

Área de Conocimiento de Agricultura

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD PARA LA INSTALACIÓN DE UNA PLANTA PRODUCTORA DE ACEITE DE CONSUMO ALIMENTICIO A BASE DEL FRIJOL DE SOYA EN EL PERIODO 2023 - 2028

Tesis Monográfica para optar al título de
Ingeniero Químico

Elaborado por:

Tutor:

Br. JOSÉ PAULO
GUTIÉRREZ
CENTENO

2017-0951U

Br. FERNANDO
JOSÉ OCÓN
TORRES

2018-1066U

MSc. Ing. SERGIO ENRIQUE
ÁLVAREZ GARCÍA

**11 de noviembre de 2024
Managua, Nicaragua**

AGRADECIMIENTOS

Agradeciendo a Dios, por la vida, sabiduría, perseverancia y la fortaleza que nos has regalado para poder hoy, culminar este trabajo de diploma, que es el culmen de la etapa de estudios universitarios de pregrado, por siempre estar a mi lado en todo momento, por cuidar de mis pasos, y siempre guiarme por el buen camino.

A mi madre Hazel Torres, a mi padre José Esteban Ocon y hermana Blanca Ocon, quienes guiados por el amor incondicional me han conducido por el camino del bien y me han inculcado tanto valores académicos como valores morales, mismos que me han ayudado a perseverar en la búsqueda personal de ser un profesional que aporte al desarrollo del país.

Fernando José Ocon Torres

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a mi tutor, Sergio Enrique Álvarez García. Su orientación, apoyo y paciencia han sido fundamentales a lo largo de este proceso. Su conocimiento y dedicación me han inspirado a alcanzar mis metas y a superar los desafíos que encontré.

Agradezco también a mi compañero, Fernando José Ocon Torres, por su colaboración y apoyo constante. Su compañerismo ha sido invaluable en este camino.

Finalmente, un agradecimiento especial a mi mamá, cuyo amor y apoyo incondicional me han acompañado todos estos años. Su confianza en mí y su aliento han sido mis pilares durante este proceso. Sin duda, su influencia dejará una huella en mi trayectoria profesional.

José Paulo Gutiérrez Centeno

Así mismo, manifestamos nuestro agradecimiento, al **M.Sc. Sergio Enrique Álvarez García**, Tutor de este trabajo de diploma, por sus acertadas orientaciones, necesarias para la exitosa culminación de este.

DEDICATORIA

Este trabajo de diploma está dedicado especialmente a mis Padres, **José Esteban Ocon y Hazel Verónica Torrez**, y una mención especial para mi mamita **Martha Mendieta** los cuales son un apoyo incondicional y que con su ejemplo de vida han sido capaces de inspirarme a ser mejor cada día y superar cada obstáculo que se presenta en la vida.

A mi hermana **Blanca Indira Ocon**, quien de alguna manera sigue mis pasos, que sin duda alguna también fue motivo de inspiración.

Fernando José Ocon Torres

Dedico este trabajo a mi querida familia y amigos, quienes han estado a mi lado en cada paso de este camino. Su apoyo incondicional y su fe en mí han sido mi mayor fortaleza y motivación.

Quiero dedicarlo especialmente a ese yo más joven, que soñaba con llegar lejos y nunca imaginó que lo lograría. Este logro es un homenaje a la perseverancia y a la esperanza, recordándome que los sueños se pueden alcanzar con esfuerzo y dedicación.

José Paulo Gutiérrez Centeno

OPINIÓN DEL CATEDRÁTICO GUÍA

El avance de las tecnologías ha llevado a todos los sectores a buscar nuevas fuentes de materia prima y alternativas para el aprovechamiento de residuos de otros procesos, con el fin de reducir desechos y disminuir costos para los consumidores. Estos desafíos imponen a la industria la adopción de procedimientos innovadores que se ajusten adecuadamente a las necesidades de los procesos y que ofrezcan mayor durabilidad.

En este contexto, los estudiantes Br. Fernando José Ocón Torres y Br. José Paulo Gutiérrez Centeno han desarrollado el tema: “Estudio de prefactibilidad para la instalación de una planta productora de aceite de consumo alimenticio a base de frijol de soya en el periodo 2023-2028”. Este estudio tiene como objetivo principal evaluar la viabilidad técnico-económica de la planta productora de aceite de soya.

El proyecto abarca el diseño de una planta de alimentos con sus procesos productivos, la selección de los equipos, considerando sus principios de operación y los resultados de los balances de materia y energía, basados en sus capacidades técnicas y eficiencias energéticas.

Habiendo concluido la revisión el informe final del trabajo de culminación de estudios, considero que los Bachilleres Ocón Torres y Gutiérrez Centeno, han evidenciado habilidades sobresalientes en la búsqueda de información, generación de ideas, análisis, síntesis y gestión de la información con un nivel destacado de dedicación, esfuerzo y perseverancia. La formulación de esta Investigación relacionada con la formulación de un Estudio de Prefactibilidad, paso varias, que han incluido el desarrollo de competencias, y actitudes alimentadas principalmente por asignaturas como Metodología de la Investigación, Diseño de Equipos y Diseño de Plantas, culminando con las habilidades Informe Final. He sido testigo y principal apoyo en cada etapa del proceso, en la que dedicaron mucho trabajo, esfuerzo y perseverancia, hasta alcanzar la meta propuesta que es graduarse como Ingeniero Químico.

Agradeciendo de antemano su atención, me despido deseándoles éxito en sus funciones.

Atentamente,

M.Sc. Ing. Sergio Enrique Álvarez García

Tutor.

RESUMEN

El presente trabajo monográfico desarrolla un estudio de prefactibilidad para la instalación de una planta productora de aceite de consumo alimenticio a base de frijol de soya en un periodo establecido desde el año 2023 al 2028. El proyecto tiene como objetivo fortalecer la industria local, generar empleo y promover la producción nacional, lo cual contribuiría significativamente al crecimiento económico del país.

Para realizar el estudio, se llevó a cabo un análisis de mercado orientado a identificar la oferta y demanda del aceite de soya, teniendo en cuenta precios, canales de distribución y clientes potenciales. Este análisis se basó en encuestas y estudios de la competencia, tanto local como internacional, dando como resultado una demanda potencial insatisfecha de 11,441.60 toneladas anuales en el departamento de Managua, observándose una notable brecha en el mercado.

Asimismo, se realizó un análisis técnico para determinar la capacidad de producción óptima y los requerimientos necesarios para la implementación de la planta productora, concluyéndose que el mejor lugar para implementar la planta productora de aceite de soya es en el departamento de Chinandega basándose en criterios como la proximidad de materia prima, accesibilidad a insumos y recursos, así como mano de obra calificada. Dentro del análisis técnico se obtuvo que la planta producirá una cantidad de 7,893 botellas de 1000 ml alcanzando una producción anual de 1,894,320 litros.

Así mismo se realizó un estudio financiero donde se consideraron todos los costos asociados a la instalación, puesta en marcha y desarrollo de la planta productora. En dicho estudio financiero se contemplaron tres distintos escenarios de financiamiento del proyecto siendo estos; inversión al 0%, 40% y 70% de préstamo financiado por el banco, obteniéndose como resultado que el proyecto era financieramente viable en los escenarios donde se optaba por un préstamo al banco siendo la mejor elección la del 70% de préstamo bancario con un VPN de \$2,941,752.27, un VAUE de \$795,550.41, una relación B/C de 1.0244, una TIR de 29.814% y un periodo final de recuperación de 2.48 años.

Dicho escenario de inversión financiera se sometió a un análisis de sensibilidad donde se estudiaron escenarios tales como el incremento del 40% de los costos totales, la reducción del 25% de ingresos y luego un combinado de reducción de ingresos del 15% e incremento de 20% en costos, observándose que dicho proyecto es sensible a los costos e ingresos dado a que en ningún escenario el proyecto resulto financieramente rentable.

TABLA DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS	i
DEDICATORIA	ii
OPINIÓN DEL CATEDRÁTICO GUÍA	iii
RESUMEN.....	iv
I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS.....	2
2.1. Objetivo general.....	2
2.2. Objetivos específicos	2
III. MARCO TEÓRICO	3
3.1. Soya y su composición	3
3.2. Aceite de soya	3
3.3. Especificaciones de calidad	5
IV. METODOLOGÍA	7
4.1. Descripción de la investigación.....	7
4.1.1. Tipo de investigación	7
4.1.2. Diseño de la Investigación	7
4.1.3. Determinación del universo de estudio de la investigación.	7
4.2. Metodología desarrollada en la investigación	7
4.2.1. Procedimiento en análisis de estudio de mercado	8
4.2.2. Procedimiento en análisis de estudio técnico	9
4.2.3. Procedimiento en el análisis del estudio financiero	10
V. ESTUDIO DE MERCADO	12
5.1. Definición del producto	12
5.2. Insumos y materia prima.....	12
5.2.1. Aceite de Soya	12
5.2.2. Terbutil Hidroquinona (TBHQ)	13
5.3. Usos del producto	13
5.4. Perfil del consumidor	13
5.5. Área geográfica	14
5.6. Análisis de la demanda.....	14
5.7. Consumo per cápita.....	15
5.8. Proyección de la demanda	15

5.9. Análisis de la oferta.....	15
5.9.1. Datos históricos	16
5.10. Oferta actual (Mercado nacional).....	16
5.11. Análisis de la demanda potencial insatisfecha (DPI)	17
5.12. Análisis de precios	17
5.13. Comercialización.....	18
VI. ESTUDIO TÉCNICO	19
6.1. Producción y mercado del frijol de soya	19
6.2. Tamaño.....	19
6.3. Volumen de producción	19
6.4. Capacidad real.....	20
6.5. Capacidad de diseño	20
6.6. Capacidad del sistema.....	20
6.7. Criterios para la selección del proceso productivo y adquisición de sus equipos, maquinarias y accesorios	21
6.8. Localización	21
6.8.1. Macrolocalización	21
6.8.2. Método cualitativo por puntos	22
6.8.3. Microlocalización	22
6.9. Proceso productivo	23
6.9.1. Recepción de materia prima	23
6.9.2. Limpieza, clasificación y selección	23
6.9.3. Triturado o molienda.....	23
6.9.4. Extrusado o acondicionamiento.....	23
6.9.5. Extracción (Prensado mecánico)	23
6.9.6. Separación (Separador de gomas por centrifugado)	24
6.9.7. Desgomado	24
6.9.8. Neutralizado	24
6.9.9. Lavado.....	24
6.9.10. Decoloración o blanqueo	24
6.9.11. Desodorización	24
6.9.12. Conservación	24
6.9.13. Envasado, etiquetado y almacenado	24

6.10. Manejo de residuos y subproductos obtenidos en la producción de aceite de soya.....	25
6.10.1. Características de la semilla de soya exprimida.....	25
6.10.2. Aplicaciones del subproducto	25
6.10.3. Manejo de los residuos no aprovechables	25
6.10.4. Estrategias de sostenibilidad	25
6.11. Programa de producción.....	26
6.12. Balances de materia y energía	26
6.13. Diagrama del proceso de producción	40
6.14. Requerimiento de equipos	42
6.14.1. Selección y limpieza	42
6.14.2. Triturado o molienda.....	43
6.14.3. Extrusado y acondicionamiento.....	43
6.14.4. Extracción.....	44
6.14.5. Separación	45
6.14.6. Desgomado, neutralizado, lavado y conservación	45
6.14.7. Decoloración y desodorización.....	46
6.14.8. Envasado y llenado	46
6.15. Diagrama de flujo de proceso	47
6.16. Infraestructura y distribución de la planta	49
6.17. Distribución de áreas	49
6.18. Diagrama SLP	50
6.19. Plano general maestro.....	51
6.20. Requerimiento de recursos humanos	53
6.21. Organigrama.....	54
6.22. Programa de actividades	55
VII. ESTUDIO ECONÓMICO- FINANCIERO.....	56
7.1. Costos de operación.....	56
7.1.2.- Costos de Producción.....	56
7.1.2. Costos de administración.....	57
7.2. Inversión del Proyecto	58
7.3. Ingresos	60
7.4. Tasa mínima aceptable de rendimiento	60

7.5. Escenarios de inversión	61
7.6. Depreciación de equipos	61
7.7. Estados de resultados	61
7.8. Análisis de sensibilidad	64
VIII. CONCLUSIONES	66
IX. RECOMENDACIONES	67
X. BIBLIOGRAFÍA	68
ANEXOS	72

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Química del aceite de soya refinado.....	4
Tabla 2. Propiedades físicas y químicas de la materia prima.....	5
Tabla 3. Parámetros de calidad.....	5
Tabla 4. Insumos y materia prima de aceite de soya	13
Tabla 5. Demanda futura.....	15
Tabla 6. Datos históricos de la producción de aceite de cocina	16
Tabla 7. Proyección de la oferta nacional.....	17
Tabla 8. Cálculo de la demanda potencial insatisfecha.....	17
Tabla 9. Análisis de los precios	18
Tabla 10. Volúmenes de producción para el horizonte del proyecto	20
Tabla 11. Especificaciones técnicas de zaranda vibratoria	42
Tabla 12. Especificaciones técnicas de molino quebrantador de rodillos.....	43
Tabla 13. Especificaciones técnicas de máquina extrusadora	44
Tabla 14. Especificaciones técnicas de prensa mecánica.....	44
Tabla 15. Especificaciones técnicas de centrifugadora	45
Tabla 16. Especificaciones técnicas de tanque de mezclado.....	45
Tabla 17. Especificaciones técnicas de máquina purificadora	46
Tabla 18. Especificaciones técnicas de máquina embotelladora	47
Tabla 19. Código de razones.....	49
Tabla 20. Orden de proximidad	49
Tabla 21. Mano de obra	53
Tabla 22. Código de actividades	55
Tabla 23. Ingresos totales por producción anual.....	60
Tabla 24. Indicadores financieros de alternativas de financiamiento.....	64
Tabla 25. Indicadores financieros obtenidos para cada opción de sensibilidad .	65

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Proyección de la oferta nacional	16
Figura 2. Método cualitativo o por puntos.....	22
Figura 3. Diagrama de bloque del proceso de producción de aceite de soya 1 .	40
Figura 4. Diagrama de bloque del proceso de producción de aceite de soya 2 .	41
Figura 5. Diagrama de flujo de proceso de producción de soya	48
Figura 6. Matriz SLP	50
Figura 7. Diagrama de hilos	51
Figura 8. Plano general maestro de planta productora.....	52
Figura 9. Organigrama de planta productora.....	54
Figura 10. Ruta crítica	55

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1. Cantidad de encuestas	14
Ecuación 2. Población futura	15
Ecuación 3. Demanda potencial insatisfecha	17
Ecuación 4. Capacidad real.....	20
Ecuación 5. Capacidad del sistema.....	20
Ecuación 6. Balance de masa etapa de limpieza	26
Ecuación 7. Balance de masa etapa de triturado	27
Ecuación 8. Balance de masa etapa de extrusado.....	27
Ecuación 9. Balance de energía etapa extrusado	28
Ecuación 10. Balance de energía etapa extrusado	28
Ecuación 11. Balance de energía etapa de extrusado	28
Ecuación 12. Balance de masa etapa de extracción	29
Ecuación 13. Balance de energía etapa de prensado	30
Ecuación 14. Balance de energía etapa de separación	31
Ecuación 15. Balance de energía etapa de centrifugación.....	32
Ecuación 16. Balance de energía etapa de centrifugación.....	32
Ecuación 17. Balance de masa etapa de refinación	32
Ecuación 18. Balance de masa etapa de refinación	32
Ecuación 19. Balance de masa etapa de neutralización	33
Ecuación 20. Balance de masa etapa de lavado y centrifugado	36
Ecuación 21. Balance de energía etapa de lavado y centrifugado	37
Ecuación 22. Balance de masa etapa de blanqueo.....	37
Ecuación 23. Balance de masa etapa de conservación	39
Ecuación 24. Costos de operación.....	56
Ecuación 25. Cálculo de TMAR.....	60
Ecuación 26. Depreciación en línea recta	61

I. INTRODUCCIÓN

La industria de aceite en Nicaragua ha mostrado un crecimiento sostenido, especialmente en el procesamiento de oleaginosas como la palma, el ajonjolí, el maní y la soya. A pesar de que el país cuenta con una considerable capacidad instalada en el sector de aceites, esta ha sido subutilizada, generando pérdidas. Varias empresas medianas, como Aceitera El Real y Aceitera de Occidente, han destacado en el procesamiento de frijol de soya, aprovechando la cercanía de las zonas productoras y la tecnología disponible, aunque en algunos casos obsoleta, como es el caso de las instalaciones de los años 70. Estas industrias, a lo largo de los años, han realizado importantes inversiones, como la implementación de tecnología más moderna en algunas plantas, lo que ha mejorado su capacidad de producción y competitividad en el mercado.

En este contexto, la producción de aceite comestible a partir de frijol de soya en Nicaragua se ha visto como una oportunidad para disminuir la dependencia del país de las importaciones de aceites vegetales, especialmente de palma y soya. Nicaragua aún necesita importar una gran parte del aceite que consume, lo que ha motivado la propuesta de instalar una planta productora de aceite de soya, aprovechando la abundancia y accesibilidad de este cultivo en el país. Este proyecto tiene el potencial de mejorar la autosuficiencia alimentaria de Nicaragua, generar empleo, y reducir la salida de divisas al disminuir las importaciones.

El frijol de soya es una materia prima ampliamente disponible, y su procesamiento para la extracción de aceite ha sido una práctica establecida desde el siglo XX. El proceso productivo moderno implica la extracción del aceite mediante métodos mecánicos o el uso de solventes, seguido por la refinación. Este último paso es crucial para eliminar impurezas y mejorar la calidad del aceite, asegurando que cumpla con los estándares para el consumo humano. La refinación del aceite de soya implica procesos como el desgomado, neutralización, decoloración y desodorización, garantizando la eliminación de contaminantes y la mejora de las propiedades organolépticas del aceite.

En resumen, la implementación de una planta procesadora de aceite de soya en Nicaragua no solo responde a una demanda interna creciente, sino que también se presenta como una oportunidad para el desarrollo económico sostenible. Además, contribuiría a disminuir la dependencia de importaciones, aumentar la autonomía alimentaria, y aprovechar un recurso local con alto potencial.

II. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

Desarrollar un estudio de prefactibilidad para la instalación de una planta productora de aceite de consumo alimenticio a base de frijol soya por el método de extracción de prensado mecánico en el periodo 2023- 2028.

2.2. Objetivos específicos

- Determinar la demanda potencial insatisfecha en el mercado del aceite de consumo alimenticio a base de frijol de soya mediante el estudio de mercado.
- Determinar la viabilidad técnica para la puesta en marcha de la planta productora de aceite de consumo alimenticio a base de frijol de soya mediante el estudio técnico.
- Determinar los costos de inversión para la instalación de la planta productora de aceite de consumo alimenticio a base de frijol de soya.
- Determinar la viabilidad financiera para la instalación de una planta productora de aceite de consumo alimenticio a base de frijol de soya.

III. MARCO TEÓRICO

3.1. Soya y su composición

Según Badui (2019) la soya es un cultivo anual de verano de clima caluroso y húmedo, y sus vainas contienen tres o más semillas que se utilizan industrialmente para la extracción del aceite, y el residuo, o pasta, rico en proteínas, se utiliza para la alimentación humana o animal.

La semilla de soya se recolecta cuando la vaina esta amarilla, cada vaina puede contener entre una y cuatro habas de pequeño tamaño y diferentes colores según sus variedades: amarillas, marrones, verdes, negras o moteadas (Cruz, 2017). La más frecuente es amarilla y la más apreciada, ya que se suele usar para obtener de ella el aceite. Su adaptación a climas diversos y las pocas enfermedades que le atacan son dos de sus características que la convierten en una forma de cultivo muy rentable, aunque su mayor enemigo es la sequía.

La semilla de soya consiste en un embrión protegido por una fina cobertura seminal o tegumento (cáscara). El embrión está compuesto por dos cotiledones y un eje embrionario. Los cotiledones están constituidos por células alargadas llenas de cuerpos proteicos esféricos y numerosas esferosomas de aceite. La semilla contiene entre un 40 a 45% de proteínas y un 18 a 20% de lípidos. (Cruz, 2017)

Las proteínas como el aceite que se obtienen de la semilla de soya tienen gran demanda debido a sus diversos usos potenciales. Tal es así, que actualmente representa el grano del cual el hombre obtiene la mayor cantidad de productos, con múltiples aplicaciones para su vida y el medio donde se desenvuelve. (Cruz, 2017)

3.2. Aceite de soya

El proyecto pretende demostrar la viabilidad de la producción de aceite de soya, pero hay muchos tipos de aceites en la familia de oleaginosas, caracterizados por la gran variedad de materia prima y por su contenido. El estudio de mercado determinará la demanda insatisfecha que existe de este producto, el comportamiento característico de la demanda, oferta, precios y sistema de comercialización del aceite. Por lo tanto, se define de una forma general al producto.

El aceite de soya al producto alimenticio obtenido por el proceso de extracción por prensado o con disolventes y refinación del aceite crudo de la semilla de frijol de soya debe estar sana, limpia y con un grado de humedad adecuado. (Macias, 2006). El aceite de soya es un aceite vegetal que se obtiene por medio del prensado de soya, este aceite es sumamente rico en poliinsaturados y es reconocido por su diversidad de usos (Cruz, 2017).

La semilla de soya consiste en un embrión protegido por una fina cobertura seminal o tegumento (cáscara). La semilla contiene entre un 40 a 45% de proteínas y un 18 a 20% de lípidos. Respecto a los aditivos utilizados en la manufactura de este producto, estos se pueden clasificar en conservadores y aditivos para mejorar las características o aspecto del producto. Entre los conservadores más utilizados para el aceite de soya sobresale un antioxidante Terbutil Hidroquinona (TBHQ), en una cantidad que no exceda al 0.02% de la masa total.

La materia prima para producir aceite de soya, son los granos de soya o frijol de soya. Los productores, son la principal fuente de materia prima para el proyecto. Hay que hacer un diagnóstico de la producción, para lo que se relevará el tamaño de las plantaciones, su localización, el volumen, el precio y diferentes alternativas existentes en el país. Según Oleofinos (2011), las características físico-químicas del aceite de soya refinado se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1

Químicas del aceite de soya refinado.

Análisis	Parámetro
Índice de Yodo	118.0-139.0 gr/100 gr
Índice de Peróxidos	1.0 meq/Kg Máximo
Ácidos grasos libres (Oleico)	0.050 % Máximo
Color	2.5 Rojo Máximo
Olor y sabor	3.5-5.0
Impurezas	Negativo

Nota: Recuperado de Oleofinos (2011).

Además de cumplir con estándares de calidad, el aceite de soya debe satisfacer requisitos microbiológicos específicos. En el marco de este proyecto, durante la etapa de refinado se lleva a cabo un proceso conocido como desodorizado, en el cual se emplean temperaturas de hasta 230 grados Celsius. Esta elevada temperatura asegura la eliminación de microorganismos patógenos, y dado que la humedad se elimina por completo, se eliminan los medios propicios para su proliferación en los aceites resultantes.

El producto se comercializará en diversas presentaciones, manteniendo su carácter natural sin la adición de colorantes o saborizantes artificiales. Se envasa en recipientes de plástico de distintas capacidades, cada uno sellado con una tapa plástica y utilizando una atmósfera inerte para preservar su calidad. El almacenamiento se realiza a una temperatura constante de 45 grados Celsius, con un monitoreo constante para garantizar su integridad. Dado que un aceite de soya comercial incluye una amplia variedad de componentes, la determinación del rango y tipo de componentes más probables se basará en un estudio de mercado, teniendo en cuenta el consumo de la población en general.

3.3. Especificaciones de calidad

Para la determinación de los controles de calidad de todas las etapas del proceso productivo de aceite de soya, se realizarán en conformidad con lo establecido por el Reglamento técnico centroamericano RTCA 67.04.40:07 Alimentos y bebidas procesados. grasas y aceites. Especificaciones y según La Norma técnica obligatoria nicaragüense de los alimentos y bebidas procesados grasas y aceites NTON 03 075-07/ RTCA 67.04.40:07. (COMINECO, 2011)

Las semillas de soya pueden provenir de distintas especies de *Glycine* máxima L. Merr. Para la elaboración de aceite son convenientes aquellas que cuentan con mayor cantidad de lípidos y el porcentaje de humedad (Badui, 2019). Según Melgarejo (2015), los parámetros de genuinidad se muestran en la Tabla 2.

Tabla 2

Propiedades físicas y químicas de la materia prima.

Densidad Relativa a 25°C	0,9155 a 0,9184 g/ml
Índice de refracción a 25°C	1,4720 a 1,4743
Índice de yodo (Wijs)	122 a 142 gI ₂ /100ml
Índice de Saponificación	189 a 194 mg KOH/g

Nota: Recuperado de Melgarejo (2015)

Con la espectroscopía FT-NIR ese analizara la composición de las semillas oleaginosas molidas o sin moler en menos de un minuto. La muestra se coloca en un vaso con fondo de cristal de cuarzo (Bruker, 2015). Se pueden analizar varios lotes en un periodo breve de tiempo para tener una visión óptima de la calidad del material en el lugar de la entrega. Según Melgarejo (2015), los parámetros de calidad se muestran en la Tabla 3.

Tabla 3

Parámetros de calidad.

Acidez Libre (como ácido oleico)	Máx. 0,10 g/100g
Índice de peróxido	Máx. 5miliequivalentes de Oxígeno/Kg
Insaponificable	Máx. 1%
Pérdida por calentamiento	Máx. 0.05%
Jabón (como oleato de sodio)	Máx. 10mg/Kg
Sustancias insolubles en éter etílico	Máx. 500mg/Kg
Ácido erúico (Referido a los ácidos grasos totales)	Máx. 5%

Nota: Recuperado de Melgarejo (2015)

Para un control rápido de la calidad de los aceites comestibles se obtendrá con el uso de un espectrofotómetro TANGO FT-NIR de Bruker. El análisis es rápido, rentable y seguro de utilizar, incluso para personal no capacitado, pues no requiere preparación de muestras. El aceite se pone en un vial de vidrio de 8 mm y se mide en el compartimento de muestras del espectrómetro. La espectroscopía FT-NIR no solo puede cuantificar los ácidos grasos principales, sino evaluar también la estructura de triacilglicerol (TAG) de los aceites. Por otra parte, el contenido total de grasas saturadas, monoinsaturadas y poliinsaturadas se puede determinar con una medición rápida mediante FT-NIR. (Bruker, 2015).

IV. METODOLOGÍA

La metodología implementada en la realización de la presente tesis se explica a continuación, donde se detalla las distintas técnicas y el procedimiento investigativo con el fin de dar validez y confiabilidad a los datos obtenidos.

4.1. Descripción de la investigación

4.1.1. Tipo de investigación

De acuerdo con los elementos teóricos de la metodología, la investigación se considera de **tipo evaluación de proyecto**, orientada a analizar el comportamiento de las variables que gobiernan el mercado del aceite de consumo alimenticio en Nicaragua. Estas variables son la demanda, la oferta y los precios del aceite, que inciden en la determinación del tamaño de la planta productora de aceite de consumo alimenticio a base de frijol de soya y su localización óptima, así como los montos económicos necesarios para la inversión.

4.1.2. Diseño de la Investigación

La investigación se centró en el estudio del comportamiento de las variables que gobiernan el mercado del aceite de consumo alimenticio en Nicaragua, tales como la demanda, la oferta y los precios del aceite de consumo alimenticio a base de frijol de soya, que son los parámetros principales y determinantes para establecer el tamaño de la planta productora de aceite, localización óptima y los montos económicos de la inversión, por lo que la recolección de datos se realizó en el periodo de tiempo establecido para el estudio. Por estas razones, el diseño de la presente investigación también se orientó en un diseño no experimental, transeccional, descriptivo.

4.1.3. Determinación del universo de estudio de la investigación.

El universo de estudio de esta investigación lo conforman el estudio de mercado del aceite de soya, el estudio técnico para la instalación de la planta y el estudio económico y financiero, dentro del cual se determinaron los costos y montos de la inversión, sus ingresos y rentabilidad del proyecto. El estudio incluye el lugar donde estará la planta productora y su mercado objetivo del proyecto.

4.2. Metodología desarrollada en la investigación

La investigación relacionada con el *“Estudio de prefactibilidad para la instalación de una planta productora de aceite de consumo alimenticio a base de frijol de soya”*, está constituida por un conjunto de estudios, análisis y procedimientos de cálculos, establecidos para la identificación, formulación y evaluación de proyectos, por tal razón se emplean los métodos y procedimientos desarrollados que de acuerdo a Baca (2013), “Se establecerán como resultados finales la viabilidad técnica, la factibilidad económica y la compatibilidad medioambiental de

la alternativa de producción de aceite de consumo alimenticio a base de frijol de soya seleccionada”.

A continuación, se detallan los métodos y procedimientos realizados en el desarrollo de la formulación del estudio de prefactibilidad para la instalación de una planta productora de aceite de consumo alimenticio a base de frijol de soya.

4.2.1. Procedimiento en análisis de estudio de mercado

El procedimiento en la realización del estudio de mercado del consumo alimenticio de aceite a base de frijol de soya, así como la cuantificación del tamaño y el análisis de los sectores más atractivos del mercado se determinaron a través de las siguientes etapas:

- a. Determinación de la demanda y oferta: Esto se realizó mediante la verificación de datos de fuentes secundarias como los datos de producción y exportación a nivel nacional dotados por INE y el banco central, además de realizar proyecciones a futuro mediante el método de los mínimos cuadrados.
- b. Análisis de oferta-demanda: La demanda potencial insatisfecha se determinó mediante la ayuda de datos graficados de oferta-demanda junto a proyecciones en el tiempo, obteniéndose finalmente entre la diferencia aritmética entre la demanda y la oferta efectiva de Managua mediante encuestas.
- c. Se realizó un análisis de precios a nivel nacional del aceite de consumo alimenticio mediante datos de fuentes secundarias.
- d. Se determinó mediante un análisis la comercialización del producto concluyendo en la realización de un canal de distribución.

Las encuestas aplicadas en el estudio de prefactibilidad se diseñaron para captar información relevante sobre el consumo de aceite de cocina a nivel familiar, enfocándose en las decisiones de compra y hábitos de uso. Las encuestas fueron dirigidas a la persona encargada del hogar, quien generalmente es la madre de familia o quien ejerce el rol de ama de casa, ya que esta figura es la que típicamente toma las decisiones sobre la compra y uso del aceite de cocina en beneficio de todo el núcleo familiar.

Se aplicaron un total de 94 encuestas, resultado de un cálculo de tamaño de muestra que consideró un error muestral del 10% y un nivel de confianza del 95%. Estas encuestas se realizaron de forma presencial en el municipio de Managua, abarcando diferentes sectores para asegurar una muestra representativa de los hogares. Se recopilaron datos sobre las preferencias de aceite (tipo y presentación), frecuencia de compra, volumen de consumo y factores que influyen en la decisión de compra, como la calidad y el precio. La selección de los participantes se hizo sin distinción de edad, dado que el consumo de aceite no está segmentado por grupos etarios, sino que se dirige a satisfacer las necesidades de la familia en su conjunto.

Los resultados mostraron que el consumo promedio per cápita de aceite de cocina era de 93.58 mL por persona por día. Este dato se extrapoló a la población total de Managua para obtener una estimación de la demanda total de aceite de cocina. Además, las encuestas reflejaron que la decisión de compra estaba altamente influenciada por factores económicos, con una preferencia general por aceites de buena calidad a precios accesibles. La información recopilada ayudó a identificar una demanda potencial de 11,441.60 toneladas anuales, revelando una brecha significativa en el mercado que justifica la viabilidad del proyecto para una planta productora de aceite de soya.

En resumen, las encuestas se aplicaron considerando a la persona responsable de la cocina en cada hogar y sus resultados permitieron calcular el consumo familiar y proyectar la demanda total del municipio sin segmentación por edad, ya que el consumo de aceite es una necesidad familiar, no individual.

4.2.2. Procedimiento en análisis de estudio técnico

Dentro de la metodología realizada en el estudio técnico para la instalación de la planta productora de aceite de consumo alimenticio a base de frijol de soya se determinó el diseño de la planta contemplando la cantidad prevista a cubrir de la demanda potencial insatisfecha, siendo esto parte fundamental para el dimensionamiento y requerimientos técnicos de la planta. Las etapas desarrolladas en el análisis del estudio técnico fueron las siguientes:

- a. La determinación de la localización óptima del proyecto se realizó mediante el método cualitativo por puntos (Ponderación) además de mostrarse escenarios de macro localización y micro localización del proyecto.
- b. El tamaño óptimo de la planta se determinó mediante datos de demanda del producto conjuntamente con el porcentaje del mismo a abastecer, la cantidad de suministros e insumos necesarios en el funcionamiento de la planta.
- c. El proceso productivo de la planta se realizó mediante la implementación de un programa de producción evaluando los 240 días a laborar en la planta, así como también se realizó la descripción completa del proceso productivo mostrando la simplificación del mismo mediante un diagrama de bloque.
- d. Se efectuó un listado de todos los equipos que utilizados en el proceso como los equipos mayores, menores, materiales y equipos de laboratorio de control de calidad además de los materiales esenciales en el área administrativa: equipos de oficina, computadoras, entre otros.
- e. Se realizó la distribución de la planta reduciendo lo más mínimo los costos no productivos como el manejo de materiales y almacenamiento, además de necesitar una buena infraestructura. Esto se logró utilizando el método de distribución como la matriz SLP y diagrama de hilos, así mismo, se realizó un plano maestro de la planta para su correcta construcción.
- f. Se expuso un organigrama mostrando las áreas de actividad y los niveles jerárquicos del personal.

4.2.3. Procedimiento en el análisis del estudio financiero

En el estudio económico-financiero se especificaron en términos monetarios todas las determinaciones hechas en el estudio técnico. La esencia de este estudio fue el análisis de cifras monetarias que a su vez son la base para el cálculo de la rentabilidad de la inversión. Este estudio consto de las siguientes etapas:

- Los costos de operación de la planta

Siendo todos aquellos costos asociados en la correcta ejecución de la misma, divididos en:

- a. Costos de producción: Se calcularon los costos de materia prima basados en la producción diaria para un año laboral, costos de mantenimiento que se considera como el 4% de la adquisición del equipo, costos de mano de obra directa e indirecta mediante datos del ministerio del trabajo y de industrias parecidas, además de tomar rubros como los del INSS patronal concernientes a este año, los costos de consumo de agua dotados por ENACAL, como los de consumo energéticos dotados por Unión Fenosa, costos de combustibles para los vehículos transportadores de combustible y por último, se calcularon las depreciaciones de todos los equipos mediante el mecanismo fiscal que la ley tributaria estipulado.
- b. Costos administrativos: En estos se señalaron los costos de artículos de oficina además de los costos salariales administrativos.
- c. Costos de comercialización y ventas: A como su nombre lo indica, estos costos fueron determinados para la mercadotecnia o venta del producto terminado.
- d. Costos financieros: Se calcularon todos los costos asociados al interés por cada año (dotado por el banco que realizo el préstamo), además de sus respectivas amortizaciones reflejados en los estados de resultados para cada alternativa

- Inversión financiera de la planta

Comprendió la adquisición de todos los activos fijos o tangibles y diferidos o intangibles necesarios para iniciar las operaciones de la empresa. Estos rubros fueron divididos en:

- a. En los activos fijos se representándose en los costos monetarios de todos los equipos mayores y menores, materiales y cristalería de trabajo, mobiliarios de oficina y costos por obra civiles cotizados en el mercado.
- b. En las inversiones diferidas se presentaron los costos sobre la planeación del proyecto que se asumirá como el 1% de los activos fijo, la ingeniería del proyecto como el 5% de obras civiles, supervisión de construcción como el 3% de obras civiles, administración del proyecto como el 1% de obras civiles y los imprevistos como el 2%. Cualquier actividad que sea intangible se adjuntaron a estos costes.

- Ingresos de la planta

Estos valores fueron determinados en función de la cantidad total de aceite producida en el año, así como la valorización del subproducto obtenido siendo los siguientes:

- a. Precio de venta: Este precio fue determinado con respecto al análisis de precio de la competencia, con el fin de establecer un producto capaz de rendir en el mercado con un precio asequible.
- b. Proyección de ingresos: Estos se determinaron en función de la cantidad total producida, tomando en cuenta producto principal y subproducto.

- Resultados del estudio financiero

Estos resultados financieros fueron obtenidos a partir de las proyecciones de gastos, costos, inversión y todos los aspectos económicos anteriormente mencionados, siendo la principal función el obtener cada uno de los indicadores económicos capaces de validar la factibilidad financiera de la planta, siendo esto los siguientes:

- a. Análisis de sensibilidad del proyecto: Se identificaron las variables críticas que influyen en este y que pueden afectar la rentabilidad del proyecto:
 - Estado de resultados sin financiamiento: Este indica los estados de resultados financieros sin el apoyo de un prestatario.
 - Estado de resultados con financiamiento: Este indica los estados de resultados financieros con el apoyo de un prestatario.
- b. Valor presente neto (VPN)
- c. Tasa interna de retorno (TIR)

V. ESTUDIO DE MERCADO

5.1. Definición del producto

De acuerdo con las normas oficiales del país respecto a alimentos para humanos, aceite comestible y sus estudios de competencia en Nicaragua, se entiende aceite de soya al producto alimenticio obtenido por el proceso de extracción por prensado o por medio de disolventes y refinación del aceite crudo de la semilla determinada.

El aceite de soya es un aceite vegetal que se obtiene por medio del prensado de soya. Este aceite es sumamente rico en poliinsaturados y es reconocido por su diversidad de usos. La semilla de soya consiste en un embrión protegido por una fina cobertura seminal o tegumento (cáscara). La semilla contiene entre un 40 a 45% de proteínas y un 18 a 20% de lípidos. Entre los conservadores más utilizados para el aceite de soya sobresale un antioxidante Terbutilhidroquinona (TBHQ), en una cantidad que no exceda al 0.02% de la masa total.

La presentación del aceite de soya es sin colorantes o saborizantes artificiales, y es almacenada en recipientes de plástico de distintas capacidades, con tapa plástico y envasada con atmósfera inerte y a una temperatura de 45 grados Celsius, y es monitoreada constantemente. Por lo tanto, un aceite de soya comercial tiene una combinación muy amplia de componentes, el estudio del mercado determinará el rango y tipo de componentes más probable en el consumo de la población en general.

5.2. Insumos y materia prima

5.2.1. Aceite de Soya

El aceite de soya es un aceite vegetal que se obtiene por medio del prensado de soya. Este aceite es sumamente rico en poliinsaturados y es reconocido por su diversidad de usos. Es obtenido a partir de la soya, o frijol de soya, (*Glycine max*) pertenece a las leguminosas, aunque por su elevado contenido de aceite se incluye también, junto con la canola, el algodón, el girasol, la aceituna y el cacahuate, en las oleaginosas.

Es un cultivo anual de verano de clima caluroso y húmedo, y sus vainas contienen tres o más semillas que se utilizan industrialmente para la extracción del aceite, y el residuo, o pasta, rico en proteínas, se utiliza para la alimentación humana o animal.

En Nicaragua la producción de frijol de soya según Ministerio Agropecuario y Forestal (2006) alcanzó valores de 123.7 miles de quintales, equivalentes a 12,370 toneladas de frijol de soya, lo que posiciona a Nicaragua como una fuente viable de producción en vía de una planta procesadora de esta materia prima.

5.2.2. Terbutil Hidroquinona (TBHQ)

El Terbutil Hidroquinona (TBHQ), también conocido como el antioxidante E-319, es considerado como el mejor antioxidante sintético para las aplicaciones de fritura. El TBHQ es un sólido blanco o marrón rojizo, cristalino y muy poco soluble en agua (aproximadamente 5% a 100 °C), se disuelve en etanol al 100%, ácido acético, éster etílico, éter, aceite vegetal y grasas animales. Es un componente orgánico aromático y tiene la ventaja de que no forma un complejo con el hierro y el cobre porque no requiere especial presencia de agentes quelantes en el medio para impedir complejos coloreados. En la Tabla 4 se observa los componentes porcentuales del aceite de soya comercial.

Tabla 4

Insumos y materia prima de aceite de soya.

Materia prima	%
Aceite de Soya	99.08
Terbutil Hidroquinona (TBHQ)	0.02

Nota: Recuperado de COMINECO (2011)

5.3. Usos del producto

El aceite de soja es el principal producto de la soja y se emplea principalmente para la industria alimenticia. Se ocupa para la elaboración de margarina, mayonesa, aceites de cocina, crema para café y hasta en productos medicinales y farmacéuticos.

5.4. Perfil del consumidor

El consumo de aceite de cocina o comestible en un hogar es una decisión que típicamente recae en la persona que desempeña el rol de ama de casa, generalmente la madre de familia. Esta persona es la encargada de cocinar o supervisar las actividades de la cocina y, por lo tanto, decide qué tipo y cantidad de aceite se compra y utiliza. Esto significa que el consumo no se distribuye de manera individual entre los miembros de la familia ni depende de sus edades, sino que está orientado al consumo familiar en su conjunto.

Por esta razón, en estudios de mercado sobre aceite de cocina, la edad de los consumidores no juega un papel crucial en la segmentación o análisis de la demanda. El enfoque principal es comprender las preferencias y comportamientos de compra de quienes administran el hogar, ya que ellos son los que toman decisiones de compra para toda la familia. Así, el análisis debe centrarse más en aspectos como el presupuesto familiar, hábitos alimenticios y factores como la calidad y el precio del producto, más que en la edad de los miembros del hogar.

En conclusión, el estudio de la demanda de aceite de cocina se dirige a las familias como unidades de consumo, sin necesidad de segmentar por grupos etarios, ya que la decisión de compra y el uso del producto no dependen de la edad de los miembros, sino del responsable de la cocina.

5.5. Área geográfica

Este producto será distribuido en la zona urbana de Managua, ya que es el área donde se encuentra nuestro mercado de consumo y donde se realizó el análisis de estudio de mercado; la cantidad de personas que se encuentran en el municipio de Managua, según un estudio realizado por Banco Central de Nicaragua (2017), indica la cantidad de 1,028,685 personas para el año 2017.

5.6. Análisis de la demanda

La demanda hace referencia a la cantidad de bienes o servicios que los consumidores están dispuestos a adquirir para satisfacer sus necesidades, además, están dispuestos a intercambiarlo por medio de una transacción de un precio determinado. Para analizar la demanda, se recopiló toda la información posible sobre la clientela por medio de encuestas (ver **Anexo A**). Para investigar la demanda del aceite de cocina se recurrió a las encuestas que es un método de obtención de información primaria. De modo que se encuestó un total de 94 habitantes, cantidad de encuestas obtenidas mediante la ecuación

$$n = \frac{NZ^2pq}{E^2(N-1)+Z^2pq} \quad \text{Ecuación 1}$$

Donde:

N = Población total.

Z = Distribución normalizada. Para un porcentaje de confiabilidad del 95%, Z =1.96.

p = Proporción de aceptación deseada para el producto.

q = Proporción de rechazo (1-p).

E = Porcentaje deseado de error.

En el presente estudio, se utilizará la población actual en el año 2023 del municipio de Managua, y se asumirá a su vez un porcentaje de error del 10%, una proporción esperada del 50% y porcentaje de confiabilidad Z del 95%.

$$n = \frac{1,118,176 * 1.93^2 * 0.50 * 0.50}{0.10^2 * 1,118,176 + 1.93^2 * 0.50 * 0.50} = 93.11 \cong 94$$

Obteniéndose así una cantidad de 94 encuestas correspondientes a la población de estudio con un porcentaje de error del 10% y porcentaje de confiabilidad del 95%. En el **Anexo G** se puede observar los resultados obtenidos de las encuestas realizadas.

5.7. Consumo per cápita

Se diseñó una encuesta con el objetivo de calcular el consumo per cápita de aceite de cocina en mililitros por persona por día (mL/persona-día). Los resultados indicaron que el consumo promedio diario por hogar es de 467.9 mL. De acuerdo con la última encuesta nacional realizada en 2005, el tamaño promedio de los hogares en el país es de 5 personas. Al dividir el consumo total entre el número de personas por hogar, se obtiene un consumo per cápita de 93.58 mL/persona-día.

5.8. Proyección de la demanda

De conformidad con Citypopulation (2023), “En Nicaragua, se conoce que la tasa de crecimiento de la población de Nicaragua es de 1.17%” (p. 1), por tal razón se realiza una línea de proyección de la población, para conocer la demanda futura por medio del consumo per cápita. Para el cálculo de la proyección de la población se utiliza la siguiente ecuación:

$$\text{Población futura} = \text{población actual} (1+t)^n \quad \text{Ecuación 2}$$

Donde t es la tasa de crecimiento de la población y n el número de años a proyectar, en la Tabla 5 se puede observar los datos obtenidos por la proyección realizada.

Tabla 5
Demanda Futura

Año	Población	Consumo L/día	Demanda efectiva nacional (L/año)	Demanda efectiva nacional (Ton / año)
2017	1,028,685	-	-	-
2023	1,118,176	104,639	38,193,202	35,328.71
2024	1,133,830	106,104	38,727,891	35,823.29
2025	1,149,704	107,589	39,270,095	36,324.83
2026	1,165,800	109,096	39,819,881	36,833.38
2027	1,182,121	110,623	40,377,352	37,349.05
2028	1,198,671	112,172	40,942,646	37,871.94

Nota: Recuperado de Citypopulation (2023)

5.9. Análisis de la oferta

La oferta es la cantidad de bienes y servicios que se está dispuestos a poner a disposición del mercado a un precio determinado. En Nicaragua se encuentra una buena cantidad de marcas productoras de aceites: Mazola, Ideal, Corona, Clover, Ámbar, Canola, Rico, El Real, Girasol, etc.

5.9.1. Datos históricos

En toda la historia se encuentran registrados únicamente datos del aceite desde el año 2000 hasta el año 2004, y son expresados en la Tabla 6.

Tabla 6

Datos históricos de la producción de aceite de cocina.

Año	Producción total (Toneladas métricas)
2000	43,764.65
2001	56,622.47
2002	58,913.50
2003	61,578.05
2004	62,412.78

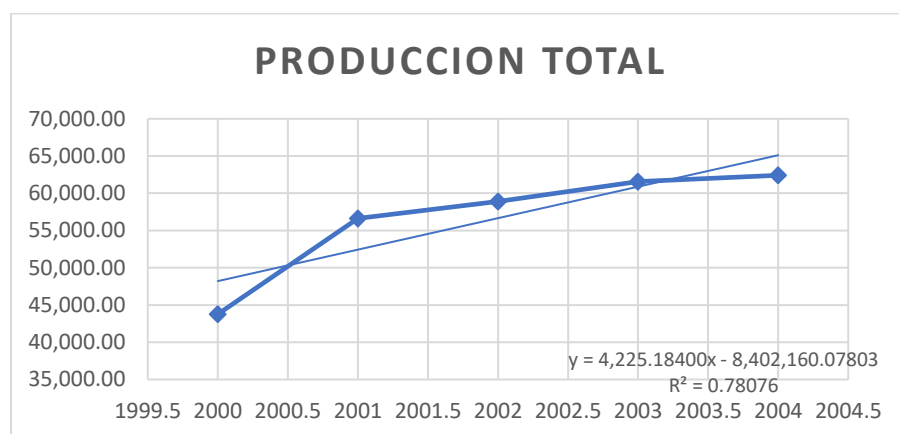
Nota: Recuperado de Macias (2006)

5.10. Oferta actual (Mercado nacional)

Para el cálculo de la Oferta Nacional, al no poder obtener datos actuales, se realizó una proyección por medio de una línea de tendencia, para obtener un aproximado de la oferta actual reflejado en la Figura 1.

Figura 1

Proyección de la Oferta Nacional.



Nota: Recuperado de Macias (2006)

Gracias a la ecuación brindada por la gráfica de la Figura 1, es posible realizar una proyección de la oferta nacional para la época actual obteniendo los datos reflejados en la Tabla 7. Por otro lado, según datos del censo nacional la ciudad de Managua para el año 2023 posee una población de 1,118,176 habitantes con una población total en todo el territorio nacional de 6,803,886, lo cual indica que Managua representa el 16.43% del total de la población nacional.

Tabla 7*Proyección de la oferta nacional*

AÑO	OFERTA EFECTIVA NACIONAL (TON M)	OFERTA EFECTIVA EN MANAGUA (TON M)
2023	145,387.15397	23,887.11
2024	149,612.33797	24,581.31
2025	153,837.52197	25,275.50
2026	158,062.70597	25,969.70
2027	162,287.88997	26,663.90
2028	166,513.07397	27,358.10

En conclusión, la proyección futura de la oferta de aceite de cocina en el quinto año es de 27,358.10 Toneladas métricas.

5.11. Análisis de la demanda potencial insatisfecha (DPI)

La Demanda Potencial Insatisfecha (DPI) será igual a la diferencia que existe entre la demanda y la oferta de un bien, en este caso, el aceite de cocina, y se expresa mediante la Ecuación 3, obteniendo los resultados reflejados en la Tabla 8.

DPI: Demanda Efectiva – Oferta Efectiva

Ecuación 3

Tabla 8*Cálculo de la demanda potencial insatisfecha.*

AÑO	POBLACIÓN	DEMANDA EFECTIVA MANAGUA	OFERTA EFECTIVA MANAGUA	DPI
		(Toneladas al año)	(Toneladas al año)	(Toneladas al año)
2023	1,118,176	35,328.71	23,887.11	11,441.60
2024	1,133,830	35,823.29	24,581.31	11,241.98
2025	1,149,704	36,324.83	25,275.50	11,049.33
2026	1,165,800	36,833.38	25,969.70	10,863.68
2027	1,182,121	37,349.05	26,663.90	10,685.15
2028	1,198,671	37,871.94	27,358.10	10,513.84

5.12. Análisis de precios

La determinación de los precios comerciales del aceite de soya es de suma importancia ya que nos servirá como base para calcular los ingresos del proyecto a futuro. Es necesario conocer los precios de comercialización de los diferentes

tipos de aceites comerciales para consumo humano disponibles en el mercado actual, para así compáralos con el precio al cual se venderá nuestro producto terminado, a continuación, se presentan las marcas más conocidas y consumidas por las personas actualmente en el país reflejado en la Tabla 9.

Tabla 9

Análisis de los precios

Marca	Colonia (Metrocentro)	Pali (Avenida Bolívar)	Unión (Larreynaga)	US\$/mL Promedio
Rico	94 córdobas 900 ml	97 córdobas 1000 ml	112 córdobas 1000 ml	2.8
Ideal	89 córdobas 800 ml	97 córdobas 1000 ml	89 córdobas 800 ml	2.69
Mazola	96 córdobas 946 ml	72 córdobas 750 ml	74 córdobas 800 ml	2.02
Clover	119 córdobas 950 ml	105 córdobas 950 ml	107 córdobas 950 ml	3.05
Ámbar	90 córdobas 750 ml	99 córdobas 750 ml	102 córdobas 900 ml	2.69
Don Juan	No hay	92 córdobas 1000 ml	99 córdobas 1000 ml	2.65
Sabemas	No hay	96 córdobas 900 ml	98 córdobas 900 ml	2.69
Great Value	No hay	128 córdobas 946 ml	130 córdobas 946 ml	3.58

Los precios que se muestran en la Tabla 9 son los precios actuales de las diferentes marcas de aceites en el mercado actual, cotizados en los distintos centros de distribución. El precio promedio en dólares de aceites de soya cotizados en diferentes presentaciones entre 750 y 1000 ml en la tabla anterior es de US\$ 2.77 (C\$ 99.72).

5.13. Comercialización

Según los datos recopilados en la encuesta, los centros de distribución más visitados por los consumidores son supermercados y pulperías. El producto será distribuido por la empresa hacia las distribuidoras al por mayor las cuáles se encargarán de proveer el producto a mayoristas locales, supermercados u hoteles y restaurantes.

VI. ESTUDIO TÉCNICO

6.1. Producción y mercado del frijol de soya

Para producir 1,902,213 litros de aceite de soya al año, se requiere una cantidad significativa de frijol de soya. Considerando que, en promedio, se obtienen aproximadamente 84 litros de aceite por tonelada de frijol de soya procesado, se necesitarían alrededor de 21,000 toneladas de frijol de soya anualmente para alcanzar la producción deseada.

Según datos históricos, la producción de soya en Nicaragua ha experimentado fluctuaciones. En 1997, la producción fue de 29,000 toneladas métricas, mientras que en 2002 disminuyó a 4,000 toneladas métricas, reflejando una tendencia decreciente en el área cultivada CENIDA. Aunque no se dispone de cifras más recientes en las fuentes consultadas, es probable que la producción nacional actual no sea suficiente para cubrir la demanda de materia prima necesaria para el proyecto.

En cuanto a las importaciones, en 2022, Nicaragua importó \$2.94 millones en soya, principalmente de Estados Unidos OEC. El precio de importación puede variar según el mercado internacional y los costos asociados al transporte y aranceles. Para cubrir el déficit de producción nacional y alcanzar las 21,000 toneladas requeridas, sería necesario importar la cantidad faltante. Suponiendo un precio promedio de \$500 por tonelada de frijol de soya en el mercado internacional, el costo de importar la totalidad de la materia prima ascendería a aproximadamente \$10 millones anuales.

Es importante considerar que estos valores son estimaciones y pueden variar según las condiciones del mercado, acuerdos comerciales y políticas arancelarias vigentes. Se recomienda realizar un análisis detallado y actualizado de los costos de importación y la disponibilidad de frijol de soya en el mercado nacional e internacional para una planificación financiera precisa del proyecto.

6.2. Tamaño

El tamaño de la planta estará dictaminado por los equipos que serán utilizados en la planta, estos a su vez, dependen de la capacidad de producción al año de la planta, por lo que es importante conocer la demanda potencial insatisfecha, y el porcentaje de este que será cubierto por la planta.

6.3. Volumen de producción

Para determinar el volumen de producción de la planta procesadora de aceite de soya, se utiliza el porcentaje de la demanda potencial insatisfecha que nos marcamos como objetivo cubrir. Decidimos tomar el 5.44% del DPI como volumen de producción para así lograr una buena relación entre la demanda y la disponibilidad de recursos como tecnología, equipos y materia prima.

La Tabla 10 muestra el volumen de producción para el horizonte del proyecto para los siguientes cinco años, expresado en Ton/año.

Tabla 10

Volúmenes de producción para el horizonte del proyecto.

Año	DPI (Toneladas al año) En el país	Horizonte del proyecto (5.44% DPI)
2023	35,328.71	1,920.77
2024	35,823.29	1,846.11
2025	36,324.83	1,790.90
2026	36,833.38	1,736.57
2027	37,349.05	1,689.39
2028	37,871.94	1,634.37

6.4. Capacidad real

Para el diseño de la planta se busca que el diseño real sea la capacidad seleccionada anteriormente que se redondeará a 1,636 ton/año. Se debe de tomar en cuenta que la capacidad real, ya sea debido a ineficiencia de los trabajadores o maquinarias, mantenimientos programados u otros factores, se sabe que la capacidad real es equivalente al 90% de la capacidad de diseño.

$$\text{Capacidad real} = \text{Capacidad de diseño} \times 0.9$$

Ecuación 4

$$\text{Capacidad real} = 1,636 \text{ ton/año}$$

6.5. Capacidad de diseño

Para obtener la capacidad de diseño, despejamos la Ecuación 4

$$\text{Capacidad de diseño} = \text{Capacidad de real} / 0.9$$

$$\text{Capacidad de diseño} = 1,817.78 \text{ ton/año}$$

6.6. Capacidad del sistema

Para la capacidad del sistema se tomará un rendimiento del 95% de la capacidad de diseño de la planta.

$$\text{Capacidad del sistema} = \text{capacidad de diseño} \times 0.95$$

Ecuación 5

$$\text{Capacidad del sistema} = 1,817.78 \times 0.95 = 1,726.9 \text{ Ton/año}$$

6.7. Criterios para la selección del proceso productivo y adquisición de sus equipos, maquinarias y accesorios

Dentro de los distintos criterios de selección en la adquisición de equipos los cuales serán utilizados en la parte del proceso productivo es importante destacar los siguientes:

- Capacidad de producción
- Costo de inversión y mantenimiento
- Disponibilidad de tecnología
- Calidad del producto
- Eficiencia del proceso
- Flexibilidad
- Seguridad y normativa
- Disponibilidad de repuestos y soporte técnico
- Integración con procesos existentes
- Consumo energético y sostenibilidad
- Tamaño y espacio disponible
- Tiempo de vida útil
- Impacto ambiental
- Automatización y control
- Disponibilidad de recursos

6.8. Localización

6.8.1. Macrolocalización

Para la determinación de la localización óptima de la planta se llevará a cabo la implementación del método cualitativo por puntos, donde se evaluaron factores cuantitativos, como los costos de transporte de materia prima y del producto terminado, y también los factores cualitativos, tales como apoyos fiscales, el clima, la actitud de la comunidad, y otros.

La zona de mayor producción para el cultivo de oleaginosas son los departamentos de León y Chinandega. Aunque el cultivo de Oleaginosas se extiende por toda la zona pacífica del país, las zonas de mayor producción, para su cultivo son los departamentos de León y Chinandega.

La zona de Chinandega, además de ofrecer un fácil acceso a la zona de producción y cultivo de soya, es también a su vez límite fronterizo con la Republica de Honduras, lo cual esto disminuye el gasto exportación de manera considerable, paralelo a ello, el puerto de Corinto es el puerto comercial más cercano, clave para la exportación y distribución de este producto.

Managua por otra parte no es una zona de mayor producción y cuenta con pocas zonas industriales con terrenos disponibles, pero tiene otras ventajas como ser una zona altamente, asegurándonos de tener mejor posibilidad de servicios básicos, insumos y mano de obra.

Para la decisión de la macro localización de la planta, se tomarán en cuenta los siguientes factores:

- Disponibilidad del terreno
- Cercanía a zonas productoras de materia prima
- Aspectos legales
- Disponibilidad de mano de obra
- Disponibilidad de agua
- Disponibilidad de energía
- Disponibilidad de combustible
- Aspectos climatológicos
- Cercanía a proveedores de insumos
- Comunicaciones
- Costo de distribución de productos
- Cercanía a puntos de exportación

6.8.2. Método cualitativo por puntos

Para este método se le asignará un peso a cada uno de los factores antes mencionados, para luego darles una calificación del 1 al 10. Sumando el resultado de multiplicar el peso asignado a cada factor por la calificación dada, obtenemos la calificación total de cada zona. En la Figura 2 se observa el resultado obtenido posterior a dicho análisis.

Figura 2

Método cualitativo o por puntos.

Factor relevante	Peso asignado	A		B		C	
		Calificación	Calificación ponderada	Calificación	Calificación ponderada	Calificación	Calificación ponderada
Disponibilidad del terreno	15%	9	1.35	8	1.2	6	0.9
Cercanía a zonas productoras de materia prima	13%	9	1.17	9	1.17	5	0.65
Aspectos legales	9%	8	0.72	7	0.63	7	0.63
Disponibilidad de mano de obra	9%	8	0.72	7	0.63	8	0.72
Disponibilidad de agua	3%	9	0.27	8	0.24	7	0.21
Disponibilidad de energía	4%	9	0.36	8	0.32	8	0.32
Disponibilidad de combustible	3%	8	0.24	7	0.21	8	0.24
Aspectos climatológicos	5%	8	0.4	7	0.35	7	0.35
Cercanía a proveedores de insumos	12%	9	1.08	8	0.96	9	1.08
Comunicaciones	8%	8	0.64	8	0.64	8	0.64
Costo de distribución de productos	9%	8	0.72	8	0.72	8	0.72
Cercanía a puntos de exportación	10%	9	0.9	6	0.6	6	0.6
Suma	100%		8.57		7.67		7.06

Según la Figura 2 se elegiría la alternativa A que es Chinandega a diferencia de la B y C, por tener la mayor puntuación ponderada.

La zona en Chinandega es la óptima para ser la localización del proyecto, porque esta nos ofrece un fácil acceso a la zona de producción y cultivo de soya, es también a su vez límite fronterizo con la República de Honduras, lo cual esto disminuye el gasto exportación de manera considerable, paralelo a ello, el puerto de Corinto es el puerto comercial más cercano, clave para la exportación y distribución de este producto.

6.8.3. Microlocalización

La ciudad de Chinandega fue en el año 2015 catalogada como la segunda potencia económica de Nicaragua, después únicamente de la capital; Chinandega cuenta con uno de los municipios más importantes en cuanto a industria y economía se refiere, Corinto, donde se encuentra uno de los puertos principales

de la zona del pacifico de Nicaragua, los que disminuiría costos terrestres de insumos, o maquinarias importadas.

El parque industrial más importante de la zona de Chinandega se encuentra en carretera a Corinto, con una variedad de industrias como harinas, maníes, camarónicas, fertilizantes, cervecerías, grupos logísticos, etc. Teniendo en cuenta los puntos anteriores, la planta se situará en algún punto de la carretera a Corinto que se encuentre disponible para su compra

6.9. Proceso productivo

6.9.1. Recepción de materia prima

El proceso comienza con la llegada de los frijoles de soya a la planta de procesamiento. Aquí, se inspecciona su calidad, asegurando que estén libres de humedad excesiva, contaminantes y cualquier daño físico que pueda afectar la extracción de aceite.

6.9.2. Limpieza, clasificación y selección

Los frijoles se someten a un proceso de limpieza para eliminar impurezas como tierra, piedras, tallos y otros residuos utilizando zarandas vibratorias. En esta etapa, también se clasifica y selecciona la materia prima adecuada para asegurar un producto final de calidad.

6.9.3. Triturado o molienda

Luego, los frijoles de soya son triturados o molidos para romper la estructura celular y facilitar la liberación de aceite durante la extracción. Este paso maximiza la superficie de contacto y mejora la eficiencia en las etapas posteriores.

6.9.4. Extrusado o acondicionamiento

En el extrusado, los frijoles triturados se someten a alta temperatura (entre 110 °C y 130 °C) y presión, lo que genera la desnaturalización de las proteínas y facilita la liberación del aceite. Este paso también ayuda a reducir la humedad del grano y a preparar la masa para el prensado.

6.9.5. Extracción (Prensado mecánico)

El prensado mecánico es una de las formas más comunes de extracción. Utilizando prensas tipo expeller, el aceite es extraído de la masa triturada por medio de presión, separando el aceite de la torta o residuos sólidos. En este paso, se suele perder alrededor de un 30% del aceite en la torta residual.

6.9.6. Separación (Separador de gomas por centrifugado)

El aceite extraído contiene fosfátidos y gomas que se deben eliminar. Utilizando centrifugadoras, se separan las gomas del aceite en función de sus diferentes densidades, permitiendo que el aceite continúe a las siguientes etapas de purificación.

6.9.7. Desgomado

El aceite crudo se trata con agua caliente o ácido cítrico para hidratar los fosfátidos y facilitar su separación. Este proceso se realiza en un tanque con agitador y puede incluir un tanque pulmón para estabilizar el flujo de aceite.

6.9.8. Neutralizado

En esta etapa, se neutralizan los ácidos grasos libres mediante la adición de una solución de NaOH (hidróxido de sodio), que convierte los ácidos en jabones que luego se separan del aceite. Esto reduce la acidez del producto.

6.9.9. Lavado

Después del neutralizado, el aceite se lava con agua caliente para eliminar los residuos de jabones y otras impurezas, asegurando que el aceite sea lo más puro posible antes de las etapas finales.

6.9.10. Decoloración o blanqueo

En este paso, se utilizan arcillas decolorantes para adsorber los compuestos no deseados, como pigmentos y trazas de metales. El proceso ayuda a eliminar colores oscuros y mejora la estabilidad oxidativa del aceite.

6.9.11. Desodorización

Para eliminar los olores y sabores no deseados, el aceite se somete a un tratamiento con vapor a alta temperatura y vacío, que volatiliza los compuestos responsables de los olores desagradables sin afectar la calidad del aceite.

6.9.12. Conservación

Se añaden antioxidantes o estabilizantes al aceite refinado para aumentar su vida útil y evitar la oxidación durante el almacenamiento. Esto asegura que el producto mantenga sus características organolépticas por más tiempo.

6.9.13. Envasado, etiquetado y almacenado

Finalmente, el aceite de soya refinado es envasado en botellas, bidones o recipientes adecuados para su distribución y venta. Se etiqueta de acuerdo con

las normativas locales y se almacena en condiciones controladas para evitar la oxidación y el deterioro.

6.10. Manejo de residuos y subproductos obtenidos en la producción de aceite de soya

En la producción de aceite de cocina a base de frijol de soya, el principal residuo generado es la semilla de soya ya exprimida, también conocida como harina o torta de soya. Este subproducto posee un alto valor comercial debido a su contenido en proteínas y fibra, lo que permite su aprovechamiento en diversos sectores, principalmente en la industria alimentaria y agrícola.

6.10.1. Características de la semilla de soya exprimida

La semilla de soya que queda tras el proceso de extracción de aceite conserva aproximadamente entre el 40% y 50% de proteínas, además de carbohidratos y minerales. Su bajo contenido de grasa restante la convierte en un recurso valioso para la producción de alimentos balanceados para animales, como ganado, aves y cerdos, y también como materia prima para la elaboración de productos proteicos como carne de soya.

6.10.2. Aplicaciones del subproducto

Como parte de nuestra estrategia de manejo de residuos, se proyecta la comercialización de la semilla de soya exprimida como materia prima para otras industrias. Este subproducto puede ser utilizado en la producción de carne de soya para consumo humano o como alimento balanceado para animales, principalmente para cerdos y vacas, debido a su alto valor nutritivo.

6.10.3. Manejo de los residuos no aprovechables

Aunque la mayor parte de la semilla de soya exprimida puede ser aprovechada, es necesario implementar un plan de manejo adecuado para aquellos residuos que no sean reciclables o utilizables en otros procesos. Estos incluyen restos de cáscara o partículas finas que no cumplen con las especificaciones para el consumo animal o humano. Dichos residuos deberán ser gestionados conforme a la normativa ambiental vigente, asegurando su disposición adecuada para evitar impactos negativos en el entorno.

6.10.4. Estrategias de sostenibilidad

Para minimizar la generación de residuos y maximizar el uso de subproductos, la planta integrará estrategias de economía circular. Entre estas se incluye la venta de la harina de soya a empresas agropecuarias y a industrias alimentarias para la producción de carne de soya, evaluando además posibles usos adicionales en la producción de biocombustibles o fertilizantes.

6.11. Programa de producción

La planta trabajará de lunes a viernes (cinco días a la semana), durante las 24 horas divididas en 3 turnos. El primer turno es de 8 horas iniciando a las 8:00 a.m. y terminando a las 5:00 p.m., el segundo turno, el segundo turno inicia a las 4:00 p. m, finalizando labores a las 12:00 a.m., y el último turno que iría desde las 12:00 am hasta las 8:00 am, cada uno de los turnos toma en cuenta una hora para descanso o comida y respeta el máximo permitido según estipula el artículo 51, de la ley no.185 Código del trabajo, siendo de 8 horas el turno diurno, y 7 horas los dos turnos mixtos posteriores.

La planta operará 240 días al año, tomando en cuenta los 5 días a la semana, y restándole los 12 días al año festivos en Nicaragua. Tendríamos 12 meses de producción de 20.75 días. Al inicio de cada jornada, se debe tener previsto la coordinación de actividades para que el trabajo sea continuo, logrando que al término del turno no quede alguna etapa sin concluir.

Para lograr el objetivo de producción anual de 1,636 Ton/año, la producción diaria de aceite debe ser de 6.57 Ton/día.

6.12. Balances de materia y energía

a. Recepción de la materia prima.

Se traslada la materia prima para dar inicio al proceso, no sufre cambios másicos.

b. Etapa de Limpieza

El frijol de soya con una entrada total de 87.258 toneladas / día se debe realizar esta etapa de limpieza mediante el uso de zarandas vibratorias, se estima que los desechos, que incluyen palos y piedras, pueden representar el 10% del total de la cosecha. (Cimmyt, 2022)

- Balance de Materia Limpieza

Entrada de frijol de soya = Producto final + Desechos

Ecuación 6

- Cálculo de desechos

El porcentaje de desechos es el **10%** de la masa total de frijol de soya alimentada:

$$\text{Desechos} = 0.10 \times \text{Entrada de frijol de soya} = 0.10 \times 87.258 \text{ ton/d} = 8.726 \text{ ton/d}$$

$$\text{producto final} = 87.258 \text{ ton/d} - 8.726 \text{ ton/d} = 78.532 \text{ ton/d}$$

c. Triturado o molienda

El porcentaje de desechos generados a partir de la cáscara de soya es del 8% del total de grano procesado. (Woiciechowski, 2023)

- Balance de Materia Triturado

$$\text{Entrada} = \text{producto final} + \text{perdidas}$$

Ecuación 7

$$\text{Perdidas} = 0.08 \times \text{Entrada de frijol de soya} = 0.08 \times 78.532 \text{ ton/d} = 6.283 \text{ ton/d}$$

Sustituyendo los valores:

$$\text{producto final} = 78.532 \text{ ton/d} - 6.283 \text{ ton/d} = 72.249 \text{ toneladas/d}$$

d. Acondicionamiento

En el proceso de extrusión de frijol de soya, elevar la temperatura entre 110 y 130 °C puede ser efectivo para reducir la humedad del producto final a niveles de entre 4% y 6%. Varios estudios indican que, a estas temperaturas, se puede lograr una deshidratación significativa, que es crucial para mejorar la textura y las propiedades funcionales del producto extrudido. (Wu, 2018). En esta etapa, las investigaciones sugieren que la cantidad de agua evaporada durante el proceso de extrusión es del 15% del contenido total de humedad del material alimentado, Patino (2021)

e. Balance de Materia del Extrusado

$$\text{Entrada de frijol de soya} = \text{Extrusado} + \text{Agua evaporada}$$

Ecuación 8

- Cálculo de agua evaporada

Primero, calculamos la masa final del producto después de la extrusión:

$$\text{Agua evaporada} = (H_{\text{inicial}} \times M_{\text{entrada}}) - (H_{\text{final}} \times M_{\text{final}})$$

$$\text{Agua evaporada} = (0.16 \times 72.247) - (0.05 \times (72.247 - \text{Agua evaporada}))$$

$$\text{Agua evaporada} + 0.05 \times \text{Agua evaporada} = 0.16 \times 72.247 - 0.05 \times 72.247$$

$$1.05 \times \text{Agua evaporada} = (0.16 - 0.05) \times \frac{72.247}{1.05}$$

$$\text{Agua evaporada} = 0.11 \times \frac{72.247}{1.05} \approx 7.586 \text{ ton/d}$$

- Cálculo de masa final

$$\text{Masa final} = 72.247 - 7.586 \approx 63.777 \text{ Ton /d}$$

- Balance de Energía Extrusado

Para realizar el balance de energía, consideramos, la energía necesaria para calentar el frijol de soya desde la temperatura ambiente (25 °C) hasta la temperatura de extrusión (130 °C) y la Energía requerida para evaporar el agua.

Propiedades termodinámicas

El calor específico (C_p) del frijol de soya a 130 °C es aproximadamente 2.5 kJ/kg°C, como se encontró en estudios previos, y el calor latente de vaporización del agua es de 2257 kJ/kg. (Smith, 2005)

- Cálculo de $Q_{\text{calentamiento}}$:

$$Q_{\text{calentamiento}} = m \cdot C_p \cdot \Delta T \quad \text{Ecuación 9}$$

$$Q_{\text{calentamiento}} = 72,247 \times 2.5 \times 105 \approx 18,908,029.25 \text{ kJ}$$

- Cálculo de $Q_{\text{evaporación}}$

$$Q_{\text{evaporacion}} = m_{\text{agua evaporada}} \cdot \Delta H_{\text{vapor}} \quad \text{Ecuación 10}$$

$$m_{\text{agua evaporada}} = 7.586 \text{ toneladas}, \Delta H_{\text{vapor}} \approx 2257 \text{ kJ/kg}$$

$$Q_{\text{evaporacion}} = 7,586 \cdot 2257 \approx 17,118,282 \text{ kJ}$$

- Balance de Energía Total

$$Q_{\text{total}} = Q_{\text{calentamiento}} + Q_{\text{evaporacion}} \quad \text{Ecuación 11}$$

$$Q_{\text{total}} = 18,908,029.25 + 17,118,282 \approx 36,026,311.25 \text{ kJ}$$

f. Extracción

La composición del frijol de soya seco (*Glycine max*) puede variar según factores como el procesamiento y la fuente, pero en general contiene una alta proporción de proteínas y grasas. Según estudios, el frijol de soya tiene alrededor de 35-37% de proteína y entre 18-21% de aceite, con cantidades menores de fibra (alrededor de 67%), cenizas y minerales como calcio (0.3%) y fósforo (0.5%). Además, se destaca por su contenido de ácidos grasos esenciales como el oleico (21.65%) y el linoleico (51.07%). (Colina, 2020)

En la extracción mecánica de aceite de soya mediante prensado mecánico, se estima que la eficiencia puede alcanzar aproximadamente el **70%**, lo que significa que el **30%** del aceite permanece en la torta residual o expeller, representando una pérdida significativa. Este rendimiento varía dependiendo de las condiciones del proceso, como la humedad y la temperatura de las semillas. (Maciel, 2022). Para realizar un balance de materia y energía en la etapa de extracción por

prensado mecánico de aceite de soya, se puede utilizar la Ec.3.3. (Cengel, 2015). En un sistema de prensado, generalmente no hay generación o consumo de materia, por lo que se simplifica a:

$$\textbf{Materia aprima} = \textbf{Aceite extraido} + \textbf{Torta} \quad \textbf{Ecuación 12}$$

Esto implica que la cantidad de materia que entra al sistema (materia prima) debe ser igual a la suma del aceite extraído y la torta que queda como residuo.

- Balances del prensado
- Determinando contenido del aceite de aceite en frijoles de soya

El contenido de aceite en el frijol de soya es de aproximadamente el 18% de la masa de los frijoles. Calculamos la cantidad de aceite disponible:

$$M_{\text{aceite total}} = 63.777 \text{ ton} \times 0.18 = 11.47986 \text{ ton/d de aceite disponible}$$

- Ajuste por las pérdidas del 30 %

Dado que el 30% del aceite permanece en la torta residual y sólo el 70% es extraído, podemos calcular la cantidad de aceite extraído:

$$M_{\text{aceite extraido}} = M_{\text{aceite total}} \times 0.70 = 11.47986 \text{ ton/d} \times 0.70 = 8.035902 \text{ ton/d}$$

- Convirtiendo masa en litros

Sabemos que la densidad del aceite de soya es aproximadamente 0.92 kg/L. Primero convertimos las toneladas de aceite extraído a kilogramos:

$$M_{\text{aceite extraido}} = 8.035902 \text{ ton} \times 1,000 \text{ kg/ton} = 8,035.902 \text{ kg/d}$$

Luego convertimos los kilogramos de aceite a litros:

$$\text{Volumen aceite extraido}(L) = \frac{8,035.902 \text{ kg}}{0.92 \text{ kg/L}} = 8,738.922 \text{ L/d}$$

- Determinando cantidad de torta o Expeler residual

La torta residual representa la masa de frijoles menos el aceite extraído. Entonces, la masa de torta residual es:

$$M_{\text{torta}} = M_{\text{entrada}} - M_{\text{aceite extraido}} = 63.777 \text{ ton} - 8.035902 \text{ ton} = 55.741098 \text{ ton/d}$$

- Balance de Energía Prensado

El balance de energía se puede expresar con la Ec.3.6. (Navarro, 2024)

Para el balance de energía, necesitamos conocer las entalpías del aceite y la torta, que pueden aproximarse de la siguiente manera (Smith, 2005):

Entalpía del aceite de soya a 130°C: aproximadamente 1,000 kJ/kg.

Entalpía de la torta residual a 100°C: aproximadamente 200 kJ/kg.

- Energía del aceite extraído

$$H_{aceite} = M_{aceite\ extraido} \times 1,000kJ/kg = 8,035.902kg \times 1,000kJ/kg \\ = 8,035,902kJ$$

- Energía de la torta residual

$$H_{torta} = m_{torta} \times 200kJ/kg = 55,741.098kg \times 200kJ/kg = 11,148,219.6kJ$$

- Balance de Energía Total

$$Q_{total} = 8,035,902 + 11,148,219 \approx 19184121kJ$$

$$Q_{total} = 8,035,902 + 11,148,219 \approx 19,184,121kJ$$

- Fuerza de Prensado

Dado que se requiere una fuerza considerable para extraer el aceite, la prensa expeller debe ser seleccionada en función de su capacidad para aplicar esta fuerza de manera efectiva. La presión de operación debe estar dentro del rango de 350 bar, Es crucial calcular la fuerza necesaria para el prensado, que se relaciona con la compresión de la materia prima y puede ser evaluada mediante fórmulas de diseño mecánico específicas para prensas expeller. (Tantarico, 2013)

$$F = P \cdot A$$

Ecuación 13

Donde F es la fuerza de prensado, P es la presión ejercida, y A es el área del émbolo de la prensa.

Presión (P): 350 bar (35000 kPa), Área (A): $A = \pi (0.05\ m)^2 \approx 0.00785\ m^2$

- Calculando la fuerza:

$$F \approx 35,000kPa \times 0.00785\ m^2 \approx 274.25kN$$

g. Filtración, purificación y separación

- Balance de Materia

El contenido de sólidos en el aceite es de 5% en la entrada, mientras que el aceite limpio que sale puede tener un contenido de sólidos inferior al 0.5%, las pérdidas se encuentran en 0.5%. (Bartoli, 2017). Para calcular las pérdidas con una base de salida de 8,319.76 L y un 5% de impurezas iniciales:

$$Perdidas = 0.05 \times 8,319.76L = 415.988L/d$$

- Balance de Energía

La temperatura del aceite de soya luego del proceso de extrusado y al salir del prensado mecánico es de 100 °C. En cuanto a la temperatura de salida, generalmente se reduce a 80 °C. Este descenso de temperatura es importante para evitar la degradación del aceite y mejorar la separación de los sólidos. (Maciel, 2022)

Usamos la densidad del aceite de soya, que es aproximadamente **0.92 kg/L**:

$$\text{Masa total del aceite de soya} = 8,735.778L \times 0.92kg/L = 8,035.71576kg$$

- Ecuación de balance de Energía

La ecuación del balance de energía en un proceso de centrifugación es:

$$Q = m_{\text{entrada}} \times h_{\text{entrada}} - m_{\text{salida}} \cdot h_{\text{salida}} \quad \text{Ecuación 14}$$

Para obtener las entalpías correspondientes, usamos valores típicos para el aceite de soya (Smith, 2005):

Entalpía a 100 °C: 180 kJ/kg, Entalpía a 80 °C: 160 kJ/kg.

- Cálculo de calor transferido

Usamos los valores de masa y entalpía en la ecuación del balance de energía:

$$Q = 8,035.71576kg \times 180kJ/kg - 8,035.71576kg \times 160kJ/kg$$

Calculamos cada término:

$$Q_{\text{entrada}} = 8,035.71576 \times 180 = 1,446,428.837kJ$$

$$Q_{\text{salida}} = 8,035.71576 \times 160 = 1,285,714.5216kJ$$

Finalmente, calculamos el calor transferido:

$$Q = 1,446,428.837 - 1,285,714.5216 = 160,714.3154kJ$$

- Cálculo de la centrifuga

Suposiciones para la centrifuga:

Radio del tambor: 0.5 m

Velocidad de operación: 3000 rpm

Conversión de rpm a rad/s: Conversión de volumen a masa

Usamos una densidad promedio del aceite de soya de 920 kg/m³ (o 0.92 kg/L) para convertir el volumen en masa. Esto nos da:

$$\text{Masa total de aceite de soya} = 8,735.778L \times 0.92kg/L = 8,035.71576kg$$

- Cálculo de la velocidad angular

$$\omega = \frac{3000 \text{ rev}}{\text{min}} \times \frac{2\pi \text{ rad}}{\text{rev}} \times \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ s}} \approx \frac{314.16 \text{ rad}}{\text{s}} \quad \text{Ecuación 15}$$

- Cálculo de la fuerza centrífuga

Usamos la fórmula de la fuerza centrífuga:

$$F = m \cdot r \cdot \omega^2 \quad \text{Ecuación 16}$$

Donde: $m=8,035.71576 \text{ kg}$, $r=0.5 \text{ m}$, $\omega=314.16 \text{ rad/s}$

Sustituyendo los valores en la fórmula:

$$F = 8,035.71576kg \times 0.5m \times (314.16rad/s)^2$$

$$F \approx 3.97 \times 10^8 N$$

h. Refinación, Desgomado

Para realizar los balances de materia y energía en el proceso de desgomado del aceite de soya, utilizaremos las siguientes ecuaciones de diseño. (Cengel, 2015). La ecuación general se simplifica a:

$$\text{Materia prima} = \text{Aceite desgomado} + \text{Gomas} \quad \text{Ecuación 17}$$

Datos: Densidad del aceite de soya: 0.92 kg/L, Contenido de gomas: 2% del aceite crudo, porcentaje de ácido cítrico es del 0.1% del volumen total de aceite crudo y el peso específico de las gomas es de aproximadamente 1.1 kg/L. (SPES, (s.f.))

- Determinación del volumen de las gomas

$$\text{Volumen de gomas} = 0.02 \times 8,319.76L \approx 166.40L/d$$

- Volumen de aceite desgomado

$$\text{Volumen de aceite desgomado} = \text{Entrada} - \text{Gomas} \quad \text{Ecuación 18}$$

$$\text{Volumen de aceite desgomado} = 8,319.76L - 166.40L \approx 8,153.36L/d$$

- Balance de Materia Desgomado

$$\text{Aceite crudo} = 8,153.36L + 166.40L = 8,319.76L /d$$

- Cálculo de ácido cítrico

Para calcular el ácido cítrico necesario:

$$\text{Acido citrico} = 0.001 \times 8,319.76L \approx 8.32L /d$$

- Balance de Energía Desgomado
- Cálculo de calor necesario:

$$\text{Masa de aceitecrudo} = 8,319.76L \times 0.92kg/L \approx 7,655.35kg/d$$

- Cambio de temperatura (ΔT):

$$\Delta T = 90^{\circ}C - 30^{\circ}C = 60^{\circ}C$$

- Calor necesario (Q):

$$Q = 7,655.35kg \times 2.1kJ/kg^{\circ}C \times 60^{\circ}C \approx 964,000.38kJ$$

i. Neutralización

Para la etapa de neutralizado en la extracción de aceite de soya, se pueden establecer los balances de materia y energía usando las siguientes ecuaciones general (Cengel, 2015):

- Balance de Materia

La ecuación general del balance de materia en el proceso de neutralizado es:

$$\text{Materia prima} = \text{Aceite tratado} + \text{Jabon} + \text{Efluente} \quad \text{Ecuación 19}$$

En este caso, a la materia prima es el aceite crudo obtenido del desgomado, se le debe añadir una solución de hidróxido sódico al 2% (v/v). La solución de NaOH reacciona con los ácidos grasos libres presentes en el aceite. (Pri, 2016)

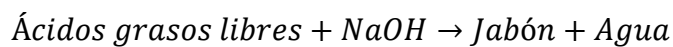
- Balance de Materia neutralizado
- Cálculo de ácidos grasos libres

El contenido de ácidos grasos libres es el 0.5% del aceite crudo:

$$\text{Ácidos grasos libres} = 8,075.87L \times 0.005 = 40.38L/d$$

- Cálculo del NaOH requerido

La neutralización de ácidos grasos sigue la reacción:



Para neutralizar los ácidos grasos libres, la reacción estequiométrica dicta que se necesita 1 mol de NaOH por cada mol de ácido graso libre. La solución de NaOH está al 2% (v/v), por lo que calculamos el volumen de la solución de NaOH necesaria para la neutralización.

$$\text{Volumen de NaOH puro necesario} = 40.38\text{L} \times 0.02 = 0.8076\text{L/d}$$

- Cálculo del volumen total de la solución

Dado que la solución es al 2%, podemos establecer la siguiente relación:

$$\text{Solucion total} = \frac{\text{NaOH puro}}{0.02} = \frac{0.8076\text{ L}}{0.02} = 40.38\text{ L/d}$$

- Cálculo de agua necesaria

El agua es la diferencia entre el volumen total de la solución y el volumen de NaOH puro:

$$\text{Agua necesaria} = \text{Solución total} - \text{NaOH puro} = 40.38\text{L} - 0.8076\text{L} = 39.57\text{L/d}$$

- Aceite crudo requerido

La materia prima (aceite crudo) se obtiene sumando los componentes en la ecuación de balance de materia:

$$\text{Aceite crudo} = \text{Aceite tratado} + \text{Jabón} + \text{Efluente} + \text{Agua añadida para NaOH}$$

$$\text{Aceite crudo} = 8,075.87\text{L} + 40.38\text{L} + 40.38\text{L} + 39.57\text{L} = 8,196.2\text{L /d}$$

- Balance de Energía neutralizado
- Energía del aceite tratado

Se utiliza el cambio de entalpía del aceite de soya, que es aproximadamente 250 kJ/L a 90 °C. Calculamos la energía total del aceite tratado. (Smith, 2005)

$$\text{Energía del aceite tratado} = 8,075.87\text{L} \times 250\text{kJ/L} = 2,018,967.5\text{kJ}$$

- Energía de la disolución de NaOH

La disolución de NaOH en agua tiene una entalpía de disolución de -44.51 kJ/mol. En este caso, el volumen de NaOH puro necesario es 0.8076 L. Sabemos que 1 L de NaOH puro contiene 25 moles (aproximadamente), así que:

$$\text{Moles de NaOH} = 0.8076\text{L} \times 25\text{ mol/L} = 20.19\text{ mol}$$

La energía liberada por la disolución de NaOH es:

$$\text{Energía liberada por NaOH} = 20.19 \text{ mol} \times -44.51 \text{ kJ/mol} = -899.25 \text{ kJ}$$

- Balance total de Energía

Sumamos la energía del aceite y la energía liberada por la disolución del NaOH para obtener el balance total de energía:

$$\text{Balance de energía total} = 2,018,967.5 \text{ kJ} + (-899.25 \text{ kJ}) = 2,018,068.25 \text{ kJ}$$

- Cálculos de la centrifuga Neutralizado

Conversión de rpm a rad/s:

$$\omega = \frac{3000 \text{ rev}}{\text{min}} \times \frac{2\pi \text{ rad}}{\text{rev}} \times \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ s}} \approx \frac{314.16 \text{ rad}}{\text{s}}$$

Cálculo de la fuerza centrífuga:

$$F = 8,156.63 \text{ kg} \cdot 0.5 \text{ m} \cdot (314.16 \text{ rad/s})^2 \approx 4.02 \times 10^8 \text{ N}$$

- m. Lavado y centrifugado

Durante el lavado, generalmente se remueven alrededor del 10% del jabón residual y otros contaminantes. En este caso, como el efluente se elimina principalmente por centrifugación, se estima que gran parte del jabón se separa con el agua residual y otros sólidos. (Malgarejo, 2015):

- Cálculo del volumen de agua utilizado para el lavado

El volumen de agua utilizado para el lavado es el 15% del volumen de aceite antes del centrifugado:

$$\text{Volumen de agua} = 0.15 \times 8,075.87 \text{ L} = 1,211.38 \text{ L/d}$$

- Cálculo de las pérdidas de aceite

Asumiendo una pérdida del 1% del volumen inicial de aceite debido a la eliminación de jabones:

$$\text{Pérdida de aceite} = 0.01 \times 8,075.87 \text{ L} = 80.76 \text{ L/d}$$

- Cálculo del volumen de aceite tratado

El volumen de aceite tratado será el volumen de entrada menos las pérdidas de aceite:

$$\text{Aceite tratado} = 8,075.87 \text{ L} - 80.76 \text{ L} = 7,995.11 \text{ L/d}$$

- Cálculo del volumen de entrada total (aceite + agua)

El volumen total de entrada al proceso de centrifugado es la suma del volumen de aceite antes del centrifugado y el volumen de agua utilizada para el lavado:

$$Volumen\ de\ entrada\ total = 8,075.87L(aceite) + 1,211.38L(agua) = 9,287.25L/d$$

- Balance de Materia Lavado

El balance de materia del proceso de centrifugado es:

$$Volumen\ de\ entrada = Aceite\ tratado + Perdida\ de\ aceite + Agua$$

$$9,287.25\ L = 7,995.11\ L + 80.76\ L + 1,211.38\ L$$

- Balance de Energía Lavado
- Cálculo de masa de aceite y agua

Aceite

$$m_{aceite} = 8,075.87L \times 0.925kg/L = 7,473.68kg/d$$

Agua

$$m_{agua} = 0.15 \times 7,473.68kg = 1,121.05kg/d$$

- Cálculo del calor necesario para calentar el aceite

Entalpía del aceite: A 25 °C: 210 kJ/kg, A 90 °C: 250 kJ/kg

$$Q_{aceite} = 7,473.68 \times (250 - 210) = 7,473.68 \times 40 = 298,947.2kJ$$

- Cálculo del calor necesario para calentar el agua

Capacidad calorífica del agua: 4.18 kJ/kg.°C.

$$Q_{agua} = m_{agua} \cdot c_{agua} \cdot \Delta T$$

Ecuación 20

$$Q_{agua} = 1,121.05 \times 4.18 \times (90 - 25) = 1,121.05 \times 4.18 \times 65 = 304,643.4kJ$$

- Calor total agregado

El calor total es la suma de los calores necesarios para calentar el aceite y el agua:

$$Q_{total} = Q_{aceite} + Q_{agua} = 298,947.2kJ + 304,643.4kJ = 603,590.6kJ$$

- Cálculos de la centrifuga Lavado
- Cálculo de la masa total a centrifugar:

Volumen total de agua: $Agua\ total = 1,211.38L \times 1.0kg/L = 1,211.38kg$

Masa total: $m = 7,995.11L \times 0.92kg/L + 80.76L \times 0.92kg/L + 1,211.38kg = 8,075.87kg/d$

- Conversión de rpm a rad/s:

$$\omega = \frac{3000rev}{min} \times \frac{2\pi rad}{rev} \times \frac{1min}{60s} \approx 314.16rad/s$$

- Cálculo de la fuerza centrífuga:

$$F = m \cdot r \cdot \omega^2 = 8,075.87kg \cdot 0.5m \cdot (314.16rad/s)^2 \approx 3.98 \times 10^8 N$$

- n. Decoloración o blanqueo

En esta etapa se utilizan arcillas decolorantes como el agente principal para adsorber los compuestos no deseados. Estas arcillas tienen propiedades que permiten atrapar las moléculas colorantes cuando el aceite neutro se mezcla con las arcillas en una proporción del 2 % del peso total del aceite. (Rodríguez, 2005)

- Balance de Materia Blanqueo

El balance de materia para el proceso de blanqueo se basa en la ecuación general 3.2 encontrada en Cengel (2015):

$$Aceite\ neutro = Aceite\ blanqueado + Perdidas$$

Ecuación 21

- Arcilla decolorante

$$Arcilla = 0.02 \times 7995.12L = 159.90$$

- Pérdidas de aceite durante la filtración:

$$Perdidas = 0.01 \times 7995.12L = 79.95L$$

- Aceite blanqueado:

$$Aceite\ blanqueado = 7995.12L - 79.95L = 7915.17L$$

- Balance de Energía blanqueo
- Cálculo de Entalpía

Entalpía del aceite a temperatura inicial (25 °C): Aproximadamente 298 kJ/kg.
Entalpía del aceite a temperatura de blanqueo (90 °C): Aproximadamente 380 kJ/kg.

$$Masa = Volumen \times Densidad$$

Ecuación 22

$$Masa = 7995.12L \times 0.925kg/L = 7395.49kg/d$$

- Cálculo del cambio de entalpía

$$\Delta H = m \times (90^{\circ}C - 25^{\circ}C)$$

$$\Delta H = 7395.49kg \times (380kJ/kg - 298kJ/kg)$$

$$\Delta H = 7395.49 \times 82 = 606,430.18kJ$$

j. Desodorización

- Balance de Materia desodorizado
- Cálculo de la pérdida de compuestos volátiles

$$Perdida = 0.003 \times 7915.42L = 23.75L$$

- Cálculo del aceite desodorizado:

$$Aceite Desodorizado = 7915.42 L - 23.57 L = 7891.67 L/d$$

- Balance Final:

$$7915.42L = 7891.67L \text{ de aceite desodorizado} + 23.75L \text{ de compuestos volatiles}$$

- Balances de Energía desodorizado

Para el balance de energía, se debe considerar la cantidad de energía necesaria para calentar el aceite desde la temperatura de blanqueo hasta la temperatura de desodorización, la ecuación de balance usada es Ec.3.6. (Cengel, 2015)

La entalpía del aceite a la temperatura de desodorización de 230 °C, aproximadamente 510 kJ/kg, y la entalpía del aceite a la temperatura de blanqueo a 90 °C, aproximadamente 380 KJ/Kg. (Smit, 2005)

- Cambio de Entalpía:

Ahora, realizamos el cálculo del cambio de entalpía usando la masa de aceite (considerando una densidad promedio de 0.920 kg/L) para convertir el volumen de aceite en masa:

- Cálculo de la masa de aceite:

$$m = 7915.17 L \times 0.920 kg/L = 7317.60 kg/d$$

- Cálculo del cambio de entalpía:

$$\Delta H = 7317.60 kg \times (510kJ/kg - 380kJ/kg)$$

$$\Delta H = 7317.60 \times 130 = 951288 \text{ kJ}$$

o. Conservación

Para la etapa de conservación del aceite de soya, el proceso incluye el uso de antioxidantes, específicamente el TBHQ (terbutil hidroquinona), que se mezcla con el aceite refinado para protegerlo de la oxidación. La razón de esta adición es que, durante las etapas de refinación anteriores, el aceite pierde antioxidantes naturales como el tocoferol, que ayudan a prevenir su degradación por oxidación. (COMINECO, 2011)

- Cálculo de la cantidad de TBHQ:

$$TBHQ(kg) = \text{Concentracion}(ppm) \times \text{Volumen de salida}(L) \quad \text{Ecuación 23}$$

$$TBHQ = 0.0002 \times 7891.42 \text{ L} = 1.578284 \text{ kg}$$

Convertir TBHQ a litros: Usando la densidad del TBHQ, que es aproximadamente 1.0 kg/L, podemos convertir la masa de TBHQ a litros:

$$TBHQ(L) = TBHQ(kg) \text{ Densidad}(kg/L) = 1.578284 \text{ kg} / 1.0 \text{ kg/L} = 1.578284 \text{ L}$$

- Balance de Materia Conservación

$$Masa \text{ total} = 7891.42 \text{ L} + 1.578284 \text{ L} = 7893.000284 \text{ L} / d$$

- Balance de Energía Conservación

El aceite se calienta a más de 60 °C para facilitar la disolución del TBHQ.

- Entalpía del aceite

Temperatura final de 60 °C, aproximadamente 260 kJ/kg, Temperatura ambiente inicial (25 °C), aproximadamente 170 kJ/kg. (Smit, 2005)

- Masa del aceite:

$$M = 7891.42 \text{ L} \times 0.925 \text{ kg/L} = 7291.90 \text{ kg} / d$$

- Cálculo de Entalpia:

$$\Delta H = 7291.90 \text{ kg} \times (260 \text{ kJ/kg} - 170 \text{ kJ/kg})$$

$$\Delta H = 7291.90 \text{ kg} \times 90 \text{ kJ/kg} = 656271 \text{ kJ}$$

Cada una de las etapas de los balances anteriormente realizados se pueden observar en su esquema de proceso en el **Anexo B**.

6.13. Diagrama del proceso de producción

Figura 3

Diagrama del bloque del proceso de producción de aceite de soya (A).

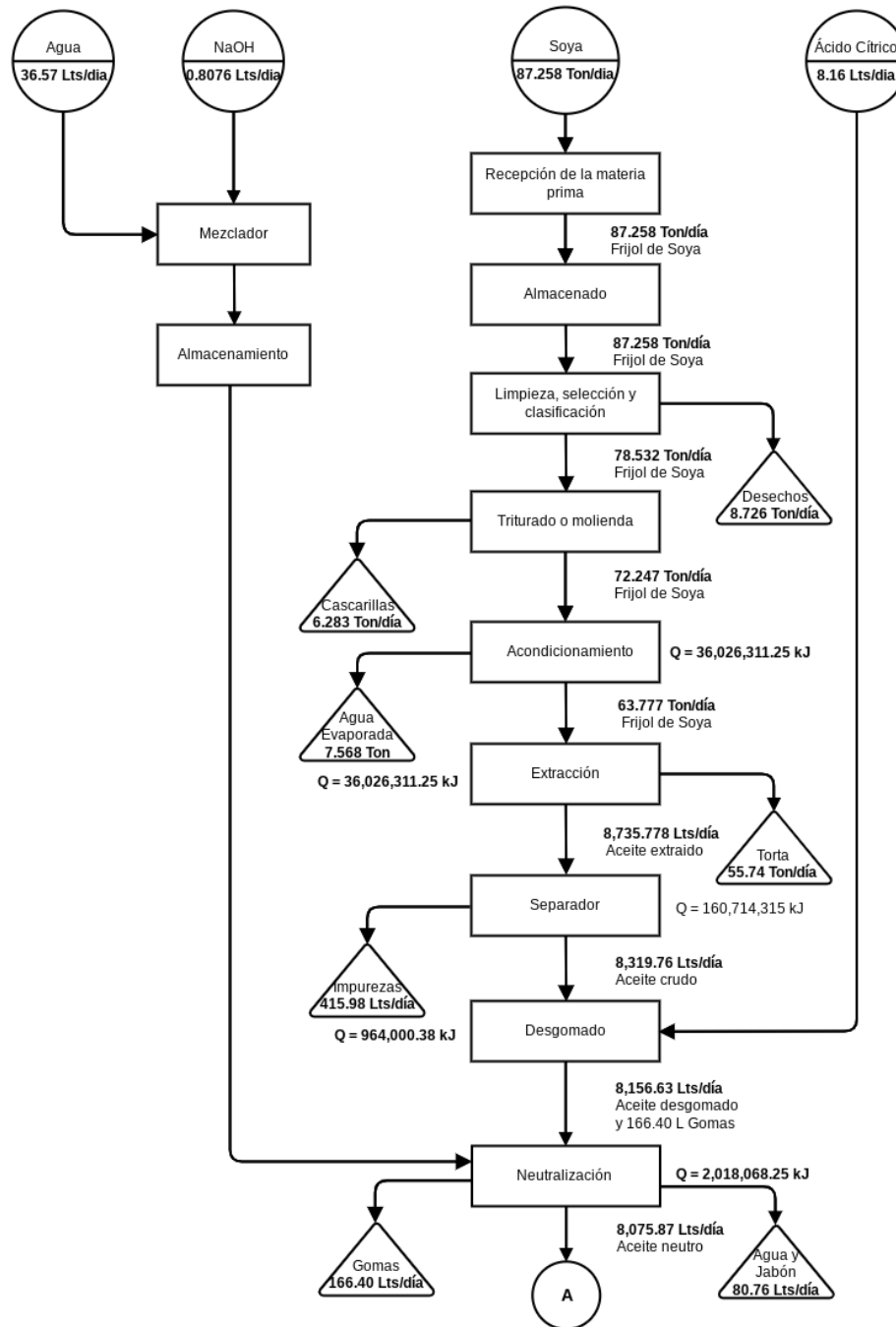
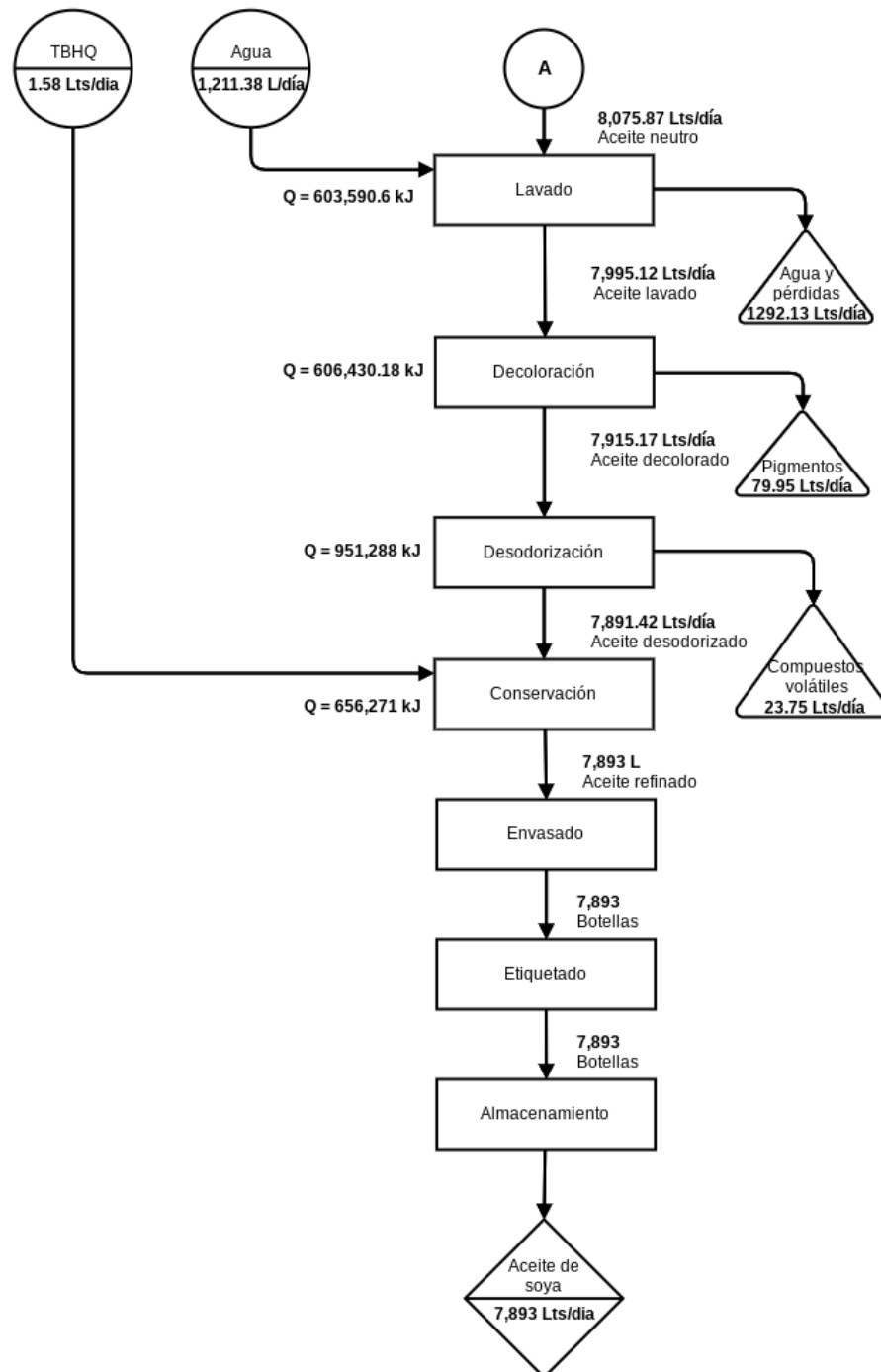


Figura 4

Diagrama del bloque del proceso de producción de aceite de soya.



6.14. Requerimiento de equipos

En la industria del aceite de soya, la selección adecuada de los equipos es esencial para asegurar la eficiencia y calidad en el proceso de prensado mecánico. Los equipos utilizados en este sector pueden clasificarse en mayores y menores, cada uno desempeñando un papel crucial en la optimización del proceso de producción. Los equipos mayores son fundamentales para las operaciones principales, proporcionando la capacidad y robustez necesarias para llevar a cabo la extracción del aceite. Por su parte, los equipos menores, aunque no participan directamente en el proceso principal, son indispensables para el soporte, mantenimiento y aseguramiento de la calidad del producto final, esto se puede observar en el **Anexo C**.

6.14.1. Selección y limpieza

En la selección, limpieza y clasificación de la materia prima se utilizara una zaranda vibratoria con el fin de separar las impurezas y los frijoles de soya llegados a la planta productora, en la Tabla 11 se pueden observar las especificaciones técnicas del equipo industrial.

Tabla 11
Especificaciones técnicas de zaranda vibratoria

Especificaciones	Parámetros
Tamaño de pantalla (mm)	3700 x 1200
Capas	2
Malla de pantalla (mm)	3 – 80
Tamaño de alimentación (mm)	100
Capacidad (t/h)	10 – 80
Modelo: 2YK1237	
Potencia (kW)	11
Frecuencia de vibración (r/min)	750 – 950
Precio	\$7562

Nota: Recuperado de Zhongxin Heavy Industry (2024).

6.14.2. Triturado o molienda

El equipo utilizado en el triturado o molienda será el molino quebrantador de rodillos que es utilizado para triturar alimentos naturales y mezclas de piensos. Dos rodillos contrarrotativos rompen los granos en partículas más pequeñas con el menor contenido de finos posible, las especificaciones técnicas se ven reflejados en la Tabla 12.

Tabla 12

Especificaciones técnicas de molino quebrantador de rodillos

Especificaciones	Parámetros
Longitud de rodillos	1000 mm
Diámetro	300 mm
Material	Acero especial (Fundición de coquilla)
Capacidad (t/h)	10 – 60
Modelo	
Potencia (kW)	22 – 55
Motor	Transmisión por correas trapezoidales y un engranaje
Precio	\$2108

Nota: Recuperado de Kahl (2024)

6.14.3. Extrusado y acondicionamiento

Para el acondicionamiento de la materia prima se hará utilización de una máquina extrusadora de soya con las especificaciones técnica reflejadas en la Tabla 13. Donde debido a las demandas de la línea productiva se ocuparan dos equipos del mismo.

Tabla 13*Especificaciones técnicas de máquina extrusadora de soya*

Especificaciones	Parámetros
Dimensiones L x W x H (mm)	3125 x 1769 x 2379
Material	Acero inoxidable
Capacidad (kg/h)	1700
Modelo	
Potencia (kW)	90
Presión	0.2 – 0.5 MPa
Temperatura	110 – 130 °C
Precio	\$10,102

Nota: Recuperado de Bronto (2024).**6.14.4. Extracción**

Se llevará a cabo mediante una prensa mecánica tipo Expeller donde se extraerá el aceite de la torta resultante de soya, las especificaciones se encuentran reflejadas en la Tabla 14.

Tabla 14*Especificaciones técnicas de máquina prensa mecánica tipo Expeller modelo ZY24A*

Especificaciones	Parámetros
Dimensiones L x W x H (mm)	2900 x 1850 x 3640
Material	Acero de carbono / Acero inoxidable
Capacidad (Ton/día)	120
Modelo	
Potencia (kW)	38.5 kW
Precio	\$25,255

Nota: Recuperado de SINDER Industry Machinery (2024).

6.14.5. Separación

La separación se realizará mediante una centrifugadora que separará los fosfátidos y gomas existentes, las especificaciones técnicas del equipo se observan en la Tabla 15.

Tabla 15

Especificaciones técnicas de centrifugadora separadora de aceites vegetales modelo VO

Especificaciones	Parámetros
Dimensiones L x W x H (mm)	1317 x 708 x 1367
Velocidad de centrífuga 50/60 Hz	8375 / 8400 rpm
Material	Acero de carbono / Acero inoxidable
Capacidad (kg/h)	2500
Modelo	
Potencia (kW)	7.5 / 8.6 kW
Precio	\$12,500

Nota: Recuperado de Alfa Laval (2024)

6.14.6. Desgomado, neutralizado, lavado y conservación

En las etapas de desgomado, neutralizado y lavado se utilizará un tanque de mezclado con agitador en el cual se agregarán los químicos correspondientes a cada etapa, siendo las especificaciones técnicas reflejadas en la Tabla 16.

Tabla 16

Especificaciones técnicas de tanque de mezclado con agitador

Especificaciones	Parámetros
Volumen de barril	1000 L
Material	Acero inoxidable
Capacidad de cargamento máxima	50 – 50000 L
Modelo	

Potencia (kW)	50 kW
Cantidad	4
Precio unitario	\$8083

Nota: Recuperado de Wuxi Nuo Yun Machine Co (2024).

6.14.7. Decoloración y desodorización

Se utilizará una máquina purificadora de aceite hidráulico para la regeneración de color de aceite, así como filtración de alto vacío, con las especificaciones reflejadas en la Tabla 17.

Tabla 17
Especificaciones técnicas máquina purificadora y de filtración de aceite.

Especificaciones	Parámetros
Dimensiones L x W x H (mm)	1000 x 800 x 1500
Flujo	10 L/m
Modelo	
Potencia (kW)	20 kW
Precio	\$5304

Nota: Recuperado de Chongqing Meiheng Electric & Machinery Co (2024).

6.14.8. Envasado y llenado

Para la etapa de envasado y llenado se utilizará una máquina automatizada de llenado de aceites vegetales, con las especificaciones técnicas reflejadas en la Tabla 18.

Tabla 18*Especificaciones técnicas máquina embotelladora de aceite vegetal*

Especificaciones	Parámetros
Dimensiones L x W x H (mm)	5000 x 1320 x 2036
Rango de llenado	100 – 1000 ml
Velocidad de llenado	60 – 80 bpm
Modelo	
Voltaje	220 V / 380 V
Precio	\$13,091

Nota: Recuperado de Cptech Packaging Group (2024).

6.15. Diagrama de flujo de proceso

El diagrama de flujo describe de manera secuencial y gráfica las etapas clave del proceso de producción de aceite de soya. En la Figura 5 se ilustran las operaciones unitarias desde la recepción y almacenamiento de la materia prima, pasando por la limpieza y acondicionamiento de la soya, hasta la extracción del aceite y su refinamiento. Cada etapa está interconectada, lo que permite visualizar los flujos de material y las transformaciones que ocurren a lo largo del proceso productivo.

Figura 5

Diagrama de flujo del proceso de producción de aceite de soja.



6.16. Infraestructura y distribución de la planta

La infraestructura y distribución de la planta abarcan el diseño y la disposición de los diferentes espacios y estructuras dentro del establecimiento dedicado a la producción de aceite de soya. Esto incluye la disposición de áreas clave como la recepción de materia prima, zonas de procesamiento, almacenamiento, oficinas administrativas, y servicios auxiliares. La distribución eficiente de estos espacios es crucial para optimizar el flujo de trabajo, garantizar la seguridad y facilitar la operatividad general de la planta. Además, la infraestructura debe cumplir con los requisitos técnicos y normativos para asegurar un entorno de trabajo seguro y productivo.

6.17. Distribución de áreas

Para realizar la distribución se utiliza el método de Distribución Sistemática de las Instalaciones de la Planta o SLP (Systematic Layout Planning), el cual consiste en obtener un diagrama de relación de actividades construido con dos códigos. El primero de ellos es un código de cercanía representado por letras, donde cada letra representa la necesidad de que dos áreas estén ubicadas cerca o lejos una de la otra; el segundo código es de razones, representado por números, cada número representa por qué se decide que un área esté cerca o lejos de otra, estos códigos se observan reflejados en la Tabla 19 y 20.

Tabla 19

Código de razones

Número	Razón
1	Por control
2	Por higiene
3	Por proceso
4	Por conveniencia
5	Por seguridad

Tabla 20

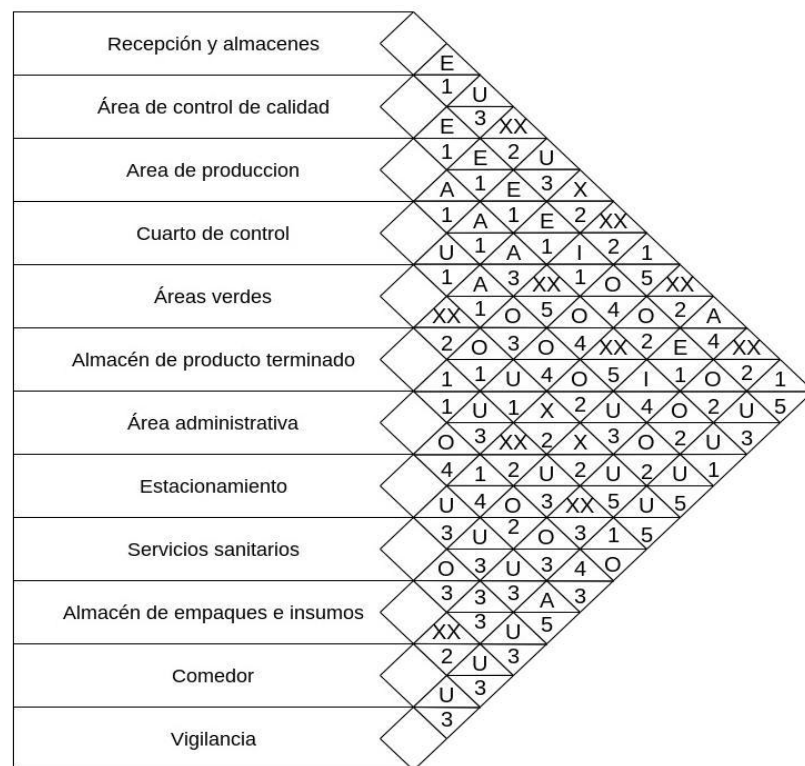
Orden de proximidad

Letra	Orden de proximidad
A	Absolutamente necesaria
E	Especialmente importante
I	Importante
O	Ordinaria o normal
U	Unimportant (sin importancia)
X	Indeseable
XX	Muy indeseable

6.18. Diagrama SLP

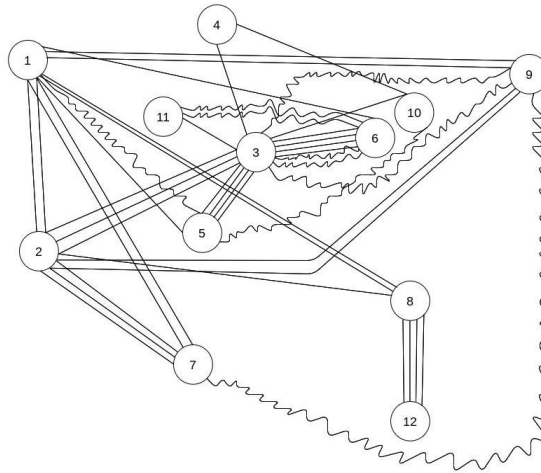
El diagrama SLP (Systematic Layout Planning) representa un enfoque estructurado para la planificación y organización del espacio en la planta de producción de aceite de soya. Este diagrama muestra la disposición sistemática de áreas funcionales, como la recepción de materia prima, procesamiento, almacenamiento, y oficinas, basándose en principios de eficiencia operativa y flujo de trabajo. El objetivo del diagrama SLP es optimizar la disposición de los recursos y equipos para minimizar el tiempo de movimiento y mejorar la productividad, garantizando un entorno de trabajo eficiente y bien organizado, tal y como se observa en la Figura 6.

Figura 6
Matriz SLP



En la Figura 6 se construye el diagrama de hilos, que utiliza el código de líneas, la matriz SLP debe de afirmar el diagrama de hilo, esto quiere decir que ambos tanto el diagrama de hilos como la matriz de SLP deben de coincidir con el orden de proximidad.

Figura 7
Diagrama de hilos.



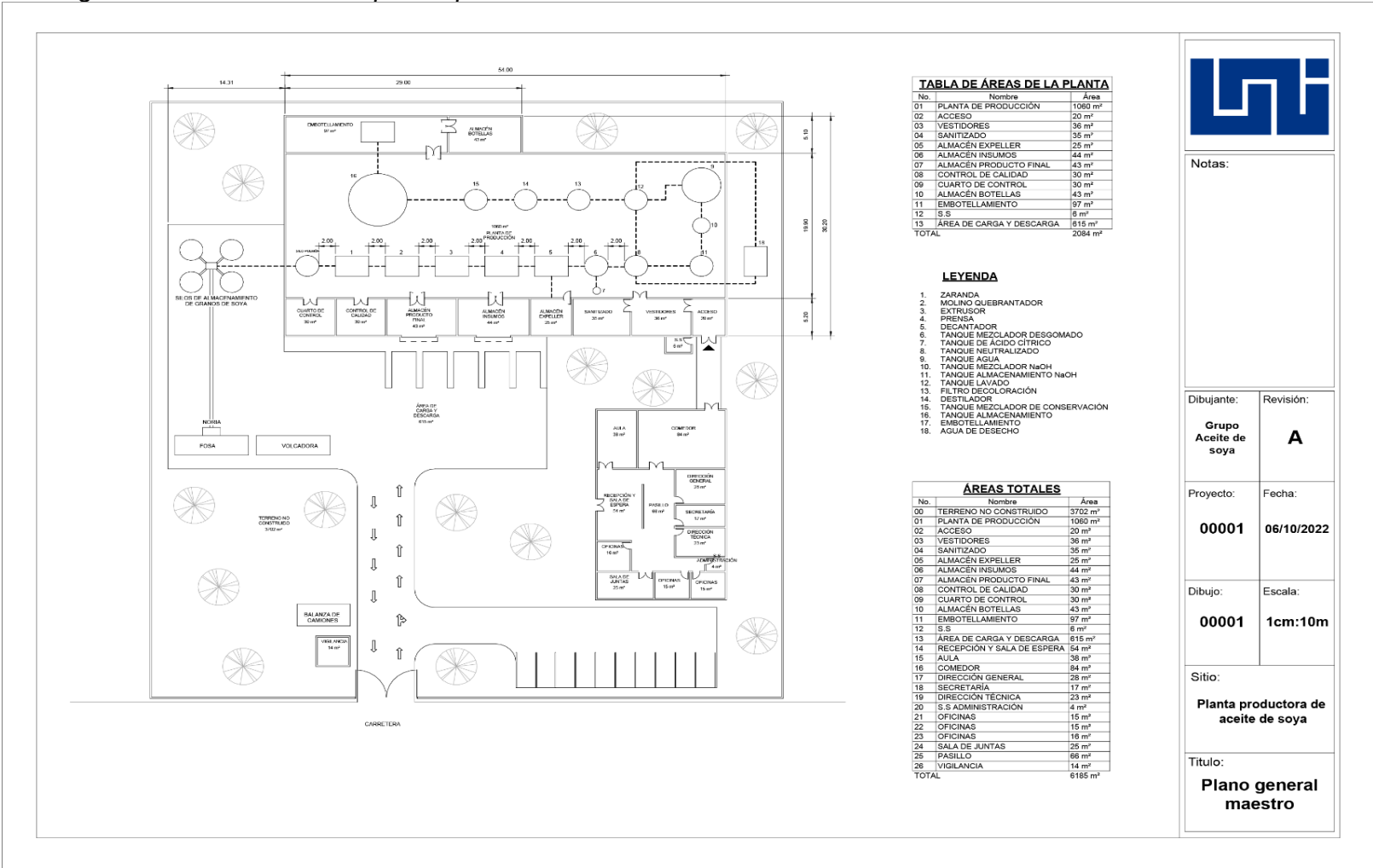
Con todos estos diagramas lo único que falta es proponer un plano a escala donde se muestre la distribución de todas las áreas. Ver el plano que se muestra en la Figura 8.

6.19. Plano general maestro

El plano general maestro proporciona una visión integral y detallada de la disposición y organización de toda la planta de producción de aceite de soya. Este plano incluye la ubicación de áreas clave como zonas de procesamiento, almacenamiento, oficinas, servicios y vías de acceso. También representa la distribución de las instalaciones y las conexiones entre diferentes secciones, facilitando una comprensión clara del diseño y flujo general de la planta. El plano general maestro es esencial para la planificación y gestión del espacio, asegurando que todas las áreas estén adecuadamente integradas y optimizadas para una operación eficiente.

Figura 8

Plano general Maestro de una planta productora de aceite de cocina



6.20. Requerimiento de recursos humanos

El requerimiento de recursos humanos detalla la cantidad y tipo de personal necesario para llevar a cabo las operaciones de la planta de producción de aceite de soya. En la Tabla 21 se menciona la cantidad de personal necesario incluyendo la identificación de roles y responsabilidades, como operadores de maquinaria, técnicos de mantenimiento, personal de control de calidad, y personal administrativo. Este análisis asegura que se cuente con el número adecuado de empleados con las habilidades y competencias necesarias para mantener una operación eficiente y cumplir con los objetivos de producción.

Tabla 21

Mano de Obra Directa

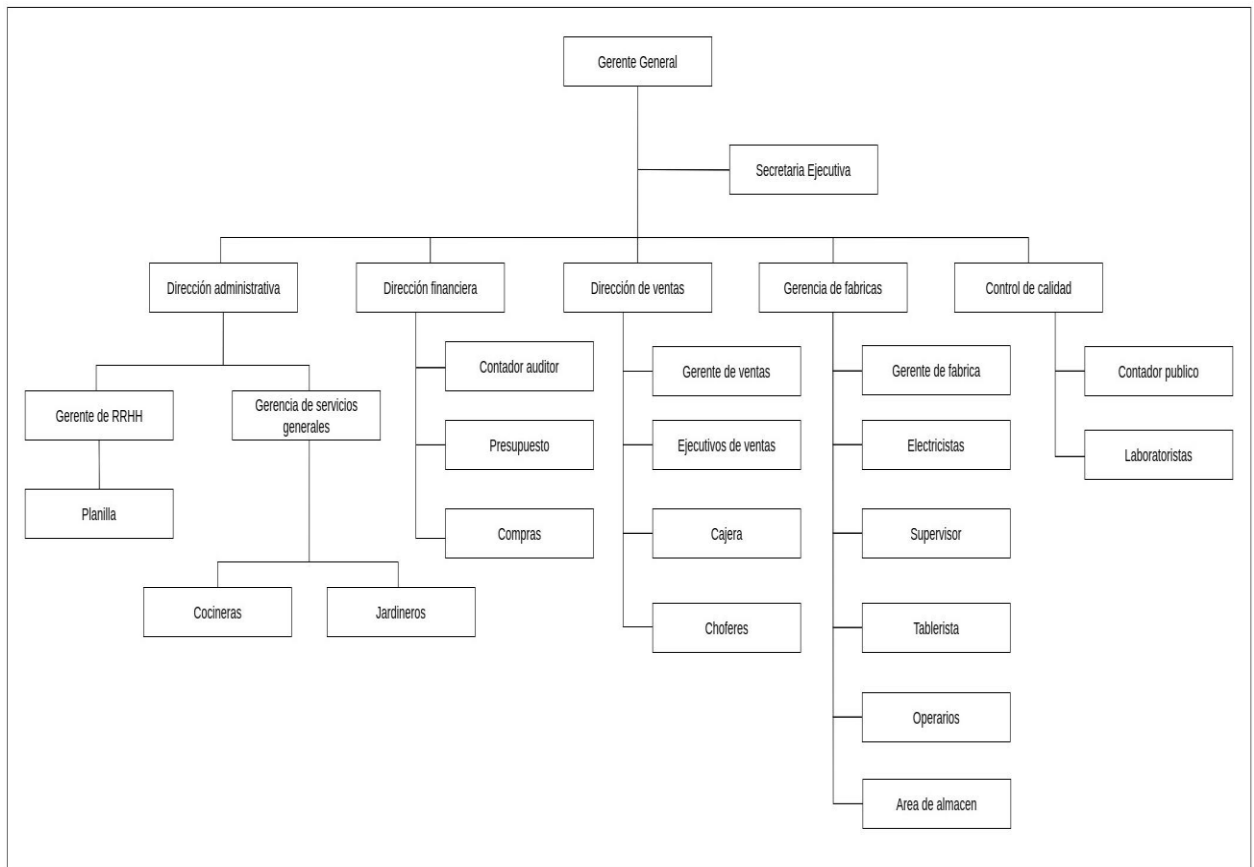
Área	Personal	Cantidad	Nivel Académico
Gerencia General	Gerente General	1	Ing. Químico / Industrial
	Secretaria Ejecutiva	1	Secretaria
Dirección Administrativa	Gerente de recursos humanos	1	Administrador de empresas / Psicólogo
	Planilla	1	Contador Publico
	Gerente Servicios Generales	1	Ingeniero Industrial
	Cocineras	2	Educación Primaria
	Jardineros	2	Educación Primaria
Dirección Financiera	Contador auditor	1	Contador Publico
	Presupuesto	1	Administrador de empresas
	Compras	1	Administrador de empresas
Dirección de Ventas	Gerente de Ventas	1	Lic. Marketing y Publicidad
	Ejecutivos de Ventas	2	Lic. Marketing y Publicidad
	Cajera	1	Contadora
	Choferes	4	Bachiller
Gerencia de Fábrica	Gerente de Fábrica	1	Ing. Químico
	Electricistas	1	Electricista
	Supervisor	3	Ing. Químico/ Industrial
	Tablerista	3	Bachiller
	Operarios	22	Bachiller
	Área de almacén	3	Bachiller
Control de calidad	Gerente de control de calidad	1	Ing. Químico/ Industrial
	Laboratoristas	3	Ing. Químico/ Laboratoristas

6.21. Organigrama

El organigrama presenta la estructura jerárquica y funcional de la planta de producción de aceite de soya, mostrando las relaciones de autoridad y las líneas de reporte entre los diferentes niveles de la organización. Incluye los principales departamentos y cargos, desde la dirección general hasta los supervisores y operativos, en la Figura 9 se puede observar la representación del organigrama general de la planta productora.

Figura 9

Organigrama de Planta productora de aceite de cocina

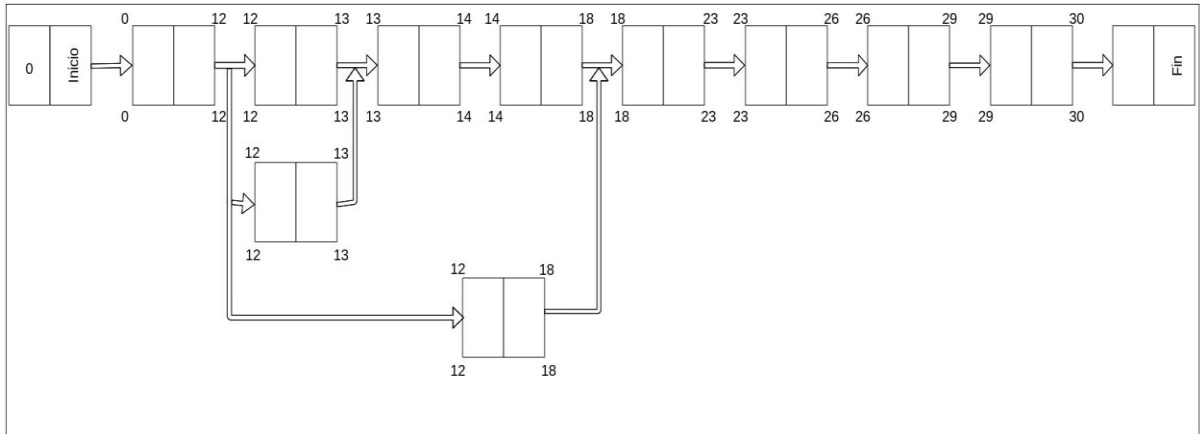


6.22. Programa de actividades

La planificación de las actividades de realizará se describirán mediante el diagrama de ruta crítica, dicha ruta se puede observar con mayor claridad en la Figura 10.

Figura 10

Ruta Crítica



A continuación, en la Tabla 22 se observa una representación de los códigos del diagrama de la Ruta Crítica

Tabla 22

Código de Actividades

Actividad	Código	Duración	Precedencia
Elaboración de un estudio de Prefactibilidad	A	12	-
Selección, contratación del diseñador y supervisor	B	1	A
Búsqueda y Compra del Terreno	C	1	A
Diseño de obras Civiles	D	1	A, B, C
Construcción de la Obra	E	4	A, B, C, D
Compra de equipos y maquinarias	F	6	A
Instalación de los equipos	G	5	E, F
Selección del personal	H	3	G
Capacitación del Personal	I	3	G, H
Puesta en marcha	J	1	I

VII. ESTUDIO ECONÓMICO- FINANCIERO

7.1. Costos de operación

La determinación de los costos del proyecto implica comprender diferentes clasificaciones de costos para la toma de decisiones. El cálculo de estos costos se muestra en la Ecuación 24.

$$C.O = C.P + C.A + C.C.V \quad \text{Ecuación 24}$$

Donde:

- C.O - Costos de Operación.
- C.P – Costos de Producción
- C.A - Costos Administrativos.
- C.C.V - Costos de comercialización y ventas.

7.1.2.- Costos de Producción

Estos costos son necesarios para el funcionamiento del proceso tecnológico de producción y están constituidos por los siguientes elementos (Los cálculos para su determinación se presentan en el **Anexo E**):

- **Materia Prima e Insumos:** Incluye el costo de la soya y otros insumos como ácido cítrico, hidróxido de sodio, TBHQ (un antioxidante) y botellas de empaque, con un costo anual total de **\$16,852,474.96**.
- **Agua:** Utilizada tanto en el proceso como en el mantenimiento y limpieza de las instalaciones, con un gasto anual de **\$428.22**.
- **Electricidad:** Requerida para operar equipos de proceso y oficina, con un consumo anual de **943,026.14 kW** y un costo de **\$171,610.49**.
- **Combustible:** Necesario para el transporte de materia prima y producto final, especialmente en recorridos como Corinto-Managua. El costo total anual de combustible es **\$20,091.84**.
- **Mano de Obra:** Los salarios del personal involucrado en la producción se dividen en dos subcategorías:
 - **Mano de Obra Directa:** Involucra a los empleados que participan directamente en el proceso de transformación de la materia prima.
 - **Mano de Obra Indirecta:** Comprende a los empleados de soporte, como supervisores y personal de mantenimiento, con un costo anual de **\$270,531.80**.
- **Mantenimiento:** Incluye el mantenimiento preventivo y correctivo de equipos y maquinaria para asegurar su funcionamiento continuo.

Este desglose en categorías permite comprender cada componente de los costos operativos y de producción, los cuales son fundamentales para el éxito y sostenibilidad del proyecto en el mercado competitivo del aceite de soya.

El total de los costos de producción se calcula sumando todos los costos de sus componentes:

$$\text{Total de Costos de Producción} = \$16,852,474.96 + \$428.22 + \$171,610.49 + \$20,091.84 + \$270,531.80 = \mathbf{\$17,315,137.31}$$

Este total representa el costo anual estimado para mantener el proceso de producción en funcionamiento.

7.1.2. Costos de administración

Los costos de administración son los sueldos del personal que labora en la empresa. Se tomarán en cuenta el % de retención del INSS, el treceavo mes, el catorceavo mes y el % correspondiente a INATEC, cuyo monto asciende a **\$163,132.2**. Los cálculos para su determinación se presentan en el **Anexo E**.

7.1.3. Los costos de Comercialización y Ventas

En este proyecto específico, los **costos de comercialización** incluirían todos los gastos relacionados con la promoción, distribución y venta del aceite de soya. Estos pueden abarcar:

1. **Publicidad y Promoción:** Gastos en campañas de marketing para posicionar el producto en el mercado, como anuncios, materiales promocionales, y otros esfuerzos de difusión.
2. **Distribución y Transporte:** Costos de llevar el producto final a los puntos de venta o distribuidores, lo cual podría incluir gastos en combustible, mantenimiento de vehículos, y logística de distribución.
3. **Empaque y Etiquetado:** Aunque el costo de las botellas puede estar en la categoría de producción, los costos adicionales de etiquetado específico para el mercado o de presentaciones especiales para ventas pueden considerarse como costos de comercialización.
4. **Comisiones de Ventas:** Si existen vendedores o intermediarios que trabajan bajo comisión para promover el producto, sus pagos formarían parte de estos costos.
5. **Servicios Postventa:** Cualquier costo asociado a garantías, devoluciones o atención a la cliente relacionada con el producto.

Estos costos de comercialización son clave para establecer una presencia de mercado y asegurar que el producto llegue efectivamente a los consumidores.

Los costos de operación del proyecto de producción de Aceite de soya se estructuran finalmente con los siguientes componentes

- **Producción:** Con un monto de **\$17,315,137.31**, representa el **100%** de los costos asociados directamente al proceso productivo del aceite de soya. Este es el costo principal, e incluye materias primas, mano de obra, energía y otros insumos necesarios para la producción.
- **Administración:** Con **\$163,132.2**, este rubro de los costos operativos incluye los gastos administrativos de la empresa, como sueldos del personal administrativo, costos de oficina y otras actividades de gestión.
- **Comercialización y ventas:** Los costos de comercialización y ventas se estipularán en **\$112,010** siendo estos utilizados para el desarrollo de las actividades respecto al movimiento y puesta en marcha de la marca del producto.

El monto total de los Costos Operativos corresponde a la suma total de todos los componentes de costos y reflejan una estructura completa de los gastos necesarios para la operación, administración y comercialización en el proyecto de producción de aceite de soya, resultando en un monto global de **\$17,590,279.51**.

7.2. Inversión del Proyecto

La inversión total del proyecto para la planta productora de aceite de soya está diseñada para asegurar una operatividad eficiente y sostenible, abarcando tanto los recursos físicos como los servicios de planificación necesarios. Esta inversión se divide en dos componentes principales: activos fijos y activos diferidos. Los activos fijos incluyen todos los elementos tangibles como maquinaria, equipos de proceso, mobiliario, y obras civiles, que constituyen la infraestructura y equipamiento esencial para la operación de la planta.

Por otro lado, los activos diferidos abarcan los costos intangibles, tales como la planeación, ingeniería, supervisión y administración del proyecto, los cuales son fundamentales para una implementación estructurada y segura.

Esta estructura de inversión asegura que el proyecto cuente con los recursos necesarios para iniciar sus operaciones y mantenerse competitivo en el mercado. A continuación, se presenta el detalle de los componentes de la inversión en Activos Fijos y en Activos Diferidos. Los cálculos para determinar estos montos de Inversión se presentan en el **Anexo E**.

7.2.1. Inversión en Activos Fijos (Tangibles): Esta categoría incluye todos los elementos físicos necesarios para la operación de la planta, asegurando que cuente con la infraestructura y el equipamiento adecuado para el procesamiento y administración.

Maquinaria y Equipos: \$620,100.00. Incluye los equipos principales de procesamiento, como prensas, extrusores, molinos, y otros necesarios para la extracción y refinación del aceite de soya. (Ver **Anexo D**)

Mobiliario y Oficinas: \$17,049.20. Abarca el mobiliario necesario para el área administrativa, incluyendo escritorios, sillas, computadoras, impresoras, y otros equipos que facilitan las tareas de gestión y soporte.

Equipos Menores (Laboratorio y Accesorios de Tuberías): \$8,750.00. Comprende los equipos de laboratorio para control de calidad, tales como básculas, cristalería, espectrofotómetros, y accesorios de tuberías esenciales para el monitoreo y análisis del proceso.

Obras Civiles y Terreno: \$537,340.00. Cubre los costos de construcción de la planta en un terreno de 7,000 m², que incluye áreas de producción, almacenamiento, y administración. Este costo también incluye la adquisición del terreno.

El monto total de la inversión en este rubro es de \$1,183,239.20

7.2.2.- Inversión en Activos Diferidos (Intangibles): Esta categoría incluye los costos necesarios para la planificación, diseño, supervisión, y administración del proyecto, que no son tangibles, pero son esenciales para la implementación adecuada del proyecto.

Planeación e Integración del Proyecto: \$12,091.60. Abarca los costos iniciales de planificación y diseño, asegurando una correcta integración de todos los componentes del proyecto.

Ingeniería de Proyecto: \$25,367.00. Incluye los servicios de ingeniería necesarios para el diseño de las obras civiles, asegurando que se cumplan los estándares técnicos y de seguridad requeridos.

Supervisión de la Construcción: \$25,367.00. Costos de supervisión durante la fase de construcción, lo cual garantiza que las obras se realicen conforme a los planes establecidos.

Administración del Proyecto: \$5,073.40. Gastos administrativos durante la implementación del proyecto, que incluyen la gestión de recursos y coordinación de actividades.

El monto total de la inversión en este rubro es de \$67,899.00.

Este desglose asegura que tanto los recursos físicos como los servicios de planificación y supervisión estén cubiertos, proporcionando una base sólida para el inicio y operación del proyecto.

El monto total de la Inversión del Proyecto es de \$1,251,138.20

7.3. Ingresos

Tomando en cuenta los precios actuales del mercado, todos los costos para la producción del aceite de cocina a base de frijol de soja y de acuerdo a la forma de determinación del precio, se obtuvo un precio de acorde a la competencia de precios establecido en el mercado, siendo este de C\$100 por litro con su equivalente en dólares a \$2.70 / unidad. Por otro lado, considerando el subproducto de torta de soja obtenido se propone su venta al mercado de alimentos para animales siendo su precio proyectado en \$1,500 por tonelada de producto. Los ingresos totales de la producción se ven reflejados en la Tabla 23.

Tabla 23

Ingresos totales por producción anual

Producto	Cantidad diaria	Cantidad anual	Precio unitario	Ingresos
Aceite vegetal de soja	7,893 L	1,894,320 L	\$2.7	\$5,114,664.00
Torta de soja	55.74 Ton	13,377.6 Ton	\$1,500	\$20,066,400.00
Total				\$25,181,064.10

7.4. Tasa mínima aceptable de rendimiento

La tasa mínima aceptable de rendimiento (TMAR) es un indicador financiero clave que establece el umbral mínimo de rentabilidad que debe alcanzar cualquier inversión para ser considerada viable. En el contexto de la planta de producción de aceite de soja, la TMAR se calcula teniendo en cuenta el costo de capital, los riesgos específicos del sector y las expectativas de retorno de los inversores. Si la tasa de retorno proyectada de un proyecto es inferior a la TMAR, este podría ser rechazado, ya que no cumpliría con los objetivos financieros mínimos establecidos por la organización. Por otro lado, si la tasa de retorno esperada supera la TMAR, la inversión se considera potencialmente rentable y se le puede dar luz verde para su implementación.

De acuerdo con el Banco Central de Nicaragua (2024), la tasa de inflación en el país durante el año 2023 alcanzó un 3.6%. Este dato refleja el incremento en los precios generales de bienes y servicios, lo que ha tenido un impacto significativo en la economía nacional, afectando tanto a consumidores como a productores.

$$TMAR = Tasa\ de\ inflación + Riesgo\ del\ país$$

Ecuación 25

$$TMAR = 3.6\% + 12\% = 15.6\%$$

7.5. Escenarios de inversión

En la evaluación del estudio financiero, se considerarán varios escenarios de inversión para determinar la viabilidad y el impacto económico de la instalación de la planta de producción de aceite de soya.

- *Escenario 1:* Realización del proyecto utilizando únicamente capital propio.
- *Escenario 2:* Suministrando a través del banco el 40% de la inversión total necesaria para la instalación de la planta.
- *Escenario 3:* Proyecto financiando el 70% de la inversión total, representando una mayor dependencia del financiamiento externo.

Estos escenarios proporcionan una visión integral de cómo distintas estrategias de financiamiento pueden influir en el éxito del proyecto y permiten a los tomadores de decisiones elegir la opción más adecuada según las condiciones financieras y los objetivos estratégicos de la empresa.

7.6. Depreciación de equipos

Para las depreciaciones de los equipos en general se hace uso del método de depreciación en línea recta, el cual, se deriva del hecho de que el valor en libros disminuye linealmente con el tiempo, “consiste en recuperar el valor del activo en una cantidad que es igual a lo largo de cada uno de los años de vida fiscal, de forma que, si se grafica el tiempo contra el valor en libros, esto aparece como una línea recta”. La depreciación LR se calcula mediante:

$$Dt = (P - VS) / n$$

Ecuación 26

De acuerdo con la Ley 822 de concertación tributaria y su reglamento, se hace uso del Artículo 34. Sistemas de depreciación y amortización para cada activo, se estableció una vida útil de diez años para depreciación de equipos de procesos y ocho años para equipos de transporte a como se puede observar en los estados de resultados del **Anexo F**, siendo cinco años para mobiliario y oficina, cinco años para equipos auxiliares, y diez años para obras civiles.

7.7. Estados de resultados

La finalidad del análisis del estado de resultados o de pérdidas y ganancias, es calcular la utilidad neta y los flujos netos de efectivos del proyecto, que son en forma general, el beneficio real de los costos en que incurra la planta y los impuestos que deba pagar. Por otro lado, la importancia de calcular el estado de resultados, es la posibilidad de evaluar económicamente la rentabilidad del proyecto. Se han considerado tres escenarios de financiamiento para el proyecto descritos a continuación. Así como los procedimientos de cálculos se presentan en el **Anexo F** tanto para el escenario 1, 2 y 3 en las Tablas F1, F2 y F3.

Escenario 1: Inversión Pura (Sin financiamiento externo)

En el primer escenario, el proyecto es autofinanciado, lo que significa que no se recurre a préstamos bancarios para cubrir la inversión inicial. Esto elimina los costos financieros, pero también requiere un capital propio significativo, lo que afecta la rentabilidad. Con ingresos anuales de \$25,181,064.00 y costos de producción de \$17,590,279.51, la utilidad antes de impuestos alcanza los \$7,474,880.65 cada año. Después de aplicar una tasa de impuestos del 30%, el proyecto genera una utilidad neta de \$5,228,467.61 en los primeros dos años, incrementándose ligeramente a \$5,229,867.10 en el quinto año debido a la reducción de impuestos sobre bienes inmuebles.

Desde una perspectiva de inversión, el proyecto muestra un Valor Presente Neto (VPN) negativo de -\$747,162.68, lo que sugiere que la rentabilidad en términos de flujo descontado no es favorable sin financiamiento. Además, el Valor Anual Uniforme Equivalente (VAUE) es de -\$226,064.91, lo que indica una rentabilidad anual promedio negativa. La Relación Beneficio/Costo (R B/C) es de 0.9869, demostrando que los costos están muy cercanos a los beneficios, pero no los superan, lo que también apunta a una baja rentabilidad. El Período de Recuperación (PR) es de 3.51 años, lo que representa un tiempo de retorno de inversión más prolongado en comparación con otros escenarios.

Aunque este escenario no presenta riesgos financieros y elimina la necesidad de pagos de intereses, los resultados muestran que el proyecto no es rentable sin financiamiento. El VPN negativo y el R B/C inferior a 1 indican que esta opción no sería la más adecuada para maximizar la rentabilidad del proyecto.

Escenario 2: Financiamiento Parcial (40%)

En el segundo escenario, el proyecto emplea un financiamiento parcial del 40%, cubriendo casi la mitad de la inversión inicial con un préstamo bancario. Este enfoque introduce costos financieros, pero reduce la cantidad de capital propio necesario y aumenta la rentabilidad sobre el capital invertido. Los ingresos anuales y costos de producción se mantienen constantes en \$25,181,064.00 y \$17,590,279.51, respectivamente. Sin embargo, los intereses bancarios empiezan en \$675,678.10 en el primer año y disminuyen progresivamente hasta \$159,368.57 en el quinto año. Como resultado, la utilidad antes de impuestos se sitúa en \$6,799,205.55 en el primer año y crece a \$7,315,512.08 en el quinto año.

Después de impuestos, la utilidad neta comienza en \$4,755,492.94 y alcanza \$5,118,309.10 en el último año de análisis. En cuanto a los indicadores financieros, el VPN es de \$1,634,327.63, lo cual indica una rentabilidad positiva y muestra que el proyecto es viable bajo este nivel de financiamiento. El VAUE es de \$464,209.70, lo que señala una rentabilidad anual favorable. La Relación Beneficio/Costo (R B/C) es de 1.0131, superando el umbral de 1, lo que es una señal positiva. El Período de Recuperación (PR) se reduce a 3.14 años, mejorando respecto al escenario sin financiamiento.

Este escenario de financiamiento parcial mejora la rentabilidad del proyecto, mostrando un VPN positivo y una R B/C favorable. La menor inversión de capital propio y el período de recuperación reducido lo convierten en una opción atractiva, con un nivel de riesgo financiero moderado.

Escenario 3: Financiamiento Mayoritario (70%)

En el tercer escenario, el proyecto utiliza un financiamiento del 70% de la inversión inicial, lo que maximiza el apalancamiento financiero. Esto implica un costo financiero mayor debido a los intereses, pero reduce drásticamente el capital propio necesario, incrementando la rentabilidad sobre la inversión propia. Con ingresos y costos de producción constantes, los intereses bancarios en este escenario inician en \$1,182,436.67 en el primer año y disminuyen a \$278,895.00 en el quinto año. Esto deja una utilidad antes de impuestos de \$6,292,443.98 en el primer año, aumentando a \$7,195,985.65 en el quinto año.

Después de impuestos, la utilidad neta anual va de \$4,400,761.94 en el primer año a \$5,034,640.60 en el último año de proyección. Este escenario presenta el VPN más alto de \$2,941,752.27, lo cual refleja una rentabilidad robusta. El VAUE alcanza \$795,550.41, el valor más alto entre todos los escenarios, lo que demuestra una rentabilidad anual excelente. La Relación Beneficio/Costo (R B/C) es de 1.0244, la más alta de todos los escenarios, lo que confirma una relación favorable entre beneficios y costos. Además, el Período de Recuperación (PR) es de solo 2.48 años, el menor entre todos los escenarios, indicando una rápida recuperación de la inversión.

El escenario de financiamiento mayoritario ofrece la mayor rentabilidad, con el VPN y VAUE más altos, así como un período de recuperación significativamente corto. Aunque presenta un mayor riesgo financiero debido a los altos costos de interés, los resultados muestran que esta es la opción más atractiva en términos de rentabilidad y eficiencia en el retorno de la inversión.

- **Selección de Alternativa de Financiamiento**

Tabla 24

Indicadores financieros de alternativas de financiamiento del proyecto de inversión.

Indicador Financiero	Escenario 1: Sin Financiamiento	Escenario 2: Financiamiento Parcial (40%)	Escenario 3: Financiamiento Mayoritario (70%)
Valor Presente Neto (VPN)	-747,162.68	1,634,327.63	2,941,752.27
Valor Anual Uniforme Equivalente (VAUE)	-226,064.91	464,209.70	795,550.41
Relación Beneficio/Costo (R B/C)	0.9869	1.0131	1.0244
Tasa Interna de Retorno (TIR)	13.919%	18.656%	29.814%
Período de Recuperación (PR)	3.51 años	3.14 años	2.48 años

Comparando los tres escenarios, se concluye que el Escenario 3, con financiamiento del 70%, es la alternativa más favorable. Con un VPN de \$2,941,752.27, un VAUE de \$795,550.41, una R B/C de 1.0244, y un Período de Recuperación de solo 2.48 años, este escenario maximiza la rentabilidad y ofrece un retorno rápido de la inversión, lo que lo convierte en la opción ideal para la implementación del proyecto de producción de aceite de soya.

7.8. Análisis de sensibilidad

Con el fin de analizar y determinar qué tan rentable resulta el proyecto con cambios en los escenarios ideales anteriormente planteados se procederá a determinar cada uno de los indicadores financieros aplicados a la mejor alternativa, la cual resultó con un 70% de financiamiento, para así observar la estabilidad financiera del proyecto. Los escenarios a los cuales será sometido el proyecto se presentarán a continuación:

- a) Incremento del 40% en el costo total de operación
- b) Reducción de un 25% en los ingresos proyectados para todos los períodos
- c) Incremento de 20% en el costo total de operación y reducción del 15% en ingresos

Obteniéndose los resultados reflejados en la Tabla 25, haciendo una comparación entre cada indicador financiero y los resultados obtenidos para la alternativa original.

Tabla 25

Resumen de los indicadores financieros obtenidos para cada opción de sensibilidad.

Alternativa	Opción a	Opción b	Opción c
VPN (TMAR mixta)	-\$15,270,730.95	-\$13,353,103.41	-\$15,941,402.75
VAUE	-\$4,129,727.85	-\$3,611,135.79	-\$4,311,100.44
R B/C simple	0.8714	0.8577	0.8495
R B/C modificada	-0.536	-0.434	-0.571
TIR	-	-	-
PR	-2.00	-2.46	-1.87

Tal y como se puede observar, dentro de todos los escenarios anteriormente previstos, en todos los escenarios existe el resultado que conllevaría a la pérdida de capital y posible quiebra de la empresa, lo cual indicaría que el proyecto es sumamente sensible a los costos de operación, gastos de venta y reducción de ingresos en esos porcentajes.

VIII. CONCLUSIONES

1.- El mercado objetivo del aceite de soya, se estableció para la población consumidora de la Ciudad de Managua, determinando la existencia de una demanda potencial insatisfecha de este producto, identificando una brecha significativa en el suministro de este producto de 11,441.60 toneladas anuales, lo que representa una oportunidad considerable para la producción local de aceite de soya. Este déficit en el mercado indica una necesidad no cubierta que podría ser aprovechada mediante la implementación de una planta procesadora de aceite de soya, contribuyendo así a satisfacer la demanda interna y reducir la dependencia de importaciones de aceites comestibles.

2.- La evaluación de la viabilidad técnica para este proyecto mediante el estudio técnico, presenta resultados favorables. Se selecciono el Parque Industrial de Corinto en el Departamento de Chinandega como ubicación estratégica de la planta, dada la proximidad a las zonas de cultivo de soya, para lograr un suministro constante de materia prima y reducción de los costos logísticos. Se dispone de mano de obra calificada en la región lo que facilita la operación eficiente de la planta. Se cuenta con espacio para futuras expansiones de la planta. Se tiene una capacidad efectiva de producción de 1,894,320 litros/año de aceite de soya, lo que permitirá atender una parte significativa de la demanda insatisfecha identificada en el mercado local. Estos hallazgos confirman la viabilidad técnica del proyecto, respaldando su implementación en términos de ubicación, recursos humanos y capacidad productiva.

3.- Los costos operativos anuales para la planta productora de aceite de soya se estiman en \$17,590,279.51, desglosados en producción (\$17,315,137.31), administración (\$163,132.20), comercialización y ventas (\$112,010). Estos montos aseguran la cobertura de todos los gastos necesarios para el funcionamiento eficiente de la planta. La inversión total del proyecto asciende a \$1,251,138.20, dividida en activos fijos (\$1,183,239.20) y activos diferidos (\$67,899.00). Esta inversión cubre la adquisición de maquinaria, equipos, obras civiles y los costos asociados a la planificación y supervisión, estableciendo una base sólida para la implementación y operación de la planta.

4.- El análisis financiero de los tres escenarios de financiamiento para la planta productora de aceite de soya reflejados en la Tabla 24 indica que el **Escenario 3: Financiamiento Mayoritario (70%)** es el más viable, presentando un Valor Presente Neto (VPN) de \$2,941,752.27, una Relación Beneficio/Costo (RB/C) de 1.0244 y un período de recuperación de 2.48 años, lo que sugiere una rentabilidad y retorno de inversión óptimos. En contraste, el **Escenario 1: Inversión Pura (sin financiamiento externo)** muestra un VPN negativo de -\$747,162.68 y una RB/C de 0.9869, indicando que el proyecto no es rentable sin financiamiento. El **Escenario 2: Financiamiento Parcial (40%)** presenta un VPN positivo de

\$1,634,327.63 y una RB/C de 1.0131, sugiriendo una viabilidad financiera aceptable, aunque inferior al escenario con mayor financiamiento. Por lo tanto, se concluye que el proyecto es financieramente viable, siendo el financiamiento mayoritario del 70% la opción más favorable.

IX. RECOMENDACIONES

- Implementar tecnologías limpias que minimicen el uso de energía y recursos naturales, lo cual reducirá el impacto ambiental del proceso de producción. Aprovechar los residuos generados en la producción también puede contribuir a la sostenibilidad del proyecto.
- Evaluar la viabilidad de exportar el aceite de soya a mercados internacionales, donde haya una alta demanda de aceites vegetales. Esta diversificación puede abrir oportunidades de crecimiento y mejorar la rentabilidad del proyecto.
- Analizar la viabilidad de desarrollar la parte de cultivo de frijol de soya para asegurar un suministro constante y de calidad de materia prima, lo cual fortalecerá la estabilidad de la cadena productiva y reducirá la dependencia de proveedores externos. Inicialmente destacar los beneficios del aprovechamiento de residuos en la producción de aceite de soya, lo que podría ayudar a reducir el impacto ambiental, al integrar tecnologías limpias para minimizar el uso de energía y recursos naturales.

X. BIBLIOGRAFÍA

- Arija, J., Cruz, M., & Páez, J. (2017). *Producción de aceite crudo desgomado y expeller de soya, Análisis de pre-factibilidad*. San Rafael, Mendoza, Argentina: Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional San Rafael.
- Baca, G. (2013). *Evaluación de Proyectos* (7th. ed.). Mc Graw-Hill.
- Baca, L. (2 de marzo de 2017). *Palma africana seguirá su expansión en Nicaragua*. La Prensa.
- Badui, S. (2006). *Química de los alimentos* (4th. ed.)
- Bartoli, Dino. (2017). *Planta Producción de aceite por extrusión y prensado modelo EP1000*. Dino Bartoli.
- Calorimetría de soluciones. (n.d.). *Energía en procesos de disolución*. Recuperado de Calaméo
- Cengel, Y. A., & Ghajar, A. J. (2015). *Heat and mass transfer: Fundamentals & Applications* (5th ed.). New York, United States of America: Mc Graw-Hill Education.
- Cengel, Y. A., & Boles, M. A. (2015). *Termodinámica: Análisis de energía* (8va ed.). McGraw-Hill.
- CIMMYT. (2022). *Limpieza de granos, clave para reducir pérdidas*. IDP. Obtenido de <https://idp.cimmyt.org/limpieza-de-granos-clave-para-reducir-perdidas>
- Coulson, J. M., & Richardson, J. F. (1988). *Ingeniería Química: Operaciones Básicas* (Vol.2). Barcelona, España: Reverte.
- Colina, J., León, M., Castañeda, M., & Matos, A. (s.f.). *Composición química e indicadores de calidad del frijol de soya (Glycine max) integral procesado con vapor para la alimentación de aves y cerdos*. Revista ALAN. <https://www.alanrevista.org>
- FUNICA. (2013). *El estado actual de la soya en Nicaragua y sus desafíos*. Boletín de prospección para la innovación tecnológica (7). Obtenido de <http://www.renida.net.ni/renida/funica/REE10-SA112.pdf>
- GetPersonalGrowth. (s.f.). *Frijoles de soja: propiedades, valores nutricionales, calorías*. Obtenido de <https://www.getpersonalgrowth.com>
- Lafont, J., Duran, L., & Aramendiz, H. (2014). *Estudio químico del aceite obtenido a partir de siete variedades de soya*. Scielo.

- Macías, M. (2006). *Estudio sobre el mercado de aceite y sus condiciones de competencia en Nicaragua*.
- Maciel, G., Wagner, J., & Bartosik, R. E. (2022). *Recomendaciones para ganar eficiencia en el procesamiento de soja por extrusado-prensado*. INTA.
- Macías, M. (2006). *Estudio sobre el mercado de aceite y sus condiciones de competencia*. Managua: Ministerio de Fomento, Industria y Comercio-MIFIC.
- MAGFOR (1997). *"Cadena agroalimentaria de la soja"*.
- McCabe, W. L., Smith, J. C., & Harriot, P. (2007). *Unit Operations of Chemical Engineering* (7th. ed.). Singapore: McGraw Hill.
- Melgarejo, M., & Cherot M. (2014). *Protocolo de calidad para aceite de soja*.
- Morales, A. (2015). *Tecnología de los alimentos: procesos de extracción de aceites vegetales*. Bogotá: Ediciones de la Universidad del Rosario.
- Navarro, K. (2024). *Balance de Materia y Energía en la Extracción del Aceite Ese*.
- Rodríguez Mejía, J. M., & Torres Ortega, J. A. (2005). *Estudio comparativo de arcillas decolorantes utilizadas industrialmente en la operación de blanqueo de aceites de palma*. Sello Editorial UNAD. Recuperado de <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/61142>
- RTCA 67.04.40:07. (2007). *Reglamento Centroamericano de Alimentos y Bebidas Procesados, Grasas y Aceites*.
- Tompkins, J., et al. (2010). *"Análisis de encuestas y preferencias de consumo."* Revista de Investigación de Mercados.
- NTON 03 075-07. (2007). *Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense de Alimentos y Bebidas Procesados, Grasas y Aceites*.
- Patino, D., & Joseph, M. (2021). *Control de humedad en procesos de extrusión para la extracción de aceite de soja*. Food Process Technology.
- Pri. (2016). *Determinación de la entalpía de disolución del hidróxido sódico*.
- Salgado, E., & Pineda, K. (2010). *Ficha de mercado industria aceitera*. Managua: Instituto Nacional de Promoción de la Competencia.
- Salgado, E., & Pineda, K. (2010). *Ficha de Mercado para la Industria Aceitera en Nicaragua*.

- Sapag, N. y Sapag, R., *Fundamentos de preparación y evaluación de proyectos*. McGraw-Hill, Colombia, 1985. Van Horne, James, *Administración financiera*, ECM, Buenos Aires, 1976.
- Smith, J. M., Van Ness, H. C., & Abbott, M. M. (2005). *Introducción a la termodinámica en ingeniería química* (7.^a ed.). McGraw-Hill.
- SPES. (s.f.). *Aceite de soya refinado*: Información técnica. Recuperado de <https://www.spes.com/assets/aceite-de-soya.pdf>
- Yusof, K., & Jaarin, K. (2016). *Impacts of fresh and heated soybean oil on cardiovascular disease*. University Kebangsaan Malaysia.
- Villarroel, J. (2015). *Determinación de la demanda potencial insatisfecha en el mercado*.
- Woiciechowski, A. L., Valladares-Diestra, K. K., Zevallos Torres, L. A., Vandenberghe, L. P. S., Zandoná Filho, A., & Soccol, C. R. (2023). *Second Generation Bioethanol Production from Soybean Hulls Pretreated with Imidazole as a New Solvent*. *Fermentation*, 9(2), 93. <https://doi.org/10.3390/fermentation9020093>
- Wu, M., Sun, J., & Xing, J. (2018). *Efecto de la temperatura en la reducción de humedad durante la extrusión de productos de soya*. *Journal of Agricultural Engineering*.
- Alfa Laval. (2024). *Alfa Laval Iberia S.A.* Obtenido de <https://www.alfalaval.es/productos-y-soluciones/separacion/separadoras-centrifugas/separadoras/vo/>
- Bronto. (2024). *Bronto*. Obtenido de <https://bronto.ua/machines-catalog/ekstruders/extruder-e-1700/>
- Chongqing Meiheng Electric & Machinery Co. (2024). *Alibaba*. Obtenido de <https://spanish.alibaba.com/product-detail/Hydraulic-Oil-Purify-Machine-Hydraulic-Oil-1600946299718.html?spm=a2700.7724857.0.0.7b8b593055z2NJ>
- Cptech Packaging Group. (2024). *Alibaba*. Obtenido de https://www.alibaba.com/product-detail/CPTECH-Edible-Oil-Production-Line-For_1601161886404.html?spm=a2700.7735675.0.0.21ecEsEtEsEtTp&s=p
- Kahl. (2024). *Kahl*. Obtenido de <https://www.akahl.com/es/maquinas/triturar/molino-quebrantador-de-rodillos/>

MINISTERIO AGROPECUARIO Y FORESTAL. (2006). *CENIDA - UNA*. Obtenido de <https://cenida.una.edu.ni/relectronicos/RENF01N583i.pdf>

SINDER Industry Machinery. (2024). *Alibaba*. Obtenido de <https://spanish.alibaba.com/product-detail/Industrial-Production-Mega-Oil-Expeller-Rapeseed-1601193941296.html>

Wuxi Nuo Yun Machine Co. (2024). *Alibaba*. Obtenido de <https://spanish.alibaba.com/product-detail/500L-1000L-Stainless-Steel-Tank-With-1601238136333.html?spm=a2700.7724857.0.0.2118642fx0AejD>

Zhongxin Heavy Industry. (2024). *Zhongxin Heavy Industry*. Obtenido de https://www.zxcrusher.es/productos/screening-washing-equipment/13.html?campaignid=1593015522&adgroupid=57616203982&feeditemid=&targetid=kwd-333156839200&device=c&creative=614895826494&keyword=zarandas%20vibratorias&gad_source=1&gclid=Cj0KCQjwm5e5BhCWARIsA

ANEXOS

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo A. Formato de recolección de información primaria.	74
Anexo B. Balance masa de las etapas del proceso productivo	76
Anexo C. Tablas de requerimientos de equipos	79
Anexo D. Precio de equipos industriales	80
Anexo E. Determinacion de Montos de la Inversion del Proyecto	81
Anexo F. Estados de resultados.....	88
Anexo G. Resultados de las encuestas realizadas.....	91

Anexo A. Formato de recolección de información primaria.

Encuesta aceite de soya

Somos estudiantes de la carrera de Ingeniería Química de la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI) quienes actualmente nos encontramos realizando un Estudio de Pre- factibilidad para la puesta en marcha de una planta de aceite de soya. El objetivo de esta encuesta es determinar la demanda efectiva de este producto en la ciudad de Managua. Cabe mencionar que el procesamiento de estos datos será completamente anónimo.

1. Edad *

Menor de 21	☐
21 - 30	☐
31 - 40	☐
41- 50	☐
Mayor de 50	☐

2. Sexo *

M	☐
F	☐

3. ¿Qué método emplea usted para freír sus alimentos? *

En caso de responder “Utilizando únicamente aceite.” o “Ambas.” puede proseguir la encuesta, en caso contrario, gracias por su tiempo.

Utilizando únicamente aceite.	☐
Utilizando únicamente freidora de aire.	☐
Ambas.	☐

4. ¿Con qué frecuencia utiliza el aceite?

Diariamente.	☐
6-5 días por semana.	☐
4-3 días por semana.	☐
2-1 día por semana	☐
Other:	☐

5. ¿Qué presentación le es preferible comprar?

200 mL	☐
500 mL	☐
1000 mL	☐
2000 mL	☐
Other: _____	☐

6. ¿Cada cuánto compra aceite de cocina?

Diario.

Semanal.

Quincenal.

Mensual.

Other:

7. ¿Qué marca compra usted actualmente?

Al momento de comprar elige por:

Calidad

Precio

Presentación

Nacionalidad

Other: _____

Anexo B. Balance masa de las etapas del proceso productivo

Figura B1

Esquema de balance etapa de limpieza

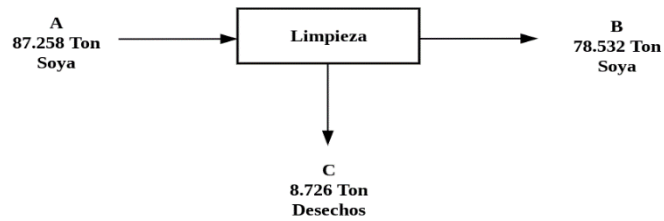


Figura B2

Esquema de balance etapa de Quebrantado

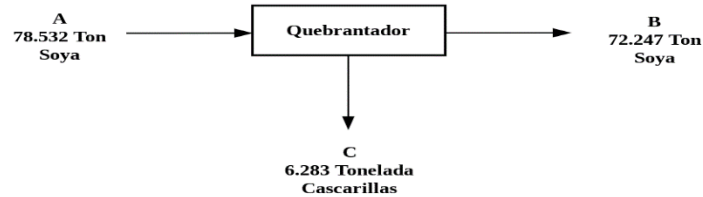


Figura B3

Esquema de balance etapa de extrusado

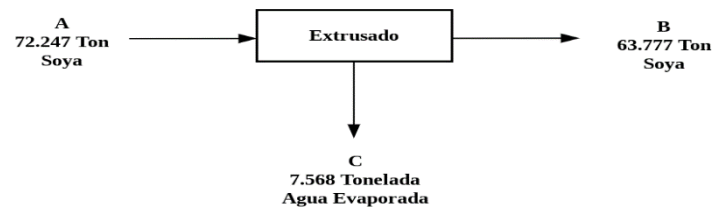
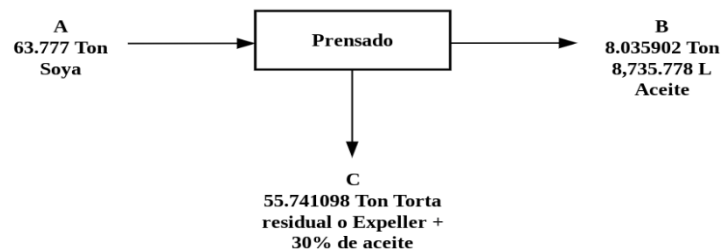


Figura B4

Esquema de balance etapa de Prensado



A= Cantidad de frijol de soya (Ton).
B= Aceite de soya extraído del prensado
Litros).

C= Sólidos (Expeller).

Figura B5

Esquema de balance etapa de filtración y centrifugado

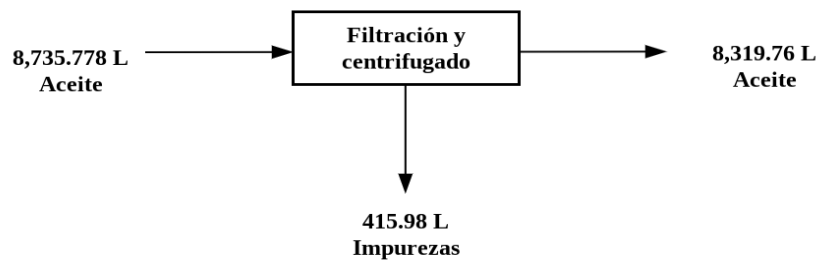


Figura B6

Esquema de balance etapa de desgomado

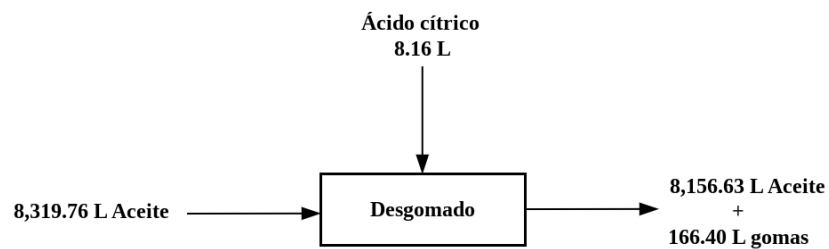


Figura B7

Esquema de balance etapa de solución de hidróxido de sodio para el neutralizado

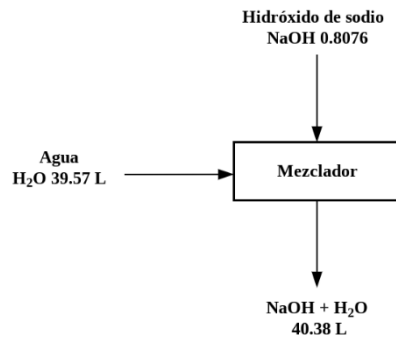


Figura B8

Esquema de balance etapa de neutralización

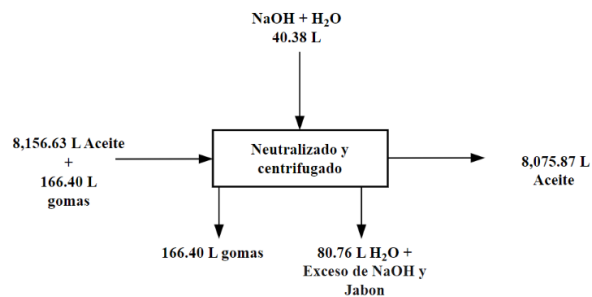


Figura B9

Esquema de balance etapa de lavado y centrifugación

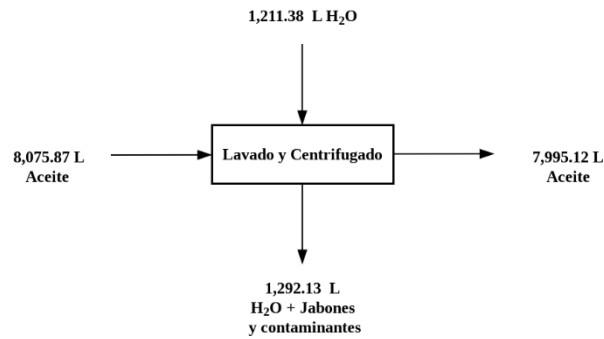


Figura B10

Esquema de balance etapa de decoloración

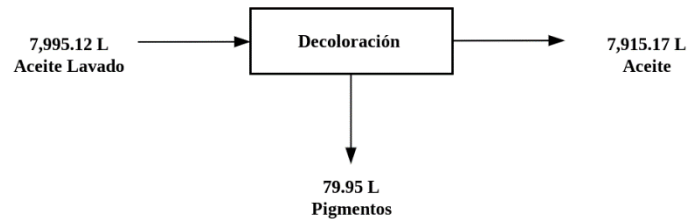


Figura B11

Esquema de balance etapa de desodorizado

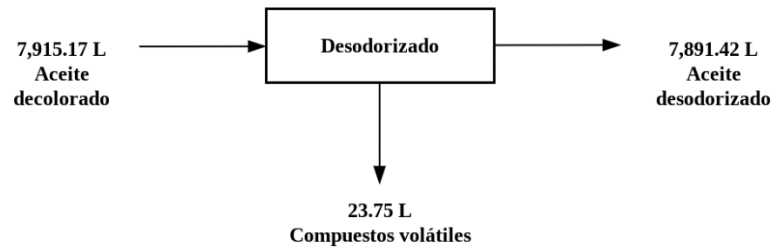
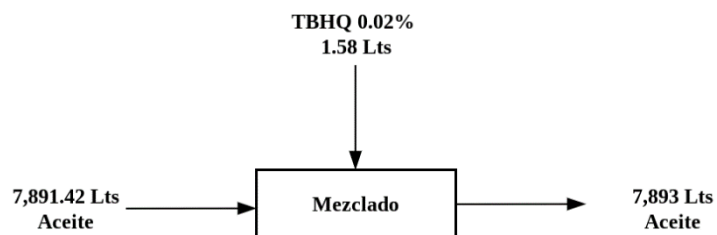


Figura B12

Esquema de balance etapa de conservación



Anexo C. Tablas de requerimientos de equipos

Tabla C1

Requerimiento de equipos menores

Accesorio	Cantidad
Tuberías	17
Controlador de humedad	2
Controlador de temperatura	2
Controlador de flujo	6
Roscas de interconexión y recirculación	1
FT - NIR	1
TANGO FT-NIR	1

Tabla C2

Requerimiento de energía eléctrica para los equipos de oficina

Equipos	Cantidad	Potencia KW	horas	kwh/año
Microondas	2	1.2	0.5	298.8
Refrigeradora	1	0.65	24	3884.4
Cafetera	4	0.75	3	2241
Impresora	5	0.15	1	186.75
Computadora	18	0.2	8	7171.2
Aire acondicionado	11	1.8	9	44371.8
Fluorecentes	15	0.04	12	1792.8
Data show	1	0.5	40	4980
Total				64,926.75

Tabla C3

Requerimiento de obras civiles

Descripción	Área m ²	Descripción	Área m ²
Área de terreno no construido	3702	Área de servicios sanitarios	6
Área de la planta de producción	1060	Área de carga y descarga	615
Área de acceso	20	Área de recepción y sala de espera	54
Área de vestidores	36	Área de aula	38
Área de sanitizado	35	Área de comedor	84
Área de almacén de expeler	25	Área de dirección general	28
Área de almacén de insumos	44	Área de secretaría	17
Área de almacén de producto final	43	Área de dirección técnica	23
Área de control de calidad	30	Área de servicios sanitarios administración	4
Área de cuarto de control	30	Área de Oficinas	46
Área de almacén de botellas	43	Área de sala de juntas	25
Área de embotellamiento	97	Área del pasillo	66
		Área de vigilancia	14

Anexo D. Precio de equipos industriales

Tabla D1

Equipos industriales involucrados en las etapas de proceso

Equipo	Cantidad	Precio	Sub-Total	Fletes / seguro	Instalación	Total, por equipo
Camión MAFAL09	2	\$45,000.00	\$90,000.00	\$27,000.00		\$117,000.00
Balanza de camiones Modelo TS3-10	1	\$4,600.00	\$4,600.00	\$1,380.00	\$920.00	\$6,900.00
Plataforma volcadora MCD-80	1	\$70,000.00	\$70,000.00	\$21,000.00	\$14,000.00	\$105,000.00
Fosa	1	\$2,000.00	\$2,000.00			\$2,000.00
Noria Chev	1	\$3,800.00	\$3,800.00	\$1,140.00	\$760.00	\$5,700.00
Redler FU270 Redler conveyor	1	\$3,200.00	\$3,200.00	\$960.00	\$640.00	\$4,800.00
Sistema de control	1	\$1,500.00	\$1,500.00	\$87.00	\$58.00	\$1,645.00
Silos	5	\$7,800.00	\$39,000.00	\$11,700.00	\$7,800.00	\$58,500.00
Sinfin LS200	1	\$5,000.00	\$5,000.00	\$1,500.00	\$1,000.00	\$7,500.00
Zaranda de prelimpieza 2YK1237	1	\$7,562.00	\$7,562.00	\$1,350.00	\$900.00	\$9,812.00
Silo pulmón interno	1	\$6,500.00	\$6,500.00	\$1,950.00	\$1,300.00	\$9,750.00
Molino quebrador	1	\$2,108.00	\$2,108.00	\$632.40	\$421.60	\$3,162.00
Alimentador helicoidal	1	\$5,000.00	\$5,000.00	\$1,500.00	\$1,000.00	\$7,500.00
Extrusor	1	\$10,102.00	\$10,102.00	\$6,900.00	\$4,600.00	\$21,602.00
Sinfin LS200	1	\$5,000.00	\$5,000.00	\$1,500.00	\$1,000.00	\$7,500.00
Prensa continua tipo expeler	1	\$25,255.00	\$25,255.00	\$12,960.00	\$8,640.00	\$46,855.00
Separador de borra centrifugo	1	\$12,500.00	\$12,500.00	\$600.00	\$300.00	\$13,400.00
Tanque de ácido cítrico	1	\$8,083.00	\$8,083.00	\$240.00	\$160.00	\$8,483.00
Depósito de agua	1	\$1,500.00	\$1,500.00	\$450.00	\$300.00	\$2,250.00
Tanque de hidróxido de sodio ACE-JBG-G907	1	\$8,083.00	\$8,083.00	\$450.00	\$300.00	\$8,833.00
Tanque de agua	2	\$4,728.00	\$9,456.00	\$1,418.40	\$945.60	\$11,820.00
Tanque NAOH preparado CG-1000	1	\$8,083.00	\$8,083.00	\$300.00	\$200.00	\$8,583.00
Bomba centrifuga	2	\$1,200.00	\$2,400.00	\$1,734.00	\$1,156.00	\$5,290.00
Sistema de control	1	\$1,500.00	\$1,500.00	\$600.00	\$500.00	\$2,600.00
Equipo blanqueo, filtración y desodorización	1	\$5,304.00	\$5,304.00	\$6,000.00	\$4,000.00	\$15,304.00
Tanque de almacenamiento	2	\$3,500.00	\$7,000.00	\$1,500.00	\$1,000.00	\$9,500.00
Calentador	1	\$8,000.00	\$8,000.00	\$900.00	\$600.00	\$9,500.00
Envasado y etiquetado	1	\$13,091.00	\$13,091.00	\$7,500.00	\$5,000.00	\$25,591.00
Montacargas CPD05	2	\$4,200.00	\$8,400.00	\$2,520.00		\$10,920.00
Camiones cerrados HOWO A7 6x4	2	\$28,000.00	\$56,000.00	\$16,800.00		\$72,800.00
Total						\$620,100.00

Anexo E. Determinacion de Montos de la Inversion del Proyecto

Tabla E1

Costo de obras civiles y terreno

Descripción	Área m ²	Costo Unitario del m ²	Costo Total (U)
Área de terreno no construido	3702	\$80.00	\$296,160.00
Área de la planta de producción	1060	\$60.00	\$63,600.00
Área de acceso	20	\$50.00	\$1,000.00
Área de vestidores	36	\$65.00	\$2,340.00
Área de sanitizado	35	\$45.00	\$1,575.00
Área de almacén de expeler	25	\$70.00	\$1,750.00
Área de almacén de insumos	44	\$45.00	\$1,980.00
Área de almacén de producto final	43	\$60.00	\$2,580.00
Área de control de calidad	30	\$50.00	\$1,500.00
Área de cuarto de control	30	\$40.00	\$1,200.00
Área de almacén de botellas	43	\$60.00	\$2,580.00
Área de embotellamiento	97	\$50.00	\$4,850.00
Área de servicios sanitarios	6	\$40.00	\$240.00
Área de carga y descarga	615	\$50.00	\$30,750.00
Área de recepción y sala de espera	54	\$60.00	\$3,240.00
Área de aula	38	\$75.00	\$2,850.00
Área de comedor	84	\$80.00	\$6,720.00
Área de dirección general	28	\$50.00	\$1,400.00
Área de secretaría	17	\$65.00	\$1,105.00
Área de dirección técnica	23	\$50.00	\$1,150.00
Área de servicios sanitarios administración	4	\$70.00	\$280.00
Área de Oficinas	46	\$80.00	\$3,680.00
Área de sala de juntas	25	\$70.00	\$1,750.00
Área del pasillo	66	\$40.00	\$2,640.00
Área de vigilancia	14	\$30.00	\$420.00
Terreno	7000		\$100,000.00
Total, Obras Civiles y Terreno U			\$537,340.00

- **Mobiliario y equipos de oficina**

Estos equipos son parte del material que facilita el buen funcionamiento administrativo de la empresa. Dentro del mobiliario y equipos de oficina se comprende el área de comedor y servicios sanitarios. En la Tabla E2 se presentan los principales artículos y muebles de oficina necesarios.

Tabla E2

Costos de Oficina

Equipos	Cantidad	Precio Unitario	Subtotal
Escritorio	18	\$75.00	\$1,350.00
Sillas de oficina	18	\$20.00	\$360.00
Computadora	18	\$290.00	\$5,220.00
Impresora / fotocopidora	5	\$550.00	\$2,750.00
Estabilizador y batería para computadora	18	\$6.90	\$124.20
Archivador	8	\$60.00	\$480.00
Aire acondicionado	11	\$298.00	\$3,278.00
Teléfono	17	\$119.00	\$2,023.00
Papeleras	20	\$4.00	\$80.00
Sillas de espera	10	\$40.00	\$400.00
Mesa para cafetera	4	\$60.00	\$240.00
Cafetera	4	\$56.00	\$224.00
Data show	1	\$50.00	\$50.00
Mesa de conferencia	1	\$70.00	\$70.00
Oasis	4	\$100.00	\$400.00
Total			\$17,049.20

Tabla E3*Costos de materiales de comedor*

Equipos	Cantidad	Precio Unitario	Subtotal
Mesa plásticos	9	\$16.00	\$144.00
Sillas de plásticos	45	\$19.00	\$855.00
Microondas	2	\$96.00	\$192.00
Lava manos	1	\$13.00	\$13.00
Refrigeradora	1	\$228.00	\$228.00
Cocina industrial	1	\$340.00	\$340.00
Total			\$1,772.00

Tabla E4*Costos de Área de Sanitarios*

Equipos	Cantidad	Precio Unitario	Subtotal
Servicio sanitario	12	\$16.00	\$192.00
Lavamanos	8	\$19.00	\$152.00
Total			\$344.00

- **Equipos Auxiliares**

Están constituidos por los equipos utilizados en labores secundarias, dentro de la empresa. La Tabla E5 incluye equipos y cristalería utilizados en el Área de Control de Calidad.

Tabla E5*Costos de Equipos de laboratorio*

Equipos	Cantidad	Precio Unitario	Subtotal
Mesas de azulejos	1	\$60.00	\$60.00
Estante de cristalera	1	\$60.00	\$60.00
Báscula de laboratorio	2	\$82.00	\$164.00
Gabacha	3	\$17.00	\$51.00
Espátula	5	\$2.00	\$10.00
Beaker 500 mL	8	\$34.00	\$272.00
Espectrofotómetro TANGO FT-NIR	1	\$4,000.00	\$4,000.00
Espectroscopía FT-NIR	1	\$3,500.00	\$3,500.00
Erlenmeyer 500 mL	8	\$29.00	\$232.00
Termómetro	2	\$0.50	\$1.00
Bureta de 50 ml.	10	\$40.00	\$400.00
Total			\$8,750.00

Tabla E6*Costos de Accesorios Industriales*

Accesorio	Cantidad	Precio Unitario	Subtotal
Tuberías	17	\$60.00	\$1,020.00
Sensor de humedad	2	\$22.00	\$44.00
Sensor de temperatura	2	\$22.00	\$44.00
Controlador de flujo	6	\$200.00	\$1,200.00
Roscas de interconexión y recirculación	1	\$10.00	\$10.00
Total			\$2,318.00

- **Determinación de Costos de producción**
 - **Materia prima e insumos**

Los costos asociados con los requerimientos de materia prima e insumos se ven reflejados en la Tabla E7 donde se proyecta la cantidad necesaria en el año operativo.

Tabla E7*Costos de Materia Prima, Insumos y Empaque*

N°	Componente	Ton/día	Ton/semana	Ton/mes	Ton/año	Precio por Ton	Gasto anual
1	Soya	87.258	436.29	1,745.16	20,941.92	\$710	\$14,868,763.2
2	Ácido cítrico	0.00816	0.0408	0.16	1.96	\$13,081	\$25,638.76
3	Hidróxido de sodio	0.00081	0.00404	0.02	0.19	\$6,432.	\$1,223
4	TBHQ	0.00158	0.0079	0.03	0.38	\$15,000	\$5,700
5	Botellas (Unidades)	7,893	39465	157,860.00	1,894,320.00	\$1.03	\$1,951,150
Total							\$16,852,474.96

- **Agua**

Para el cálculo de precios del consumo de agua, se toma la tarifa oficial de Enacal de C\$34.23, el equivalente a \$0.95 por m³. Aparte del agua que se utiliza como materia prima, se consume agua en otros servicios como lavado de la planta. A continuación, se presentan los detalles de estos en la Tabla E8. La tarifa por m³ es la misma que la anterior.

Tabla E8*Costos de Agua*

Requerimientos de agua	Ton/año	Precio por m ³	Subtotal
Agua del proceso	300.756	\$0.95	\$285.72
Lavado de la planta y otros servicios	150	\$0.95	\$142.50
Total			\$428.22

- Electricidad

Para el cálculo de precios del consumo de agua, se toma la tarifa según INE por kW para el sector industrial de C\$6.31, el equivalente a \$0.18 reflejado en la Tabla E9 y la Tabla E10.

Tabla E9*Consumo energético de equipos de proceso*

Equipo	Cantidad	Potencia individual (KW)	Horas	KW/año	Costo (\$) kW/año
Balanza de camiones	1	13	0.5	1,566.50	\$281.97
Plataforma volcadora	1	30	0.5	3,615.00	\$650.70
Noria	1	5.5	2.3	3,048.65	\$548.76
Redler	1	11	2.3	6,097.30	\$1,097.51
Monitor de control	1	0.211	24	1,220.42	\$219.68
Sinfín	1	5	2.3	2,771.50	\$498.87
Zaranda de prelimpieza	1	11	2.8	7,422.80	\$1,336.10
Molino quebrador	1	25	4.3	25,907.50	\$4,663.35
Alimentador helicoidal	1	5	4.3	5,181.50	\$932.67
Extrusor	1	90	4.3	93,267.00	\$16,788.06
Sinfín	1	5	4.3	5,181.50	\$932.67
Prensa continua tipo expeller	1	38.5	11.63	107,908.96	\$19,423.61
Separador centrífugo	1	7.5	11.63	21,021.23	\$3,783.82
Tanque de hidróxido de sodio	1	50	5	60,250.00	\$10,845.00
Tanque mezclador de neutralizado	1	50	11.63	140,141.50	\$25,225.47
Tanque mezclador de lavado	1	50	11.63	140,141.50	\$25,225.47
Bomba centrífuga	17	0.75	20	61,455.00	\$11,061.90
Equipo de desodorizado	1	20	11.63	56,056.60	\$10,090.19
Tanque mezclador con calefacción	1	50	11.63	140,141.50	\$25,225.47
Envasado y etiquetado	1	2	0.92	443.44	\$79.82
Total				882,839.39	\$158,911.09

Tabla E10*Costos de Electricidad*

	kW/año	Costo al año
Equipos mayores	882,839.39	\$158,911.09
Equipos de oficina	60,186.75	\$12,699.40
Total	943,026.14	\$171,610.49

- Combustible

El consumo total de combustible se observa en la Tabla E11 donde se presenta los precios de consumo de combustible anuales. Este consumo de combustible comprende los camiones.

Tabla E11*Costos de Combustible*

Recorrido	Distancia (Km)	Combustible requerido por viaje (L)	Combustible al año (L)	Precio de combustible por viaje	Precio al año (164 Viajes)
Corinto-Managua	152.9	61.16	10030.24	\$80.12	\$13,139.61
Corinto-Leon	61.1	24.44	4008.16	\$32.02	\$5,250.69
Corinto-Chinandega	19.8	7.92	1298.88	\$10.38	\$1,701.53
Total	233.8	93.52	15337.28	\$122.51	\$20,091.84

Tabla E12*Costos de mano de obra indirecta*

Cargo	Cant.	Salario Bruto Mensual (US)	Salario bruto Mensual total (US)	INSS patronal (US)	INATEC (US)	Costo mensual (US)	Costo anual (US)	13vo mes	14vo mes	Total, anual (US)
Gerente de Fabrica	1	750	750	168.75	15	933.75	11,205	750	750	12,705
Electricistas	1	600	600	135	12	747	8,964	600	600	10,164
Supervisor	3	600	1,800	405	36	2,241	26,892	1,800	1,800	30,492
Tablerista	3	450	1,350	303.75	27	1,680.75	20,169	1,350	1,350	22,869
Operarios	22	360	7,920	1,782	158.40	9,860.40	118,324.80	7,920	7,920	134,164.80
Área de almacén	3	350	1,050	236.25	21	1,307.25	15,687	1,050	1,050	17,787
Gerente de control de calidad	1	700	700	157.50	14	871.50	10,458	700	700	11,858
Laboratoristas	3	600	1,800	405	36	2,241	26,892	1,800	1,800	30,492
Total										270,531.80

Tabla E13
Costos administrativos

Cargo	No	Salario Bruto Mensual (US)	Salario bruto Mensual total (US)	INSS patronal (US)	INATEC (US)	Costo mensual (US)	Costo anual (US)	Decimo tercer mes	Vacaciones	Costo total anual (US)
Gerente General	1	1,000	1,000	225	20	1,245	14,940	1,000	1,000	16,940
Secretaria Ejecutiva	1	400	400	90	8	498	5,976	400	400	6,776
Gerente de recursos humanos	1	600	600	135	12	747	8,964	600	600	10,164
Planilla	1	750	750	168.75	15	933.75	11,205	750	750	12,705
Gerente Servicios Generales	1	750	750	168.75	15	933.75	11,205	750	750	12,705
Cocineras	2	340	680	153	13.60	846.60	10,159.20	680	680	11,519.20
Jardineros	2	250	500	112.50	10	622.50	7,470	500	500	8,470
Contador auditor	1	700	700	157.50	14	871.50	10,458	700	700	11,858
Presupuesto	1	600	600	135	12	747	8,964	600	600	10,164
Compras	1	600	600	135	12	747	8,964	600	600	10,164
Gerente de Ventas	1	500	500	112.50	10	622.50	7,470	500	500	8,470
Ejecutivos de Ventas	2	450	900	202.50	18	1,120.50	13,446	900	900	15,246
Cajera	1	250	250	56.25	5	311.25	3,735	250	250	4,235
Choferes	4	350	1,400	315	28	1,743	20,916	1,400	1,400	23,716
Total										163,132.2

Anexo F. Estados de resultados

Tabla F1

Estado de resultado – Escenario 1

Item \ Año	2023	2024	2025	2026	2027	2028
Ingresos (+)		25,181,064.00	25,181,064.00	25,181,064.00	25,181,064.00	25,181,064.00
Costos (-)		-	-	-	-	-
		17,590,279.51	17,590,279.51	17,590,279.51	17,590,279.51	17,590,279.51
Costos de renovación de bienes (-)		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Depreciación (-)		-115,903.84	-115,903.84	-115,903.84	-115,903.84	-115,903.84
Interés Bancario (-)		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Utilidad antes de Imp.		7,474,880.65	7,474,880.65	7,474,880.65	7,474,880.65	7,474,880.65
IVA de las ventas (15%) (-)		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Impuestos (30%) (-)		-2,242,464.20	-2,242,464.20	-2,242,464.20	-2,242,464.20	-2,242,464.20
Impuestos sobre bienes inmuebles (-)		-3,948.85	-3,598.98	-3,249.10	-2,899.23	-2,549.36
Utilidad después Imp.		5,228,467.61	5,228,817.48	5,229,167.35	5,229,517.22	5,229,867.10
Pago préstamo (-)		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Depreciación (+)		115,903.84	115,903.84	115,903.84	115,903.84	115,903.84
Valor de salvamento de edificios (+)		0.00	0.00	0.00	0.00	218,670.00
Valor de salvamento de equipos de proceso (+)		0.00	0.00	0.00	0.00	310,050.00
Valor de salvamento de equipos de oficina (+)		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Valor de salvamento de equipos auxiliares (+)		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Valor de salvamento de terreno (+)		0.00	0.00	0.00	0.00	206,437.78
Valor de salvamento de vehiculos de transporte (+)		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Inversión Inicial (-)	-18,768,836.04					
Préstamo Bancario (+)	0.00					
Flujo Neto de Efectivo	-18,768,836.04	5,344,371.45	5,344,721.32	5,345,071.19	5,345,421.06	6,080,928.71

Tabla F2*Estado de resultado – Escenario 2*

Item \ Año	2023	2024	2025	2026	2027	2028
Ingresos (+)		25,181,064.00	25,181,064.00	25,181,064.00	25,181,064.00	25,181,064.00
Costos (-)		- 17,590,279.51	- 17,590,279.51	- 17,590,279.51	- 17,590,279.51	- 17,590,279.51
Costos de renovación de bienes (-)		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Depreciación (-)		-115,903.84	-115,903.84	-115,903.84	-115,903.84	-115,903.84
Interés Bancario (-)		-675,678.10	-562,777.38	-439,715.61	-305,578.27	-159,368.57
Utilidad antes de Imp.		6,799,202.55	6,912,103.27	7,035,165.04	7,169,302.38	7,315,512.08
IVA de las ventas (15%) (-)		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Impuestos (30%) (-)		-2,039,760.77	-2,073,630.98	-2,110,549.51	-2,150,790.71	-2,194,653.62
Impuestos sobre bienes inmuebles (-)		-3,948.85	-3,598.98	-3,249.10	-2,899.23	-2,549.36
Utilidad después Imp.		4,755,492.94	4,834,873.31	4,921,366.43	5,015,612.43	5,118,309.10
Pago préstamo (-)		-1,254,452.37	-1,367,353.08	-1,490,414.86	-1,624,552.20	-1,770,761.90
Depreciación (+)		115,903.84	115,903.84	115,903.84	115,903.84	115,903.84
Valor de salvamento de edificios (+)		0.00	0.00	0.00	0.00	218,670.00
Valor de salvamento de equipos de proceso (+)		0.00	0.00	0.00	0.00	310,050.00
Valor de salvamento de equipos de oficina (+)		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Valor de salvamento de equipos auxiliares (+)		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Valor de salvamento de terreno (+)		0.00	0.00	0.00	0.00	183,917.65
Valor de salvamento de vehiculos de transporte (+)		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Inversión Inicial (-)	-18,768,836.04					
Préstamo Bancario (+)	7,507,534.42					
Flujo Neto de Efectivo	-11,261,301.62	3,616,944.41	3,583,424.07	3,546,855.40	3,506,964.07	4,176,088.69

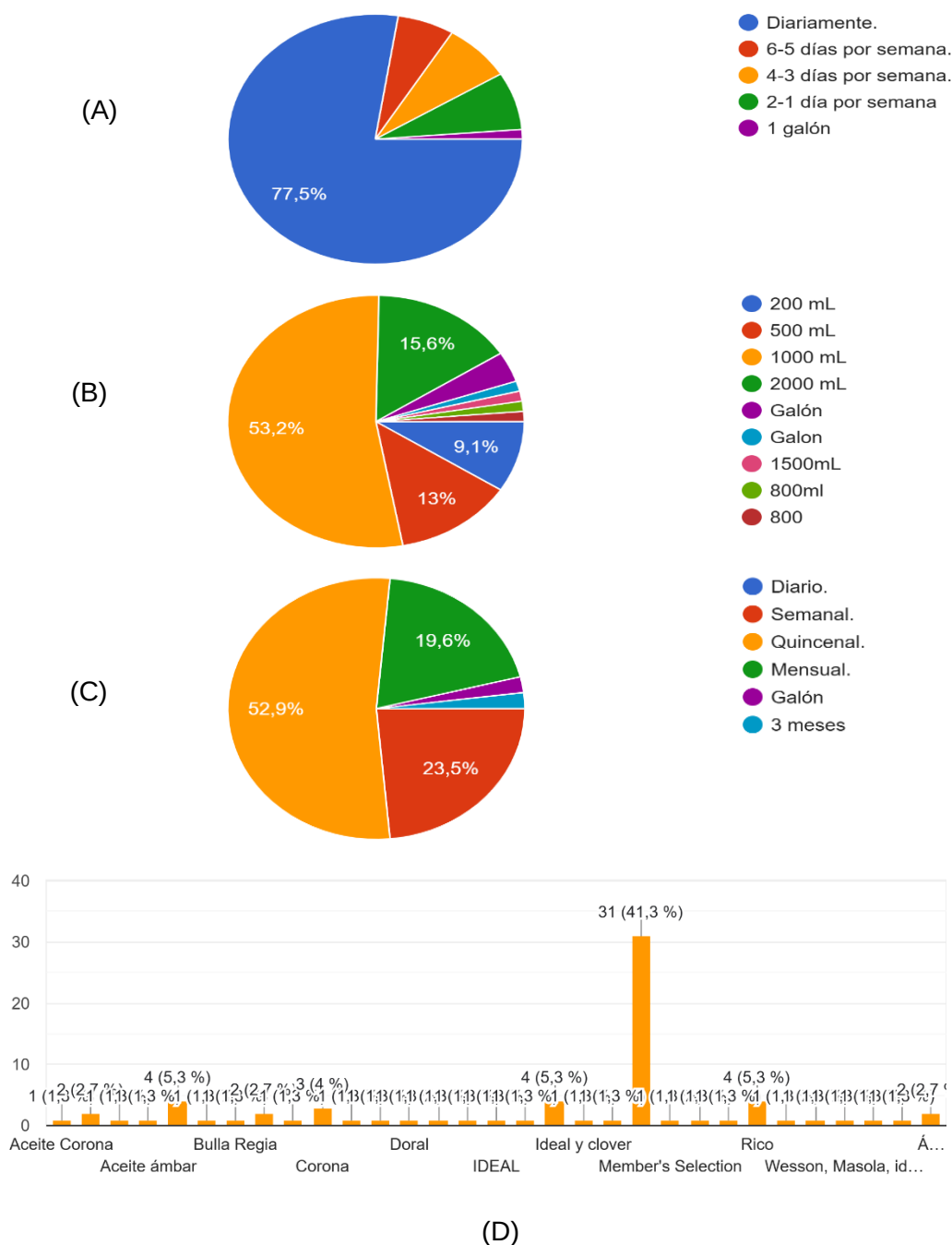
Tabla F3*Estado de resultado – Escenario 3*

Item \ Año	2023	2024	2025	2026	2027	2028
Ingresos (+)		25,181,064.00	25,181,064.00	25,181,064.00	25,181,064.00	25,181,064.00
Costos (-)		-	-	-	-	-
		17,590,279.51	17,590,279.51	17,590,279.51	17,590,279.51	17,590,279.51
Costos de renovación de bienes (-)		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Depreciación (-)		-115,903.84	-115,903.84	-115,903.84	-115,903.84	-115,903.84
Interés Bancario (-)		-1,182,436.67	-984,860.42	-769,502.31	-534,761.97	-278,895.00
Utilidad antes de Imp.		6,292,443.98	6,490,020.23	6,705,378.34	6,940,118.68	7,195,985.65
IVA de las ventas (15%) (-)		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Impuestos (30%) (-)		-1,887,733.19	-1,947,006.07	-2,011,613.50	-2,082,035.60	-2,158,795.70
Impuestos sobre bienes inmuebles (-)		-3,948.85	-3,598.98	-3,249.10	-2,899.23	-2,549.36
Utilidad después Imp.		4,400,761.94	4,539,415.18	4,690,515.73	4,855,183.84	5,034,640.60
Pago préstamo (-)		-2,195,291.65	-2,392,867.90	-2,608,226.01	-2,842,966.35	-3,098,833.32
Depreciación (+)		115,903.84	115,903.84	115,903.84	115,903.84	115,903.84
Valor de salvamento de edificios (+)		0.00	0.00	0.00	0.00	218,670.00
Valor de salvamento de equipos de proceso (+)		0.00	0.00	0.00	0.00	310,050.00
Valor de salvamento de equipos de oficina (+)		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Valor de salvamento de equipos auxiliares (+)		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Valor de salvamento de terreno (+)		0.00	0.00	0.00	0.00	168,354.06
Valor de salvamento de vehiculos de transporte (+)		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Inversión Inicial (-)	-18,768,836.04					
Préstamo Bancario (+)	13,138,185.23					
Flujo Neto de Efectivo	-5,630,650.81	2,321,374.13	2,262,451.13	2,198,193.56	2,128,121.33	2,748,785.18

Anexo G. Resultados de las encuestas realizadas

Figura G1

Gráficas de los resultados obtenidos en las encuestas



Nota: En la Figura G1 se observan los resultados a las siguientes preguntas. (A) ¿Con qué frecuencia utiliza el aceite?, (B) ¿Qué presentación le es preferible comprar?, (C) ¿Cada cuánto compra aceite de cocina?, (D) ¿Qué marca compra usted actualmente?