 121	4 372	4 613	4 855
Inventario final	203	9 133	9 277	9 821	10 364

**5.11.2 Servicios: energía eléctrica, agua, vapor, combustible, etc.**

Los dos elementos esenciales en el proyecto son el agua y la electricidad, ya que estos proporcionan la capacidad para producir.

Para el cálculo del consumo eléctrico, se toma el consumo eléctrico de la planta como factor variable la energía consumida tanto en la planta como en las oficinas administrativas como fijo. Los cálculos se muestran a continuación.

**Tabla 5.23***Requerimiento de energía al año en kilowatts*

Energía	KW/h	Unidades	Tiempo al año	Consumo total
Reactor (Horno)	15	5	2 080	156 000
Centrifuga	3,75	1	2 080	7 800
Reactor (Ester)	15	6	2 080	187 200
Separador	3,75	2	2 080	15 600
Reactor (Trans)	15	5	2 080	156 000
Separador	3,75	1	2 080	7 800
Separador	3,75	2	2 080	15 600
Computadoras	1,8	8	2 080	29 952
Teléfonos	0,5	8	2 080	8 320
Total				584 272

Para el consumo de agua se toma como base la cantidad de agua que se utilizará en la producción durante todos los años de vida del proyecto. Además, se añade un estimado por el consumo de agua por el personal.

**Tabla 5.24***Requerimiento de agua en litros para el área de producción*

Año	Producción	Agua por utilizar
2022	506 195	151 858
2023	534 239	160 272
2024	550 504	165 151
2025	561 441	168 432

**Tabla 5.25***Requerimiento de agua en litros por persona contratada*

Contratados	Agua por persona / día	Agua total
Operarios	50	18 000
Personal administrativo	50	18 000
Total		36 000

*Nota.* Se utiliza un estimado de 50L/día de consumo de agua por persona

### 5.11.3 Determinación del número de trabajadores indirectos

El personal administrativo o personal indirecto se muestra en la tabla a continuación. Se optó por contratar una persona por área y brindarle fuerza al área de ventas y administrativa con 2 subordinados por área, el cálculo de los empleados y salarios se muestra a continuación.

**Tabla 5.26***Trabajadores indirectos y su remuneración anual en nuevos soles (S/ )*

Cargo	Cantidad	Remuneración anual total (S/ )
Gerente General	1	230 580
Gerente de Operaciones	1	145 180
Jefe Comercial	1	109 312
Asistente de Gerencia	1	30 744
Analista de Calidad	1	44 408
Analista de Finanzas	1	44 408
Ejecutivo de ventas	2	86 216
Analista de Compras y Adquisiciones	1	44 408
Seguridad	2	36 476
Chofer	3	54 164
Limpieza	3	54 164
Analista de Recursos Humanos	1	44 408

#### **5.11.4 Servicios de terceros**

Como servicios de terceros la empresa contratará a una empresa que se encargará de recoger los desechos de la planta. Esta empresa se llama ECOGLOBO y cuenta con todas las certificaciones necesarias para realizar este tipo de trabajos.

Por otro lado, la empresa contratará al estudio de abogados Echeconpar, como asesor legal, los cuales nos ayudarán con los procesos legales para comprar el local, establecer las licencias necesarias y vigilar todo lo referente al aspecto legal en la planta.

Finalmente, dentro de la parte administrativa se estará contratando al Estudio Contable Merino & Ore para el outsourcing contable y a la empresa Gestiones y Sistemas SAC para el outsourcing tecnológico.

#### **5.12 Disposición de planta**

##### **5.12.1 Características físicas del proyecto**

La planta de producción de biodiesel se realizará en un terreno ubicado en el parque industrial el Lúcumo. Debido al manejo de materiales inflamables, al momento de distribuir las zonas y realizar el plano es indispensable tomar en cuenta cierta distancia adicional entre el área productiva y las oficinas de los almacenes de metanol y biodiesel. Para evitar la constante manipulación de estas sustancias, el transporte dentro de las instalaciones será por medio de tuberías, las cuales se encontrarán bajo un falso piso.

El almacén de materia prima y el área de producción serán hangares, delimitado por paredes de ladrillo refractario y un techo ligero a bases de planchas de PVC, debido a que son anticombustible (Diaz & Noriega, 2017, p. 330). En el caso del área de oficinas, comedor y baños, las paredes serán de ladrillo convencional y de techos sólidos.

También es importante indicar que el patio de maniobras servirá como separación funcional al área de almacenamiento, producción y oficinas. El mismo será utilizado como punto de evacuación en caso de sismo.

### **5.12.2 Determinación de las zonas físicas requeridas**

La planta de biodiesel contará con los siguientes espacios físicos:

- Zona de almacén de materia prima e insumos, donde se separa la grasa animal, el ácido sulfúrico, hidróxido de potasio y metanol.
- Almacén de producto terminado, que se utilizará un tanque al aire libre.
- Área de producción, donde se incluye el laboratorio y la oficina del jefe de planta.
- Área de oficinas.
- Estacionamiento, que contempla el patio de maniobras.
- Servicios higiénicos, los cuales existirá uno para la zona administrativa y otro para el área productiva.
- Comedor.
- Almacén de mermas.

### **5.12.3 Cálculo de áreas para cada zona**

Para el área de almacén de materia prima y producto terminado, se toma como referencia la producción y requerimientos mensuales. Dado que la merma va a ser tratada por terceros, se consideran un tanque del mismo tamaño que el del metanol. En el caso del tanque de biodiesel, se le agrega un área adicional de 77 m<sup>2</sup> con el fin de evitar el contacto directo con paredes. Dentro del almacén de materia prima, insumos y mermas se considera un área de tránsito total de 272 m<sup>2</sup>, que incluye el espacio para que el montacargas pueda desplazarse y una distancia de un metro entre los tanques.



**Tabla 5.27***Requerimiento mensual y método de almacenamiento*

Insumo	Unidad	Requerimiento mensual	Almacenamiento
Grasa animal	Kg	60 500	Parihuelas
Metanol	L	243 520	Tanque 70 000 litros
KOH	Kg	18 150	Parihuelas
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	L	4 840	Parihuelas
Producto terminado	L	560 881	Tanque 700 00 litros
Mermas	L	137 560	Tanque 70 00 litros

*Nota.* Las mermas serán recogidas cada dos semanas, por ello se utiliza la mitad de su obtención mensual

**Tabla 5.28***Determinación de áreas de almacén*

Insumo	Producto/U. Almacenamiento.	Niveles	Total	Área ocupada (m <sup>2</sup> )
Grasa animal	20	4	76	91,2
Metanol	1	-	-	116,0
KOH	755	2	4	4,8
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	755	2	13	15,6
Producto terminado	1	-	-	79,0
Mermas	1	-	-	29,0
			Total	336

En el caso del área de producción, se procedió con la metodología de Guerchet, pues es un modelo objetivo para calcular el mínimo tamaño que debe aquel espacio. Cabe indicar que al área total se le añadirá 65 m<sup>2</sup> adicionales para permitir movimiento dentro de la planta y asegurar correctamente el espacio evolutivo entre máquinas. Además, contiguo a la planta existirá un laboratorio para la gestión de calidad del proceso, el cual tendrá un área de 16 m<sup>2</sup>. Esta área resulta de la suma del espacio que ocuparán los equipos de calidad, que es 6,6m<sup>2</sup>, el espacio mínimo requerido para realizar las operaciones, que es 7,5m<sup>2</sup> y 2,4m<sup>2</sup> para asegurar el movimiento dentro del laboratorio. También, se encuentra el despacho del jefe de planta, la cual posee un área de 16 m<sup>2</sup>.

**Tabla 5.29**

Análisis de Guerchet para elementos fijos

Elementos fijos	Diámetro	Largo	Ancho	Alto	Lados	# Maq.	Ss	Sg	Se	ST	Ssxn	Ssxn <sub>h</sub>
Balanza		1,0	1,0	0,1	4	1	1,0	4,0	3,2	8	1,0	0,1
Reactor	1,4			1,7	2	5	1,5	3,1	3,0	38	7,7	13,1
Centrifuga		2,5	0,6	0,8	2	1	1,6	3,1	3,0	8	1,6	1,2
	1,4			2,6	2	6	1,5	3,1	3,0	46	9,2	24,0
Reactor		2,5	0,6	0,8	2	2	1,6	3,1	3,0	15	3,1	2,4
Centrifuga	1,4			2,6	2	5	1,5	3,1	3,0	38	7,7	20,0
Reactor		2,5	0,6	0,8	2	1	1,6	3,1	3,0	8	1,6	1,2
Centrifuga		2,5	0,6	0,8	2	2	1,6	3,1	3,0	15	3,1	2,4
Centrifuga		1,5	0,8	0,8	3	2	1,2	3,6	3,1	16	2,4	1,9
Mesa		1,0	1,0	0,1	4	1	1,0	4,0	3,2	8	1,0	0,1
										192	37,3	66,2

**Tabla 5.30**

Análisis de Guerchet para elementos móviles

Elementos móviles	Diámetro	Largo	Ancho	Alto	Lados	# Op/Eq.	Ss	Sg	Se	ST	Ssxn	Ssxn <sub>h</sub>
Operarios				1,7		23	0,5				11,5	19,0
Montacargas		3,1	2,2	3,4		1	6,8				6,8	23,1
											18,3	42,1

Nota. Adaptado de “Técnicas para el cálculo de los requerimientos de áreas”, por B. Díaz y M.T. Noriega, *Manual para el diseño de instalaciones manufactureras y de servicios* (pp. 466), 2017, Universidad de Lima. (<https://hdl.handle.net/20.500.12724/10709>)

**Tabla 5.31**

Variables calculadas para el análisis de Guerchet

hEM	2,31
hEE	1,77
K	0,65

Para el cálculo del área de oficinas se tomó en cuenta los puestos a considerar y las áreas mínimas disponibles para cada cargo (Díaz & Noriega, 2017, p. 467).

**Tabla 5.32**

*Cálculo del área de oficinas*

Puesto	Cantidad	m <sup>2</sup>	Total (m <sup>2</sup> )
Gerente General	1	23	23
Gerente de Operaciones	1	18	18
Jefe de Finanzas	1	18	18
Jefe Comercial	1	18	18
Asistente de Gerencia	1	7,5	7,5
Analista de Finanzas	1	7,5	7,5
Ejecutivo de ventas	2	7,5	15
Analista de Compras y Adquisiciones	1	7,5	7,5
Analista de Recursos Humanos	1	7,5	7,5
Sala de reuniones	1	22	23
Depósito administrativo	1	5	5
		<b>Total</b>	<b>150</b>

Para el cálculo para el área del comedor se consideró como si todos los trabajadores de la empresa almorzaran al mismo tiempo (Díaz & Noriega, 2017, p. 385). De esta manera, se obtiene que el espacio para que 42 personas se alimenten al mismo tiempo se requieren 63 m<sup>2</sup>, que considera un espacio de 1,5 m<sup>2</sup> por persona, que es mayor al mínimo requerido de 0,5 m<sup>2</sup> (Díaz & Noriega, 2017, p. 385). Cabe indicar que existirán dos turnos de ingreso al comedor al separarse los administrativos de los trabajadores de la planta.

Existirá un baño para el área de producción y uno para el área administrativa, los cuales serán separados por hombres y mujeres. Los baños administrativos dispondrán de dos retretes y un lavatorio, mientras que los de producción adicionalmente tendrán un área de vestidores con ducha. Los requerimientos serán los siguientes:

**Tabla 5.33**

*Cálculo del área de baños*

Baños	Retretes	Área R.	Lavatorios	Área L.	Área de vestidores	Total baños
Producción	4	3	2	0,9	34,5	48,3
Oficina	4	3	2	0,9	0	13,8
<b>Total</b>	<b>8</b>	<b>6</b>	<b>4</b>	<b>1,8</b>	<b>3,45</b>	<b>62,1</b>

*Nota.* Adaptado de “Técnicas para el cálculo de los requerimientos de áreas”, por B. Díaz y M.T. Noriega, *Manual para el diseño de instalaciones manufactureras y de servicios* (pp. 382), 2017, Universidad de Lima. (<https://hdl.handle.net/20.500.12724/10709>)

En última estancia, existirán cuatro estacionamientos para el equipo administrativo y tres para los camiones de carga.

**Tabla 5.34**

*Cálculo del área de estacionamiento y vías de tránsito*

Estacionamiento	Ancho (m)	Largo (m)	Cantidad	Total (m <sup>2</sup> )
Administrativo	2,5	5,0	4,0	50
Carga	3,0	11,0	3,0	99
Patio de maniobras				309
			Total	458,0

Existirá una caseta de vigilante al costado de la entrada al complejo, la cual tendrá un área de 2 m<sup>2</sup>. Finalmente, se añade un área total de 78 m<sup>2</sup> que representan las zonas de tránsito de los operarios alrededor del complejo. La suma de todas las medidas presentadas son en total 1 786 m<sup>2</sup>, que representa el tamaño mínimo que debería todo el complejo para las operaciones.

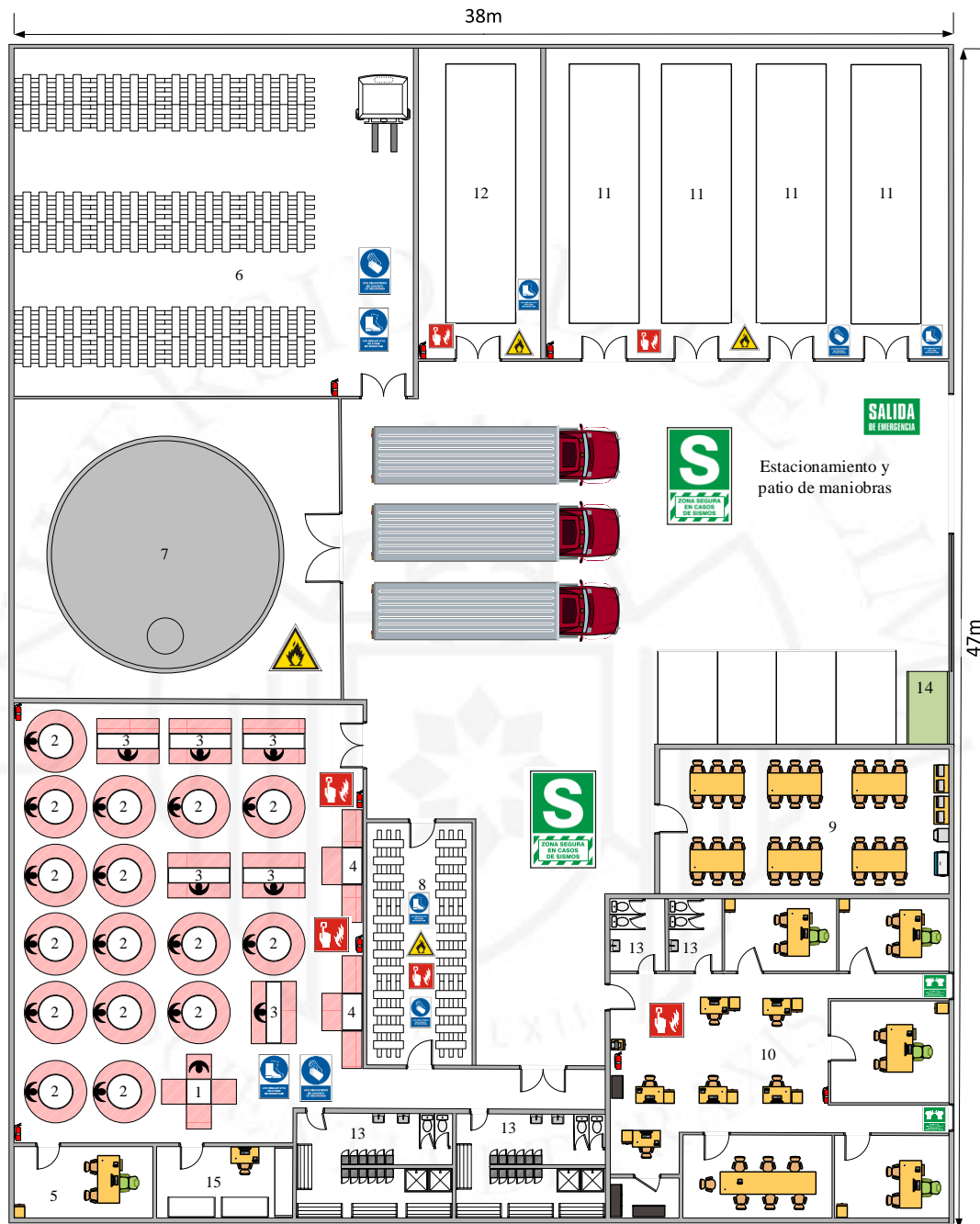
#### **5.12.4 Dispositivos de seguridad industrial y señalización**

Para la seguridad industrial, se debe tener en cuenta los siguientes puntos. En primer lugar, se trabaja con materiales inflamables, por lo cual se prohíbe hacer fuego y fumar dentro de las instalaciones. En segundo lugar, se dispone de extintores y alarmas contra incendio dentro de todos los espacios de trabajo. Las áreas administrativas van a poseer extintores de PQS, mientras que el área productiva y de almacenamiento van a poseer tanto extintores de PQS como de acetato de potasio.

La entrada principal será utilizada como salida de emergencias y existirán dos salidas adicionales dentro del área de administración. Ante un evento sísmico, el patio de maniobras y las zonas de tránsito entre el área de producción y área administrativa serán utilizadas como zona de seguridad.

**Figura 5.12**

*Señales de seguridad*



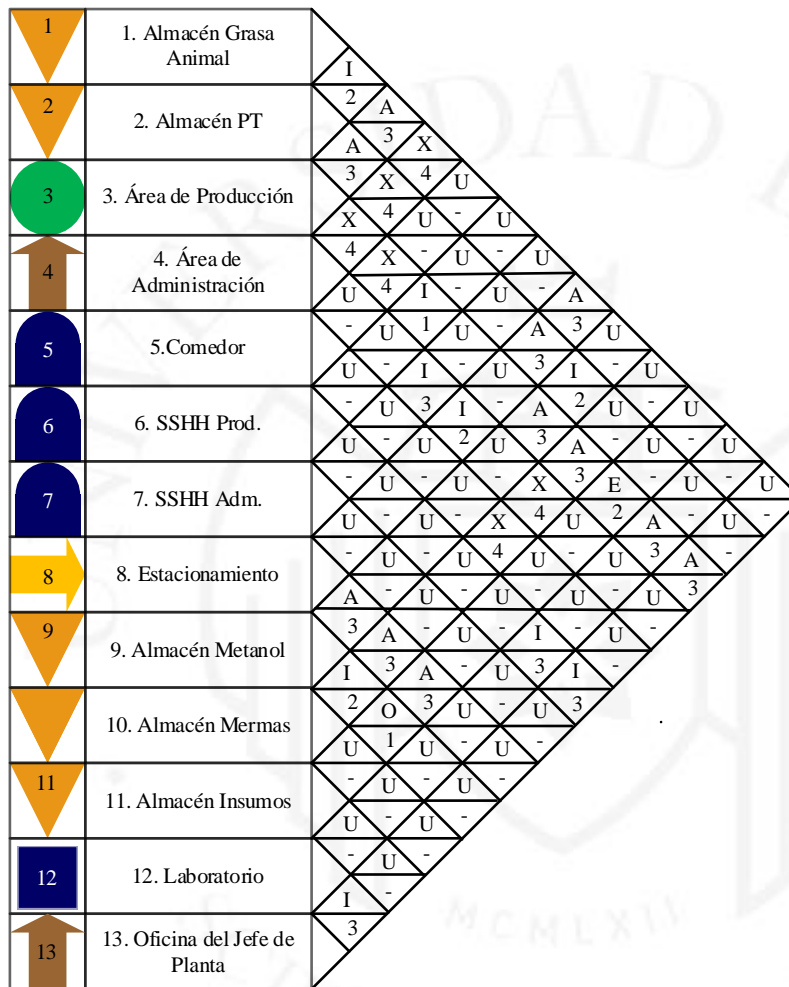
PLANO DE DISTRIBUCIÓN: PLANTA DE PRODUCCIÓN DE BIODIESEL			
ESCALA: 1:200	FECHA: 30/11/2020	DIBUJANTE: S. MIGLIORI	AREA: 1,786 M <sup>2</sup>
1. Balanza	2. Reactor	3. Centrifuga	4. Mesa de apoyo
5. Oficina Jefe de Planta	6. Almacén MP	7. Almacén PT	8. Almacén Insumos
	9. Comedor	10. Zona administrativa	11. Tanque de metanol
	12. Tanque de mermas	13. SSHH	14. Vigilancia
		15. Laboratorio	

### 5.12.5 Disposición de detalle de la zona productiva

Para detallar la cercanía entre los espacios físicos, se procedió a realizar un análisis relacional.

**Figura 5.13**

*Análisis Relacional*



Las razones consideradas al momento de hacer las relaciones se detallan en la siguiente tabla.

**Tabla 5.35**

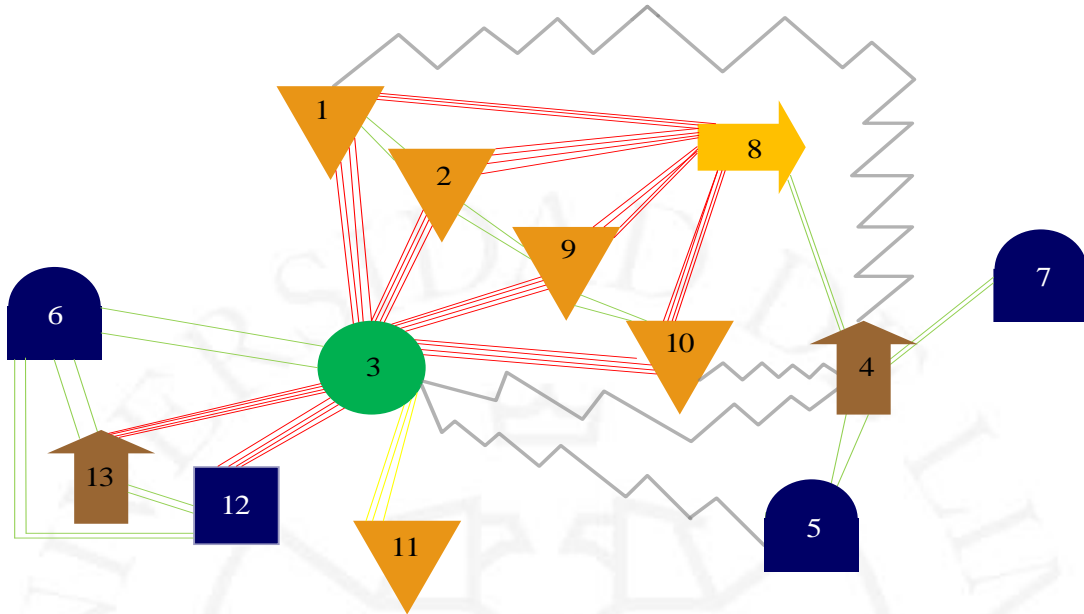
*Razones para el análisis relacional*

#	Razón
1	Mínima distancia por recorrer
2	Requerimiento del mismo personal
3	Conveniencias de función o líneas de acción
4	Seguridad de las operaciones

Luego de realizar el análisis, se procedió a diagramar las relaciones encontradas.

**Figura 5.14**

*Diagrama relacional*

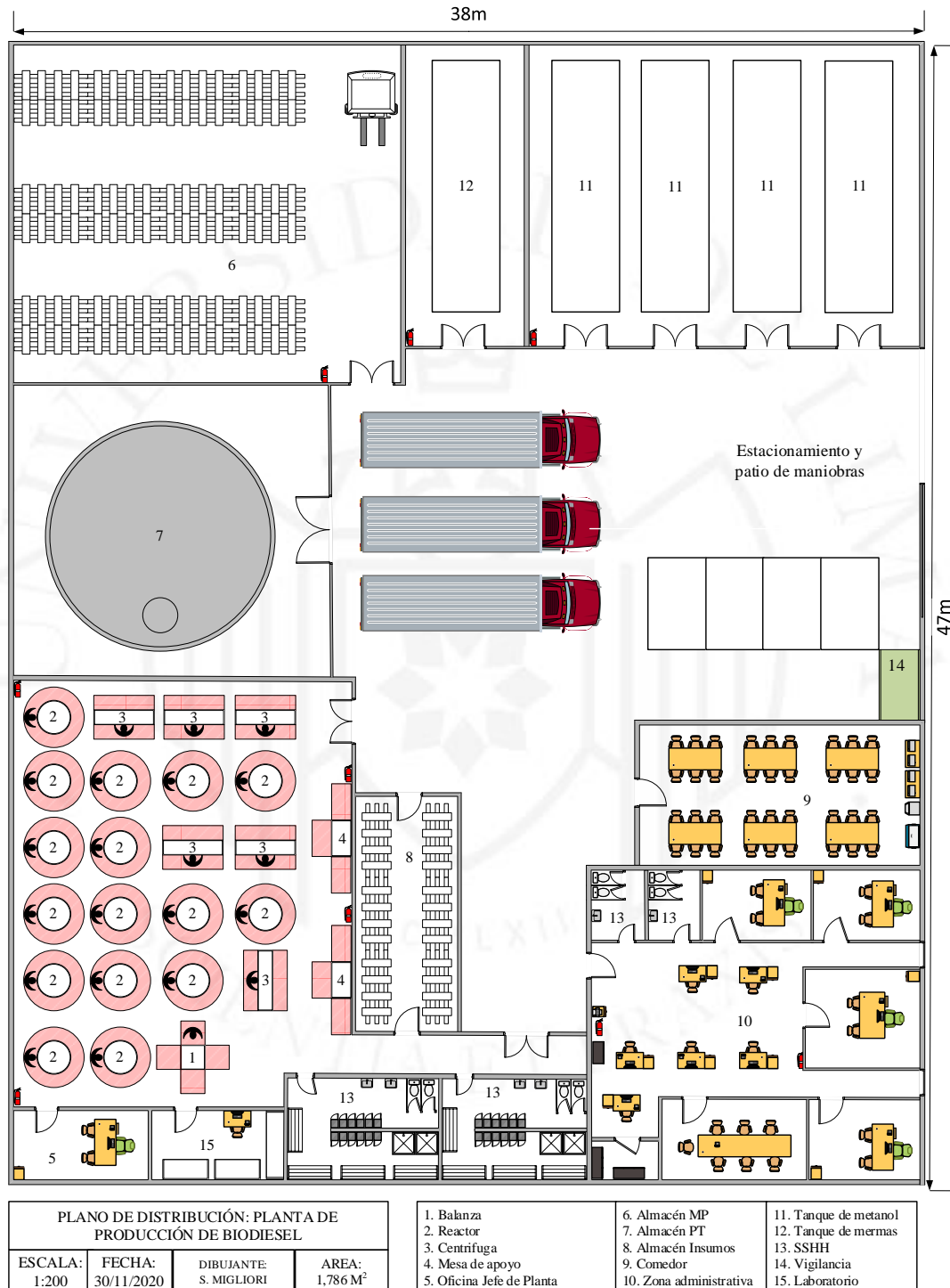


A partir del diagrama, se puede poseer un esbozo de lo que será la distribución de la planta de producción.

### 5.12.6 Disposición general

Figura 5.15

Disposición general de planta



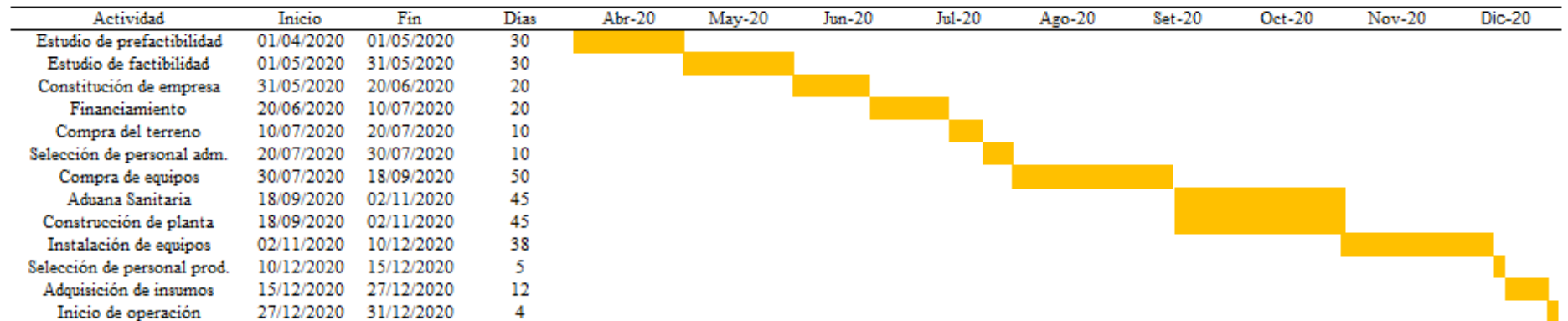


### 5.13 Cronograma de implementación del proyecto

Para la implementación de la planta se utilizará el siguiente cronograma.

**Figura 5.16**

*Diagrama de Gantt*



# CAPÍTULO VI: ORGANIZACIÓN Y ADMINISTRACIÓN

## 6.1 Formación de la organización empresarial

La empresa productora de biodiesel a partir de grasa animal se llamará Petrobio, la cual será constituida como una Sociedad Anónima Cerrada, pues es un proyecto nuevo que nos busca salir a cotizar en bolsa. Además, puede ser registrada con un mínimo de dos accionistas y puede funcionar sin directorio.

La misión de la empresa es comercializar y promover la venta de biodiesel nacional de calidad a base de un insumo alternativo, que es la grasa animal.

La visión de la empresa es llegar a ser el productor líder dentro de la industria de biocombustibles en el Perú y ser embajadores dentro del país del empleo de combustible que reduzcan la contaminación ambiental.

## 6.2 Requerimientos de personal y funciones generales de los puestos

Los requerimientos de personal y la descripción de su puesto son las siguientes:

- Gerente General (1 colaborador): planificar y diseñar la estrategia general del negocio, de acuerdo a conseguir el posicionamiento y buen funcionamiento de la empresa. Nivel de formación: Profesional. Experiencia: 6 años. Carrera: Administración, Ingeniería Industrial.
- Gerente de Operaciones (1 colaborador): planificar y organizar las operaciones de la empresa, de acuerdo a la estrategia general del negocio, con el fin de conseguir los objetivos estratégicos fijados. Nivel de formación: Profesional. Experiencia: 4 años. Carrera: Ingeniería Industrial.
- Jefe de Planta (1 colaborador): dirigir y coordinar las funciones de producción y mantenimiento, de acuerdo a las políticas de planta establecidas, para conseguir los objetivos de producción fijados. Nivel de formación: Profesional. Experiencia: 3 años. Carrera: Ingeniería Industrial.
- Jefe Comercial (1 colaborador): planificar y organizar la fuerza de ventas de la empresa, de acuerdo a la estrategia comercial del negocio, con el fin de

conseguir los objetivos estratégicos fijados. Nivel de formación: Profesional. Experiencia: 3 años. Carrera: Ingeniería Industrial, Administración.

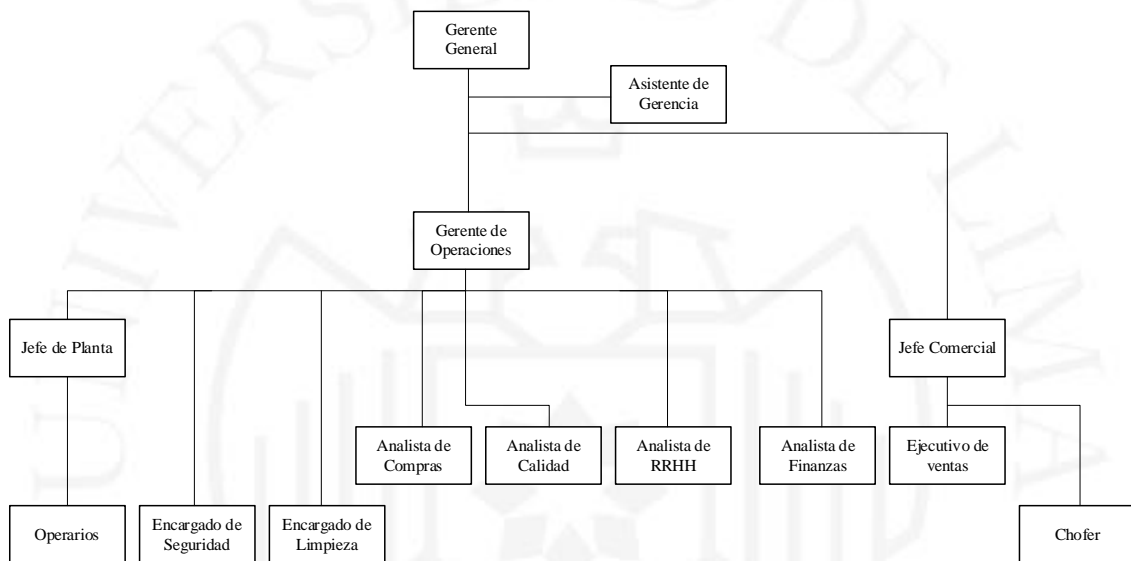
- Analista (6 colaboradores): elaborar y coordinar reportes a base del área asignada, de acuerdo a los lineamientos entregados por su superior inmediato, para conseguir los objetivos trazados por su área. Nivel de formación: Profesional. Experiencia: 2 años
  - Calidad: monitorear y analizar los parámetros de calidad a base de la información recopilada del proceso, insumos y producto final. Carrera: Ingeniería Química.
  - Finanzas: controlar y proyectar la situación financiera de la empresa. Carrera: Ingeniería Industrial, Administración, Economía, Contabilidad.
  - Ventas: realizar ventas y mantener la relación comercial con los clientes: Carrera: Ingeniería Industrial, Administración.
  - Compras y adquisiciones: gestionar las compras de insumos y requerimientos para la empresa. Carrera: Ingeniería Industrial, Administración.
  - Recursos humanos: analizar y gestionar el recurso humano de la compañía. Carrera: Ingeniería Industrial, Administración.
- Asistente de Gerencia (1 colaborador): programar y coordinar las agendas de los directivos, de acuerdo a los requerimientos de cada uno, con el fin de maximizar su productividad y apoyarlos a conseguir los objetivos estratégicos de la empresa. Nivel de formación: Profesional. Experiencia: 2 años
- Encargado de Seguridad (2 colaboradores): cuidar y verificar el buen estado de las instalaciones con el fin de asegurar el bienestar de los trabajadores. Nivel de formación: Secundaria. Experiencia: 6 meses.
- Chofer (3 colaboradores): manejar los vehículos de transporte, de acuerdo al programa de entregas, con el fin de cumplir los plazos de envío de los productos. Secundaria. Licencia: A4.
- Encargado de Limpieza (3 colaboradores): limpiar y coordinar la limpieza de las instalaciones, de acuerdo el programa de sanidad interna, con el fin de asegurar la inocuidad del recinto. Secundaria. Experiencia: 3 meses.

- Operarios (23 colaboradores): operar y controlar la operación de la maquinaria asignada de acuerdo a los parámetros de operación y el programa de producción, para conseguir los objetivos de producción fijados. Nivel de formación: Secundario. Experiencia: 1 año.

### 6.3 Esquema de la estructura organizacional

**Figura 6.1**

Organigrama de la empresa



# CAPÍTULO VII: PRESUPUESTOS Y EVALUACIÓN DEL PROYECTO

## 7.1 Inversiones

### 7.1.1 Estimación de las inversiones a largo plazo

Para realizar el cálculo de las inversiones se utilizó como base lo expresado en el capítulo de tamaño de planta. Los resultados se muestran a continuación:

**Tabla 7.1**

*Inversión sobre activo tangible en nuevos soles (S/)*

Clasificación	Activo	Precio Unitario (S/)	Cantidad	Total (S/)
	Balanza	516,20	1	516,20
	Reactor (Horno)	50 625,00	5	253 125,00
	Centrifuga	103 950,00	1	103 950,00
	Reactor (Ester)	50 625,00	6	303 750,00
	Separador	103 950,00	2	207 900,00
	Reactor (Trans)	50 625,00	5	253 125,00
	Separador	103 950,00	1	103 950,00
	Separador	103 950,00	2	207 900,00
Maquinaria y otros	Tanque de almacenamiento Biodiesel	584 000,00	1	584 000,00
	Tanque de almacenamiento Metanol	10 680,00	6	64 080,00
	Camión Sisterna	142 466,00	3	427 398,00
	Sillas	529,90	11	5 828,90
	Escritorio	199,90	11	2 198,90
	PC	1 699,00	11	18 689,00
	Montacarga	8 010,00	1	8 010,00
	Equipos de calidad	38 554,80	1	38 554,80
	Teléfono	249,00	11	2 739,00
	Terreno	2 187 850,00	1	2 187 850,00
Infraestructura	Construcción	2 000 000,00	1	2 000 000,00
Total				6 773 564,80

**Tabla 7.2***Inversión sobre activo intangible en nuevos soles (S/ )*

Clasificación	Activo	Precio Unitario (S/ )	Cantidad	Total (S/ )
Activo Intangible	Windows	712,00	11	7 832,00
	Licencias	650,00	1	650,00
	Microsoft	2 670,00	11	29 370,00
	SAP	114 382,80	1	114 382,80
			Total	152 234,80

**7.1.2 Estimación de las inversiones de corto plazo**

Para el cálculo del capital de trabajo se consideró un ciclo de cartera de un mes y se realizó la estimación para detallar cuánto demoraría la compañía en cubrir los gastos con los ingresos generados. En la tabla a continuación se presenta una versión resumida, mayor detalle se encuentra en los Anexos.

**Tabla 7.3***Flujo de ingresos y egresos estimado en nuevos soles (versión resumida) (S/ )*

	Ene-21	Feb-21	Mar-21	Abr-21	Dic-21
Ingresos	0,00	1 880 071,37	1 880 071,37	1 880 071,37	1 880 071,37
Ventas (L)	448 704	448 704	448 704	448 704	448 704
Ciclo de cobro (1 mes)	0	1 880 071	1 880 071	1 880 071	1 880 071
Egresos	1 289 779	1 289 779	1 289 779	1 289 779	1 289 779
Cto, Prod - MD	1 001 213	1 001 213	1 001 213	1 001 213	1 001 213
Cto, Prod - MOD	40 174	40 174	40 174	40 174	40 174
Cto, Prod - CIF	95 879	95 879	95 879	95 879	95 879
Gto, Adm	78 599	78 599	78 599	78 599	78 599
Gto, Ventas	56 402	56 402	56 402	56 402	56 402
Outsourcing Contable	7 500	7 500	7 500	7 500	7 500
Outsourcing Tecnología	9 500	9 500	9 500	9 500	9 500
Servicios Varios	511	511	511	511	511
Saldo	-1 289 779	-699 487	-109 195	481 097	5 203 434

*Nota.* La tabla completa se puede encontrar en los anexos

Luego de detallado el mes en el que se pueden cubrir gastos y costos, que será marzo 2021, se realiza el cálculo del capital de trabajo obteniendo lo siguiente:

**Tabla 7.4***Cálculo del capital de trabajo en nuevos soles (S/ )*

Egresos anuales (S/)	Ciclos	Capital de trabajo (S/)
15 477 351,64	3	3 869 337,66

Una vez obtenida la información pertinente a las inversiones de largo y corto plazo, se obtiene la inversión total necesaria para desarrollar el proyecto. En este caso, la inversión total es de S/ 10 795 137,26.

## 7.2 Costos de producción

### 7.2.1 Costos de las materias primas

Con ayuda de la información obtenida para el punto de equilibrio, se elaboró el estimado de los costos de la materia prima e insumos para los años de vida del proyecto.

**Tabla 7.5**

*Costos de materia prima e insumos en nuevos soles (S/ )*

Insumo	2021	2022	2023	2024	2025
Grasa Animal	9 100 303	8 802 376	9 337 612	9 853 503	10 369 393
Metanol	1 895 656	1 833 596	1 945 090	2 052 553	2 160 017
H2SO4	682 523	660 178	700 321	739 013	777 704
KOH	335 382	324 402	344 128	363 140	382 153
Agua	697	738	779	802	818
Total	12 014 561	11 621 291	12 327 929	13 009 011	13 690 085

### 7.2.2 Costo de mano de obra directa

Para el costo de la mano de obra, se utilizó los salarios de los operarios de planta, considerando tanto los 16 sueldos y el seguro de EsSalud.

**Tabla 7.6**

*Costos de mano de obra directa en nuevos soles (S/ )*

Trabajador	#Trabajadores	Salario mensual	Remuneración total
Operarios	23 00	1 300	482 092

### 7.2.3 Costos Indirectos de Fabricación

Se consideró como costo indirecto de fabricación el salario del jefe de planta, así como el consumo eléctrico y el del agua. Además, se añaden los costos por la adquisición de equipo de seguridad (extintores y equipos de protección). También, se consideran los costos relacionados al mantenimiento, exámenes de laboratorios externos, el servicio de deposición de los residuos y el 80% del seguro a todo riesgo.

**Tabla 7.7***Costos Indirectos de Fabricación en nuevos soles (S/ )*

CIF	2021	2022	2023	2024	2025
Energía eléctrica	377 381,28	377 381,28	377 381,28	377 381,28	377 381,28
Jefe de Planta	109 312,00	109 312,00	109 312,00	109 312,00	109 312,00
Equipo de seguridad	11 380,00	11 380,00	11 380,00	11 380,00	11 380,00
Servicios adicionales	577 600,00	577 600,00	577 600,00	577 600,00	577 600,00
Seguro a todo riesgo	74 880,00	74 880,00	74 880,00	74 880,00	74 880,00
<b>Total</b>	<b>1 150 553,28</b>	<b>1 150 553,28</b>	<b>1 150 553,28</b>	<b>1 150 553,28</b>	<b>1 150 553,28</b>

**7.3 Presupuestos operativos****7.3.1 Presupuesto de ingreso por ventas**

Se determino las ventas para los distintos años, basándose en los pronosticado en requerimientos en los capítulos anteriores.

**Tabla 7.8***Presupuesto de ventas en litros y nuevos soles (S/ )*

Rubro	2021	2022	2023	2024	2025
Ventas (Litros)	5 384 453	5 720 981	6 057 509	6 394 037	6 730 566
Ventas	22 560 856	23 970 910	25 380 964	26 791 017	28 201 071



### 7.3.2 Presupuesto operativo de costos

**Tabla 7.9**

*Presupuesto de depreciación en nuevos soles (S/ )*

Activo Fijo Tangible	Precio	#Máquinas	Tasa	2021	2022	2023	2024	2025	Años	Valor en libros
Balanza	516,20	1	10%	51,62	51,62	51,62	51,62	51,62	5	258,10
Reactor (Horno)	50 625,00	5	10%	25 312,50	25 312,50	25 312,50	25 312,50	25 312,50	5	126 562,50
Centrifuga	103 950,00	1	10%	10 395,00	10 395,00	10 395,00	10 395,00	10 395,00	5	51 975,00
Reactor (Ester)	50 625,00	6	10%	30 375,00	30 375,00	30 375,00	30 375,00	30 375,00	5	151 875,00
Separador	103 950,00	2	10%	20 790,00	20 790,00	20 790,00	20 790,00	20 790,00	5	103 950,00
Reactor (Trans)	50 625,00	5	10%	25 312,50	25 312,50	25 312,50	25 312,50	25 312,50	5	126 562,50
Separador	103 950,00	2	10%	20 790,00	20 790,00	20 790,00	20 790,00	20 790,00	5	103 950,00
Separador	103 950,00	2	10%	20 790,00	20 790,00	20 790,00	20 790,00	20 790,00	5	103 950,00
Tanque de almacenamiento Biodiesel	584 000,00	1	10%	58 400,00	58 400,00	58 400,00	58 400,00	58 400,00	5	292 000,00
Tanque de almacenamiento Metanol	10 680,00	6	10%	6 408,00	6 408,00	6 408,00	6 408,00	6 408,00	5	32 040,00
Camión Sisterna	142 466,00	3	25%	106 849,50	106 849,50	106 849,50	106 849,50	0,00	5	0,00
Sillas	529,90	11	10%	582,89	582,89	582,89	582,89	582,89	5	2 914,45
Escritorio	199,90	11	10%	219,89	219,89	219,89	219,89	219,89	5	1 099,45
PC	1 699,00	11	10%	1 868,90	1 868,90	1 868,90	1 868,90	1 868,90	5	9 344,50
Montacarga	8 010,00	1	10%	801,00	801,00	801,00	801,00	801,00	5	4 005,00
Construcciones	2 000 000,00	1	25%	500 000,00	500 000,00	500 000,00	500 000,00	500 000,00	5	0,00
Teléfono	249,00	11	10%	273,90	273,90	273,90	273,90	273,90	5	1 369,50
Equipos de calidad	38 554,80	1	10%	3 855,48	3 855,48	3 855,48	3 855,48	3 855,48	5	19 277,40
<b>TOTAL</b>		<b>81</b>	<b>2 10</b>	<b>833 076,18</b>	<b>833 076,18</b>	<b>833 076,18</b>	<b>833 076,18</b>	<b>726 226,68</b>		<b>1 131 133,40</b>

**Tabla 7.10**

Resumen de depreciación en nuevos soles (S/ )

Rubro	2021	2022	2023	2024	2025
Depreciación fabril	630 130,60	630 130,60	630 130,60	630 130,60	523 281,10
Depreciación no fabril	202 945,58	202 945,58	202 945,58	202 945,58	202 945,58

**Tabla 7.11**

Resumen valor residual en nuevos soles (S/ )

Valor residual (S/)	Valor de mercado	Valor de mercado (S/)
1 131 133,40	50%	565 566,70

Una vez determinada la depreciación de los activos y su valor residual, se resume los costos referentes al proyecto para los siguientes años en la tabla a continuación.

**Tabla 7.12***Presupuesto operativo de costos en nuevos soles (S/ )*

Rubro	2021	2022	2023	2024	2025
Costo de MP	12 014 560,86	11 621 290,71	12 327 929,31	13 009 011,06	13 690 085,05
Costo de MD	482 092,00	482 092,00	482 092,00	482 092,00	482 092,00
CIF	1 150 553,28	1 150 553,28	1 150 553,28	1 150 553,28	1 150 553,28
Depreciación fabril	630 130,60	630 130,60	630 130,60	630 130,60	523 281,10
Total	14 277 336,74	13 884 066,59	14 590 705,19	15 271 786,95	15 846 011,44

### 7.3.3 Presupuesto operativo de gastos

Para determinar el presupuesto de gastos, lo primero que se hizo fue calcular la amortización acumulada anual de los activos intangibles y los salarios al detalle. Lo cual se muestra en el cuadro a continuación.

**Tabla 7.13***Presupuesto de amortización en nuevos soles (S/ )*

Activo Fijo Intangible	Precio	#	Tasa	2021	2022	2023	2024	2025	Años	Valor en libros
Windows	712,00	11	10%	783,20	783,20	783,20	783,20	783,20	5 00	3 916,00
Licencias	650,00	1	10%	65,00	65,00	65,00	65,00	65,00	5 00	325,00
Microsoft	2 670,00	11	10%	2 937,00	2 937,00	2 937,00	2 937,00	2 937,00	5 00	14 685,00
SAP	114 382,80	1	10%	11 438,28	11 438,28	11 438,28	11 438,28	11 438,28	5 00	57 191,40
<b>Total</b>		<b>24</b>		<b>15 223,48</b>	<b>15 223,48</b>	<b>15 223,48</b>	<b>15 223,48</b>	<b>15 223,48</b>		<b>76 117,40</b>

**Tabla 7.14***Cálculo de remuneración en nuevos soles (S/ )*

Cargo	#	Sueldo Mensual	Gratificaciones	CTS	Vacaciones	EsSalud	Anual
Operarios	23	1 300	2 600	1 300	117	1 300	482 092
Gerente General	1	13 500	27 000	13 500	1 215	13 500	230 580
Gerente de Operaciones	1	8 500	17 000	8 500	765	8 500	145 180
Jefe Comercial	1	6 400	12 800	6 400	576	6 400	109 312
Asistente de Gerencia	1	1 800	3 600	1 800	162	1 800	30 744
Analista de Calidad	1	2 600	5 200	2 600	234	2 600	44 408
Analista de Finanzas	1	2 600	5 200	2 600	234	2 600	44 408
Ejecutivo de ventas	2	2 600	5 200	2 600	234	2 600	86 216
Analista de Compras y Adquisiciones	1	2 600	5 200	2 600	234	2 600	44 408
Jefe de planta	1	6 400	12 800	6 400	576	6 400	109 312
Seguridad	2	1 100	2 200	1 100	99	1 100	36 476
Chofer	3	1 100	2 200	1 100	99	1 100	54 164
Limpieza	3	1 100	2 200	1 100	99	1 100	54 164
Analista de Recursos Humanos	1	2 600	5 200	2 600	234	2 600	44 408
						<b>Total</b>	<b>1 515 872</b>

Finalmente, se considera para gastos de ventas un 3% de los ingresos generados por las ventas, que cubrirá el costo de transportes (materia prima y producto final), eventos y visitas a las distintas refinерías con las que se realizan el negocio. Además, se la añade el 20% de la prima de seguro a todo riesgo.

**Tabla 7.15**

*Presupuesto operativo de gastos en nuevos soles (S/ )*

Rubro	2021	2022	2023	2024	2025
Gastos Administrativos	924 468,00	924 468,00	924 468,00	924 468,00	924 468,00
Gastos de Ventas (3%)	676 825,69	719 127,30	761 428,91	803 730,51	846 032,12
Servicios	210 130,80	210 130,80	210 130,80	210 130,80	210 130,80
Prima de seguro	18 720,00	18 720,00	18 720,00	18 720,00	18 720,00
Depreciación no fabril	202 945,58	202 945,58	202 945,58	202 945,58	202 945,58
Amortización de intangibles	15 223,48	15 223,48	15 223,48	15 223,48	15 223,48
<b>Total</b>	<b>2 048 313,55</b>	<b>2 090 615,16</b>	<b>2 132 916,77</b>	<b>2 175 218,37</b>	<b>2 217 519,98</b>

## 7.4 Presupuestos financieros

Para el cálculo de los presupuestos financieros, se optó por un préstamo al banco BBVA, que ofrecía una tasa de interés anual de 13,50%, con un plazo de 5 años con gracia total de un año, el cual se aplicará en el año 2020. Además, cuenta con cuotas crecientes y este representará el 30% de la inversión necesaria. El periodo de gracia se aplicará al año de la construcción del proyecto.

### 7.4.1 Presupuesto de servicio de deuda

El presupuesto de deuda a manejar se presenta en el siguiente cuadro:

**Tabla 7.16**

*Presupuesto del servicio de deuda en nuevos soles (S/ )*

Año	Deuda	Amortización	Interés	Cuota
2020	3 296 936,18	-	-	-
2021	3 742 022,56	374 202,26	505 173,05	879 375,30
2022	3 367 820,31	748 404,51	454 655,74	1 203 060,25
2023	2 619 415,79	1 122 606,77	353 621,13	1 476 227,90
2024	1 496 809,02	1 496 809,02	202 069,22	1 698 878,24

*Nota.* La deuda del año 2021 incluye los intereses generados por el periodo de gracia total en el 2020.

## 7.5 Presupuesto de Estado de Resultados

Con la ayuda de la información analizada en el subcapítulo anterior, se puede pasar a hacer la estimación y proyección de los Estados de Resultados de los 5 años de horizonte de vida del proyecto.

**Tabla 7.17**

*Presupuesto de Estado de Resultados en nuevos soles (S/)*

Rubro	2021	2022	2023	2024	2025
Ventas	22 560 856,46	23 970 909,99	25 380 963,52	26 791 017,05	28 201 070,58
- Costo de ventas	14 277 336,74	13 884 066,59	14 590 705,19	15 271 786,95	15 846 011,44
Utilidad bruta	8 283 519,72	10 086 843,40	10 790 258,33	11 519 230,10	12 355 059,14
- Gastos de ventas	676 825,69	719 127,30	761 428,91	803 730,51	846 032,12
- Gastos administrativo	1 371 487,86	1 371 487,86	1 371 487,86	1 371 487,86	1 371 487,86
Utilidad operativa	6 235 206,16	7 996 228,24	8 657 341,56	9 344 011,73	10 137 539,16
Ingresos financieros	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
- Gastos financieros	496 225,47	446 602,92	347 357,83	198 490,19	0,00
+ Valor de mercado	0,00	0,00	0,00	0,00	565 566,70
- Valor en libros	0,00	0,00	0,00	0,00	1 131 133,40
UAI	5 738 980,69	7 549 625,31	8 309 983,73	9 145 521,54	9 571 972,46
- Participación	573 898,07	754 962,53	830 998,37	914 552,15	957 197,25
- Impuesto a la renta	1 721 694,21	2 264 887,59	2 492 995,12	2 743 656,46	2 871 591,74
Utilidad neta	3 443 388,41	4 529 775,19	4 985 990,24	5 487 312,93	5 743 183,48
- Reserva Legal	344 338,84	452 977,52	498 599,02	548 731,29	574 318,35
Utilidad libre	3 099 049,57	4 076 797,67	4 487 391,22	4 938 581,63	5 168 865,13

## 7.6 Presupuesto de Estado de Situación Financiera (apertura)

Finalmente, se realiza el ejercicio contable del Estado de Situación Financiera a la apertura de la planta de producción para mostrar cómo se encuentran distribuidas las finanzas de la compañía en el año cero.

**Tabla 7.18***Presupuesto de Estado de Situación Financiera en nuevos soles (apertura) (S/ )*

Activo Corriente		Pasivo	
Efectivo	3 869 337,66		
Activo No Corriente		Pasivo corriente	
Balanza	516,20		
Reactor (Horno)	253 125,00	Pasivo no corriente	
Centrifuga	103 950,00	Deuda a largo plazo	3 238 541,18
Reactor (Ester)	303 750,00		
Separador	207 900,00		
Reactor (Trans)	253 125,00	Total Pasivo	3 238 541,18
Separador	103 950,00		
Separador	207 900,00	Patrimonio	
Tanque de almacenamiento Biodiesel	584 000,00	Capital Social	7 556 596,08
Tanque de almacenamiento Metanol	64 080,00		
Camión Sisterna	427 398,00	Total Patrimonio	7 556 596,08
Sillas	5 828,90		
Escritorio	2 198,90		
PC	18 689,00		
Montacarga	8 010,00		
Teléfono	2 739,00		
Terreno	2 187 850,00		
Construcción	2 000 000,00		
Windows	7 832,00		
Licencias	650,00		
Microsoft	29 370,00		
SAP	114 382,80		
Equipos de calidad	38 554,80		
<b>Total Activo</b>	<b>10 795 137,26</b>	<b>Patrimonio + Pasivo</b>	<b>10 795 137,26</b>

**7.7 Flujo de fondos netos**

A partir del estado de resultados mostrado en el apartado anterior se detalla a continuación los estados de flujos de efectivo económico y financiero. Cabe indicar que el valor residual incluye el valor en libros de los activos y el recupero del capital de trabajo.

### 7.7.1 Flujo de fondos económicos

**Tabla 7.19**

*Flujo de efectivo económico en nuevos soles (S/)*

Rubro	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Utilidad Neta	0,00	3 443 388,41	4 529 775,19	4 985 990,24	5 487 312,93	5 743 183,48
Depreciación	0,00	833 076,18	833 076,18	833 076,18	833 076,18	726 226,68
Amortización de Intangibles	0,00	15 223,48	15 223,48	15 223,48	15 223,48	15 223,48
Gastos Financieros	0,00	347 357,83	312 622,05	243 150,48	138 943,13	0,00
- Inversión total	10 795 137,26	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Capital de Trabajo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3 869 337,66
Flujo Económico	-10 795 137,26	4 639 045,91	5 690 696,90	6 077 440,38	6 474 555,72	10 353 971,30

### 7.7.2 Flujo de fondos financieros

**Tabla 7.20**

*Flujo de efectivo financiero en nuevos soles (S/)*

Rubro	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Utilidad Neta	0,00	3 443 388,41	4 529 775,19	4 985 990,24	5 487 312,93	5 743 183,48
Depreciación	0,00	833 076,18	833 076,18	833 076,18	833 076,18	726 226,68
Amortización de Intangibles	0,00	15 223,48	15 223,48	15 223,48	15 223,48	15 223,48
- Amortización del préstamo	0,00	367 574,42	735 148,85	1 102 723,27	1 470 297,69	0,00
- Inversión total (neto de préstamo)	7 556 596,08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Valor Residual	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3 869 337,66
Flujo Financiero	-7 556 596,08	3 924 113,65	4 642 926,00	4 731 566,63	4 865 314,89	10 353 971,30

## 7.8 Evaluación económica y financiera

Con los flujos presentados se procede a evaluar la viabilidad del proyecto a base de indicadores. Previo al análisis de debe obtener el costo del capital de los accionistas, el cual es calculado con el modelo de CAPM:

$$COK = R_f + \beta \cdot (Pr) + R_p$$

Donde:

- $R_f$ : representa la tasa libre de riesgo. En este caso, se utiliza la tasa del del bono soberano peruano al cierre de septiembre 2020, que equivale a 4,33% (Bloomberg, 2020).
- $Pr$ : representa la prima de riesgo. En este caso, se resta el rendimiento del mercado de hidrocarburos menos la tasa libre de riesgo del bono soberano peruano al cierre de septiembre 2020 y se obtiene 11,93% (Bloomberg, 2020).
- $R_p$ : representa el riesgo país. En este caso, se utiliza el riesgo país del Perú a cierre de septiembre 2020, que equivale a 1,60% (BCRP, 2020).
- $\beta$ : representa el riesgo del mercado. En este caso, se hizo una regresión de los rendimientos de las acciones de Repsol (REP SM Equity) y el índice general de la bolsa de valores de Perú (SPBLPGPP Index). De este análisis, se obtiene un valor de 1,199 (Bloomberg, 2020)

Con los valores obtenidos, el cálculo del COK equivale a 20,24% y se procede a realizar el análisis económico y financiero, en el cual se obtendrán los indicadores VAN, TIR, B/C y el Periodo de Recupero expresado en años.

### 7.8.1 Evaluación económica

**Tabla 7.21**

*Indicadores económicos*

Indicador	Valor
VAN (S/)	7 710 405,42
B/C	1,71
TIR	46%
Periodo de Recupero	2,86



## 7.8.2 Evaluación financiera

**Tabla 7.22**

*Indicadores financieros*

Indicador	Valor
VAN (S/)	8 085 811,12
B/C	2,07
TIR	56%
Periodo de Recupero	2,40

## 7.8.3 Análisis de ratios e indicadores económicos y financieros

A base del estado financiero de apertura y el estado de resultados, se pudo calcular las siguientes ratios:

**Tabla 7.23**

*Análisis de ratios*

Ratios	Valor
Capital de trabajo (S/)	3 869 337,66
Rotación del activo	2,09
Rotación del activo fijo	3,26
Relación deuda patrimonio	0,43
Margen bruto	36,63
Margen neto	15,26
ROA	0,32
ROE	0,46

Durante el primer año, la empresa logra generar un margen neto de 15,26%, el cual viene acompañado de un ROE de 0,46, que es positivo para los accionistas. Además, tanto el análisis de los indicadores económicos financieros y económicos muestran un VAN positivo y un TIR mayor a la tasa del COK.

Analizando la rotación del activo, se puede apreciar que si bien los activos son capaces de generar ventas a un ritmo de 2,09, los costos de producción son altos, aproximadamente 63% de los ingresos. No obstante, se logra generar una rentabilidad sobre activos de 0,32.

#### 7.8.4 Análisis de sensibilidad

Para realizar el análisis de sensibilidad, se optó por simular dos escenarios: uno pesimista en el cual los ingresos se reducen en un 10% y uno optimista en el cual los ingresos aumentan en un 10%. La variación se mantiene durante los cinco años y de esta manera se obtienen los siguientes resultados.

**Tabla 7.24**

*Indicadores en el escenario optimista*

Indicador	Valor Económico	Valor Financiero
VAN (S/)	10 754 520,50	11 129 926,20
B/C	2,00	2,47
TIR	55%	69%
Periodo de Recupero (años)	2,39	1,92

**Tabla 7.25**

*Indicadores en el escenario pesimista*

Indicador	Valor Económico	Valor Financiero
VAN (S/)	4 666 290,34	5 041 696,04
B/C	1,43	1,67
TIR	36%	43%
Periodo de Recupero (años)	3,59	3,20

En ambos casos, el VAN sigue siendo un valor positivo y el TIR mayor a la tasa del costo de capital, lo que indica que el proyecto sigue siendo viable ante las variaciones de los ingresos. En el escenario pesimista, los indicadores económicos, de B/C y Periodo de Recupero se mantienen en positivos, aun así las ventas decrezcan en un 10% cada año.

## CAPÍTULO VIII: EVALUACIÓN SOCIAL DEL PROYECTO

### 8.1 Indicadores sociales

A continuación, se presenta el análisis social del proyecto, el cual se realizará mediante la obtención de indicadores. La interpretación de las tablas se encuentra en el siguiente subtítulo.

**Tabla 8.1**

*Cálculo del valor agregado actual en nuevos soles (S/)*

Rubro	2021	2022	2023	2024	2025
Sueldos y salarios	1 515 872	1 515 872	1 515 872	1 515 872	1 515 872
Depreciación	833 076	833 076	833 076	833 076	726 227
Gastos Financieros	496 225	446 603	347 358	198 490	0
Utilidad Antes de impuestos	5 738 981	7 549 625	8 309 984	9 145 522	9 571 972
Valor agregado	8 584 154	10 345 176	11 006 290	11 692 960	11 814 071
Tasa de descuento	20 24%				
Valor agregado actual	30 917 674,64				

**Tabla 8.2**

*Cálculo del valor promedio de la producción*

Puestos generados	Inversión Total (S/)	Valor promedio de la producción (S/)
42	10 795 137,26	12 589 456,08

**Tabla 8.3**

*Cálculo de indicadores sociales*

Indicadores	Valor
Densidad de capital (S/)	257 027,08
Intensidad de Capital	0,35
Producto-Capital	2,86
Productividad Mano de obra (S/)	299 748,95

**Tabla 8.4***Cálculo de la generación de divisas en nuevos soles (S/ )*

Balance de divisas	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Ingresos	0	0	0	0	0	0
Egresos	0	0	0	0	0	0
Compra de maquinaria	2 556 259	0	0	0	0	0
Balance de divisas	-2 556 259	0	0	0	0	0
Tasa de descuento	20 24%					
VA del Balance	-2 125 889,53					
Generación de Divisas	-5,08					

## 8.2 Interpretación de indicadores sociales

Con los cálculos presentados en el Tabla 8.1, se aprecia que el valor agregado generado por el proyecto es de 30,9 millones de soles, el cual se obtiene mediante la suma de los gastos administrativos y la depreciación junto a la utilidad antes de impuestos. Para traerlo a valor presente, se utiliza la tasa de descuento de 20,24%, que fue calculada en el capítulo anterior.

Luego, en la Tabla 8.2 se muestra que la empresa genera inicialmente 42 puestos de trabajos nuevos, con una inversión de 11 millones de soles y valor promedio de producción de 12,6 millones de soles.

En la Tabla 8.3 se muestran diversos indicadores sociales. En primer lugar, se obtiene una densidad de capital que indica la relación existente entre la inversión total y el número de empleados, que resulta 257 027,08 soles por empleado. En segundo lugar, se calcula la intensidad de capital que indica la relación entre la inversión total y el valor agregado, en la cual se obtiene que cada sol de valor agregado necesita de 0,35 soles de inversión. En tercer lugar, se analiza el indicador producto-capital, que es la inversa al indicador de intensidad de capital. En este caso, por cada sol invertido se obtiene 2,86 soles de valor agregado. En última instancia, el indicador productividad de la mano de obra muestra la relación entre el promedio de producción y el número de empleados y se obtiene que por cada empleado contratado se generan 299 749 soles de producción.

Los valores obtenidos en la Tabla 8.4 muestran la generación de divisas, el cual es un valor negativo de aproximadamente 2,1 millones de soles. Esta situación se explica en que la maquinaria y almacenes son importados. Además, no se planea exportar la producción.

## CONCLUSIONES

- En conclusión, el biodiesel es un producto que es un bien industrial, elaborado a partir de grasa animal, que es utilizado como insumo para la producción de diésel. Se concluye que los principales compradores del producto son Petroperú S.A., Grupo Repsol del Perú S.A.C. y Pluspetrol Perú Corporation S.A. El cálculo de la demanda se determinó a partir de la demanda interna aparente del diésel, ya que conforme a la Ley N°28054 - Ley de Promoción de Mercado de Biocombustibles, el diésel comercial debe poseer un mínimo porcentaje de 5% de biodiesel. Adicionalmente, a base de las entrevistas, se determina que el proyecto busca cubrir el 5% de la demanda al interior de la República del Perú. Los resultados estiman que la demanda anual del proyecto en el año 2025 será de 21 213 toneladas de biodiesel con un precio de 4,19 soles por litro.
- Se escoge la región política de Lima, pues posee dos refinerías en la periferia de la ciudad. Se concluye mediante un estudio de ranking de factores que la macro localización corresponde a Lima Sur. Este resultado se debe principalmente a la cercanía a la refinería de Conchán y posee dos zonas industriales vecinas esta. Al analizar la micro localización, se concluye que en el distrito de Lurín se desarrollará la operación, pues dentro del Parque Industrial El Lúcumo se encuentra con la accesibilidad de agua dulce para trabajos industriales y su fácil acceso a la Panamericana Sur para el transporte del producto.
- El tamaño de planta será de 6 798 m<sup>3</sup> de biodiesel, que representa el tamaño de materia prima, el cual se obtiene luego de comparar los tamaños obtenidos según mercado, tecnología, materia prima y punto de equilibrio. Se escoge el tamaño de materia prima, pues constituye el factor limitante para la producción y se encuentra encima del tamaño de punto de equilibrio.
- El proceso de producción se desarrollará a base de la transesterificación de esteres grasos, el cual requiere como materia prima la grasa animal, como insumos principales el metanol y agua y como catalizadores el ácido sulfúrico

y el hidróxido de potasio. Además, se determina la maquinaria necesaria para la operación, la cual será importada de proveedores extranjeros ubicados principalmente de China. La capacidad instalada es de 6 938 m<sup>3</sup>, que representa el cuello de botella en la centrífuga de separación de los ácidos grasos líquidos y el remanente de grasa sólida. Con la información recopilada del personal, área de producción y almacén, y mediante un análisis relacional se diseña el plano de las instalaciones que consistirá en un terreno de 1 786 m<sup>2</sup>.

- La empresa se debe constituir bajo del régimen de Sociedad Anónima Cerrada, bajo el nombre de Petrobio, pues es un proyecto nuevo que no planea cotizar en bolsa y requiere un mínimo de dos accionistas para poder funcionar. Además, se especifican los requerimientos de personal, la descripción de los puestos y se concluye que la planilla constará de 42 trabajadores.
- Se concluye que la inversión total necesaria para iniciar las operaciones es de S/10 795 137,26 el cual será cubierto en un 30% por un préstamo del banco BBVA a una tasa anual de 13, 50%. Se obtiene mediante el modelo CAPM que el costo del capital de los accionistas es de 20.24%. Con ambos datos, se procedió a hacer una evaluación económica y financiera en las cuales el valor actual neto de los fondos es positivo, S/7 710 405,42 y S/8 085 811,12 respectivamente, la tasa interna de retorno mayor que el costo de capital, 46% y 56% respectivamente, un beneficio costo superior a 1, 1,71 y 2,07 respectivamente y un periodo de recupero de 2,86 y 2,40 años respectivamente. Además, mediante un análisis de sensibilidad, los indicadores económicos y financieros en un escenario pesimista donde se reduce el 10% de las ventas el valor actual neto de los fondos es positivo, S/4 666 290,34 y S/5 041 696,04 respectivamente, la tasa interna de retorno mayor que el costo de capital, 36% y 43% respectivamente, un beneficio costo superior a 1, 1,43 y 1,67 respectivamente y un periodo de recupero de 3,59 y 3,20 años respectivamente. Es así, que se concluye que el proyecto es viable.
- En última instancia, se calcula el valor agregado actual que es S/30 917, 674,64, generando 42 puestos de trabajo nuevos con una inversión total por

empleado de S/257 027,08. Además, se determina la intensidad de capital donde cada por cada sol de valor agregado se necesita una inversión de 0,35 soles y un producto-capital que indica que cada sol invertido genera 2,86 soles de valor agregado. En tanto a la generación de divisas, el resultado actual es negativo, -S/2 125 889,53, pues la maquinaria es importada y no se planea exportar los productos. A pesar del valor negativo en el balance de divisas, se concluye que el proyecto es viable socialmente.



## RECOMENDACIONES

- Como primera recomendación, en el aspecto del Estudio de mercado, se recomienda tomar como punto de partida, la suposición de que el 5% de todo Diesel en el Perú debe estar compuesto por el Biodiesel. El análisis de la competencia puede ser realizado a base del Biodiesel importado, como se mencionó anteriormente, la importación es un gran factor en la demanda de Biodiesel en Perú.
- Para el aspecto de la localización, es necesario hacer una investigación a fondo de los servicios y facilidades de infraestructura que ofrecen las distintas áreas industriales. En la investigación se consideraba elegir Chilca como localidad, pero mediante comentarios de la gerencia de compañías que habían comprado terreno en dicha localidad, salió a la luz la falta de agua dulce para operar. Dado que el campo industrial del Chilca posee agua, pero es agua de pozo salada, lo cual, significa un costo significativo para el proceso productivo.
- Por otro lado, recomendamos que se analice bien las etapas del proceso. El proceso de producción de Biodiesel a base de aceites vegetales está altamente documentado, a diferencia del Biodiesel a base de grasa animal. Las complicaciones surgen al momento de obtener la calidad adecuada de aceite. En nuestro caso, la mejor solución fue un proceso previo de esterificación.
- En otro aspecto, al producir un fluido, es necesario que se tengan tanques de almacenamiento de gran proporción que deban cumplir las calificaciones respectivas para su funcionamiento. Estos tanques ocupan un gran espacio, por lo que es necesario considerar el tamaño de estos para el bosquejo inicial del plano, en el que se plantea la idea inicial de cómo será la disposición y tamaño de la planta de producción.
- Se recomienda seguir las investigaciones para el desarrollo de la producción de Biodiesel, pues es un combustible que contribuye a reducir las emisiones al ambiente, promueve la sostenibilidad y ayuda a crear economías circulares al aprovechar el recurso animal.



## REFERENCIAS

- A.E. Ghaly, D. Dave, M.S. Brooks, S. Budge (2010). *Production of Biodiesel by Enzymatic Transesterification: Review. En D. U. Faculty of Engineering, American Journal of Biochemistry and Biotechnology* 6 (2) (págs. 54-76). Nova Scotia: Science Publications.
- Alibaba. (2020). *Balanza digital industrial para suelo, plataforma de 1,2x1,2 m, 2000kg*. Obtenido de Alibaba: <https://spanish.alibaba.com/product-detail/1-2-1-2m-2000kg-industrial-digital-platform-floor-weighing-scale-62043343340.html?spm=a2700.galleryofferlist.0.0.676338abHQWhDi&s=p>
- Alibaba. (2020). *Foronels*. Obtenido de Alibaba: [https://spanish.alibaba.com/product-detail/industrial-commercial-restaurant-kitchen-stainless-steel-food-preparation-work-table-prep-table-62134293850.html?spm=a2700.md\\_es\\_ES.deiletai6.6.5e3962e3FYbDJc](https://spanish.alibaba.com/product-detail/industrial-commercial-restaurant-kitchen-stainless-steel-food-preparation-work-table-prep-table-62134293850.html?spm=a2700.md_es_ES.deiletai6.6.5e3962e3FYbDJc)
- Alibaba. (2020). *LLC NPP Gazenergohim*. Obtenido de Alibaba: [https://www.alibaba.com/product-detail/100-Cubic-Meters-Liquid-Vertical-Steel\\_62016392355.html?spm=a2700.7724857.normalList.14.77f6442bCzE1ey&s=p](https://www.alibaba.com/product-detail/100-Cubic-Meters-Liquid-Vertical-Steel_62016392355.html?spm=a2700.7724857.normalList.14.77f6442bCzE1ey&s=p)
- Alibaba. (2020). *Modelo PDC 2 fase Industrial Decanter centrífuga para Clay*. Obtenido de Alibaba: <https://spanish.alibaba.com/product-detail/model-pdc-2-phase-industrial-decanter-centrifuge-for-clay-60824501402.html?spm=a2700.galleryofferlist.0.0.59795a02teqfvf&s=p>
- Alibaba. (2020). *Reactor químico encamisado de acero inoxidable, 6000L*. Obtenido de Alibaba: <https://spanish.alibaba.com/product-detail/6000l-stainless-steel-chemical-jacketed-reactor-60727846650.html?spm=a2700.galleryofferlist.0.0.4f9c2a7dVkvUBs>
- Alibaba. (2020). *Sinotruk camión cisterna de combustible camión Howo 8\*4 35000 litros de camiones cisterna de combustible*. Obtenido de Alibaba: <https://spanish.alibaba.com/product-detail/sinotruk-fuel-tanker-truck-howo-8-4-35000liters-fuel-tanker-truck-60785290162.html?spm=a2700.galleryofferlist.0.0.62021087eKd7Pj&s=p>
- Alibaba. (2020). *Small Fork Lift Electric Forklift 1000 kg/1500 kg/2000 kg Stacker*. Obtenido de Alibaba: [https://www.alibaba.com/product-detail/Small-Fork-Lift-Electric-Forklift-1000\\_60842455417.html?spm=a2700.galleryofferlist.0.0.7cff28100waRda&s=p](https://www.alibaba.com/product-detail/Small-Fork-Lift-Electric-Forklift-1000_60842455417.html?spm=a2700.galleryofferlist.0.0.7cff28100waRda&s=p)
- BCRP (2020) *Estadísticas*. <https://www.bcrp.gob.pe/estadisticas.html>
- Bloomberg (2020) *Risk Free Rate - Peru 2020*. Bloomberg Professional.

- Bloomberg (2020) *REP SM Equity historical returns*. Bloomberg Professional.
- Bloomberg (2020) *SPBLPGPP historical returns*. Bloomberg Professional.
- Campos, C., Delgado, H., Esquivel, J., Samamé, J., Sirlupú, J. (2017) *Diseño de la línea de Producción para la Elaboración de Biodiesel a partir del Aceite Residual Recolectado de la Industria Chiflera Piurana*. Universidad de Piura. [https://pirhua.udpe.edu.pe/bitstream/handle/11042/3221/PYT\\_Informe\\_Final\\_Proyecto\\_Biodiesel.pdf](https://pirhua.udpe.edu.pe/bitstream/handle/11042/3221/PYT_Informe_Final_Proyecto_Biodiesel.pdf)
- Canoira, L., Rodríguez-Gamero, M., Querol, E., Alcántara, R., Lapuerta, M. & Oliva, F. (2008). *Biodiesel from Low-Grade Animal Fat: Production Process Assessment and Biodiesel Properties Characterization*. *Industrial & Engineering Chemistry Research* 47 : 7997-8004 NOV 5 2008 (21).
- Conociendo Villa El Salvador (2020) *Parque Industrial* <https://conociendovillaelsalvador.wordpress.com/parque-industrial/>
- Cordano, A. L., Sandoval, R. d., & Jaramillo, F. J. (2016). *Los Biocombustibles: Desarrollos recientes y tendencias internacionales*. Lima: Osinermin.
- Clickgasoil (2020) *Precio Biodiesel*. <https://www.clickgasoil.com/c/precio-biodiesel>
- Dias, J. M., Ferraz, C. A., & Almeida, M. F. (2008). *Using Mixtures of Waste Frying Oil and Pork Lard to produce Biodiesel*. En E. a. World Academy of Science, World Academy of Science, Engineering and Technology International Journal of Chemical and Molecular Engineering Vol:2, No:8, 2008 (págs. 193-197).
- Díaz Garay, B., & Noriega, M. (2017). *Manual para el diseño de instalaciones manufactureras y de servicios*. Universidad de Lima, Fondo Editorial.
- Díaz, L. E. (2009). *Análisis técnico y económico sobre producción, almacenamiento y transporte de biodiesel en Perú*. Piura: UDEP.
- DS 005-2012 TR Reglamento de la Ley N°29783 Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo. Diario El Peruano, Lima, Perú, 25 de Abril del 2012.
- DS 015-2005 SA Reglamento sobre Valores Límites Permisibles para Agentes Químicos en el Ambiente de Trabajo. Diario El Peruano, Lima, Perú, 6 de Julio del 2005.
- DS N° 013-2005-EM, Reglamento de la Ley N° 28054 - Ley de Promoción del Mercado de Biocombustibles. Diario El Peruano, Lima, Perú, 31 de Marzo del 2005.
- DS N° 021-2007-EM Reglamento para la Comercialización de Biocombustibles. Diario El Peruano, Lima, Perú, 20 de Abril del 2007

- Encinar, J., Sánchez, N., Martínez, G., & García, L. (2011). *Study of biodiesel production from animal fats with high free fatty acid content*. *Bioresource Technology*, 102(23), 10907-10914. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2011.09.068>
- Ek, L. (2019). *Estudio de factibilidad de producción de biodiesel a partir de residuos grasos de la industria avícola*. Universidad Veracruzana. <https://cdigital.uv.mx/handle/1944/49331?locale-attribute=de>
- ENEL (2020) *Empresas*. <https://www.enel.pe/es/empresas.html>
- ENEL (2020) *Tarifa para la venta de energía eléctrica*. <https://www.enel.pe/content/dam/enel-pe/empresas/archivos/pliego-tarifario---distribucion/Pliegos%20ENEL040220%20WEB.pdf>
- Espinoza Espinoza, D., & Gastiaburú Alania, M. (2016). *Diseño de un Sistema de Gestión para la Planta Piloto de Biodiesel – UNALM, Basado en la Norma OSHAS 18001*. Retrieved 16 September 2020, from <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/2257>.
- Euromonitor (2020) *Production of Biodiesel in Latin America*. <https://www-portal-euromonitor-com.ezproxy.ulima.edu.pe/portal/statisticsevolution/index>
- Gandure, J., Ketlogetswe, C., & Jonas, M. (2017). *Production, Composition and Fuel Properties of Tallow Biodiesel: A Case of Botswana*. *Energy And Power Engineering*, 09(07), 355-365. <https://doi.org/10.4236/epe.2017.97024>
- Zonas industriales Lima y Callao: Esta es la oferta y sus precios de venta (2016) . *Gestión*. <https://gestion.pe/tu-dinero/inmobiliarias/zonas-industriales-lima-callao-oferta-precios-venta-120836-noticia/?foto=1>
- Junpalma: Importación de biodiesel de países asiáticos paraliza producción nacional. (2018). *Gestión*. <https://gestion.pe/economia/empresas/junpalma-importacion-biodiesel-paises-asiaticos-paraliza-produccion-nacional-244216-noticia/>
- Grupo Inka (2020) *Las zonas industriales mejor cotizadas de Lima* <http://www.grupoinka.pe/blog/11-Las%20zonas%20industriales%20mejor%20cotizadas%20de%20Lima>
- Gutiérrez Mendoza, M., Pérez Montano, N. (2011). *Diseño de una planta piloto de producción de biodiesel*.
- INDECOPI (2008) *NTP 321.125:2008 Biocombustibles. Biodiesel. Especificaciones*.
- Indupark (2020) *Características*. <https://www.indupark.com.pe/#caracteristicas>

- Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura [IICA]. (2010). *Atlas de la Agroenergía y los biocombustibles en las Américas*. San José: [IICA].
- Instituto Nacional de Estadística e Información (2017) *Provincia de Lima: compendio estadístico*
- Instituto Nacional de Estadística e Información (2019) *Provincia de Lima: compendio estadístico*
- Janchiva, A., Oh, Y., Choi S. (2012) *High quality biodiesel production from pork lard by high solvent additive*. ScienceAsia, 38. 95-101.  
[http://scienceasia.org/2012.38.n1/scias38\\_95.pdf](http://scienceasia.org/2012.38.n1/scias38_95.pdf)
- Kotler, Philip (2017) *Fundamentos de Marketing*. <https://www-portal-euromonitor-com.ezproxy.ulima.edu.pe/portal/statisticsevolution/index>
- Ley N° 28054, Ley de Promoción del Mercado de Biocombustibles. Diario El Peruano, Lima, Perú, 8 de Agosto del 2003.
- Ley N° 29783, Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo. Diario El Peruano, Lima, Perú, 20 de Agosto del 2011.
- Lúcumo (2020) *Lúcumo*. <https://lucumo.com.pe/#prensa>
- Luz del Sur (2020) *Clientes libres*. <https://www.luzdelsur.com.pe/servicios/clientes-sobre-2500-kw.html>
- Nigatu S., Marchetti J. (2017) *Biodiesel production technologies: review*. AIMS Energy, 5(3): 425-457. <https://www.aimspress.com/article/id/1417>
- M. Chidiak, Rozemberg, R., Filipello, C., Gutman, V., Rozenwurcel, G., Affranchino, M. (2012). *Sostenibilidad de biocombustible e indicadores GBEPS*.
- MINAGRI (2020) *Anuario Estadístico Producción Ganadera y Avícola 2019*.
- Movistar (2020) *Fibra óptica Movistar Perú*.  
<https://www.movistar.com.pe/hogar/internet/fibra-optica>
- OSINERGIM (2014) *N° 133-2014-OS-CD Procedimiento de Control de Calidad de los Biocombustibles y sus Mezclas*.  
<https://www.osinergmin.gob.pe/newweb/uploads/Publico/Resoluciones/Consejo Directivo/2014/OSINERGMIN%20No.133-2014-OS-CD-GFHL.pdf>
- OSINERGMIN, (2007) *Reglamento para la comercialización de biocombustibles Decreto Supremo N°021 -2007-EM*

<http://www2.osinerg.gob.pe/MarcoLegal/docrev/DS-021-2007-EMCONCORDADO.pdf>

OSINERGMIN (2009) *Resolución de Consejo Directivo Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería N° 206-2009-OS-CD.*  
<https://www.informea.org/sites/default/files/legislation/per141049.pdf>

Petroperu (2020) *Condiciones Técnicas Mínimas.*  
<https://www.petroperu.com.pe/Docs/spa/files/productos/com-012-2020-anexo-2.pdf>

Petroperú (2020) *Refinería Conchan.* <https://www.petroperu.com.pe/proyectos-y-unidades-operativas/unidades-operativas/refineria-conchan/>

Punsuvon, V., Nokkaew, R., Somkliang, P., Tapanwong, M., & Karnasuta, S. (2015). *The Optimization of Esterification Reaction for Biodiesel Production from Animal Fat. Energy Sources, Part A: Recovery, Utilization, And Environmental Effects*, 37(8), 846-853. <https://doi.org/10.1080/15567036.2011.594853>

Real Academia Española (2020) *Diccionario de la lengua española.*  
<https://dle.rae.es/2017>.

Repsol (2020) *Refinería La Pampilla.* <https://www.repsol.pe/es/la-pampilla/index.cshtml>

RM 050-2013 TR Formatos Referenciales con la Información Mínima que Deben Contener los Registros Obligatorios del Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo. Diario El Peruano, Lima, Perú, 15 de Marzo del 2013.

Sedapal (2020) *Puntos de abastecimiento de agua potable en casos de emergencia*  
[http://www.sedapal.com.pe/image/image\\_gallery?uuid=df877012-ec32-46ea-8db1-47f23c2f8f6a&groupId=10154&t=158](http://www.sedapal.com.pe/image/image_gallery?uuid=df877012-ec32-46ea-8db1-47f23c2f8f6a&groupId=10154&t=158)

Sedapal (2020) *Tarifas* <http://www.sedapal.com.pe/paginas/tarifas>

Servicio Nacional de Sanidad Agraria (2020) *Relación general de mataderos.*  
[https://servicios.senasa.gob.pe/SIGIAWeb/ino\\_consultasmatadero.html](https://servicios.senasa.gob.pe/SIGIAWeb/ino_consultasmatadero.html)

Shorot, S., & Gaurav, K. (2019). *Biodiesel Production from Mutton Waste Fat – A Short Review.* Volume 5, Issue 2, 5(2), 345-347.  
<https://doi.org/10.30799/jespr.168.19050204>

Statista (2020) *Evolución mensual del precio del biodiésel en España de mayo de 2019 a abril de 2020.* <https://es.statista.com/estadisticas/1035124/evolucion-mensual-del-precio-de-un-litro-de-biodiesel-en-espana/>

SUNAT (2020) *Tratamiento arancelario por subpartida nacional.*  
<http://www.aduanet.gob.pe/itarancel/arancelS01Alias>

- Tejada Tovar, C., Villabona Ortiz, Á., Tejada Benítez, L., & Monroy Rodríguez, L. (2013). *Obtención de biodiesel a partir de diferentes tipos de grasa residual de origen animal*. *Revista Luna Azul*, (36). <http://www.scielo.org.co/pdf/luaz/n36/n36a02.pdf>
- Toldrá-Reig, F., Mora, L., & Toldrá, F. (2020). *Trends in Biodiesel Production from Animal Fat Waste*. *Applied Sciences*, 10(10), 3644. <https://doi.org/10.3390/app10103644>
- Tusalarío (2020) *Salario y Ocupación* <https://tusalarío.org/peru/carrera-profesional/peru-salarío-y-ocupacion>
- Veritrade (2020) 2710200011 *DIESEL B2, CON UN CONTENIDO DE AZUFRE MENOR O IGUAL A 50 PPM*. <https://business2.veritradecorp.com/es/mis-busquedas>
- Veritrade (2020) 2710200012 *DIESEL B5, CON UN CONTENIDO DE AZUFRE MENOR O IGUAL A 50 PPM*. <https://business2.veritradecorp.com/es/mis-busquedas>
- Veritrade (2020) 2710200013 *DIESEL B20, CON UN CONTENIDO DE AZUFRE MENOR O IGUAL A 50 PPM*. <https://business2.veritradecorp.com/es/mis-busquedas>
- Whitten, K. W., Davis, R. E., Peck, M. L., & Stanley, G. G. (2015). *Química*. México, México D.F.: Cengage Learning.

## BIBLIOGRAFÍA

- Colorado, S. L., & Alvarado, S. E. (2013). *DISEÑO DE UNA PLANTA DE PRODUCCION DE PRODUCCION DE BIODIESEL A PARTIR DE LAS SEMILLAS DE HIGUERILLA EN EL VALLE CONDEBAMBA, CAJAMARCA*. Cajamarca: Universidad Privada del Norte.
- García, J. R., Quispe, R. G., Leon, G. T., & Medina, J. T. (2007). *Análisis Estratégico de la Industria del Biodiesel en el Perú*. Lima: CENTRUM.
- Jilin Tely Imp.&Exp. co.,lt.d. (2020), *Sulfuric acid H2O4S*. <https://www.echemi.com/produce/pr2007231056-sulfuric-acid-h2o4s.html>
- L. C. Meher, D. Vidya Sagar, S. N. Naik (2006) *Technical Aspects of Biodiesel Production by Transesterification--a review*. *Renew Sustain Energ Rev*, Vol. 10, no. 3, pp 248-268,
- Methanex (2020) *Methanex posts regional contract methanol prices for North America, Europe and Asia*. <https://www.methanex.com/our-business/pricing>
- Ndiaye, M., Arhaliass, A., Legrand, J., Roelens, G., & Kerihuel, A. (2020). *Reuse of waste animal fat in biodiesel: Biorefining heavily-degraded contaminant-rich waste animal fat and formulation as diesel fuel additive*. *Renewable Energy*, 145, 1073-1079. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2019.06.030>
- Pharmacompass (2016) *Potassium Hydroxide* <https://www.pharmacompass.com/price/potassium-hydroxide>
- Sander, A., Antonije Koščak, M., Kosir, D., Milosavljević, N., Parlov Vuković, J., & Magić, L. (2018). *The influence of animal fat type and purification conditions on biodiesel quality*. *Renewable Energy*, 118, 752-760. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2017.11.068>
- Vafakish, B., & Barari, M. (2017). *Biodiesel Production by Transesterification of Tallow Fat Using Heterogeneous Catalysis*. *Kemija U Industriji*, 66(1-2), 47-52. <https://doi.org/10.15255/kui.2016.002>

VIET SEAFARM COMPANY LIMITED (2020) *Good Price for Viet Nam High Quality Beef Tallow.* [https://www.alibaba.com/product-detail/Good-Price-for-Viet-Nam-High\\_50035034965.html?spm=a2700.7724857.normalList.44.2d4b1dbcdmSgFL](https://www.alibaba.com/product-detail/Good-Price-for-Viet-Nam-High_50035034965.html?spm=a2700.7724857.normalList.44.2d4b1dbcdmSgFL)







## **Anexo 1. Entrevista a Juan Carlos Goñi, Profesor de la Universidad de Lima**

Investigación en mezclar petróleo Diesel con biodiesel. Realizado con el profesor Mario Rojas, junto con un Libro, Combustibles alternativos y motores de combustión interna. Realizó pruebas en el banco de pruebas de la universidad, utilización de distintos niveles de mezcla para utilizar en un motor, desde 10% que es el utilizados en el Perú.

Informa que, en Brasil, se ha llegado en alcohol a utilizar alcohol puro en vez de gasolina. Desde hace 20 años metidos en el tema.

Agregó que el medio ambiente es una moda, pero se está convirtiendo netamente en una necesidad, en este aspecto, el biodiesel debería ingresar con más fuerza dentro del Perú.

Considera que hay espacio, siempre y cuando se dirijan los cultivos y materias.

El profesor Goñi, luego de analizar las ratios de participación de mercado que queríamos optar, nos informó que, en su perspectiva, el 5% de mercado sería bueno para poner en marcha un proyecto como el de esta investigación, haciendo hincapié en el caso de dumping exhibido.

## **Anexo 2. Entrevista a Sonia Zenaida Suarez Susanibar, Gerente de Operaciones Logísticas en PlusPetrol**

En los resultados de la encuesta se encontró que la tendencia a futuro del combustible está en el aspecto de los biocombustibles renovables, Sonia, afirma que en el Perú el problema es la escasa oferta que se presenta en el aspecto del Biodiesel.



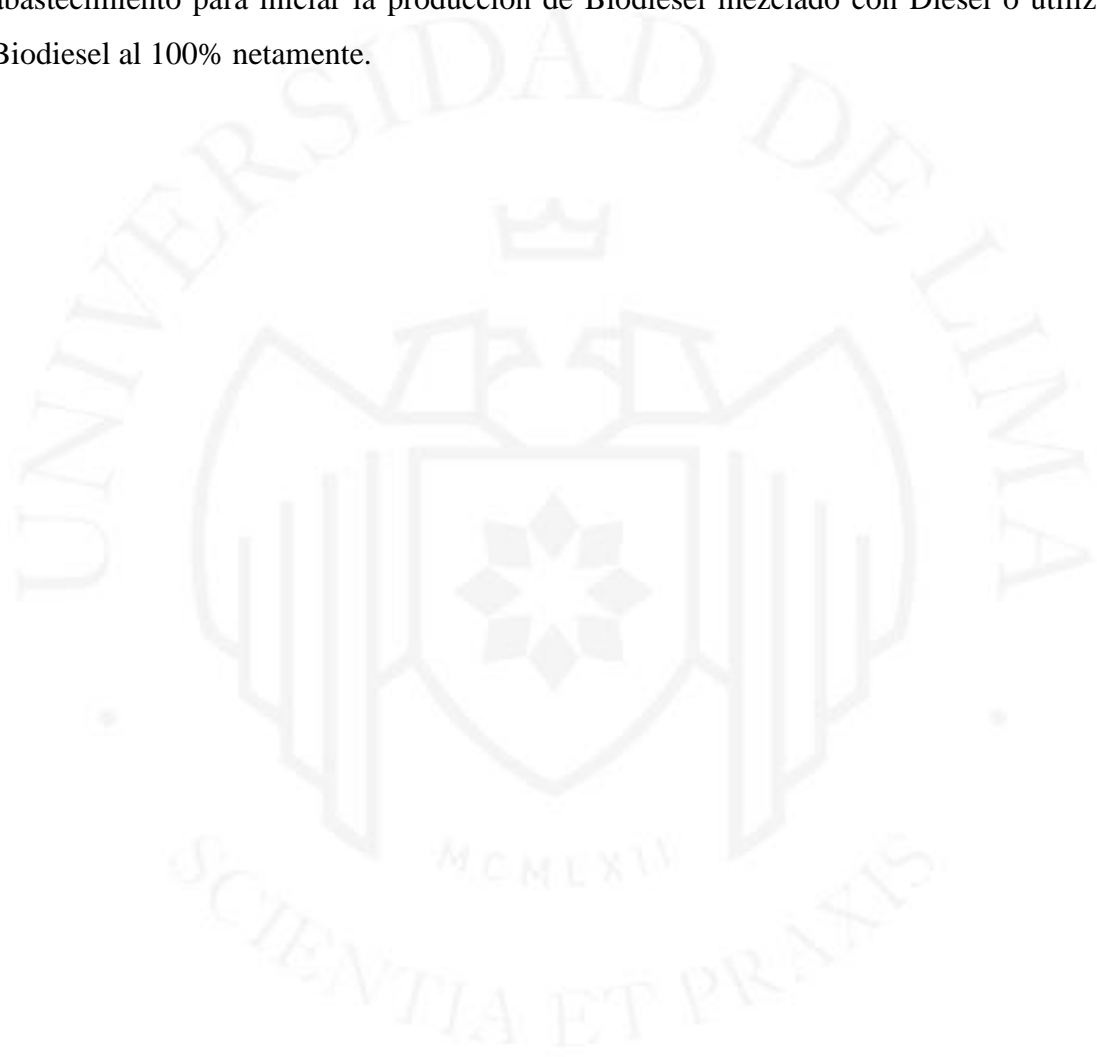
### **Anexo 3. Entrevista a Edgar Gomez, ex trabajador del sector petróleo.**

Informa que la mayoría de los países están llevando el tema del medio ambiente más lejos de una simple moda, aplicándolo netamente a su estructura energética, se ven avances con energía Eólica y Gas Natural, además de un buen posicionamiento del Biodiesel para afrontar el consumo excesivo del petróleo y minimizar el impacto ambiental.



## **Anexo 4. Entrevista a Gustavo Olivares, Gerente de Producción, Petrotal Perú**

Informa que las empresas petroleras van a ser los principales productores de energías limpias de vista al futuro, de lo cual concluimos que estas mismas necesitarían abastecimiento para iniciar la producción de Biodiesel mezclado con Diesel o utilizar Biodiesel al 100% netamente.



## **Anexo 5. Entrevista a Cesar Arenas, Gerente de Planificación y Recursos, Repsol**

Informa que las empresas están apuntando hacia la búsqueda de recursos renovables, sin embargo, considera que va a tardar bastante a que se equipare con la producción actual. Opina que el gas natural el gas natural tiene todavía mucho espacio para seguir explotándose en para la generación eléctrica en vista que es menos contaminante que la generación a carbón y petróleo.



## **Anexo 6. Entrevista Rafael Salazar, Gerente de Compras, Coga**

Informa que el mercado de recursos no renovables para la generación eléctrica es un mercado incierto en el Perú en la medida que se depende de un recurso como el gas, con reservas limitadas y que, en teoría, en caso de no encontrar otros yacimientos importantes, podría tenerse disponibilidad solo hasta el año 2032. Sin embargo, casi el 50% de la energía eléctrica del Perú está generada por unidades de generación que funcionan con gas natural, casi en el 100% producido por el proyecto Camisea. Esto para cualquier país es un riesgo, debido a que somos muy dependientes de recursos no renovables que en cualquiera de los casos tienen un límite. Afirma si queremos seguir con ese esquema de generación, deberíamos asegurar de alguna forma el abastecimiento de gas por más tiempo del que disponemos actualmente. Considera que existe una tendencia mundial hacia la energía renovable, puesto que la energía producida con combustibles no renovables ha servido para todos los países, pero la dependencia de productos con una vida limitada, la escasez de recursos y la cada vez más grande conciencia ecológica, están haciendo que las energías renovables sean cada vez más apreciadas y muchos de los nuevos proyectos se desarrollen a base de energías renovables.

Sobre el biocombustible, indica que es otra tendencia que ya se tiene desarrollada en muchos países, en Brasil hay mucho consumo de biocombustible y que en el Perú también se está buscando, hay regiones del país donde los combustibles tienen un mayor porcentaje de biocombustibles como el caso del norte del Perú.

## Anexo 7. Estimación del capital de trabajo a detalle (S/ )

<b>Año 2021</b>	<b>Ene-21</b>	<b>Feb-21</b>	<b>Mar-21</b>	<b>Abr-21</b>	<b>May-21</b>	<b>Jun-21</b>	<b>Jul-21</b>	<b>Ago-21</b>	<b>Set-21</b>	<b>Oct-21</b>	<b>Nov-21</b>	<b>Dic-21</b>
<b>Ingresos</b>	<b>0</b>	<b>1 880 071</b>	<b>1 880 071</b>	<b>1 880 071</b>	<b>1 880 071</b>	<b>1 880 071</b>	<b>1 880 071</b>	<b>1 880 071</b>	<b>1 880 071</b>	<b>1 880 071</b>	<b>1 880 071</b>	<b>1 880 071</b>
Ventas (S/.)	1 880 071	1 880 071	1 880 071	1 880 071	1 880 071	1 880 071	1 880 071	1 880 071	1 880 071	1 880 071	1 880 071	1 880 071
Ciclo de cobro (1 mes)	0	1 880 071	1 880 071	1 880 071	1 880 071	1 880 071	1 880 071	1 880 071	1 880 071	1 880 071	1 880 071	1 880 071
<b>Egresos</b>	<b>1 289 779</b>	<b>1 289 779</b>	<b>1 289 779</b>	<b>1 289 779</b>	<b>1 289 779</b>	<b>1 289 779</b>	<b>1 289 779</b>	<b>1 289 779</b>	<b>1 289 779</b>	<b>1 289 779</b>	<b>1 289 779</b>	<b>1 289 779</b>
Cto. Prod - MD	1 001 213	1 001 213	1 001 213	1 001 213	1 001 213	1 001 213	1 001 213	1 001 213	1 001 213	1 001 213	1 001 213	1 001 213
Cto. Prod - MOD	40 174	40 174	40 174	40 174	40 174	40 174	40 174	40 174	40 174	40 174	40 174	40 174
Cto. Prod - CIF	95 879	95 879	95 879	95 879	95 879	95 879	95 879	95 879	95 879	95 879	95 879	95 879
Gto. Adm	78 599	78 599	78 599	78 599	78 599	78 599	78 599	78 599	78 599	78 599	78 599	78 599
Gto. Ventas	56 402	56 402	56 402	56 402	56 402	56 402	56 402	56 402	56 402	56 402	56 402	56 402
Outsourcing Contable	7 500	7 500	7 500	7 500	7 500	7 500	7 500	7 500	7 500	7 500	7 500	7 500
Outsourcing Tecnología	9 500	9 500	9 500	9 500	9 500	9 500	9 500	9 500	9 500	9 500	9 500	9 500
Servicios Varios (Teléfono Internet)	511	511	511	511	511	511	511	511	511	511	511	511
<b>Saldo</b>	<b>-1 289 779</b>	<b>-699 487</b>	<b>-109 195</b>	<b>481 097</b>	<b>1 071 389</b>	<b>1 661 682</b>	<b>2 251 974</b>	<b>2 842 266</b>	<b>3 432 558</b>	<b>4 022 850</b>	<b>4 613 142</b>	<b>5 203 434</b>