

Proyecto de inversión para la creación de una planta de purificación de lecitina

Montoya, Mauro Rodolfo

Zelaya, Agustín

Trabajo Final de la Carrera Ingeniería Industrial

Departamento de Ingeniería Industrial

Facultad de Ingeniería

Universidad Nacional de Mar del Plata

Mar del Plata, abril 2021



RINFI se desarrolla en forma conjunta entre el INTEMA y la Biblioteca de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Mar del Plata.

Tiene como objetivo recopilar, organizar, gestionar, difundir y preservar documentos digitales en Ingeniería, Ciencia y Tecnología de Materiales y Ciencias Afines.

A través del Acceso Abierto, se pretende aumentar la visibilidad y el impacto de los resultados de la investigación, asumiendo las políticas y cumpliendo con los protocolos y estándares internacionales para la interoperabilidad entre repositorios



Esta obra está bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-
NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).

Proyecto de inversión para la creación de una planta de purificación de lecitina

Montoya, Mauro Rodolfo

Zelaya, Agustín

Trabajo Final de la Carrera Ingeniería Industrial

Departamento de Ingeniería Industrial

Facultad de Ingeniería

Universidad Nacional de Mar del Plata

Mar del Plata, abril 2021

“Proyecto de inversión para la creación de
una planta de purificación de lecitina”

Autores

Montoya, Mauro Rodolfo

Zelaya, Agustín

Directora

Ing. Gadaleta, Liliana

Facultad de Ingeniería - UNMDP

Evaluadores

Ing. Carrizo, Guillermo

Facultad de Ingeniería - UNMDP

Ing. Esteban, Alejandra

Facultad de Ingeniería - UNMDP

ÍNDICE

ÍNDICE	iii
ÍNDICE DE CUADROS	v
ÍNDICE DE FIGURAS	vii
TABLA DE SIGLAS	viii
GLOSARIO	ix
RESUMEN	x
PALABRAS CLAVES	x
1. INTRODUCCIÓN	1
2. MARCO TEÓRICO.....	8
2.1. ANÁLISIS FODA	8
2.2. ESTUDIO DE MERCADO	8
2.3. RECOPIACIÓN DE DATOS.....	9
2.4. MODELO DE LAS 5 FUERZAS DE PORTER.....	10
2.5. PRONÓSTICOS.....	11
2.6. DIAGRAMA DE FLUJO.....	12
2.7. LAYOUT.....	12
2.7.1. Diagrama de relación de actividades.....	12
2.7.2. Hoja de trabajo.....	14
2.7.3. Diagrama adimensional de bloques	14
2.8. PROCESO ANALÍTICO JERÁRQUICO (PAJ).....	15
2.9. INVERSIÓN TOTAL.....	17
2.10. MÉTODO DE FACTORES.....	17
2.11. COSTOS DE PRODUCCIÓN	19
2.12. RENTABILIDAD DE UN PROYECTO.....	19
2.13. PUNTO DE EQUILIBRIO.....	20
3. DESARROLLO.....	22
3.1. ESTUDIO DE MERCADO	22
3.1.1. Análisis del sector	22
3.1.2. Presentaciones del producto.....	30
3.1.3. Análisis del entorno del negocio.....	31
3.1.4. Estimación de la demanda	33
3.1.5. Análisis del precio de venta.....	34

3.2.	ESTUDIO TÉCNICO	34
3.2.1.	Caracterización técnica del producto.....	34
3.2.2.	Análisis de alternativas tecnológicas	36
3.2.3.	Especificación del proceso.....	39
3.2.4.	Capacidad de producción.....	44
3.2.5.	Requerimientos de insumos	45
3.2.6.	Distribución en planta.....	47
3.2.7.	Localización	54
3.3.	ESTUDIO ECONÓMICO	58
3.3.1.	Inversión fija total	58
3.3.2.	Capital de trabajo	60
3.3.3.	Inversión total.....	61
3.3.4.	Precio de venta	61
3.3.5.	Costos de producción.....	61
3.3.6.	Rentabilidad	66
3.3.7.	Análisis del punto de equilibrio	68
4.	CONCLUSIONES.....	70
5.	BIBLIOGRAFÍA	72
6.	ANEXOS	75
6.1.	Software Crystal Ball.....	75
6.1.1.	Informe Crystal Ball: Leche en polvo	76
6.1.2.	Informe Crystal Ball: Chocolate	78
6.1.3.	Informe Crystal Ball: Helado.....	80
6.1.4.	Informe Crystal Ball: Pan.....	82
6.1.5.	Informe Crystal Ball: Pasta.....	84
6.2.	Análisis de consistencia	86
6.2.1.	Accesibilidad a la materia prima	86
6.2.2.	Cercanía al cliente	87
6.2.3.	Mano de obra.....	87
6.2.4.	Transporte y comunicación	88
6.2.5.	Criterios.....	89

ÍNDICE DE CUADROS

Tabla 1: Códigos del diagrama de relación de actividades.	13
Tabla 2: Hoja de trabajo.	14
Tabla 3: Tabla de Saaty.	16
Tabla 4: Principales productos exportados de la cadena de valor de la soja (2015).	24
Tabla 5: Mercados importadores para un producto exportado por Argentina (2018).	25
Tabla 6: Mercados proveedores para un producto importado por Argentina (2018).	27
Tabla 7: Tipo, contenido y usos de lecitina de soja.....	31
Tabla 8: Consumo anual estimado de lecitina purificada en 2026.	33
Tabla 9: Producción anual estimada de lecitina purificada.	33
Tabla 10: Presupuestos de lecitina purificada.	34
Tabla 11: Especificaciones físico-químicas de la lecitina comercial.....	35
Tabla 12: Especificaciones físico-químicas de la lecitina de soja desaceitada.	35
Tabla 13: Comparación entre extracción con disolventes y extracción con FSC.	38
Tabla 14: Porcentaje de utilización de la capacidad instalada.	45
Tabla 15: Potencia por equipo de producción.....	46
Tabla 16: Dimensiones de equipos.....	48
Tabla 17: Resumen de los requerimientos de espacio por área.	51
Tabla 18: Diagrama de relación de actividades.	52
Tabla 19: Hoja de trabajo.	53
Tabla 20: Escala de Saaty.....	56
Tabla 21: Matriz de comparaciones pareadas y vector de prioridades para el criterio accesibilidad de la materia prima.	56
Tabla 22: Matriz de comparaciones pareadas y vector de prioridades para el criterio cercanía al cliente.....	57
Tabla 23: Matriz de comparaciones pareadas y vector de prioridades para el criterio mano de obra.....	57
Tabla 24: Matriz de comparaciones pareadas y vector de prioridades para el criterio transporte y comunicación.....	57

Tabla 25: Matriz de comparaciones pareadas y vector de prioridades para los cuatro criterios.	57
Tabla 26: Jerarquización del PAJ para las alternativas de decisión.....	58
Tabla 27: Valor total de los equipos de proceso y auxiliares.	59
Tabla 28: Cálculo de la inversión fija por el método de los factores.....	60
Tabla 29: Cálculo de costos fijos y variables para lecitina de soja purificada.....	65
Tabla 30: Cuadro de Usos y Fuentes.	67
Tabla 31: Variables involucradas en el análisis punto de equilibrio.	68

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Principales exportadores mundiales de porotos de soja.	1
Figura 2: Principales importadores mundiales de porotos de soja (Año 2017/2018).	2
Figura 3: Localización de la producción de soja y establecimientos industriales.	3
Figura 4: Producción de soja (promedio 2016 - 2018).	4
Figura 5: Capacidad de molienda (2018).	4
Figura 6: Principales empresas aceiteras (según capacidad instalada 2018).	5
Figura 7: Diagrama de relación de actividades.	13
Figura 8: Modelo de bloque para el diagrama adimensional.	15
Figura 9: Método para estimar IF por factores.	18
Figura 10: Diagrama de equilibrio estándar.	21
Figura 11: Países exportadores de lecitina (2019).	25
Figura 12: Países importadores de lecitina (2019).	26
Figura 13: Evolución de la producción de soja y aceite de soja en Argentina.	28
Figura 14: Disponibilidad de gomas crudas húmedas en Argentina.	28
Figura 15: Diagrama de flujo del proceso productivo.	40
Figura 16: Diagrama de relación de actividades.	52
Figura 17: Diagrama adimensional de bloques.	53
Figura 18: Plano de la planta.	54
Figura 19: Estructura de jerarquía.	56
Figura 20: Estructura de costos.	66
Figura 21: Flujos de Caja Acumulados.	68
Figura 22: Gráfico de punto de equilibrio.	69

TABLA DE SIGLAS

FODA: Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas.

PAJ: Proceso Analítico Jerárquico.

IE: Inversión en equipos principales del proceso.

IF: Inversión fija.

IFT: Inversión fija total.

IT: Inversión total.

PV: Precio de venta.

IV: Ingreso por ventas.

Iw: Capital de trabajo.

PBI: Producto bruto interno.

TIR: Tasa Interna de Retorno.

TRMA: Tasa de rentabilidad mínima aceptable.

TCM: Tasa de Contribución Marginal.

CFT: Costos Fijos Totales.

BNAI: Beneficio neto antes de impuestos.

PC: Fosfatidilcolina.

PE: Fosfatidiletanolamina.

PI: Fosfatidilinositol.

PA: Ácido fosfatídico

PS: Fosfatidilserina.

GLOSARIO

Fosfoaminolípidos: sustancias cuya composición, además de ácidos grasos y glicerinas, entra el ácido fosfórico y una base orgánica nitrogenada.

Higroscópico: capacidad de algunas sustancias de absorber humedad del medio circundante.

Surfactante: sustancia que ayuda en la mezcla de dos sustancias que normalmente son poco miscibles o difíciles de mezclar.

RESUMEN

El objetivo de este trabajo es el desarrollo de un proyecto de inversión para una planta de producción de lecitina de soja purificada, utilizando como materia prima las gomas crudas húmedas. El proyecto nace a partir de la oportunidad de incorporar valor agregado a un desecho, en este caso, las gomas crudas húmedas que se generan en el proceso de obtención de aceite de soja. Para llevar a cabo el objetivo, se realiza un estudio de mercado que determinará el mercado meta y la demanda, se analizan distintas alternativas tecnológicas y se define la extracción con fluidos supercríticos como el proceso de producción a utilizar. Adicionalmente, se determinan los requerimientos de espacio y se selecciona el lugar más conveniente para la instalación de la planta. Por último, se realiza el estudio económico con el fin de evaluar la rentabilidad del proyecto. La empresa estará ubicada en el Parque Industrial San Lorenzo en Santa Fe con una capacidad de 1.300 toneladas anuales de lecitina de soja purificada. Se considera una vida útil de 5 años para el proyecto y se requiere una inversión total de 5.183.629 USD. El tiempo de repago será de 2 años, resultando menor a la mitad de la vida útil del proyecto. La Tasa Interna de Retorno (TIR) obtenida para el proyecto es de 27%, la cual es mayor a la tasa de corte de 23,41%. Los estudios y evaluaciones realizadas indican que el proyecto es técnica y económicamente factible.

PALABRAS CLAVES

lecitina de soja, estudio de mercado, análisis de costos, rentabilidad, emulsionante.

1. INTRODUCCIÓN

La producción mundial de soja supera las 362 millones de toneladas en 2018/2019. Brasil (34,7%), Estados Unidos (32,8%) y Argentina (15,7%) concentran más del 80% de la producción mundial.

En 2017/2018 se comercializaron 150 millones de toneladas de porotos de soja. Los principales exportadores son Brasil, Estados Unidos y, en menor medida, Argentina, Canadá y Paraguay (figura 1). En particular, y a diferencia de otros granos, Argentina se caracteriza por industrializar gran parte de la producción dadas las ventajas que brinda la cercanía de la producción primaria al complejo industrial aceitero y el tamaño de las plantas procesadoras, competitivas a nivel mundial.

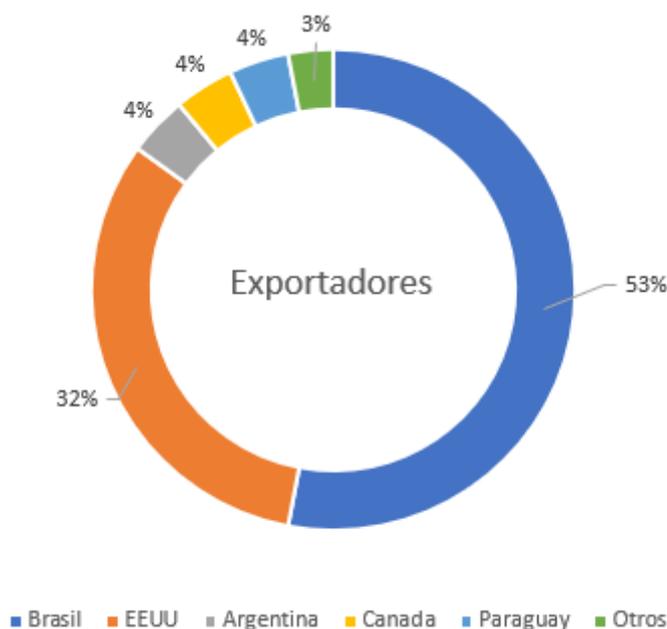


Figura 1: Principales exportadores mundiales de porotos de soja.

Fuente: Elaboración propia en base al Ministerio de Hacienda (2019).

Según el Ministerio de Hacienda (2019), China es el principal comprador de porotos de soja con más del 90% del total, mientras que la India, lo es del aceite de soja, con compras cercanas al 45% del total. En las harinas y pellets para la alimentación animal, cuyas exportaciones se encuentran más distribuidas, sobresale la participación de Vietnam (12%), Indonesia (10%), Argelia (6%) y países de la Unión Europea. Para el biodiesel, Países Bajos participa con cerca del 60% de las ventas.

En la figura 2 se muestran los principales importadores mundiales de porotos de soja en el año 2017/2018.

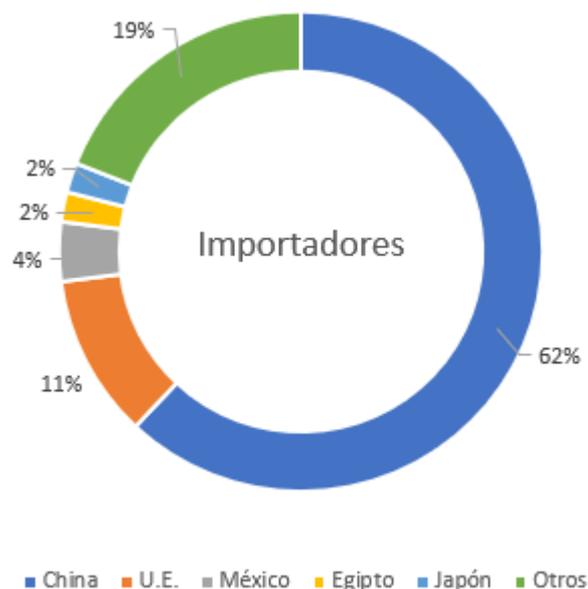


Figura 2: Principales importadores mundiales de porotos de soja (Año 2017/2018).
Fuente: Elaboración propia en base al Ministerio de Hacienda (2019).

Desde su introducción en la década del setenta y especialmente a partir de mediados de los noventa del siglo XX, el cultivo de soja tuvo una fuerte expansión en el país. La misma estuvo vinculada a la introducción de la semilla transgénica (soja RR) y del herbicida asociado, el glifosato. Estos insumos fueron complementados por el empleo de nuevas tecnologías de proceso como la siembra directa, que reduce al mínimo las tareas de labranza, al tiempo que reduce los ciclos de laboreo e incentiva el doble cultivo sobre la misma tierra en una campaña agrícola.

El aumento del área sembrada se dio tanto por sustitución de otros cultivos o de campos destinados a la ganadería, como por el avance de la soja sobre tierras deforestadas o de menor productividad que las del área pampeana, ampliando la frontera de producción. De esta manera se llega hasta la situación actual, donde la soja ocupa cerca de la mitad del total del área sembrada del país.

Argentina es un importante exportador de productos derivados de la soja a nivel mundial. En los últimos años la Unión Europea y China fueron los principales destinos de las exportaciones de la cadena representando cerca del 20% del total cada uno de ellos. Otros países hacia donde se dirigieron las ventas fueron India, Vietnam, Egipto, Indonesia e Irán.

La soja es la principal oleaginosa cultivada en Argentina. Sobresale del mercado con una participación cercana al 93%. Si se considera el promedio de los últimos 5 años de la producción de granos argentinos, la soja ocupa el primer lugar con más de 53 millones de toneladas anuales (Ministerio de Hacienda, 2019).

En la figura 3 se muestra la localización de la producción de soja y los establecimientos industriales en Argentina en 2018.

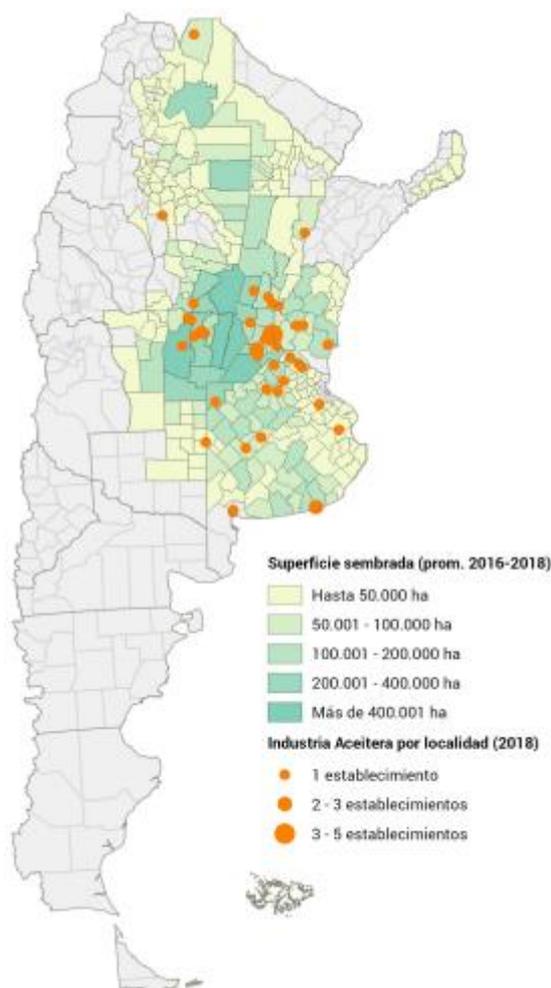


Figura 3: Localización de la producción de soja y establecimientos industriales.
Fuente: Ministerio de Hacienda (2019).

En este sentido, en la última década se incrementó sustantivamente la producción de soja en las provincias de Santiago del Estero, Salta, Chaco y Tucumán. De todos modos, Buenos Aires, Córdoba y Santa Fe siguen liderando la producción agrupando el 80% del área sembrada de soja.

En la figura 4 se muestra la producción de soja por provincia, en promedio, entre 2016 y 2018.

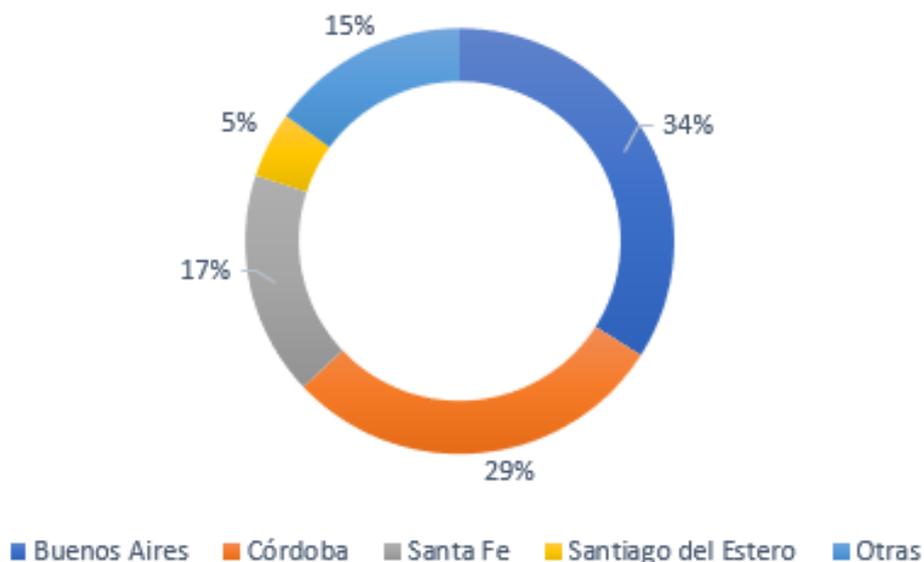


Figura 4: Producción de soja (promedio 2016 - 2018).
Fuente: Elaboración propia en base al Ministerio de Hacienda (2019).

La mayor parte del grano de soja se destina a la molienda, diferenciándose de otros cultivos, para los que la exportación es el principal destino de la producción. En la figura 5 se muestra la capacidad de molienda por provincia en 2018.

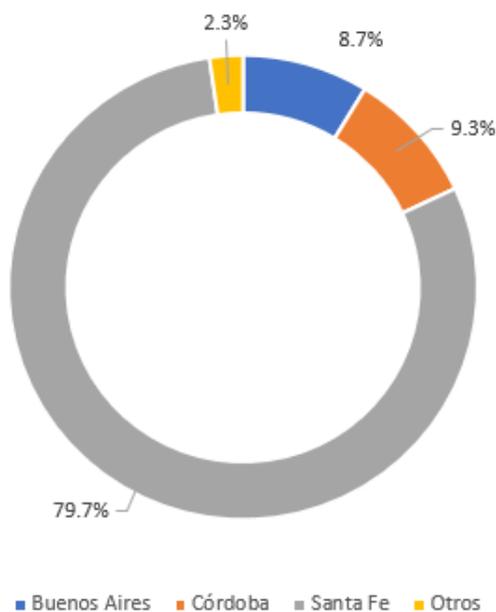


Figura 5: Capacidad de molienda (2018)
Fuente: Elaboración propia en base al Ministerio de Hacienda (2019).

La industrialización de la soja comprende, principalmente, la elaboración de aceites, harinas y, más recientemente, biodiesel. Tanto los aceites como las harinas

muestran una producción creciente a nivel mundial con una tasa de crecimiento acumulada anual del 3,8% y 3,7%, respectivamente (PENCI, 2009).

La producción de aceite de soja sigue la misma tendencia de la producción primaria de soja registrando retracciones en 2008/2009 y en 2012, para luego lograr el máximo en el 2016 con 8,7 millones de toneladas de aceite. Desde entonces vuelve a mostrar variaciones negativas y se registra, en 2018, 7,2 millones de toneladas.

La relación técnica entre producción de aceite y subproductos se mantiene constante: alrededor de 18% de aceite y 80% de harinas proteicas por tonelada molida de soja, con lo que la evolución de la producción de aceite es similar a la de las harinas proteicas.

La capacidad instalada de la industria procesadora de oleaginosas ha ido creciendo a la par del crecimiento de la producción de los granos, principalmente, para abastecer la demanda sostenida de aceites y pellets en el mercado internacional.

En el año 2000, la capacidad de molienda diaria de la industria era de 92 mil toneladas. En el 2005 llegó a 132 mil; en 2010, a 172 mil y, actualmente, supera las 200 mil toneladas. Es decir, la industria cuenta con una capacidad instalada de 60 millones de toneladas anuales que se distribuyen entre la totalidad de las plantas que actúan en el país.

La escala de las plantas procesadoras, la cercanía al abastecimiento de los granos y a los puertos de salida de la producción permiten lograr una industria eficiente y con menores costos. Asimismo, es una industria altamente concentrada: un grupo de 9 empresas registran el 83,8% de la capacidad instalada (figura 6).

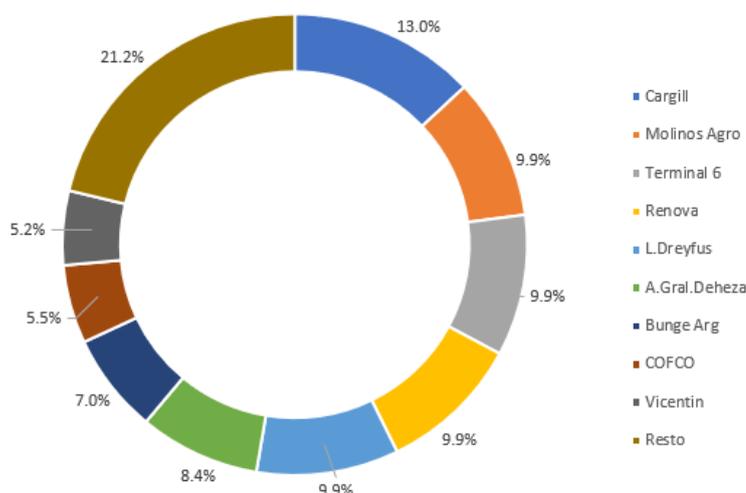


Figura 6: Principales empresas aceiteras (según capacidad instalada 2018).

Fuente: Elaboración propia en base al Ministerio de Hacienda (2019).

A partir de la producción de aceite de soja surgen como desecho las gomas crudas húmedas, constituidas por fosfolípidos, agua y restos de aceite. En la mayoría de las plantas éstas no se almacenan durante largos periodos debido a la baja estabilidad microbiológica que poseen. En cambio, para evitar el deterioro, se mezclan con la harina y se secan en tostadores, salvo en aquellas plantas en las cuales se destinan a la obtención de lecitinas.

Las gomas se comercializan a valor de la harina, por lo que es necesario minimizar la cantidad de aceite ocluido en las mismas. Al procesar las gomas se recupera parcialmente el aceite ocluido y, a su vez, se obtiene la lecitina, un producto de alto valor agregado.

Las lecitinas poseen amplios usos por sus propiedades características, principalmente las emulsificantes, estabilizantes y antioxidantes; en la industria alimenticia, cosmética y farmacéutica y, dependiendo de su grado de purificación, puede presentarse en estado líquido, en polvo o granulado.

El objetivo de este proyecto es evaluar la instalación de una fábrica purificadora de lecitina en Argentina. Para ello es necesaria la identificación, descripción y análisis de la oportunidad de negocio examinando la viabilidad técnica y económica de la misma.

El trabajo se ha estructurado en capítulos. En cada uno de ellos se estudian diferentes aspectos del proyecto: introducción, marco teórico, desarrollo, conclusiones, bibliografía y anexo.

En primer lugar, se realiza un estudio del mercado de la lecitina. Se recopila información por medio de fuentes primarias (encuestas y entrevistas) y fuentes secundarias de datos. Se relevan las distintas presentaciones, se selecciona una y se determina el precio probable de venta y el volumen de producción. Se realiza el análisis del sector aplicando el modelo de las 5 fuerzas de Porter y la matriz FODA para el sector de producción de soja.

Se realiza un análisis de las alternativas tecnológicas y se selecciona el proceso productivo en función del grado de purificación requerido.

Luego se realiza la factibilidad técnica del proyecto. Se analiza la localización a partir del proceso analítico jerárquico (PAJ) teniendo en cuenta la posibilidad de implantación, fuentes de abastecimiento, proceso productivo, entre otros factores. Además, se realiza el cálculo de capacidad y el lay-out, que se determina a partir del diagrama de relación de actividades en función del diagrama de flujo del proceso.

Finalmente, se realiza una evaluación económica del proyecto mediante la determinación de la inversión por el método de factores, los costos de producción fijos y variables, la rentabilidad (tasa interna de retorno y tiempo de repago) y el punto de equilibrio.

2. MARCO TEÓRICO

2.1. ANÁLISIS FODA

La matriz FODA (fortalezas-oportunidades-debilidades-amenazas) se basa en identificar las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas con el propósito de formar un cuadro situacional del objeto de estudio para llegar a un diagnóstico preciso y exacto.

Existen cuatro etapas implicadas en la elaboración de una matriz FODA:

1. Listar las oportunidades externas clave de la empresa.
2. Listar las amenazas externas clave de la empresa.
3. Listar las fortalezas internas clave de la empresa.
4. Listar las debilidades internas clave de la empresa (DAVID, 2013).

2.2. ESTUDIO DE MERCADO

El estudio de mercado es la identificación, recopilación, análisis y difusión de la información de manera sistemática y objetiva con el propósito de mejorar la toma de decisiones relacionadas con la identificación y solución de problemas y oportunidades de mercadotecnia (MALHOTRA, 2008).

El principal objetivo del estudio de mercado en un proyecto de inversión es comprobar la existencia de demanda insatisfecha que justifique la creación del proyecto y que, a su vez, sea una base sólida de información para etapas posteriores de esta investigación. De esta manera, es posible determinar si el producto o servicio que se desea fabricar o comercializar será aceptado por el mercado.

Los objetivos del estudio de mercado son:

- Identificar una necesidad insatisfecha que justifique la creación del proyecto.
- Determinar la existencia de un mercado potencial para el proyecto.
- Ubicar el segmento de mercado que se pretende cubrir.
- Llevar a cabo el análisis de la competencia.
- Cotejar la aceptación del mercado del producto o servicio a ofrecer.
- Incluir características y análisis de la demanda.
- Estimar la cantidad de productos que el mercado demanda y que tiene la posibilidad de adquirir.
- Verificar si la oferta existente realmente cubre las necesidades de la demanda.

- Definir los canales de comercialización, precios y políticas más convenientes para la venta del servicio asegurándose de que el cliente obtendrá el producto o servicio que desea en el lugar correcto y en el momento indicado.
- Disminuir el riesgo que se corre cuando el producto no es aceptado por los consumidores.
- Conocer las técnicas empleadas por la competencia para mantener dentro del mercado los productos y servicios que contempla el proyecto.
- Conocer cuáles son los precios de los productos similares, sustitutos y complementarios.
- Conocer la posibilidad de influir en las necesidades de los consumidores mediante el desarrollo de artículos novedosos (GÓMEZ, 2010).

2.3. RECOPIACIÓN DE DATOS

Las fuentes de información para llevar a cabo la realización del estudio de mercado de este proyecto se dividen en dos tipos: fuentes primarias y fuentes secundarias.

Las fuentes primarias se relacionan con datos específicos sobre el tema a tratar. Estas pueden ser cuantitativas (encuestas, observación y experimentación) o cualitativas (entrevistas en profundidad y sesiones de grupos).

Las fuentes secundarias se refieren a aquellos datos o información que se elabora con fines ajenos a la propia investigación comercial pero que pueden ser muy valiosos para alcanzar los objetivos del estudio (GÓMEZ, 2010).

Clasificación de las fuentes de información secundaria:

a) Fuentes secundarias externas: información generada por otras empresas u organismos públicos y privados. Está contenida en revistas, periódicos y estadísticas. Deben agotarse antes de recurrir a las fuentes secundarias internas, ya que son económicas, sencillas y fáciles de obtener.

b) Fuentes secundarias internas: son las preexistentes dentro de la empresa y que proporcionan información ya recopilada en el seno de la organización. Entre ellas se encuentran: facturas, reportes de venta, estados financieros, reportes de los vendedores, quejas de los clientes, demandas legales, etcétera (DWYER y TANNER, 2006).

2.4. MODELO DE LAS 5 FUERZAS DE PORTER

El modelo de las cinco fuerzas de Porter es muy utilizado para desarrollar estrategias desde el análisis competitivo. Las empresas tienen la capacidad de lograr ganancias adicionales en la medida en que puedan resistir las presiones de los precios en el ambiente de los negocios. Estas presiones provienen de cinco sectores distintos, nombrados por Michael E. Porter como las cinco fuerzas:

1. Rivalidad en la industria: Es, por lo general, la más poderosa de las cinco fuerzas competitivas. Si los rivales en la industria ofrecen productos relativamente no diferenciados o si la demanda es significativamente menor que la capacidad general, las empresas tenderán a encontrar una rivalidad intensa. Además, la competencia de precios se intensifica en mercados en declive debido a que las empresas tratan de tomar una parte del mercado para cubrir gastos fijos que no puedan reducirse tan rápidamente como el mercado.

2. Amenaza de competidores potenciales: Los mercados rentables tienden a atraer nuevos competidores que pueden cambiar el panorama competitivo en varias formas. Por un lado, los nuevos participantes aumentan la capacidad productiva que atiende al mercado y, por lo tanto, la demanda existente tiene que cubrir más costos fijos. Por otro lado, un nuevo competidor luchará por incrementar la participación en el mercado intentando desplazar a sus competidores o disminuyendo los precios de sus productos o servicios.

El mercado aumenta o disminuye su atractividad dependiendo de sus barreras de entrada, las cuales dificultan el ingreso de los competidores potenciales al mercado ya existente. Las barreras de ingreso incluyen la diferenciación del producto, la necesidad de lograr rápidamente economías de escala, los requerimientos de capital, los accesos a canales de distribución, entre otras.

3. Desarrollo potencial de productos sustitutos: Si un cliente considera los productos de dos industrias diferentes como sustitutos, los fabricantes de estos productos deben considerarse como competidores. La presencia real o potencial de productos sustitutos establece un límite de precio antes de que los consumidores prefieran adquirir un bien alternativo.

4. Capacidad de negociación de los proveedores: Cuando los proveedores estén muy organizados gremialmente, tengan fuertes recursos y puedan imponer sus condiciones de precio y tamaño del pedido, menos atractivo será el mercado. La situación será aún más complicada si los insumos que suministran son clave para la empresa, no tienen sustitutos o son escasos y de alto costo. Tampoco será

conveniente ingresar al mercado cuando al proveedor le interese integrarse hacia adelante.

5. Capacidad de negociación de los consumidores: Sus capacidades para compras grandes hacen que los clientes grandes sean atractivos para muchos mercados entre empresas. El riesgo del vendedor es que los compradores grandes pueden presionar mucho por concesiones en los precios, mayor calidad y servicios, lo cual agota efectivamente las oportunidades de obtener ganancias. Otra posibilidad son los pagos demorados o los productos devueltos. Ambas situaciones pueden hundir a una empresa descapitalizada. La situación se hace más crítica si a las organizaciones de compradores les conviene estratégicamente integrarse hacia atrás.

Para determinar si la competencia en una industria determinada permite que la empresa logre un beneficio aceptable se deben llevar a cabo los siguientes tres pasos:

1. Identificar los aspectos o elementos clave de cada fuerza competitiva que repercuten en la empresa.
2. Evaluar la fuerza e importancia de cada elemento para la empresa.
3. Decidir si la fuerza conjunta de los elementos justifica que la empresa entre o permanezca en la industria (DWYER y TANNER, 2006).

2.5. PRONÓSTICOS

Pronosticar es el arte y la ciencia de predecir los acontecimientos futuros de manera que las proyecciones se puedan incorporar en el proceso de toma de decisiones. Así, son una herramienta básica para la tomar de decisiones en la administración.

Una serie de tiempo puede verse como la representación de los resultados de una variable aleatoria de interés, por lo general registrados a intervalos igualmente espaciados durante un período fijo. Sirve para el análisis detallado de los patrones de la variable en estudio, anterior en el transcurso del tiempo y para proyectar tales patrones hacia el futuro (HANKE, J. E. y WICHERN, D. W., 2006).

El Crystal Ball Predictor es una de las herramientas del programa Crystal Ball para el pronóstico de series temporales. Dicho programa funciona como add-in desarrollado por ORACLE para Microsoft Excel. Las alternativas de pronóstico disponibles son promedio simple, promedios móviles, suavizado exponencial y doble suavizado exponencial, y las respectivas correcciones por tendencia y estacionalidad (variación estacional aditiva y multiplicativa, HOLT-Winters aditivo y multiplicativo).

Asimismo, dicho programa permite calcular los errores asociados a las distintas alternativas de resolución para facilitar la toma de decisiones. Crystal Ball Predictor genera un reporte estadístico de los modelos predictivos aplicados, como así también gráficos y tablas dinámicas (ORACLE, 2021).

2.6. DIAGRAMA DE FLUJO

Los diagramas de flujo muestran la trayectoria que recorre cada parte desde la recepción, los almacenes, la fabricación de cada parte, el sub ensamble, el ensamble final, el empaque, el almacenamiento y el envío. Estas trayectorias se dibujan en una distribución de la planta.

El diagrama de flujo pondrá de manifiesto factores como tráfico cruzado, retrocesos y distancia recorrida, que deben ser detectados con la finalidad de introducir mejoras al proceso de producción (MEYERS y STEPHENS, 2006).

2.7. LAYOUT

Es el arreglo físico de las máquinas y equipos de producción, estaciones de trabajo, personal, equipo de manejo de materiales y ubicación de materiales de todo tipo y en cualquier etapa de elaboración, con el objetivo de optimizar la superficie de trabajo.

El término “distribución” se emplea para referirse al dibujo de los planos y los planes maestros de las instalaciones de la planta. Un plano del plan muestra la forma en que el terreno queda ocupado por el edificio, el estacionamiento, los caminos y las posibilidades de expansión. Por su parte, el plan maestro representa el producto terminado del proyecto de diseño de las instalaciones, el cual indica la ubicación de cada máquina, cada estación de manufactura, departamento, escritorio y de todos los demás objetos de importancia.

El propósito del diseño de instalaciones es organizar las instalaciones físicas con el fin de promover el uso eficiente de los recursos. El diseño de las instalaciones afecta a la productividad y a la rentabilidad de una empresa (MEYERS y STEPHENS, 2006).

2.7.1. Diagrama de relación de actividades

El diagrama de relación de actividades muestra las relaciones de cada departamento, oficina o área de servicios con cualquier otro departamento y área. Responde a la pregunta: ¿Qué tan importante es para este departamento, oficina o instalación de servicios, estar cerca de otro departamento, oficina o instalación de

servicios? Este cuestionamiento necesita plantearse en forma imprescindible. Se usan códigos de cercanía para reflejar la importancia de cada relación. En la tabla 1 se muestran los códigos antes mencionados.

A	Absolutamente necesario
E	Especialmente importante
I	Importante
O	Ordinariamente importante
U	Sin importancia
X	No deseable

Tabla 1: Códigos del diagrama de relación de actividades.

Fuente: Elaboración propia, basado en MEYERS y STEPHENS, 2006

En la figura 7 se muestra el diagrama de relación de actividades donde se debe completar, en cada intersección, con el código correspondiente (MEYERS y STEPHENS, 2006).

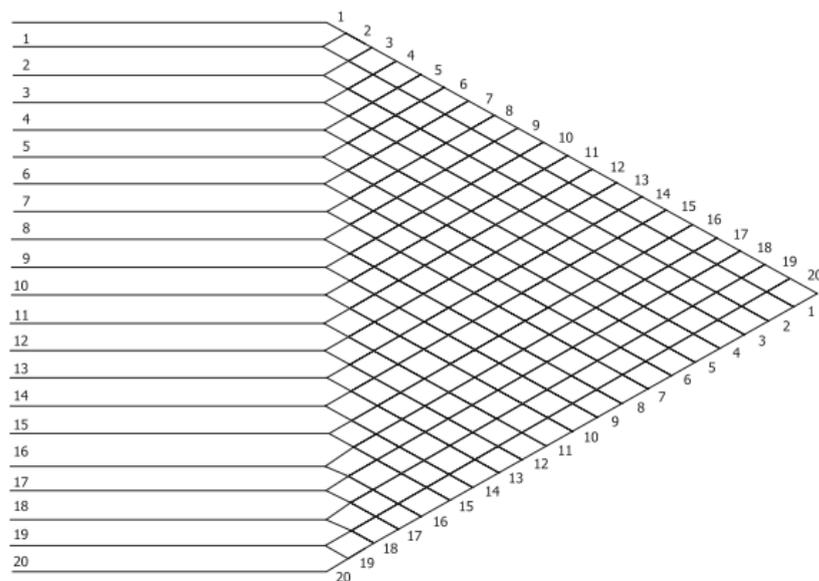


Figura 7: Diagrama de relación de actividades.

Fuente: MEYERS y STEPHENS, 2006.

2.7.2. Hoja de trabajo

La hoja de trabajo es una etapa intermedia entre el diagrama de relación de actividades y el diagrama adimensional de bloques. La hoja de trabajo reemplazará al diagrama de relación de actividades. También interpreta a este y obtiene los datos básicos para elaborar el diagrama adimensional de bloques.

Se deben completar las celdas de la hoja de trabajo (tabla 2) con el área correspondiente a cada código (MEYERS y STEPHENS, 2006).

	<i>Actividad</i>	<i>Grado de cercanía</i>					
		<i>A</i>	<i>E</i>	<i>I</i>	<i>O</i>	<i>U</i>	<i>X</i>
1.							
2.							
3.							
4.							
5.							
6.							
7.							
8.							
9.							
10.							
11.							
12.							
13.							
14.							
15.							
16.							
17.							
18.							
19.							
20.							

Tabla 2: Hoja de trabajo.
Fuente: MEYERS y STEPHENS, 2006.

2.7.3. Diagrama adimensional de bloques

El diagrama adimensional de bloques es el primer intento de distribución y resultado de la gráfica de relación de actividades y la hoja de trabajo. Aun cuando esta distribución es adimensional, será la base para hacer la distribución maestra y el dibujo del plan. Una vez que se ha determinado el tamaño de cada departamento, oficina e instalación de apoyo, se asignará espacio a cada actividad por medio de la distribución del diagrama adimensional de bloques.

El procedimiento para elaborar el diagrama adimensional de bloques es:

1. Cortar una hoja de papel en cuadrados (cada cuadrado representa un área).
2. Escribir el número del área en el centro de cada cuadrado.

3. Colocar en cada cuadrado los códigos de relación en las posiciones siguientes.

- a. En la esquina superior izquierda, las áreas relacionadas con código A.
- b. Las áreas relacionadas con código E, en la esquina superior derecha.
- c. En la esquina inferior izquierda, las áreas relacionadas con código I.
- d. Las áreas relacionadas con código O, en la esquina inferior derecha.
- e. Se omiten las relaciones de código U.
- f. En el centro van las relaciones X, debajo del número de área.

5. Una vez que están listas las plantillas, colocar en la posición que satisfaga tantos códigos de relación como sea posible (MEYERS y STEPHENS, 2006).

En la figura 8 se muestra el modelo de bloque para el diagrama adimensional.

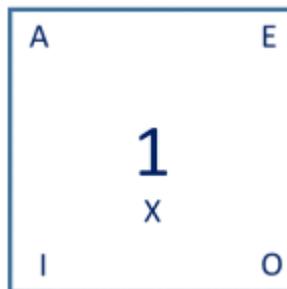


Figura 8: Modelo de bloque para el diagrama adimensional.
Fuente: MEYERS y STEPHENS, 2006.

2.8. PROCESO ANALÍTICO JERÁRQUICO (PAJ)

El método está diseñado para representar emociones y sentimientos que se cuantifican en base a juicios subjetivos con el fin de obtener una escala numérica y, de este modo, dar prioridades a las alternativas de decisión.

En este proceso los criterios se evalúan en función de la meta, y cada alternativa, para cada criterio, se compara respecto del nivel jerárquico superior.

A continuación, se presentan los pasos para la aplicación del método:

- 1) Se define el problema estableciendo sus componentes o elementos relevantes.
- 2) Se estructura la jerarquía del problema elaborando una representación gráfica del problema en función de la meta global, los criterios a utilizar y las alternativas de decisión. Se deben identificar los criterios más generales hasta los más particulares.

- 3) Se establecen las preferencias. El experto debe evaluar y exponer su juicio de valor respecto de cada elemento en determinado nivel y luego, realizar matrices de comparaciones pareadas para establecer preferencias. Para esto se utiliza la tabla de Saaty (tabla 3).

Planeamiento verbal de la preferencia	Calificación numérica
Extremadamente preferible	9
Entre muy fuertemente y extremadamente preferible	8
Muy fuertemente preferible	7
Entre fuertemente y muy fuertemente preferible	6
Fuertemente preferible	5
Entre moderadamente y fuertemente preferible	4
Moderadamente preferible	3
Entre igualmente y moderadamente preferible	2
Igualmente preferible	1

Tabla 3: Tabla de Saaty.

Fuente: Elaboración propia en base a Saaty, 2008.

- 4) Se prioriza y sintetiza. Las prioridades pueden ser locales, globales o totales.

La tarea más importante es armar el problema. Esto se logra con la búsqueda de todos los factores importantes para esta decisión. La jerarquía no debe estar completa. Es decir, un elemento de un nivel no tiene que ser función como atributo o criterio para todos los elementos del nivel inferior.

La jerarquía no es un árbol tradicional, puesto que cada nivel debe representar un corte del problema. Por ejemplo, un nivel puede representar factores sociales y otros factores políticos a ser evaluados en términos de factores sociales o viceversa.

Consistencia

Una consideración importante en términos de la calidad de la decisión final se refiere a la consistencia de los juicios que muestra el tomador de las decisiones en el transcurso de la serie de comparaciones pareadas. Se debe tener presente que la consistencia perfecta es muy difícil de lograr.

Esta propiedad requiere que todas las columnas y todos los renglones sean linealmente dependientes. Una matriz A perfectamente consistente produce una matriz normalizada N en la que todas sus columnas son idénticas.

Utilización del PAJ para desarrollar una jerarquización global de prioridades.

Se pueden combinar las prioridades de los criterios y las prioridades de cada una de las alternativas de decisión con respecto a cada criterio para elaborar una jerarquización global de las prioridades de las alternativas de decisión.

La mejor manera de comprender el procedimiento que se utiliza para calcular las prioridades globales para cada alternativa de decisión, consiste en pensar que la prioridad para cada criterio es un peso o ponderación que refleja su importancia. La prioridad global para cada alternativa de decisión se obtiene sumando el producto de la prioridad del criterio por la prioridad de la alternativa de decisión con respecto a ese criterio.

2.9. INVERSIÓN TOTAL

La inversión total es la cantidad de dinero necesaria para poner un proyecto en operación. Dicha inversión se puede integrar por capital propio, créditos de organismos financieros nacionales o internacionales y de proveedores. La inversión total requerida para realizar y operar el proyecto se compone de dos partes:

- Inversión fija total: es la cantidad de dinero necesaria para construir totalmente una planta de proceso con sus servicios auxiliares y ubicarla en situación de comienzo de la producción. Es la suma del valor de los activos tangibles (maquinaria, terreno, edificios, instalaciones auxiliares) e intangibles (patentes, conocimientos técnicos, gastos de organización).
- Inversión en capital de trabajo: comprende las disponibilidades de capital necesario para que una vez que la planta se encuentre instalada y puesta en régimen normal de operación pueda operar a los niveles previstos en los estudios técnico-económicos. Es el capital adicional con el que se debe contar para que comience a funcionar el proyecto, esto es, financiar la producción antes de percibir ingresos por ventas (PARÍN, M., ZUGARRAMURDI, A. y LUPIN, H., 1998).

2.10. MÉTODO DE FACTORES

Es un método mediante el cual puede extrapolarse la inversión fija de un sistema completo a partir del precio de los equipos principales del proceso con instalación (Chilton, 1949) y determinar una estimación de la inversión fija con un error de 10-15% del valor real por la selección cuidadosa de los factores dentro del rango dado.

El punto de partida en este método es la estimación de la inversión de los equipos principales del proceso con instalación que llamaremos IE. Se observa que otros componentes de la inversión, necesarios para completar el sistema, se pueden correlacionar con la inversión en los equipos con instalación y que, la inversión fija, se puede estimar por la aplicación de factores experimentales a la inversión básica IE. (figura 9).

Valor del Equipo Instalado de Proceso	IE
Factores experimentales como fracción de IE	
<i>Tuberías de Proceso</i>	f ₁
Proceso de sólidos	0.07 - 0.10
Proceso mixto	0.10 - 0.30
Proceso de fluidos	0.30 - 0.60
<i>Instrumentación</i>	f ₂
Control poco automatizado	0.02 - 0.05
Control parcialmente automatizado	0.05 - 0.10
Control complejo, centralizado	0.10 - 0.15
<i>Edificios de fabricación</i>	f ₃
Construcción abierta	0.05 - 0.20
Construcción semiabierta	0.20 - 0.60
Construcción cerrada	0.60 - 1.00
<i>Plantas de servicios</i>	f ₄
Escasa adición a las existentes	0.00 - 0.05
Adición considerable a las existentes	0.05 - 0.25
Plantas de servicios totalmente nuevas	0.25 - 1.00
<i>Conexiones entre unidades</i>	f ₅
Entre las unidades de servicios	0.00 - 0.05
Entre unidades de proceso separadas	0.05 - 0.15
Entre unidades de proceso dispersas	0.15 - 0.25
Inversión directa	IE (1+ Σf_i)

Factores experimentales como fracción de la inversión directa	
<i>Ingeniería y construcción</i>	f ₁₁
Ingeniería Inmediata	0.20 - 0.35
Ingeniería compleja	0.35 - 0.50
<i>Factores de tamaño</i>	f ₁₂
Unidad comercial grande	0.00 - 0.05
Unidad comercial pequeña	0.05 - 0.15
Unidad experimental	0.15 - 0.35
<i>Contingencias</i>	f ₁₃
De la compañía	0.10 - 0.20
Variaciones imprevistas	0.20 - 0.30
Procesos exploratorios	0.30 - 0.50
Factor de inversión indirecta	f_I = Σf_{1i} + 1
Inversión fija	IF = IE (1+ Σf_i) f_I

Figura 9: Método para estimar IF por factores.

Fuente: PARÍN, M., ZUGARRAMURDI, A. y LUPIN, H. (1998). Ingeniería económica aplicada a la industria pesquera. FAO

Resulta así la ecuación (1), en la cual los factores experimentales fueron obtenidos a partir del estudio de procesos existentes.

$$IF = IE \cdot (1 + \sum fi) \cdot (1 + \sum fli) \quad (1)$$

Donde:

IF = Inversión fija (sin terreno) del sistema completo.

IE = Valor del equipo principal instalado.

fi = Factores de multiplicación para la estimación de los componentes de la inversión directa como cañerías, instrumentación, construcciones.

fli = Factores de multiplicación para la estimación de los componentes de la inversión indirecta como ingeniería y supervisión, contingencias (PARÍN, M., ZUGARRAMURDI, A. y LUPIN, H., 1998).

2.11. COSTOS DE PRODUCCIÓN

Los costos de producción o costos de operación son los gastos involucrados en mantener un proyecto, operación o una pieza de un equipo en producción.

Los costos de producción pueden dividirse en costos variables (proporcionales a la producción) y costos fijos (independientes de la producción) (PARÍN, M., ZUGARRAMURDI, A. y LUPIN, H., 1998).

2.12. RENTABILIDAD DE UN PROYECTO

La rentabilidad es la relación entre el beneficio obtenido por una actividad y la inversión para realizar la misma. El objetivo de un inversor o de una empresa es maximizar las ganancias respecto a la inversión de capital necesaria para generar dichos ingresos. Si el propósito se basara sólo en maximizar las ganancias, cualquier inversión que diera beneficios sería aceptable, no importando los bajos retornos o los altos costos.

La evaluación de la rentabilidad es uno de los objetivos en el análisis de proyectos de inversión debido a que de este parámetro depende la aceptación o rechazo del proyecto.

La presentación de la evaluación se facilita mediante la integración de los datos en los denominados “cuadros de fuentes y usos de fondos”. Tales cuadros muestran cuál es el origen o fuente de los fondos y cuál es su destino final. En el caso de la evaluación de la rentabilidad económica de un proyecto, se considera que tanto el activo fijo como el activo de trabajo serán afrontados en su totalidad por fondos propios o financiados.

Para evaluar la rentabilidad económica del proyecto se utiliza el método de la Tasa Interna de Retorno (TIR), que es un método dinámico que tiene en consideración el valor temporal del dinero. Se establece la tasa de interés que debería aplicarse anualmente al flujo de caja de tal manera que la inversión original sea reducida a cero (o al valor residual más terreno más capital de trabajo) durante la vida útil del proyecto. Por lo tanto, la tasa de retorno que se obtiene por este método es equivalente a la máxima tasa de interés que podría pagarse para obtener el dinero necesario para financiar la inversión y tenerla totalmente paga al final de la vida útil del proyecto.

Por lo tanto, en este método se especifica que la diferencia entre el valor presente de los flujos anuales de fondos y la inversión inicial total sea igual a cero.

Planteando la ecuación (2) para una tasa de interés "r" e igualando a cero, puede obtenerse la tasa de interés r o TIR.

$$\sum_{j=1}^n \frac{FC_j}{(1+r)^j} - I_T = 0 \quad (2)$$

Donde:

FC_j = flujo de caja del período j.

r = tasa de interés o TIR.

I_T = Inversión total.

El proyecto será rentable si la TIR es superior a la Tasa de rentabilidad mínima aceptable o tasa de corte (TRMA).

Además, para que la inversión sea recomendable, el tiempo de repago debe ser inferior a la mitad de la duración del proyecto. El tiempo de repago se define como el mínimo período de tiempo teóricamente necesario para recuperar la inversión fija depreciable en forma de flujo de caja del proyecto. El método gráfico consiste en graficar en ordenadas el flujo de caja acumulado del proyecto y en abscisas los años del proyecto. El flujo de caja acumulado puede calcularse considerándolo en el año cero igual a la inversión fija depreciable. En este caso, el tiempo de repago resulta de la lectura directa en el gráfico de aquel tiempo para el cual el flujo de caja acumulado se hace cero (PARÍN y ZUGARRAMURDI, 1998).

2.13. PUNTO DE EQUILIBRIO

En este proyecto, para el estudio se plantea el modelo lineal del punto de equilibrio. Este es el punto en el cual el beneficio neto antes de impuestos es igual a

cero: representa el número de unidades necesarias a producir para que la empresa no tenga ni beneficios ni pérdidas. En el punto de equilibrio la cantidad de ingresos por ventas es igual a los costos totales de producción (sin considerar los costos de financiación).

En el análisis de equilibrio lineal, los costos variables e ingresos son directamente proporcionales a la producción. Hay tres condiciones fundamentales para dicho análisis:

1. El ingreso es solo de operaciones bajo consideración.
2. Los costos fijos permanecen constantes en el tiempo y los costos variables por unidad y precios de ventas por unidad permanecen constantes en la producción.
3. Todas las unidades producidas se venden (RIGGS, 1996).

En la figura 10 se visualiza el diagrama de equilibrio estándar.

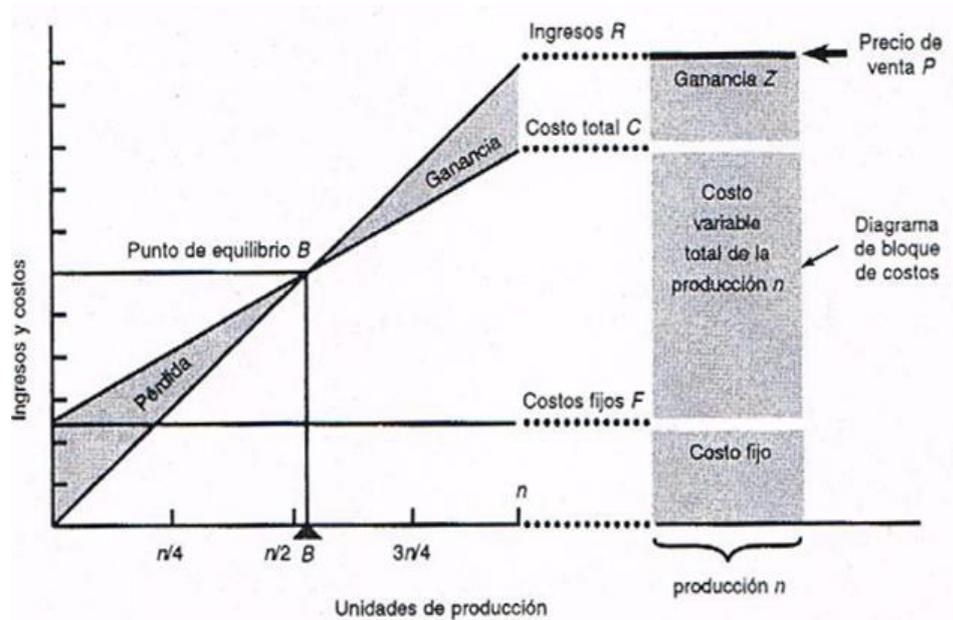


Figura 10: Diagrama de equilibrio estándar.

Fuente: RIGGS, J. L. (1996). Ingeniería Económica. México. Ed. McGraw Hill

3. DESARROLLO

3.1. ESTUDIO DE MERCADO

3.1.1. Análisis del sector

3.1.1.1. Matriz FODA

Se presenta el análisis de matriz FODA del sector de producción de la soja para el cual se identificaron los factores internos (Fortalezas y Debilidades) y externos (Oportunidades y Amenazas) que se detallan a continuación.

Fortalezas:

- Impacto positivo sobre el empleo y desarrollo del interior del país.
- Recursos humanos capacitados y desarrollo de tecnología local.
- Mayor rendimiento por hectárea de cultivo a nivel mundial.
- Productores que utilizan tecnología de punta en: siembra directa y biotecnología (Ministerio de Hacienda, 2019).

Oportunidades:

- Creación de valor agregado de la producción.
- Productos en base a aceite de soja, soja natural y proteína de soja.
- Usos industriales, comestibles y alimenticios.
- Desarrollo del mercado.
- Aumento del PBI/cápita en países asiáticos.
- Aumento de la demanda de alimentos impulsado por mejoras en la calidad de vida con cambio en los hábitos de consumo.
- Aumento creciente de la demanda de biocombustibles.
- Posibilidades de expansión de áreas sembradas y de mejora de rendimientos (Ministerio de Hacienda, 2019).

Debilidades:

- Derechos de exportación o retenciones.
- Escasa participación en las decisiones políticas del sector.
- Bajo porcentaje del PBI del sector agropecuario destinado a la investigación.
- Tenor proteico del poroto de soja.
- Cuestionamientos por uso de glifosato (Ministerio de Hacienda, 2019; FRONTONS y CORBARI, 2017).

Amenazas:

- Barreras arancelarias y paraarancelarias.
- Subsidios y proteccionismo.
- Concentración de los mercados externos.
- Intervencionismo estatal (ITC, 2019).

Considerando el macro entorno de la lecitina de soja a partir del análisis de la matriz FODA del sector de producción de soja, se puede concluir que el escenario es favorable ya que posee una amplia gama de productos con valor agregado para desarrollar. Argentina es un país agrícola que cuenta con una alta producción de porotos de soja sumado a que su población consume alimentos derivados de dicha producción.

Se lo considera un mercado con muchas oportunidades de aprovechamiento de desperdicios en los que se incluyen las gomas crudas húmedas, necesarias para la producción de lecitina de soja purificada.

3.1.1.2. Análisis del sector a nivel mundial

En el año 2015 la cadena de valor de la soja presentó exportaciones por un valor total superior a 18.400 millones de dólares y un volumen de 45 millones de toneladas. El precio FOB promedio de la tonelada exportada fue de 409 dólares existiendo varios subproductos importantes que sobrepasaron ampliamente esa cifra. De acuerdo con los principales componentes del complejo, las exportaciones de productos primarios, integradas básicamente por granos, fueron de aproximadamente 4.300 millones de dólares, mientras que los productos procesados, que incluyen

aceites y harinas, treparon a 14.100 millones de dólares (FRONTONS y CORBARI, 2017).

En la tabla 4 se muestran los principales productos exportados de la cadena de valor de la soja en 2015.

Descripción sintética	Peso neto (t)	Monto FOB (USD)	Precio FOB (USD/t)
Porotos de soja para la siembra	26.397	18.147.759	687
Porotos de soja excluidos p/ la siembra	11.623.824	4.251.796.973	366
Harina de porotos de soja	35.385	10.675.604	302
Aceite de soja en bruto, incluso desgomado	5.475.068	3.691.393.218	674
Aceite de soja refinado, en envases de 5l	123.022	123.415.958	1.003
Aceite de soja refinado, excluido en envases de 5l	737	629.881	855
Glicerol en bruto	78.701	11.700.792	149
Salsa de soja en envases de 1kg	1.789	4.687	3
Concentrados de proteínas y sustancias proteicas texturadas	27.142	22.527.067	830
Harina y "pellets" de la extracción de aceite de soja	26.624.619	9.671.221.828	363
Tortas y residuos sólidos del aceite de soja	2.085	2.027.323	972
Preparaciones p/ alimentación de animales	0	0	0
Propilengicol (propan-1, 2-diol)	196	426.998	2.179
Glicerol	87.038	44.960.678	517
Propilengicol y sus éteres, nc op.	145	204	1
Lecitinas y otros fosfoamolípidos	144.469	51.090.188	354
Sales e hidrácidos de amonio cuaternario, lecitinas y otros fosfoaminolípidos	44	16.870	383
Proteínas de soja, c/ proteínas sobre base seca ≥ 90% en polvo	0	0	0
Biodiesel y sus mezclas	788.225	505.608.537	641
Total	45.038.886	18.405.644.565	

Tabla 4: Principales productos exportados de la cadena de valor de la soja (2015).

Fuente: Elaboración propia en base a FRONTONS y CORBARI.

Entre el 2001 y la actualidad, las exportaciones mundiales de lecitina han crecido en casi un 300%. Es un mercado en constante crecimiento. En 2019 reportó más de 1,1 millones de toneladas de lecitina exportada con un valor total de más de 2.000 millones de dólares (ITC, 2019).

Las naciones más destacadas en materia de exportaciones son China y Estados Unidos, mientras que la Argentina se posiciona en octavo lugar. Países Bajos, India y Alemania son otros tres destacados países proveedores globales (figura 11).

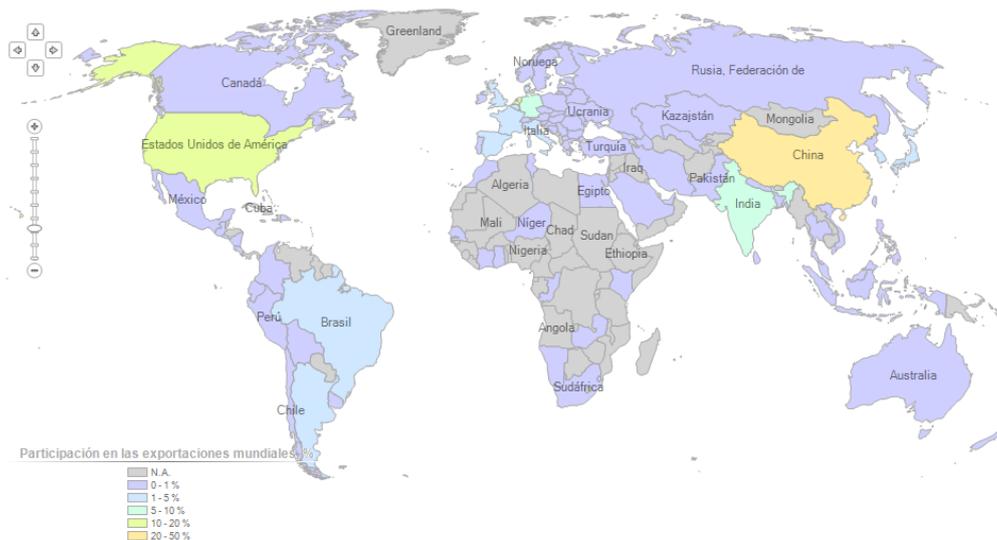


Figura 11: Países exportadores de lecitina (2019).

Fuente: Trade Map - International Trade Statistics

Las exportaciones de Argentina representan el 3,4% de las exportaciones mundiales para este producto. Su posición relativa en las exportaciones mundiales es 8, con más de 172.000 toneladas por año.

Los principales importadores del producto exportado por Argentina son Países Bajos, Chile e India (tabla 5).

Importadores	Valor exportado (miles de USD)	Saldo comercial (miles de USD)	Cantidad exportada (t)	Valor unitario (USD/t)
Mundo	61.595	57.076	128.806	478
Países Bajos	28.811	28.363	73.155	394
Chile	11.983	11.983	23.994	499
India	7.014	7.014	11.637	603
Ecuador	4.157	4.157	5.858	710
España	2.962	2.925	3.754	789
Perú	2.634	2.634	4.192	628
México	2.014	2.014	3.970	507
Colombia	674	674	679	993
Egipto	575	575	579	993
Honduras	460	460	604	762
Venezuela	227	227	336	676
Uruguay	74	74	43	1.721
Paraguay	12	12	6	2.000

Tabla 5: Mercados importadores para un producto exportado por Argentina (2018).

Fuente: Elaboración propia en base a Trade Map - International Trade Statistics

El primer importador mundial de lecitinas y demás fosfoaminolípidos, incluso de constitución química no definida, es también Países Bajos, presentando en 2015 una participación de mercado de 17,5% y un valor de importaciones de 134 millones de dólares.

Entre el grupo de ochenta y dos naciones exportadoras, trece de ellas muestran operaciones de exportación superiores a 10 millones de dólares por año. La Argentina

presentó, durante el período 2011-2015, exportaciones en torno a los 54 millones de dólares anuales ocupando el quinto lugar entre los principales exportadores al cubrir el 6,6% de la demanda mundial. Las exportaciones mundiales de lecitinas treparon en 2015 a 531 mil toneladas, de las cuales el 27,1% -144 mil toneladas-, corresponden a la Argentina. El valor unitario de las exportaciones mundiales fue de 1.457 dólares por tonelada pero las correspondientes a nuestro país alcanzaron los 354 dólares por tonelada (FRONTONS y CORBARI, 2017).

Las importaciones mundiales de lecitinas y demás fosfoaminolípidos, incluso de constitución química no definida (Posición arancelaria: 292320), alcanzaron en 2015 a 755 millones de dólares, observándose entre 2011 y 2015 un valor promedio de 784 millones de dólares. El producto se comercializa en forma amplia, ya que la inmensa mayoría de los países del mundo realizan anualmente operaciones de importación. Durante el año 2015 fueron 21 las naciones que registraron importaciones por un valor superior a 10 millones de dólares. Nuestro país muestra entre 2011 y 2015 un valor promedio anual de importaciones de 2,7 millones de dólares, ocupando el puesto 44 entre los principales importadores (FRONTONS y CORBARI, 2017).

Entre los principales importadores mundiales sobresale Países Bajos, Estados Unidos y República de Corea (figura 12).

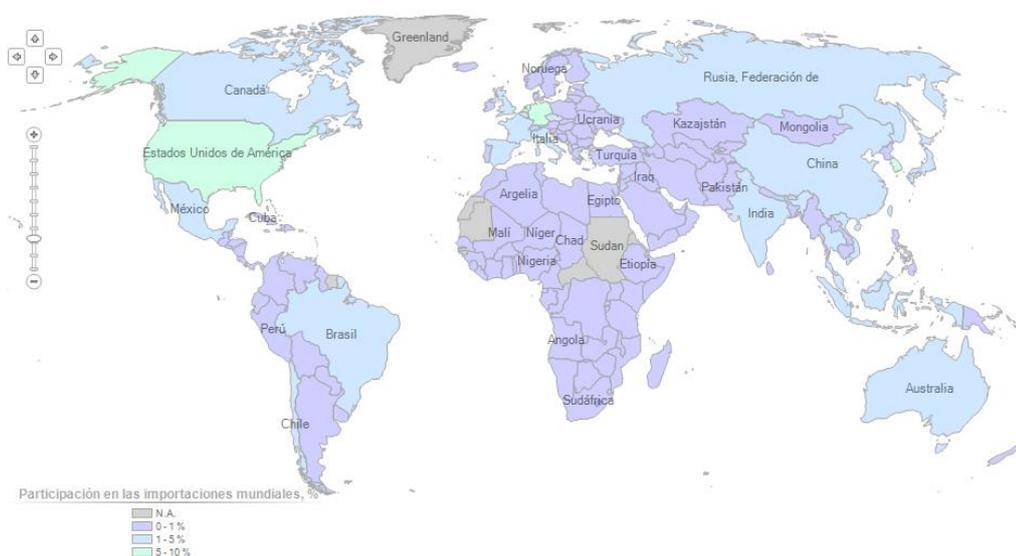


Figura 12: Países importadores de lecitina (2019).

Fuente: Trade Map - International Trade Statistics

Las importaciones de Argentina representan 0,9% de las importaciones mundiales para este producto. Su posición relativa en las importaciones mundiales es 28, con casi 12.000 toneladas por año.

Con respecto a las importaciones en Argentina, Estados Unidos y Brasil son los principales proveedores (tabla 6).

Exportadores	Valor importado (miles de USD)	Saldo comercial (miles de USD)	Cantidad importada (t)	Valor unitario (USD/t)
Mundo	4.519	57.076	1.442	3.134
Brasil	1.389	-1.389	744	1.867
Estados Unidos	1.202	-1.202	545	2.206
Alemania	911	-911	34	26.794
Países Bajos	448	28.363	34	13.176
Bélgica	309	-309	8	38.625
Dinamarca	95	-95	19	5.000
Argentina	55	-55	45	1.222
España	37	2.925	8	4.625
China	29	-29	4	7.250
Japón	22	-22	0	0
Francia	17	-17	0	0
Suiza	4	-4	0	0

Tabla 6: Mercados proveedores para un producto importado por Argentina (2018).

Fuente: Elaboración propia en base a Trade Map - International Trade Statistics

3.1.1.3. Análisis del sector a nivel nacional

A nivel nacional la producción de soja comenzó a desarrollarse a partir de 1960 y, en la actualidad, Argentina es el tercer productor mundial de soja.

Si bien la producción de soja viene desarrollándose desde la década del 80, ha tenido un aceleramiento pronunciado desde 1996. Lo que se ve en la figura 13 es que en los últimos años este proceso no sólo no se detuvo sino que mantuvo valores de crecimientos de punta a punta mayores para la superficie cosechada, producción y rendimiento.

Del total de producción de porotos de soja, una gran parte se destina a la producción de aceite. Este derivado es de gran importancia, ya que es el proceso del cual se obtiene la lecitina de soja.

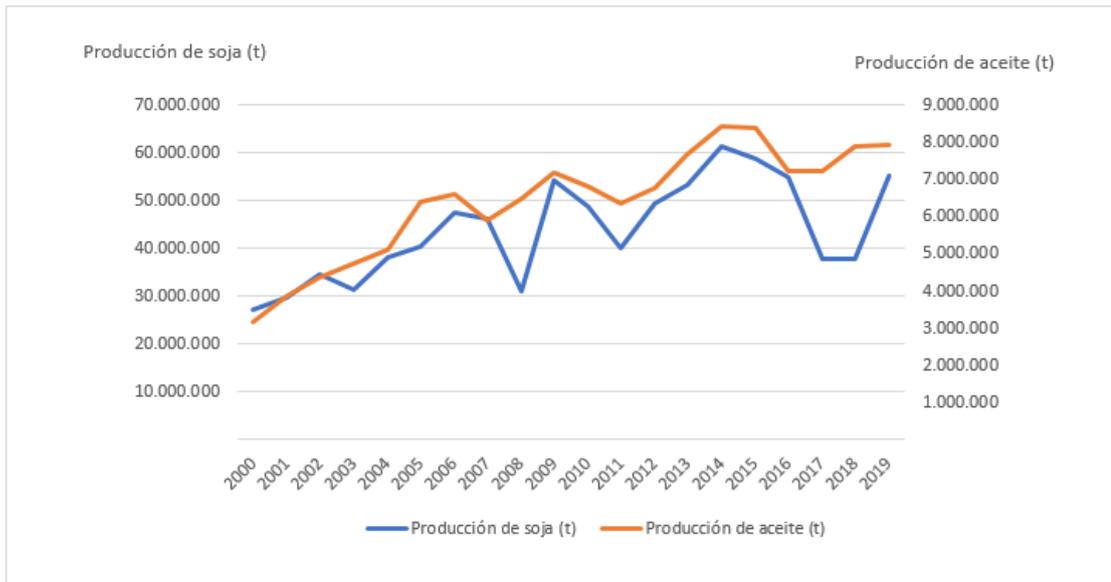


Figura 13: Evolución de la producción de soja y aceite de soja en Argentina.
Fuente: Elaboración propia en base a IndexMundi y Ministerio Agricultura, Ganadería y Pesca.

A partir de los datos obtenidos de la producción de aceite crudo de soja y considerando que se obtiene 1 tonelada de gomas crudas húmedas cada 17,5 toneladas de aceite (MADOERY y col., 1987), se ha realizado la figura 14. En la misma se visualiza la tendencia de la disponibilidad de las gomas crudas húmedas en Argentina resultando aproximadamente de 450.000 toneladas para el año 2019.

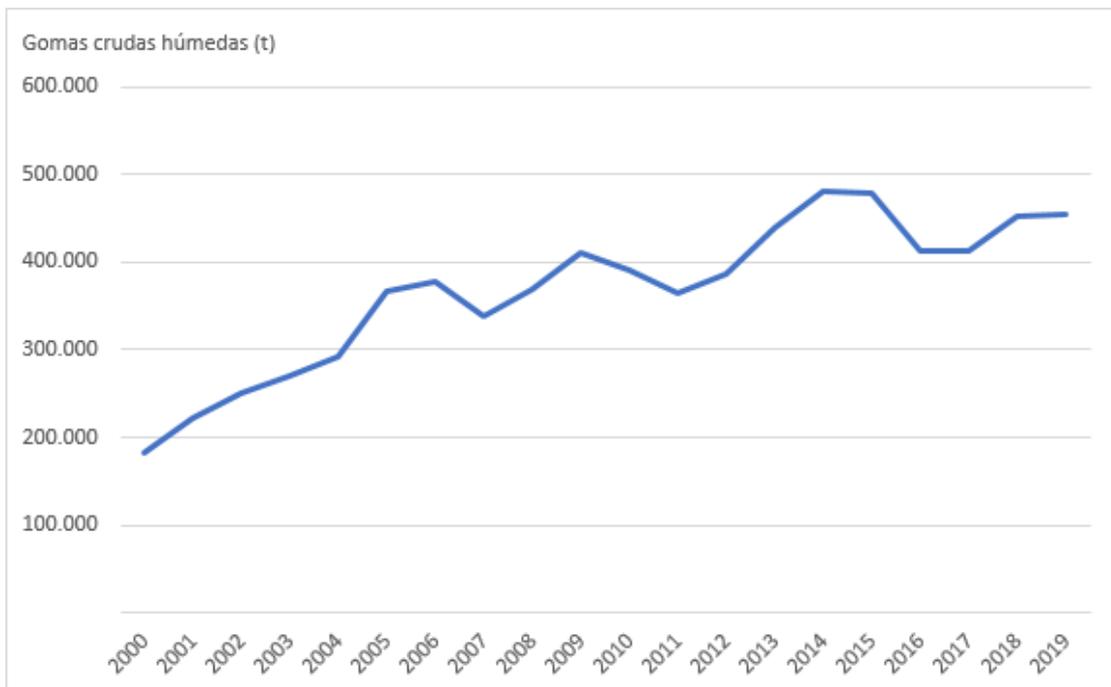


Figura 14: Disponibilidad de gomas crudas húmedas en Argentina.
Fuente: Elaboración propia

Este subproducto del aceite de soja no se desecha, sino que, por un simple proceso de secado, se le añade valor. La mayoría de las empresas aceiteras en Argentina utilizan las gomas crudas húmedas para producir lecitina comercial, ya que cuentan con la tecnología necesaria para generar este producto.

Las empresas que no realizan dicha transformación venden este desecho a los llamados “borreros”, quienes se encargan de recoger las gomas crudas húmedas para continuar con el proceso de creación de lecitina o bien para su degradación controlada, ya que poseen un alto grado de contaminación. Entonces: es necesario que las gomas crudas húmedas sean tratadas previamente de alguna manera y la producción de lecitina, entonces, contribuiría a la solución de esta problemática para los productores y el ecosistema.

En Argentina, la mayoría de las empresas venden lecitina de soja comercial (65% fosfolípidos y 35% aceite) (Entrevista Molinos Río de la Plata, 2020).

La Argentina muestra en los últimos años ciertos progresos en materia de industrialización de la ruralidad a partir de un mayor valor agregado en origen sobre la base de empresas agropecuarias que, a partir de estrategias de integración vertical, procesan materias primas y obtienen productos agroalimentarios y/o energéticos.

Existen numerosas aplicaciones de los productos de lecitina en la industria alimentaria, siendo hoy en día uno de los aditivos más utilizados y versátiles. Es muy importante conocer la composición de los distintos tipos de lecitinas utilizadas y lograr correlacionar la composición con sus propiedades surfactantes.

Una de las principales aplicaciones de la lecitina es en la margarina. La adición de 0,15% a 0,26% en la margarina evita que se presente la separación durante los períodos de almacenamiento. La lecitina mejora la textura de la margarina, retiene la humedad, evita salpicaduras durante el proceso de fritura y protege las vitaminas (antioxidante) aumentando así la vida útil del contenido del producto.

En la industria de chocolates la lecitina de soja se utiliza para facilitar la dispersión de las grasas de los diferentes puntos de fusión. La viscosidad disminuye, por lo tanto, permite trabajar a temperaturas más bajas y evita la pérdida de aromas volátiles. Además, con la lecitina de soja puede obtenerse la viscosidad necesaria para trabajar el chocolate, lo que supone un gasto menor en la manteca de cacao que, de este modo, se utiliza en menor cantidad. La apariencia, textura, sabor y aroma del chocolate mejora significativamente con el uso de lecitina. En este sector alimentario está indicado el uso de un 0,5% de fosfolípidos en la masa de chocolate.

En la industria de la leche en polvo, debido a sus cualidades emulsionantes, antioxidantes y dispersantes, la lecitina aumenta la estabilidad y la vida útil de la leche. La leche en polvo común, de difícil disolución en agua, con el uso de la lecitina de soja -alrededor de 2%-, se convierte en la instantánea.

En la industria de galletas el uso de la lecitina ofrece ventajas en la calidad del producto, permite disminuir la cantidad de grasa en las formulaciones y mejora la resistencia y la elasticidad de la masa laminada facilitando la estampación y disminuyendo la probabilidad de que el producto se rompa.

En la industria de helados, debido a la propiedad de la lecitina, actúa como inhibidor de la cristalización. La adición de sólo el 0,10% de lecitina de soja da al helado una estructura más fina y una mejor emulsión de varios ingredientes.

En la industria de la pasta el uso de la lecitina ayuda a la dispersión y fijación del pigmento betacaroteno propiciando una mayor uniformidad y brillo al producto final. Las cantidades indicadas para el uso de la lecitina de soja son de 0,2% a 0,5% de fosfolípidos sobre la base de masa.

En la industria panadera la lecitina se utiliza por sus propiedades emulsionantes y de retención de agua. La lecitina de soja fue el primer surfactante utilizado ampliamente en la panadería. La lecitina es utilizada en la gama de 0,5% sobre la base de harina.

Varios estudios demuestran que la lecitina en polvo mejora el rendimiento en los quesos blandos cuando es aplicado en la leche antes de la coagulación, demostrando también una mejora en la textura de este tipo de quesos y con bajo contenido en grasa, cuando se aplica como emulsionante. En yogur y queso para untar, la lecitina se puede aplicar para evitar la sinéresis y la separación de las fases. Existe una amplia gama de posibilidades para nuevas aplicaciones de lecitina en la industria alimentaria. Sus principales ventajas sobre otros emulgentes son su carácter natural, sus atributos nutricionales y varias presentaciones ofrecidas (INSUMOS, 2016)

3.1.2. Presentaciones del producto

La lecitina de soja se puede clasificar en tres grandes tipos: sin refinar o natural, refinada y químicamente modificada.

La lecitina natural o sin refinar (lecitina comercial) se comercializa en tres variedades básicas: sin blanquear, blanqueado o doblemente blanqueado (pudiendo

ser esta presentada en forma líquida o plástica). Para el proceso de blanqueo, el color de la lecitina de soja se elimina mediante la acción del peróxido de hidrógeno y/o peróxidos de benzoilo. La preparación de productos de un solo blanqueado en operaciones comerciales implica la adición de 0,3 a 1,5% de peróxido de hidrógeno al 30% directamente en las gomas crudas húmedas. La lecitina doble blanqueada se obtiene mediante el uso de peróxido de benzoilo junto con peróxido de hidrógeno. Se puede agregar peróxido de benzoilo a las gomas durante el blanqueo con peróxido de hidrógeno o se añaden a las gomas secas. La cantidad de peróxido de benzoilo utilizado para el blanqueo doble es de 0,3 a 0,5% en peso de las gomas.

La lecitina refinada (desaceitada) se obtiene a partir de lecitinas sin refinar por medio de extracciones con acetona. Se pueden obtener fracciones enriquecidas en Fosfatidilcolina (PC). En la tabla 7 se detalla el contenido de fosfolípidos y las aplicaciones que tiene cada tipo de lecitina.

Tipo	Contenido	Usos
Lecitina comercial	Fosfolípidos 52%	Lubricante industrial, emulsionante
	(Fosfatidilcolina (PC) 12 - 18%)	
Lecitina desaceitada	Fosfolípidos 78%	Emulsionante en alimentos, estabilizador de masa de pan
	(Fosfatidilcolina (PC) 20 - 25%)	
Soluble en etanol	Fosfolípidos 85%	Emulsionante en alimentos (por ejemplo, chocolate)
	(Fosfatidilcolina (PC) 40 - 53%)	
Fosfatidilcolina (PC) purificada	80 - 100 %	Ingrediente activo en cosmética, emulsionante en farmacéuticos

Tabla 7: Tipo, contenido y usos de lecitina de soja.

Fuente: Elaboración propia en base a Lecithin - Bleached, 2009.

La lecitina químicamente modificada, en particular las lecitinas hidrolizadas enzimáticamente, pueden presentar ventajas tecnológicas y comerciales con respecto a las lecitinas comerciales: mejores propiedades emulsionantes; mayor estabilidad de la emulsión en condiciones ácidas y en presencia de sales; capacidad mejorada de ligar proteínas y almidones; excelentes propiedades desmoldantes.

Hay diferentes enzimas que pueden hacer división selectiva de enlaces específicos en la molécula de fosfolípido. Sin embargo, el uso de fosfolipasa A2 para eliminar la cadena de ácidos grasos b produciendo lisolecitina, es el proceso industrial más grande. Algunos de sus usos son mejoradores de pan y pastelería, margarina ligera, entre otros.

3.1.3. Análisis del entorno del negocio

Con el fin de realizar un análisis del entorno del negocio se aplica el modelo de las 5 fuerzas de Porter. Porter plantea que existen cinco fuerzas que rigen la

competencia, frente a las cuales la organización debe evaluar sus objetivos y recursos para obtener los resultados esperados.

3.1.3.1. Amenaza de potenciales competidores

Los competidores potenciales de la lecitina de soja purificada son las mismas empresas aceiteras que opten por realizar ellas mismas la purificación. Las barreras de entrada del sector son consideradas bajas ya que, si se cuenta con la instalación para producir lecitina comercial, no se requiere tecnología de alta complejidad para la purificación. Hoy en día el sector de lecitina de soja purificada en Argentina se encuentra aún en desarrollo y se espera que el mercado crezca en los próximos años.

3.1.3.2. Poder de negociación de proveedores

El poder de negociación con los proveedores es medianamente bajo debido a que la materia prima necesaria para la elaboración de lecitina es comprada a empresas aceiteras que no cuentan con una planta para producir lecitina, y es que para estas empresas son un desecho de su proceso de producción. Por otra parte, el precio está fijado por la oferta del momento y se pueden establecer relaciones comerciales con los proveedores para agilizar el aprovisionamiento.

3.1.3.3. Poder de negociación de los clientes

Los principales clientes son aquellas industrias alimenticias que utilicen la lecitina de soja purificada para sus procesos. Entre las más destacadas se observan las industrias lácteas, chocolateras y fábricas de pan o pasta. El poder de negociación será intermedio, ya que facilita el proceso de elaboración y, al brindarle materia prima de buena calidad, aumentaría el valor agregado de sus productos.

3.1.3.4. Amenaza de productos sustitutos

La lecitina de soja purificada tiene a sus principales productos sustitutos en otros emulsionantes. En este caso, los productos sustitutos no son considerados una amenaza fuerte, ya que en ningún caso es posible, con estos productos, superar la calidad y el poder emulsionante que posee la lecitina purificada.

3.1.3.5. Rivalidad entre empresas competidoras

Los competidores de lecitina de soja purificada son SL natural S.R.L., Cordis y Nutrial S.A. La rivalidad disminuye debido al número relativamente bajo de competidores. Por otro lado, la lecitina comercial no tiene el alto nivel de calidad y pureza que posee la lecitina purificada, por lo que estas empresas no están a la par de este emulsionante.

3.1.4. Estimación de la demanda

A partir del Crystal Ball, se realiza una proyección de la demanda con datos históricos en Argentina desde el año 2000 del consumo anual de los principales productos que utilizan lecitina purificada según la Revista Aditivos & Ingredientes (INSUMOS, 2016). En el Anexo 6.1. se encuentran los valores históricos de consumo anual considerados.

Con los resultados obtenidos para cada producto, se estima la cantidad de lecitina de soja purificada total que se demandará en el año 2026 (tabla 8).

Productos	Producción anual (t)	% de lecitina en producto	Consumo anual estimado de lecitina (t)
Leche en polvo	93.686	2,0	1.873
Chocolate	76.569	0,5	383
Helado	239.278	0,1	239
Pan	3.445.613	0,5	17.228
Pasta	406.773	0,5	2.033
		Total	21.757

Tabla 8: Consumo anual estimado de lecitina purificada en 2026.

Fuente: Elaboración propia.

El consumo anual estimado para el año 2026 es de 21.757 toneladas.

Existen aproximadamente 500.000 t de materia prima disponible en el país y, debido a que los únicos competidores para la compra de esta materia prima son los borreros, los cuales pagan un precio muy bajo, no habrá problemas de abastecimiento en ninguna etapa del proyecto.

La cantidad del producto a elaborar se calculó a partir del porcentaje de mercado que se busca alcanzar para cada año y puede observarse en la tabla 9. En el caso del 2022 se pretende alcanzar un 2% del mercado; en 2023, un 3% y a partir del 2024, un 5%.

Año	% de mercado buscado	Producción de lecitina purificada (t)
2022	2	435
2023	3	653
2024	5	1.088
2025	5	1.088
2026	5	1.088

Tabla 9: Producción anual estimada de lecitina purificada.

Fuente: Elaboración propia.

3.1.5. Análisis del precio de venta

Con el fin de determinar el probable precio de venta se desarrolló un relevamiento de precios mediante la solicitud, a algunos proveedores, de presupuestos de lecitina de soja purificada. En la tabla 10 se resumen las cotizaciones obtenidas, de las cuales surge que el precio de venta presupuestado promedio es de 10 USD/kg.

Empresa	Presentación del producto	Precio (USD/kg)
SL Natural S.R.L	Envases de 20 kg	11
Cordis	Envases de 15 kg	7
Nutrial S.A.	Envases de 15 kg	12
Xantana aditivos S.R.L	Envases de 1 kg	10

Tabla 10: Presupuestos de lecitina purificada.
Fuente: Elaboración propia.

3.2. ESTUDIO TÉCNICO

3.2.1. Caracterización técnica del producto

La lecitina se puede describir como una mezcla compleja de lípidos polares que ocurre naturalmente. La mayor fuente de lecitina es el aceite de soja (alrededor del 2% de fosfátidos), pero se puede obtener lecitina de muchos aceites vegetales (maíz, colza, algodón, girasol, etc.) y del huevo.

La composición de la lecitina de soja comercial es de alrededor del 60-70% de los lípidos polares (fosfolípidos y glicolípidos) y 28-35% de aceite de soja. La humedad suele ser inferior al 1% y hay un bajo porcentaje de carbohidratos, esteroides, tocoferoles y pigmentos.

Los componentes más importantes de la lecitina son los fosfolípidos debido a sus propiedades emulsificantes. Los principales fosfolípidos de la lecitina son: Fosfatidilcolina (PC), Fosfatidiletanolamina (PE), Fosfatidilinositol (PI), Ácido fosfatídico (PA) y Fosfatidilserina (PS) (LASENOR, 2020).

La lecitina de soja comercial debe cumplir con diferentes especificaciones físico-químicas detalladas en la tabla 11.

Especificaciones	Valor
Humedad (%)	< 1
Insolubles en acetona (%)	> 60
Insolubles en Hexano (%)	< 0,3
Índice de acidez (mg KOH/g)	< 30
Viscosidad (P)	
a 25°C	< 150
a 40°C	< 50

Tabla 11: Especificaciones físico-químicas de la lecitina comercial.

Fuente: Elaboración propia en base a FEDNA.

- El contenido en humedad no debe ser superior al 1%, por problemas graves de deterioro con humedades superiores a 1,5%. Niveles inferiores al 0,5% son difíciles de conseguir debido a la naturaleza de la materia prima.
- Las lecitinas no deben superar los 60°C por sus efectos sobre el color (oscurecimiento) y el deterioro del producto.
- Se debe controlar el porcentaje de insolubles en hexano (tierra, suciedad, trozos de semilla, cáscara de soja) ya que un exceso de estos puede ser el punto de partida para procesos de oxidación y deterioro.
- El aceite es soluble en acetona pero los fosfolípidos no lo son. Por lo tanto, el contenido de fosfolípidos puede medirse con cierta precisión analizando el porcentaje de insolubles en acetona.
- En el proceso de desgomado, al aumentar la temperatura del agua, ocurre una degradación. El aceite aumenta su acidez oleica que está presente en las gomas crudas húmedas. El índice de acidez de la lecitina debe ser inferior a 30 mg KOH/g.

El producto a producir será lecitina de soja refinada o desaceitada, en polvo, apta para el consumo humano que surge de la purificación de la lecitina comercial. Se presentará en bolsas de polietileno de 25 kg con las siguientes especificaciones. En la tabla 12 se muestran las especificaciones físico-químicas de la lecitina de soja desaceitada.

Especificaciones	Valor
Humedad (%)	< 1
Insolubles en acetona (%)	> 85
Índice de acidez (mg KOH/g)	< 30

Tabla 12: Especificaciones físico-químicas de la lecitina de soja desaceitada.

Fuente: Elaboración propia en base a FEDNA.

Además, al ser un polvo higroscópico, se recomienda conservarlo en su envase original y cerrado hasta el momento de su utilización. Se recomienda no exponer el producto a la luz ni en ambientes húmedos, ni a temperaturas superiores a 25°C. El producto tiene una vida útil de 12 meses a partir de la fecha de elaboración.

3.2.2. Análisis de alternativas tecnológicas

A continuación, se analizan distintos métodos posibles para producir lecitina de soja purificada a partir de las gomas crudas húmedas.

- Método 1: Extracción directa del aceite con acetona fría.

Se vierte acetona fría (0°C) usando una relación goma/solvente (p/v) y agitar continuamente durante un cierto tiempo. Se deja reposar durante unos minutos para luego, separar por filtración. Este proceso se repite en las mismas condiciones un número finito de veces, pero con relación (p/v) menor a la primera. Finalmente, se seca en una estufa de vacío (presión absoluta de 125 mmHg) a temperatura ambiente.

- Método 2: Extracción del aceite después de eliminar el agua por secado bajo vacío.

Las gomas crudas húmedas se secan completamente bajo vacío (presión absoluta de 70 mmHg) en un evaporador rotatorio a 60°C, y se registra el peso periódicamente para calcular el porcentaje de agua eliminada. Se repite lo indicado en el Método 1 y, por último, desolventizar en estufa a vacío a 50°C.

- Método 3: Partición con hexano / etanol.

Las gomas crudas húmedas se disuelven en hexano (1:1, p/p) a 50°C con agitación magnética y luego se agrega etanol absoluto gota a gota, hasta que se observe un cambio brusco de color y la separación de dos fases, que se recuperan en una ampolla de decantación. La fase hexano (Fase A) contiene fosfolípidos, aceite, pigmentos y otros componentes menores; y la fase alcohol/agua (Fase B) contiene fosfolípidos y otros componentes hidrosolubles.

El solvente de la Fase A se evapora a 40°C bajo vacío en un evaporador rotatorio y el residuo se trata como en el Método 1. El solvente de la Fase B se evapora a 50°C bajo vacío y el residuo se seca completamente en estufa de vacío a temperatura ambiente.

- Método 4: Extracción por fluidos supercríticos.

La técnica utiliza dióxido de carbono líquido (en la mayoría de los casos), que se calienta y se presuriza hasta un determinado nivel para que se vuelva supercrítico, es decir, para que adquiera propiedades de los gases y los líquidos. En su estado supercrítico, el CO₂ actúa como disolvente, pudiendo disolver o extraer materiales de una muestra.

El proceso consiste en cuatro etapas:

1. Presurización: su finalidad es alcanzar la presión necesaria del solvente para la extracción, ya sea por medio de un compresor o de una bomba.
2. Ajuste de temperatura: remoción o adición de energía térmica por medio de intercambiador de calor, baños térmicos o resistencias eléctricas, para que el fluido comprimido alcance la temperatura requerida.
3. Extracción: se lleva a cabo en un recipiente extractor a alta presión, el cual contiene la matriz que será procesada. En esta etapa el fluido entra en contacto con la matriz y arrastra el soluto de interés.
4. Separación: en esta etapa se separa la sustancia extraída del solvente mediante cambios de presión y temperatura.

Los métodos 1, 2 y 3 utilizan disolventes para realizar la extracción, siendo el método de extracción con acetona el más difundido.

En la tabla 13 se realiza la comparación entre los métodos de extracción con disolventes y el de extracción supercrítica utilizando CO₂.

Extracción con disolventes	Extracción supercrítica con CO₂ supercrítico
Uso de altas temperaturas	Posibilidad de trabajar a bajas temperaturas (entre 40-80°C)
Posibilidad de trabajar a presión atmosférica	Trabajo a altas presiones
La muestra está en contacto con el oxígeno del aire, pudiéndose oxidar	Protección contra el oxígeno y minimización de riesgos de oxidación de la muestra
Altos tiempos de extracción	Rapidez de extracción
La presencia de disolventes es inevitable. El nivel de residuo (en general ppm) del disolvente depende del tipo de solvente utilizado	Totalmente libre de disolventes y, por lo tanto, muy pura
La presencia de metales pesados es inevitable y depende de la solvencia, el método de reciclaje de solventes, el origen de la materia prima y el material utilizado para construir las piezas de contacto de la máquina	Totalmente libre de metales pesados, ya que no son extraíbles, incluso si están presentes en la materia prima. No hay metales pesados en el CO ₂ o en el equipo
El contenido de sales inorgánicas no se puede evitar, utilizando el mismo concepto anterior	Totalmente libre de sales inorgánicas, utilizando la misma explicación anterior
Las sustancias polares se disuelven junto con las sustancias lipofílicas de la materia prima debido a la poca selectividad del disolvente. Durante las operaciones de separación del disolvente, se pueden formar artefactos (polímeros polares) que conducen a la decoloración de la extracción, dando un aspecto distinto de los componentes	El CO ₂ es altamente selectivo para las sustancias apolares y no existe la posibilidad de que las sustancias formen polímeros polares u otros artefactos

Tabla 13: Comparación entre extracción con disolventes y extracción con FSC.
Fuente: Elaboración propia en base TORRELO VILLA (2010).

A pesar de encontrarse bibliografía como los trabajos de MADDOERY, R. et al. (1987) y CECI, L et al. (2008), donde los resultados muestran que se obtienen altos grados de purificación y con la menor cantidad de solvente utilizado cuando se aplica la extracción tradicional con acetona, para seleccionar la tecnología de producción a utilizar en este proyecto se tienen en cuenta otras variables como la innovación y el cuidado del medio ambiente y de las personas, tanto trabajadores como consumidores finales.

Por lo antes enunciado y, considerando que el método tradicional utilizando acetona está dejando de ser aplicado en otros países por obtenerse un producto con trazas de disolvente y de metales pesados (TORRELO VILLA, 2010), se decide seleccionar el Método 4: Extracción por fluidos supercríticos. Se evaluará de esta manera la viabilidad de implementar esta tecnología no aplicada aún en el país en la purificación de lecitina.

3.2.3. Especificación del proceso

3.2.3.1. Diagrama de flujo

En la figura 15 se presenta el proceso de fabricación del producto.

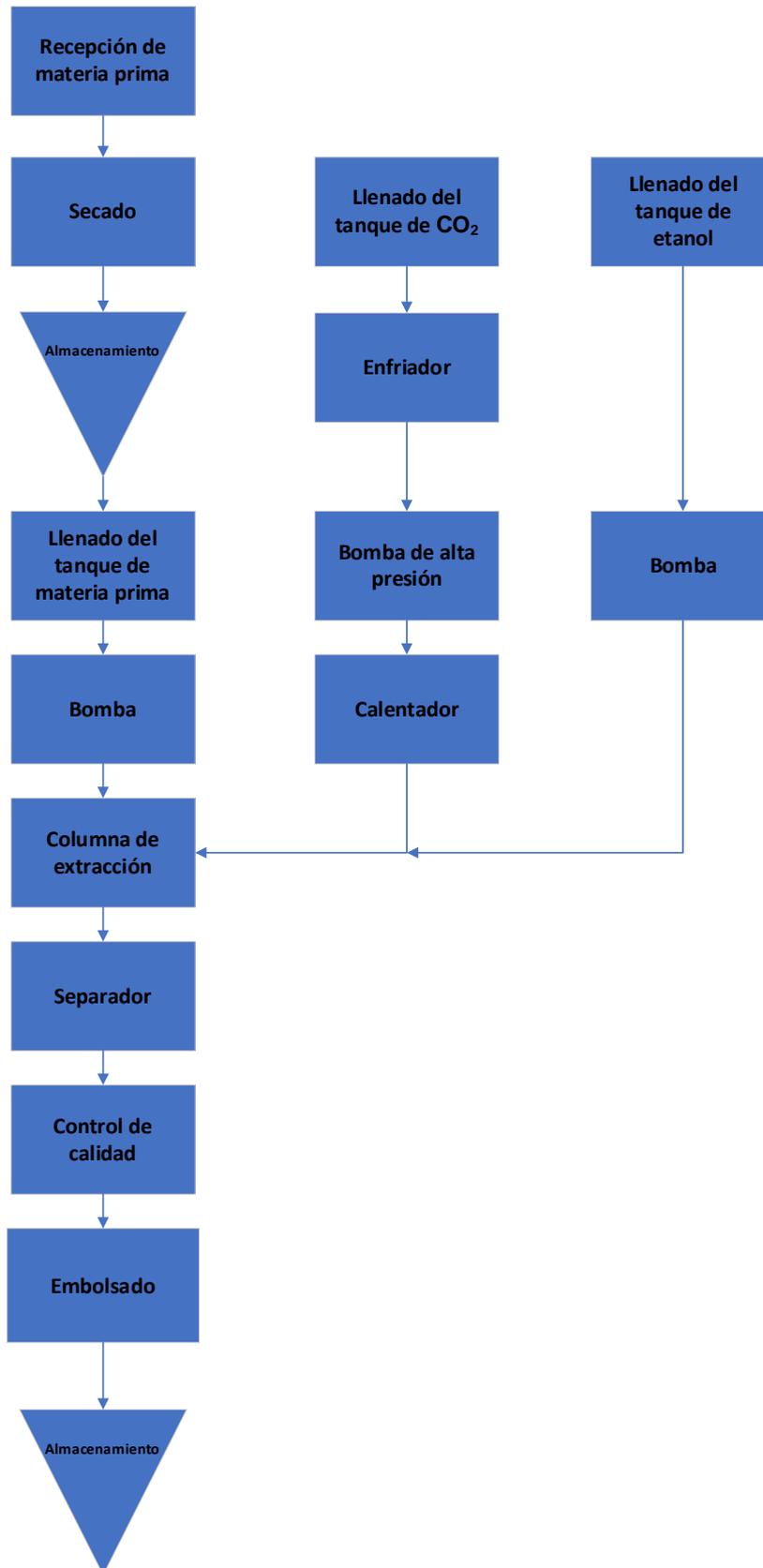


Figura 15: Diagrama de flujo del proceso productivo.
Fuente: Elaboración propia.

3.2.3.2. Descripción técnica del proceso

1. Recepción de la materia prima: Las gomas obtenidas por centrifugación contienen cerca del 50% de agua, 33% de material insoluble en acetona (lo que equivale a un 20-25% fosfolípidos) y 17% de aceite.
2. Secado: Las gomas crudas húmedas se secan completamente bajo vacío (presión absoluta de 70 mmHg) en un evaporador rotatorio a 60°C, y se registra el peso periódicamente para calcular el porcentaje de agua eliminada. Esta etapa del proceso se lleva a cabo hasta obtener una humedad relativa inferior al 1%.
3. Almacenamiento de producto intermedio: Se almacena la lecitina comercial a la espera de ser procesada.
4. Llenado del tanque del disolvente: Se almacena el dióxido de carbono, utilizado como solvente, en condiciones de presión y temperatura normales.
5. Llenado del tanque del codisolvente: Se almacena el etanol, utilizado como codisolvente, en condiciones de presión y temperatura normales. Mejora la solubilidad por lo que permite una extracción a presiones menores.
6. Llenado del tanque de materia prima: Las gomas líquidas son depositadas en las proporciones indicadas.
7. Enfriador: el disolvente se enfría hasta alcanzar una temperatura tal que pueda pasar sin problemas por la bomba, para esto se requiere el solvente en estado líquido.
8. Bomba: se comprime el disolvente hasta una presión por encima de la presión crítica (73,76 bar)
9. Calentador: se calienta el disolvente comprimido hasta una temperatura por encima de la crítica (31°C), alcanzando las condiciones necesarias para la extracción.
10. Columna de extracción: el disolvente supercrítico pasa a través de la materia prima en contracorriente, disolviendo y arrastrando las componentes de interés.
11. Válvula de presión: el disolvente disminuye su presión por debajo de su presión crítica.
12. Separador: se extrae el gas por la parte superior, y el extracto por la parte inferior.
13. Control de calidad: Realizar un control de calidad para verificar que se cumplan con las especificaciones del producto.
14. Embolsado: La lecitina purificada es transportada hasta una tolva de embolsado mediante un elevador a cangilones donde se embolsa en bolsas de polietileno de 25 kg.

15. Almacenado: Se almacenan en cajas de cartón.

3.2.3.3. Especificación de los equipos

Según el análisis realizado en el punto 3.1.5 para el 2026 se ha fijado como meta alcanzar un 5% del mercado de lecitinas purificadas lo que representa 1.088 toneladas.

En base a esto se determina una capacidad de diseño para la planta de 1.300 toneladas anuales, dejando de esta forma un margen que permita absorber cualquier desviación de la proyección realizada. Por otra parte, debe tenerse en cuenta que en la producción a gran escala se torna más dificultoso mantener altas presiones con caudales de gran magnitud de CO₂ de forma tal que adopte las propiedades de fluido supercrítico.

Se decide instalar dos líneas de producción continua con dos turnos de 8 horas cada uno.

Para poner en funcionamiento la planta de elaboración de lecitina de soja purificada con la mencionada capacidad productiva, se debe contar con los siguientes equipos:

a. Secador rotativo

-Descripción: la secadora rotativa de 8 m³ está hecha de un tubo cilíndrico giratorio con una velocidad de 6 rpm. Se inclina ligeramente para que el extremo de descarga sea más bajo que el extremo de alimentación del material y, de esta manera, transportar el material a través del secador bajo gravedad. El material a secar entra en la secadora y, a medida que la secadora gira, este se levanta mediante una serie de aletas que recubren la pared interna del secador. El motor es de 5,5 kW.

-Capacidad: 2.000 kg/h.

-Marca: Buflovak

b. Enfriador

-Descripción: recipiente cilíndrico de chapa de acero y tiene en su interior multitud de tubos rectos o incluso con aletas que lo recorren longitudinalmente paralelos los unos a los otros y por cuyo interior circula el agua de enfriamiento.

-Marca: York International

c. Calentador

-Descripción: sistema compuesto por una serpentina y una caldera de dos pasos de humo de 600 kg de vapor / hora.

-Marca: Caldera Vulcano

d. Bomba de alta presión

-Descripción: bomba de alta presión con un caudal de 30 m³/h.

-Marca: KSB

e. Bomba

-Descripción: dos bombas centrífugas con un caudal de 0,5 m³/h para la materia prima y dos de 6 m³/h para el etanol.

-Marca: AGP bombas

f. Extractor

-Descripción: recipiente de alta presión de acero al carbono.

-Capacidad: 4 m³

g. Separador

-Descripción: recipiente de alta presión de acero al carbono.

-Capacidad: 2 m³

h. Condensador

-Descripción: recipiente cilíndrico de chapa de acero y tiene en su interior multitud de tubos rectos o incluso con aletas que lo recorren longitudinalmente paralelos los unos a los otros y por cuyo interior circula el agua de enfriamiento.

-Calor entregado: -300.000 Kcal.

-Marca: York Refrigeration

i. Tanque industrial

-Descripción: dos tanques cilíndricos de acero de carbono de 2 m³ para la materia prima, dos de 30 m³ para el CO₂ y dos de 5 m³ para el etanol.

-Marca: SICA

j. Elevador de cangilones

- Descripción: totalmente construido en chapa galvanizada. Incluye: pie y cabezal de elevador, motor de 5 HP/1500 RPM, reductor de velocidad, acople a piñones, correa y estira correas, cangilones con bulones de montaje, pasarela de mantenimiento para cabezal y riendas de arriostre. Modelo DAB 10.

- Capacidad: Hasta 1.500 kg/h.

k. Envasado

- Descripción: construida en chapa SAE 1010. El sistema sujeta bolsas neumático de mandíbulas que permite un cierre hermético durante el llenado de la bolsa. Incluye: conducto de despresurización, embudo dosificador, pesaje directo en la bolsa, a través de celdas de carga y equipo electrónico de pesaje con panel frontal, donde se pueden cargar los pesos a envasar. Equipada con un motor de 8 HP.

- Capacidad: Hasta 1.500 kg/h.

Cada línea de producción está compuesta por los equipos detallados anteriormente, excluyendo los equipos (a), (j) y (k).

3.2.4. Capacidad de producción

La planta tendrá una capacidad de diseño para procesar 338 kg de lecitina purificada por hora, lo que da lugar a 1.300 toneladas anuales, considerando 16 horas de operación por día. Se verificó la disponibilidad de materia prima y de equipos de producción para esa capacidad.

En función a la capacidad definida, en la tabla 14 se ponen en evidencia los porcentajes de utilización de la instalación para los diferentes años del proyecto.

Año	Porcentaje de utilización de la capacidad instalada
2022	34%
2023	51%
2024	84%
2025	84%
2026	84%

Tabla 14: Porcentaje de utilización de la capacidad instalada.

Fuente: Elaboración propia.

3.2.5. Requerimientos de insumos

3.2.5.1. Materia prima

Las materias primas requeridas dependen de la cantidad de producto final a producir. Al contar con un rendimiento del proceso del 36% (TEBERIKLER et al., 2001), en función a la capacidad de nuestra planta, se necesitará 3.630 t de gomas crudas húmedas anuales.

3.2.5.2. Insumos

En función de la capacidad de diseño, necesita un flujo de 56,25 m³/h de dióxido de carbono y de 6 m³/h de etanol (TEBERIKLER et al., 2001).

El dióxido de carbono líquido y el etanol se renuevan de sus respectivos tanques criogénicos del circuito cerrado una vez por semana, por lo que no es considerado espacio para su almacenamiento.

Se necesitan 2.700 m³ anuales de dióxido de carbono y 288 m³ anuales de etanol como insumo para el proceso.

3.2.5.3. Mano de obra

Según la descripción de la maquinaria necesaria para el proceso de producción otorgada por los proveedores, se requiere un total de 8 operarios y 1 supervisor por turno. Los operarios se distribuyen de la siguiente manera: dos operarios para la recepción de materia prima, secado y almacenamiento, dos operarios para el proceso de dosificación, llenado de tanques y extracción, incluyendo el control del sistema (por línea de producción), y dos operarios para el embolsado y almacenamiento del producto final.

La empresa cuenta con dos líneas de producción y los colaboradores trabajan dos turnos de 8 horas cada uno. Dado que la planta opera de lunes a viernes, la cantidad de días laborables al año es de 240. Por lo tanto, los requerimientos de horas-hombre al año son los siguientes:

- 128 horas hombre por día de Mano de Obra, es decir, 30.720 horas hombre anuales.
- 16 horas hombre por día de Supervisión, es decir, 3.840 horas hombre anuales.

3.2.5.4. Servicios auxiliares

3.2.5.4.1. Energía eléctrica

Se detalla en la tabla 15 el consumo eléctrico de los equipos involucrados en el proceso productivo para ambas líneas de producción.

La potencia total es de 101,5 kW. Según el tiempo estimado de producción mensual (320 h), se estima un requerimiento de energía eléctrica de 32.480 kWh/mes lo que se traduce a un consumo de 389.760 kWh/año.

Equipo	Potencia (kW)
Secador rotativo	5,5
Enfriador (2)	28
Bomba de alta presión	30
Bomba (2)	12
Condensador	16
Elevador a cangilones	4
Envasadora	6
Total	101,5

Tabla 15: Potencia por equipo de producción.
Fuente: Elaboración propia.

3.2.5.4.2. Agua

El agua se utiliza principalmente para alimentar la caldera de vapor y para la limpieza diaria de los equipos e instalaciones. La producción total de vapor anual es de 2.304 t. La caldera consume 1,1 m³ de agua por tonelada de vapor producido. Así, el consumo de agua de la caldera es de 2.788 m³/año.

Además, se estima el resto del agua consumida en la planta como 0,6 m³ por operario por día (TEJERO, 2006). Por lo tanto, se requiere una disponibilidad de 2.304 m³/año.

El consumo total de agua es de 5.092 m³/año.

3.2.5.4.3. Gas

El gas es utilizado para abastecer la caldera que alimenta de vapor a la línea y el secador rotativo. La caldera tiene un consumo de 60 m³/h y el secador rotativo de 12 m³/h. Por lo tanto, se requiere una disponibilidad de 230.400 m³/año y 23.040 m³/año respectivamente.

El consumo total de gas es de 253.440 m³/año.

3.2.5.5. Envases

Los productos son envasados en bolsas de 25 kg de polipropileno para asegurar la conservación, protección y facilidad de transporte y almacenamiento del producto final. La ventaja de utilizar polipropileno se encuentra en la flexibilidad del empaque, su resistencia, su versatilidad, su bajo costo en comparación con otros materiales y su impermeabilidad al agua. Es un material higiénico y totalmente atóxico. Posee mayor durabilidad y un bajo peso que deriva en menores costos de almacenaje y transporte.

Considerando la producción anual de 1300 t/año y la capacidad de 25 kg/bolsa, los requerimientos de envases son de 52.000 bolsas/año.

3.2.6. Distribución en planta

Las decisiones relativas a la distribución consisten en determinar dónde se colocarán las distintas áreas, las estaciones de trabajo y los puntos donde se guardan las existencias dentro de una instalación productiva. El objetivo es ordenar estos elementos de manera que se garantice el flujo continuo del trabajo.

3.2.6.1. Requerimientos de espacio

3.2.6.1.1. Producción

En la tabla 16 se detallan las dimensiones de los equipos y las dimensiones totales que ocupan instalados.

Equipo	Largo (m)	Ancho (m)
Enfriador (2)	8	6
Bomba de alta presión (2)	10	4
Bomba (4)	2	1,2
Extractor (6)	6	6
Separador (4)	4	4
Condensador (2)	8	4
Tanque industrial 25 m ³ (2)	4,5	2
Tanque industrial 2 m ³ (2)	2,4	2
Tanque industrial 5 m ³ (2)	3,2	1,5
Elevador de cangilones	1	0,3
Envasadora	1,5	0,7
Total	50,6	31,7

Tabla 16: Dimensiones de equipos.

Fuente: Elaboración propia según datos del fabricante.

Como se observa en la tabla 16, las medidas de la línea son 50,6 m de largo por 31,7 m de ancho. A estas medidas hay que adicionarles 1,5 m de pasillos en cada lado, resultando las medidas finales de 53,6 m x 36,2 m con un área de 1940 m².

Además, hay que tener en cuenta la dimensión del secador rotativo (8 m de largo x 2,2 m de ancho) que permite transformar las gomas húmedas en gomas deshidratadas. Teniendo en cuenta los pasillos, el área necesaria para el secador rotativo es de 57,2 m².

Por lo tanto, el área total para el área de producción es de 1.998 m².

3.2.6.1.2. Sala de caldera

Los equipos térmicos sometidos a presión deben encontrarse aislados del resto de las instalaciones, por lo que se debe construir una sala para ubicar la caldera con un espacio adicional para circulación de 0,75 m alrededor de la misma. La sala debe tener una ventilación permanente al exterior.

La caldera ocupa un espacio de 2,5 m x 1,75 m por lo que las medidas de la sala deben ser de 4 m x 3,25 m, resultando un total de 13 m².

3.2.6.1.3. Depósito de materias primas

Se debe tener en cuenta la recepción de gomas crudas húmedas. Las mismas son almacenadas en el depósito de materias primas donde permanecen solo mientras esperan a someterse al proceso de secado. Al ser solo un área de recepción y de espera transitoria, se estiman 30 m² para cumplir su finalidad.

Una vez realizado el secado, las lecitinas comerciales se almacenan en un depósito intermedio en tambores de 210 kg a la espera de continuar el proceso. En función a nuestra capacidad instalada y teniendo en cuenta la rotación de entrada y salida al depósito, se acumulan 28 tambores en esta área intermedia con una ocupación de 0,3 m² cada uno. Considerando pasillos para la circulación del personal, se estiman 50 m² para este depósito intermedio.

La superficie total de ambos depósitos de materia prima es de 80 m².

3.2.6.1.4. Depósito de producto terminado

El cálculo de los requerimientos de espacio para el depósito de producto terminado está basado en la capacidad de planta anual estimada (1.300 t/año de lecitina purificada).

Se determinó que, para una óptima distribución y mejores tiempos de entrega, el producto se mantendrá en inventario hasta 15 días desde su producción para contar con un acopio de lecitina purificada en stock y despachar al cliente en un bajo tiempo de entrega.

Entonces, considerando la producción mensual planteada, la cantidad en stock máxima es de 54.000 kg. El producto terminado se envasa en bolsas de polipropileno de 25 kg, por lo que se deben almacenar en la bodega 2.160 bolsas.

Para el almacenamiento se utilizan pallets estandarizados con una capacidad de 1.000 kg (pallet económico). Si se almacenan 40 bolsas por pallet, es necesario almacenar 54 pallets.

Los pallets de productos terminados se disponen en racks selectivos. Los racks tienen tres posiciones de altura, por lo que se utilizarán 2 racks con dos posiciones de profundidad cada uno y seis posiciones de largo. El total de espacio disponible es para 72 pallets.

Según las especificaciones del fabricante, las medidas de cada rack a utilizar son de 14,1 m de largo x 2,2 m de ancho x 5,2 m de alto.

De acuerdo con la distribución pensada para el área de depósito de producto final, el espacio total requerido es de 190 m² y una altura de 6,5 m, ya que se considera un espacio de holgura entre el rack y el techo de la bodega.

3.2.6.1.5. Almacén de suministros

Se determina una superficie de 16 m² para cumplir con el requerimiento de espacio para el depósito de insumos de embalaje, los cuales son recibidos en cajas de cartón que contienen las bolsas planas de polipropileno y los materiales de limpieza.

3.2.6.1.6. Oficinas

Se dispone de una oficina que incluye una sala de reuniones de 15 m² y un espacio de oficina para el supervisor de planta de 2 x 3 m que juntos suponen 21 m² totales.

3.2.6.1.7. Sala de personal

Se destinan dos zonas para sanitarios y vestuarios del personal, una para cada sexo, y una zona de descanso para los empleados, de uso común. El espacio requerido para estas instalaciones es de 25 m².

3.2.6.1.8. Superficie total

En la tabla 17 se muestra un resumen de los requerimientos de espacio por área. Teniendo en cuenta las áreas descritas anteriormente, se determina una superficie total construida de 2.343 m².

Área	Largo (m)	Ancho (m)	Superficie (m ²)
Producción			
Línea de producción	53,6	36,2	1.940
Secador rotativo	5,2	11	57,2
Sala de caldera	3,25	4	13
Depósito de materias primas			
Deposito gomas crudas húmedas	5	6	30
Almacén intermedia	5	10	50
Depósito de producto terminado	16,5	11,5	190
Almacén de suministros	4	4	16
Oficinas			
Sala de reuniones	3	5	15
Oficina supervisor	3	2	6
Sala de personal	5	5	25
		Total	2.343

Tabla 17: Resumen de los requerimientos de espacio por área.

Fuente: Elaboración propia.

3.2.6.2. Diseño de planta

Con el objetivo de ubicar cada área en el lugar más apropiado y de forma eficiente, se procede al uso de las siguientes técnicas para establecer la ubicación óptima de las áreas: diagrama de relación de actividades, hoja de trabajo y diagrama adimensional de bloques. Finalmente se realiza el plano de la instalación.

El diagrama de relación de actividades muestra las relaciones entre áreas de la planta y, para reflejar la importancia de cada relación, se utiliza un código de cercanía. En la figura 16 se muestra el diagrama de relación de actividades para la planta de purificación de lecitina y se especifican los códigos de cercanía (tabla 18).

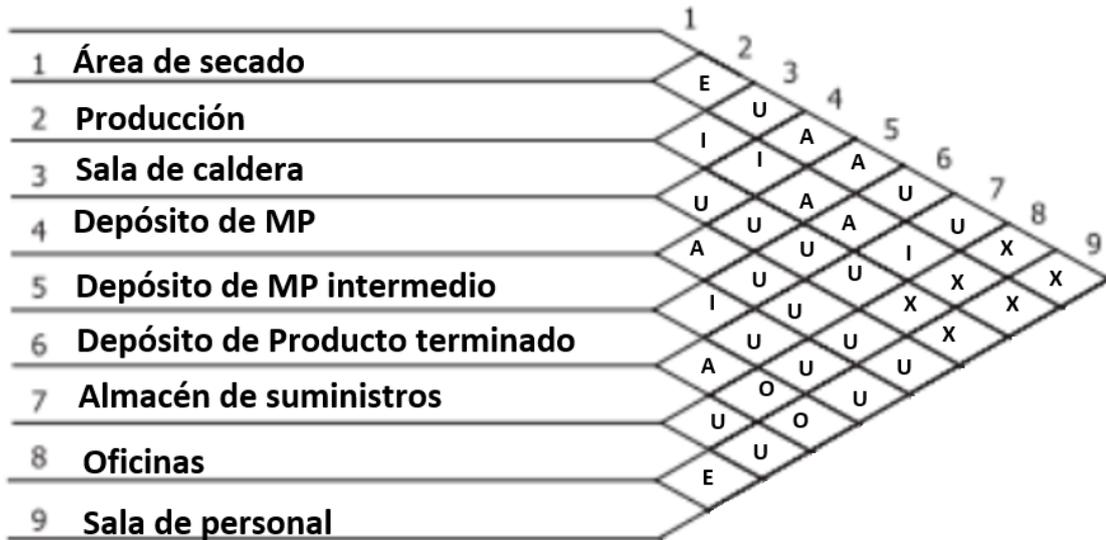


Figura 16: Diagrama de relación de actividades.
Fuente: Elaboración propia.

A	Absolutamente necesario
E	Especialmente importante
I	Importante
O	Ordinariamente importante
U	Sin importancia
X	No deseable

Tabla 18: Diagrama de relación de actividades.
Fuente: Elaboración propia

La hoja de trabajo es una interpretación del diagrama de relación de actividades y una etapa intermedia que obtiene los datos básicos para confeccionar el diagrama adimensional de bloques. La hoja de trabajo para la planta desarrollada es la que se muestra en la tabla 19.

Área	A	E	I	O	U	X
1 Secado	4,5	2	0	0	3,6,7	8,9
2 Producción	5,6	1	3,4,7	0	0	8,9
3 Sala de caldera	0	0	2	0	1,4,5,6,7	8,9
4 Depósito de MP	1,5	0	2	0	3,6,7,8,9	0
5 Depósito de MP intermedio	1,2,4	0	6	0	3,7,8,9	0
6 Depósito de Producto terminado	2,7	0	5	8,9	1,3,4	0
7 Almacén de suministros	6	0	2	0	1,3,4,5,8,9	0
8 Oficinas	0	9	0	6	4,5,7	1,2,3
9 Sala de personal	0	8	0	6	4,5,7	1,2,3

Tabla 19: Hoja de trabajo.

Fuente: Elaboración propia.

En la figura 17 se presenta el diagrama adimensional de bloques, que es el primer intento de distribución y resultado de la gráfica de relación de actividades y la hoja de trabajo.

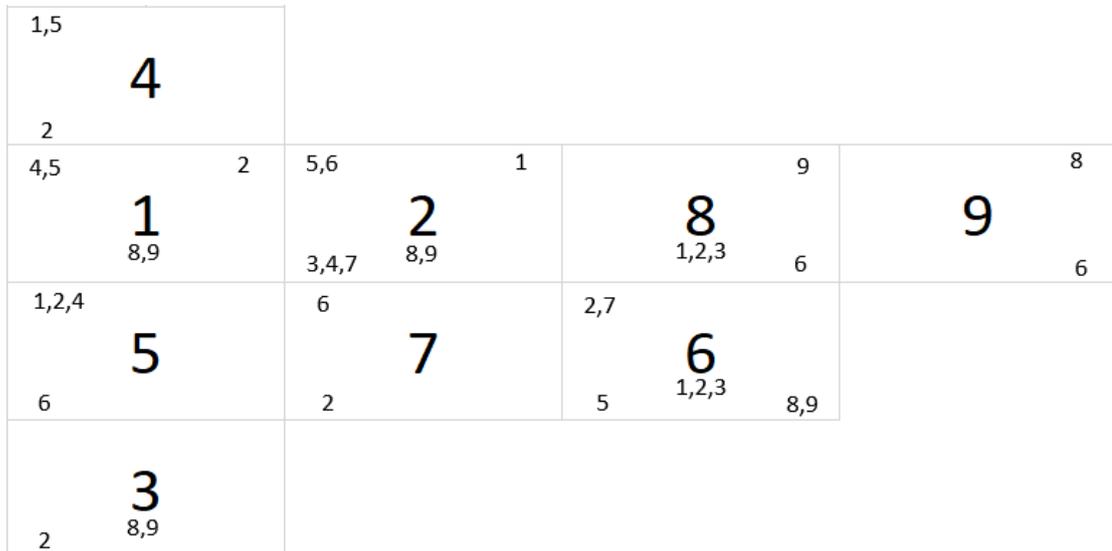


Figura 17: Diagrama adimensional de bloques.

Fuente: Elaboración propia

En base al análisis realizado, se procede a confeccionar el plano de la instalación considerando las especificaciones y dimensiones de cada sector mencionado (figura 18).

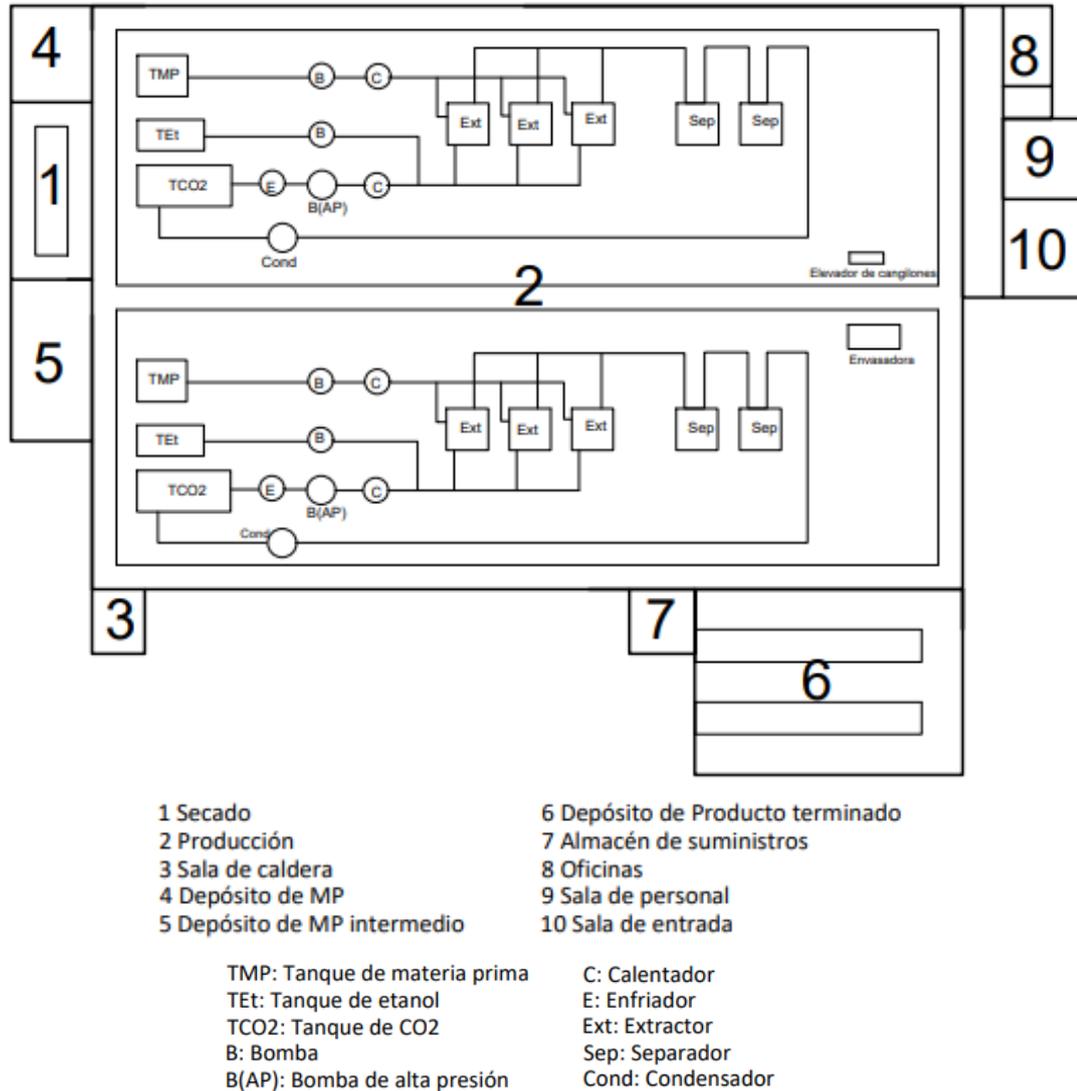


Figura 18: Plano de la planta.

Fuente: Elaboración propia

3.2.7. Localización

Con el objetivo de determinar la localización en planta se utiliza el método de ponderación de factores para cada alternativa.

Se consideraron tres opciones: (1) instalar la planta en la ciudad de Mar del Plata en el Parque Industrial General Manuel Savio; (2) Parque Industrial San Lorenzo; (3) o en el Parque Industrial Campana.

Los factores a tener en cuenta son la accesibilidad a la materia prima, la cercanía a los clientes, la mano de obra y el transporte y comunicación.

El Parque Industrial General Manuel Savio de Mar del Plata tiene una baja accesibilidad a las materias primas, ya que los mayores productores de aceite de soja se encuentran en la zona litoral del país. Sin embargo, los clientes están diversificados a lo largo del país, aunque los más importantes se encuentran en el litoral y norte de la provincia de Buenos Aires. Con respecto a la mano de obra, Mar del Plata cuenta con una tasa de desocupación alta por lo que ayudaría a impulsar nuevos puestos de trabajo aunque no estarían relacionados al entorno aceitero. Cuenta con un fácil acceso a diferentes rutas nacionales (Ruta 2 y Ruta 226) y provinciales (Ruta 88).

El Parque Industrial San Lorenzo, en Santa Fe, tiene una alta accesibilidad a las materias primas, ya que se encuentra en el epicentro de las mayores aceiteras del país. Con respecto a los clientes, se encuentra en cercanía a las empresas alimentarias. La mano de obra es más calificada con respecto a la de Mar del Plata debido al grado de industrialización de la zona. Está ubicado en un punto estratégico puesto que está delimitada por la autopista Rosario - Santa Fe, la Ruta Provincial 10 y las vías del ferrocarril Nuevo Central Argentino. Además, se encuentra a 10 km del puerto de Rosario.

El Parque Industrial Campana tiene una accesibilidad a las materias primas aceptable y se encuentra en las cercanías de las principales aceiteras del país. Dentro del parque hay una gran variedad de potenciales clientes. La mano de obra no está especializada en el entorno aceitero, situación similar a la de Mar del Plata. Su ubicación es privilegiada, con conexiones a diferentes rutas con destinos a países limítrofes. Además, está ubicado cerca de dos puertos locales del Río Paraná.

Se realiza el análisis del proceso analítico PAJ para determinar cuál será la mejor localización de la planta en base a los criterios de selección.

En primer lugar, definimos la estructura de jerarquía del problema, como se muestra en la figura 19.

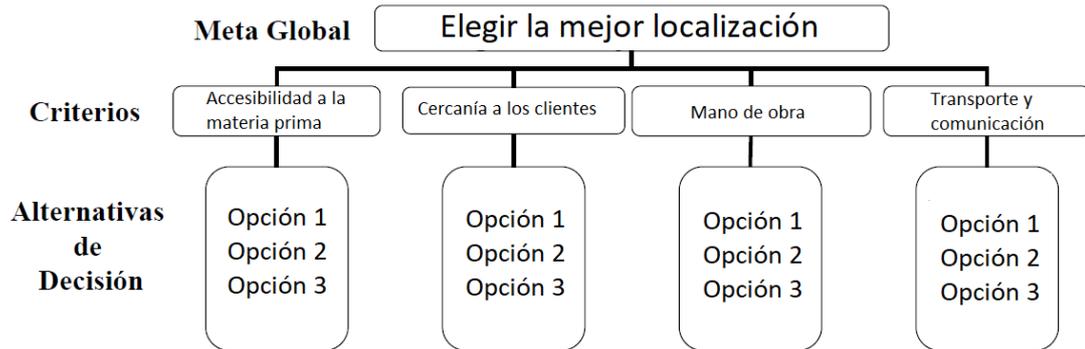


Figura 19: Estructura de jerarquía.
Fuente: Elaboración propia.

Luego, a partir de la escala de Saaty de la tabla 20, se realiza la matriz de comparaciones pareadas para cada criterio de elección.

Planeamiento verbal de la preferencia	Calificación numérica
Extremadamente preferible	9
Entre muy fuertemente y extremadamente preferible	8
Muy fuertemente preferible	7
Entre fuertemente y muy fuertemente preferible	6
Fuertemente preferible	5
Entre moderadamente y fuertemente preferible	4
Moderadamente preferible	3
Entre igualmente y moderadamente preferible	2
Igualmente preferible	1

Tabla 20: Escala de Saaty.
Fuente: Elaboración propia.

Accesibilidad a la materia prima	Opción 1	Opción 2	Opción 3	Vector de prioridades
Opción 1	1	0,11	0,2	0,062
Opción 2	9	1	4	0,701
Opción 3	5	0,250	1	0,236

Tabla 21: Matriz de comparaciones pareadas y vector de prioridades para el criterio accesibilidad de la materia prima.
Fuente: Elaboración propia.

Cercanía a cliente	Opción 1	Opción 2	Opción 3	Vector de prioridades
Opción 1	1	0,143	0,2	0,074
Opción 2	7	1	3	0,643
Opción 3	5	0,3	1	0,283

Tabla 22: Matriz de comparaciones pareadas y vector de prioridades para el criterio cercanía al cliente.

Fuente: Elaboración propia.

Mano de Obra	Opción 1	Opción 2	Opción 3	Vector de prioridades
Opción 1	1	0,25	1	0,167
Opción 2	4	1	4	0,667
Opción 3	1	0,25	1	0,167

Tabla 23: Matriz de comparaciones pareadas y vector de prioridades para el criterio mano de obra.

Fuente: Elaboración propia.

Transporte y comunicación	Opción 1	Opción 2	Opción 3	Vector de prioridades
Opción 1	1	0,167	0,25	0,085
Opción 2	6	1	4	0,671
Opción 3	4	0,3	1	0,244

Tabla 24: Matriz de comparaciones pareadas y vector de prioridades para el criterio transporte y comunicación.

Fuente: Elaboración propia.

Se realiza la matriz de comparaciones pareadas para los cuatro criterios, como se muestra en la tabla 25.

Criterios	Accesibilidad a la materia prima	Cercanía a cliente	Mano de Obra	Transporte y comunicación	Vector de prioridades
Accesibilidad a la materia prima	1	4	7	5	0,591
Cercanía a cliente	0,25	1	4	3	0,232
Mano de Obra	0,14	0,25	1	0,33	0,059
Transporte y comunicación	0,20	0,20	3	1	0,117

Tabla 25: Matriz de comparaciones pareadas y vector de prioridades para los cuatro criterios.

Fuente: Elaboración propia.

Una consideración importante en términos de la calidad de la decisión final se refiere a la consistencia de los juicios que muestra el tomador de las decisiones en el transcurso de la serie de comparaciones pareadas. Por lo tanto, se analizó cada matriz dando consistencia en todas ellas. Dicho análisis puede observarse en el anexo.

La prioridad global para cada alternativa de decisión se obtiene sumando el producto de la prioridad del criterio por la prioridad de la alternativa de decisión con respecto a ese criterio. Se muestra el resultado en la tabla 26.

Alternativa	Prioridad global
Opción 1	0,074
Opción 2	0,682
Opción 3	0,244
Total	1

Tabla 26: Jerarquización del PAJ para las alternativas de decisión

Fuente: Elaboración propia.

En base al análisis realizado con el proceso analítico PAJ, se toma la decisión de ubicar la planta en el Parque Industrial San Lorenzo, en la localidad de San Lorenzo, provincia de Santa Fe.

3.3. ESTUDIO ECONÓMICO

Con el objetivo de obtener un análisis económico del proyecto que fundamente la toma de decisiones en cuanto a la inversión, se dispone el cálculo de la inversión fija total, los costos de producción, el capital de trabajo, un estudio de la rentabilidad y el análisis del punto de equilibrio.

Para el siguiente análisis se debe tener en cuenta que se toma una moneda extranjera como el dólar (USD) debido a la incertidumbre financiera que se vive en Argentina. Tratando de disminuir la complejidad que esto conlleva y la continua devaluación se tomó el valor del dólar estadounidense a 90 pesos argentinos.

3.3.1. Inversión fija total

Para el cálculo de la inversión fija se utiliza el método de los factores considerando los equipos de producción, su instalación y puesta en marcha. Debido a las altas presiones del proceso de fabricación se considera la instalación de la planta como ingeniería compleja. A continuación, en la tabla 27, se especifica el valor de compra de los equipos presupuestados por los proveedores con un valor adicional del 37,5% del valor de los equipos correspondiente a la instalación de los mismos.

Además se encuentran los equipos para la medición, movimiento y almacenamiento de materiales en la planta.

Equipo	Valor (USD)	Proveedores
Secador rotativo	42.000	Buflovak
Enfriador (2)	50.000	York International
Caldera	51.000	Caldera Vulcano
Bomba de alta presión (2)	52.500	KSB
Bomba (4)	4.000	AGP Bombas
Extractor (6)	21.000	SACOME
Separador (4)	12.000	SACOME
Condensador (2)	42.000	York International
Tanque industrial (6)	90.000	SICA
Elevador de cangilones	7.200	Marisa S.A.
Envasadora	35.000	Equipenvas
Instalación (37,5%)	152.513	-
Total equipos de proceso	559.213	-
Equipos auxiliares	Valor (USD)	Proveedores
Autoelevador	13.500	SAMPI
Rack depósito producto final	4.200	Mecalux
Báscula (2)	4.000	Equipenvas
Total equipos auxiliares	21.700	-
Total equipos	580.913	-

Tabla 27: Valor total de los equipos de proceso y auxiliares.

Fuente: Elaboración propia basado en cotización de proveedores.

El valor total de la inversión en equipos, considerando equipos principales y su instalación y los equipos adicionales, es de 580.913 USD.

El proceso de fabricación está diseñado para un proceso de fluidos. En cuanto a la instrumentación, la planta requiere un control parcialmente automatizado. Los servicios auxiliares a la producción serán provistos por el Parque Industrial San Lorenzo, donde se instalará la planta, por lo que no se tienen en cuenta. Los residuos generados son envases y otros materiales no peligrosos que son considerados del tipo RSU (Residuos Sólidos Urbanos). Estos se disponen en contenedores en la entrada de la planta para la acumulación y recolección de los mismos. Tampoco se requieren conexiones entre unidades.

El valor estimado para construir un metro cuadrado de una industria alimenticia es de 760 USD (Ingeniero José de Hormaechea, estudio Emisa, 2019). De este modo, la inversión en obras civiles para una planta de 2.343 m² es de 1.780.680 USD.

La planta, en cuanto al factor tamaño, es considerada como una unidad comercial pequeña. Además, se tiene en cuenta un porcentaje por contingencias para las variaciones imprevistas que puedan surgir.

Con las especificaciones anteriores, en la tabla 28 se muestran los factores y se calcula la inversión fija.

Factor	Valor
Tuberías de proceso	
Fluidos	0,5
Instrumentación	
Parcialmente automatizado	0,075
Edificios de fabricación	1.780.680 USD
Plantas de servicios	0
Conexiones entre unidades	0
Inversión directa	2.661.440 USD
Ingeniería y construcción	
Ingeniería compleja	0,425
Factores de tamaño	
Unidad comercial pequeña	0,1
Contingencias	
Variaciones imprevistas	0,2
Factor de inversión indirecta	1,725
Inversión fija	4.590.984 USD

Tabla 28: Cálculo de la inversión fija por el método de los factores
Fuente: Elaboración propia.

En el Parque Industrial San Lorenzo la mínima extensión de los lotes es de 1.500 m². Dos lotes son suficientes para instalar la planta de lecitina purificada de soja. Los terrenos tienen un costo de 300.000 USD (ZONAPROP, 2021).

Considerando el valor del terreno, la inversión fija total de la planta de elaboración de lecitina purificada es de 4.890.984 USD.

3.3.2. Capital de trabajo

El capital de trabajo considera a aquellos recursos que requiere el proyecto para realizar las operaciones hasta la percepción de Ingresos. Es el capital necesario para dar inicio al ciclo productivo del proyecto.

Para calcular el capital de trabajo se realiza una estimación que consiste en calcular los requerimientos de capital para operar la planta por un determinado período de tiempo (3 meses) en función de las condiciones de comercialización y en base a los costos de producción sin incluir la depreciación.

Finalmente se consideran tres meses de crédito a clientes a partir del costo mensual de producción sin depreciación, que es de 97.548 USD.

Por lo tanto, el capital de trabajo es de 292.645 USD.

3.3.3. Inversión total

La inversión total representa la cantidad de dinero necesario para poner un proyecto en operación. Dicha cantidad se compone de la inversión fija total y la inversión en capital de trabajo.

La inversión total para el proyecto es de 5.183.629 USD.

3.3.4. Precio de venta

Considerando que se adquiere una estrategia de penetración del mercado, se define un precio de venta un 40% menor al que se relevó en las empresas del sector.

El precio de venta de la lecitina de soja purificada es de 6 USD/kg.

3.3.5. Costos de producción

Se realiza el cálculo de los costos de producción con el fin de obtener los gastos involucrados para mantener el proyecto en operación. Los costos de producción se dividen en costos variables y costos fijos. Para realizar la estimación de los costos totales se tomará la capacidad de diseño de 1.300 t/año de lecitina purificada.

3.3.5.1. Costos variables

3.3.5.1.1. Costo de materia prima

El costo calculado será el correspondiente a las gomas crudas húmedas ya que es la única materia prima necesaria. El costo es de 50 USD por tonelada.

Al 100% de nuestra capacidad instalada, se obtiene como resultado 181.500 USD por año.

3.3.5.1.2. Costo de envases

Se calcula el costo de los envases que contienen y guardan el producto. La lecitina purificada de soja, como se dijo anteriormente, será embolsada en bolsas de polipropileno de 25 kg. El costo es de 12 USD por tonelada y se calcula a partir del valor de 0,3 USD / bolsa de 25 kg.

Al 100% de nuestra capacidad instalada, se obtiene como resultado 15.600 USD por año.

3.3.5.1.3. Costo de insumos

Son los gastos correspondientes a los materiales usados por la planta industrial excluyendo aquellos que ya fueron considerados en los costos de materia prima, empaque o materiales de mantenimiento. Se consideran productos de limpieza para la planta y la ropa y los elementos de seguridad para los empleados. Se estiman como el 0,5% de la inversión fija (PARÍN, M., ZUGARRAMURDI, A. y LUPIN, H., 1998). El costo asociado es de 24.455 USD por año.

Además, se incluye el dióxido de carbono líquido y el etanol para el proceso de producción. El costo asociado es de 0,5 USD/l y 0,03 USD/l respectivamente. Al 100% de nuestra capacidad instalada, se obtiene como resultado 1.358.640 USD por año.

Al 100% de nuestra capacidad instalada, el costo total por insumos es de 1.383.095 USD.

3.3.5.1.4. Costo de mano de obra

Se estima el costo de hora-hombre de los operarios, cuyos esfuerzos están directamente asociados al producto elaborado. Según la última actualización del sindicato de Trabajadores de la Industria de la Alimentación (mayo del 2020), el costo por hora de un operario calificado con cargas sociales (35%) es de 4,03 USD.

El costo de mano de obra es de 7.745 USD por año por operario, es decir, un total de 123.932 USD por año.

3.3.5.1.5. Costo de servicios auxiliares

Con respecto a la energía eléctrica, las máquinas consumen 389.760 kWh/año.

La cantidad necesaria de lámparas led se calculó a través de la página LEDBOX, que resultó ser un total de 309 luminarias. Cada una tiene un consumo de 0,1 kWh, por lo que el consumo total anual es de 118.656 kWh.

El costo es de 0,067 USD/kWh (EPE, 2021). Esto lleva a un costo total anual de energía eléctrica de 32.649 USD por año.

Con respecto al agua, el consumo es de 5.092 m³/año. El costo asociado a dicho servicio es de 0,3 USD/m³ (AGUAS SANTAFESINAS, 2021), es decir, un total de 1.528 USD por año.

El gas es utilizado para abastecer al secador rotativo y a la caldera, que tiene un consumo de 253.440 m³/año. El costo asociado a dicho servicio es de 0,3 USD/m³ (TGN, 2021), que suma un total de 76.032 USD por año.

El costo total de servicios auxiliares es de 111.623 USD por año.

3.3.5.1.6. Costo de supervisión

Según la última actualización del sindicato de Trabajadores de la Industria de la Alimentación (mayo del 2020), el costo por hora de un supervisor con cargas sociales (35%) es de 4,96 USD.

El costo de supervisión total es de 19.030 USD por año.

3.3.5.1.7. Costo de mantenimiento

Debido a que es un proceso intermedio en condiciones normales, se consideró para este rubro un 2 % de la inversión fija para la mano de obra y el 3 % de la inversión fija para los materiales, empleados en rutinas de mantenimiento, reparaciones y disposición de residuos.

El costo de mantenimiento se estima como el 5 % de la inversión fija, que suponen 244.549 USD por año.

3.3.5.1.8. Costo de laboratorio

Incluye el costo de los ensayos de laboratorio realizados para el control de operaciones y control de calidad de productos elaborados, entre ellos, análisis de humedad, granulometría, porcentaje de insoluble en acetona y el índice de acidez. Para realizar estos análisis, que requieren poca complejidad, serán subcontratados los servicios de un laboratorio externo.

Debido a la cantidad de análisis que se deben realizar mensualmente, se estiman los costos como el 10% del costo de la mano de obra que incluyen cargas sociales.

El costo asociado es de 12.393 USD por año.

3.3.5.2. Costos fijos

3.3.5.2.1. Costo de ventas y distribución

Se tiene en cuenta que, debido a la cercanía a la materia prima y a la mayoría de clientes potenciales, no se tendrán que realizar viajes que demanden un costo elevado. Se estima un 4% de los ingresos por ventas anuales. El costo total asociado es de 312.000 USD por año.

3.3.5.2.2. Costo de administración y dirección

Debido a que la estructura jerárquica es básica y se trata de una pequeña empresa, se decide estimar este costo como un 40% del costo anual de la mano de obra directa. El costo total asociado es de 49.573 USD por año, que involucra la estructura jerárquica básica.

3.3.5.2.3. Costo de impuestos

Se estima el costo de impuestos como el 1% de la Inversión Fija, que resultan 48.910 USD por año.

3.3.5.2.4. Costo de seguros

Los costos de seguros, los cuales deben incluir a la propiedad, el personal y las mercaderías, se estiman como un 1% de la Inversión Fija. El monto total de estos costos es 48.910 USD por año.

3.3.5.2.5. Costo de depreciación

Se utiliza el método de línea recta considerando una vida útil de 5 años y un valor residual del 40% de la inversión fija. Como este es un proyecto de corto/mediano

plazo, se seleccionó dicho valor residual debido a que al finalizar el mismo el valor de los bienes no se verá reducido significativamente como sí sucede en un proyecto a largo plazo. Este costo será de 550.918 USD por año.

3.3.5.3. Estructura de costos

En la tabla 29 se detallan los costos anuales totales discriminados en fijos y variables.

	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Porcentaje de utilización	34%	51%	84%	84%	84%
Producción (t)	442	663	1.092	1.092	1.092
Costos variables					
MP	61.710	92.565	152.460	152.460	152.460
Envases	5.304	7.956	13.104	13.104	13.104
Insumos	470.252	705.378	1.161.800	1.161.800	1.161.800
MO	42.137	63.205	104.103	104.103	104.103
Servicios auxiliares	37.952	56.928	93.764	93.764	93.764
Supervisión	6.470	9.705	15.985	15.985	15.985
Mantenimiento	83.147	124.720	205.421	205.421	205.421
Laboratorio	4.214	6.321	10.410	10.410	10.410
Total costos variables	711.186	1.066.779	1.757.047	1.757.047	1.757.047
Costos fijos					
Ventas y distribución	312.000	312.000	312.000	312.000	312.000
Administración y dirección	49.573	49.573	49.573	49.573	49.573
Impuestos	48.910	48.910	48.910	48.910	48.910
Seguros	48.910	48.910	48.910	48.910	48.910
Depreciación	550.918	550.918	550.918	550.918	550.918
Total costos fijos	1.010.311	1.010.311	1.010.311	1.010.311	1.010.311
Total	1.721.496	2.077.089	2.767.358	2.767.358	2.767.358

Tabla 29: Cálculo de costos fijos y variables para lecitina de soja purificada.

Fuente: Elaboración propia.

Para una mejor visualización, se presenta en la figura 20 un gráfico de torta con los costos.

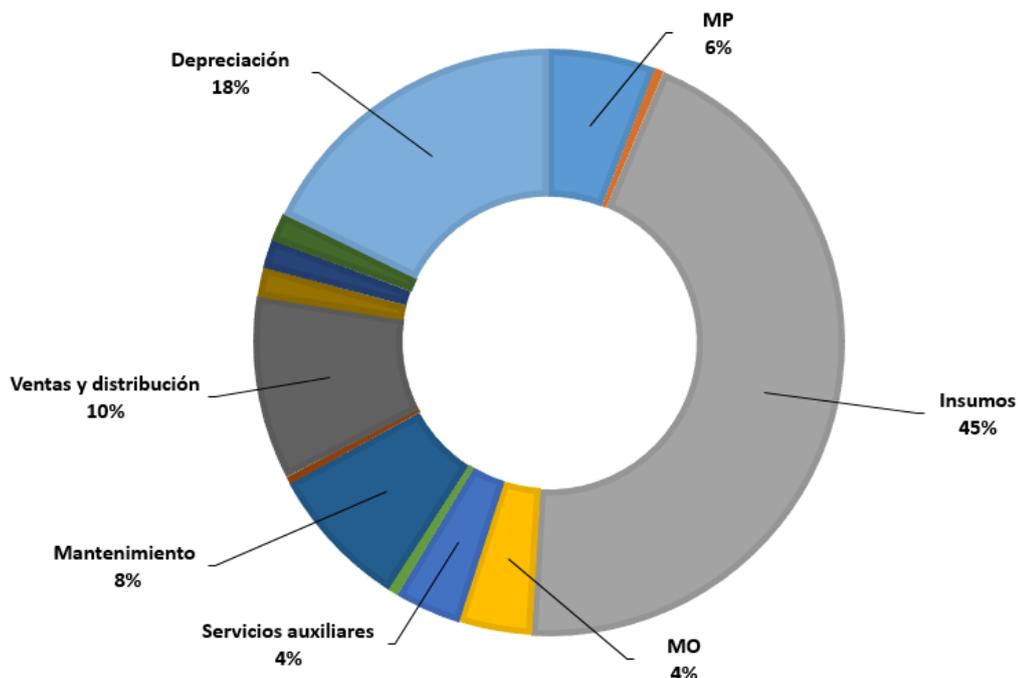


Figura 20: Estructura de costos.
Fuente: Elaboración propia.

Como se observa en la figura 20, los costos con mayor peso son los correspondientes a Insumos debido al impacto que tiene en el costo la producción de la solución dióxido de carbono-etanol que se utiliza en el proceso.

3.3.6. Rentabilidad

3.3.6.1. Cuadro de usos y fuentes

A continuación, se presenta el cuadro de Usos y Fuentes del proyecto (tabla 30) y la TIR calculada en base a los flujos de caja obtenidos.

Flujo de caja (USD)	0	1	2	3	4	5
Ingresos anuales						
Ingresos anuales brutos		2.652.000	3.978.000	6.552.000	6.552.000	6.552.000
Ingresos brutos (4%)		106.080	159.120	262.080	262.080	262.080
Total a		2.545.920	3.818.880	6.289.920	6.289.920	6.289.920
Egresos anuales						
Costos producción		1.721.496	2.077.089	2.767.358	2.767.358	2.767.358
Total b		1.721.496	2.077.089	2.767.358	2.767.358	2.767.358
BNAI		824.424	1.741.791	3.522.562	3.522.562	3.522.562
Impuestos (35%)		288.548	609.627	1.232.897	1.232.897	1.232.897
Beneficio neto		535.875	1.132.164	2.289.665	2.289.665	2.289.665
Depreciación		550.918	550.918	550.918	550.918	550.918
Inversión fija total	-4.890.984					
Capital de trabajo	-292.645					
Flujo de caja	-5.183.629	1.086.793	1.683.082	2.840.583	2.840.583	2.840.583
TIR	27%					

Tabla 30: Cuadro de Usos y Fuentes.

Fuente: Elaboración Propia

3.3.6.2. Tasa de corte del proyecto

En la ecuación (3) se calcula la TRMA para el proyecto:

$$TRMA = R_f + \beta (R_m - R_f) + RP \quad (3)$$

Dónde:

- R_f (tasa libre de riesgo): 1,08% (Bloomberg, 2021)
- R_m (tasa de riesgo del mercado): 13,4% (Nasdaq, 2021)
- RP (Riesgo país): 14,45% (Ámbito, 2021)
- B (riesgo de la industria): 0,64 (NYU Stern, 2021)
- TRMA (rentabilidad esperada): 23,41 %

3.3.6.3. Rentabilidad mediante TIR

La TIR calculada para el proyecto es de 27% (tabla 30). Para determinar si el proyecto es rentable se debe comparar la TIR con la TRMA establecida para el mismo.

La TRMA calculada es de 23,41 %, siendo la TIR superior en un 3,59%, considerándose rentable el proyecto.

En la figura 21 se muestra la evolución del acumulado de flujos de caja del proyecto.

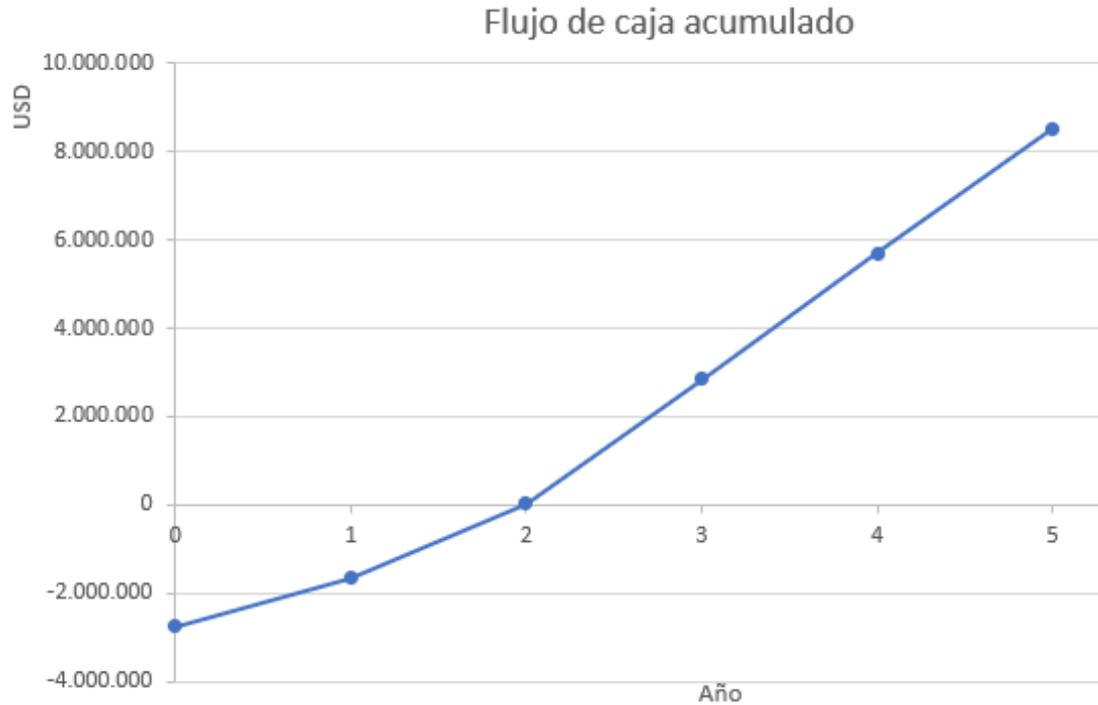


Figura 21: Flujos de Caja Acumulados.
Fuente: Elaboración Propia.

A partir de la figura 21 se obtiene que el tiempo de repago de la inversión es de 2 años. Este tiempo se considera aceptable, ya que es menor a la mitad de la vida del proyecto.

3.3.7. Análisis del punto de equilibrio

En la tabla 31 se muestran las variables involucradas en el análisis del punto de equilibrio.

Variable	USD
Precio de venta	6
Costo variable unitario	1,61
Contribución marginal unitaria	4,39
Costo fijo total	1.010.311

Tabla 31: Variables involucradas en el análisis punto de equilibrio.
Fuente: Elaboración propia.

La contribución marginal unitaria, resultado de la diferencia entre el precio de venta y el costo variable unitario, será de 4,39 USD/kg. Esto indica que 4,39 USD por cada kg de lecitina purificada vendida, se destinan a absorber costos fijos y utilidades.

Para encontrar el volumen de producción que representa un BNAI nulo, se calculó el punto de equilibrio en un valor de 230.139 kg, que representa un 18% de la capacidad de diseño de la planta. En la figura 22 se muestra el gráfico de punto de equilibrio.

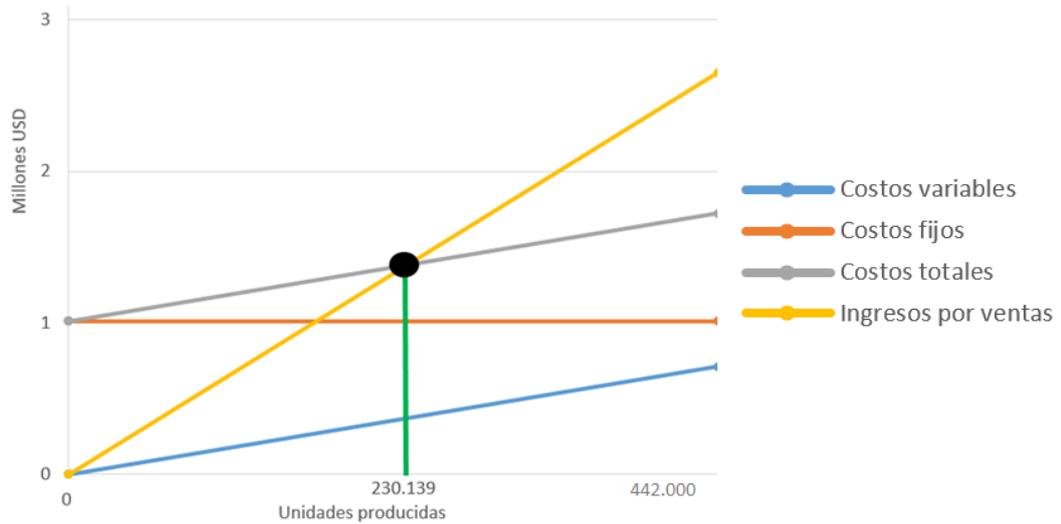


Figura 22: Gráfico de punto de equilibrio.
Fuente: Elaboración propia

4. CONCLUSIONES

El objetivo del presente trabajo fue desarrollar un proyecto de inversión para el establecimiento de una planta de purificación de lecitina de soja. Para alcanzar dicho propósito se utilizaron diversas técnicas y herramientas multidisciplinarias.

El proyecto nace a partir de la oportunidad de incorporar valor agregado a un desecho, en este caso las gomas crudas húmedas, que se generan en el proceso de obtención de aceite de soja.

A partir del estudio del mercado se concluye que el valor unitario de las exportaciones mundiales de productos de la cadena de valor de la soja ascendió en el año 2015 a 428 dólares por tonelada, mientras que para los productos exportados por la Argentina la cifra fue de 406 dólares por tonelada, es decir, 5,3% por debajo del promedio internacional. Sobresale el significativo menor precio FOB promedio por tonelada de las exportaciones argentinas de concentrados de proteínas y sustancias proteicas texturadas (-78,9%) y lecitinas (-75,7%). En consecuencia, la Argentina posee un amplio camino en estos productos en materia de agregado de valor en origen en la cadena de la soja.

La cantidad de producción necesaria para abastecer la demanda total en el año de finalización del proyecto es de 21.757 toneladas. La planta a instalar tendrá una capacidad de producción de 1.300 t/año y un porcentaje de utilización del 84%.

Para la selección del proceso productivo se tuvieron en cuenta otras variables como la innovación y el cuidado del medio ambiente y de las personas, tanto trabajadores como consumidores finales. Se decide seleccionar el método de extracción por fluidos supercríticos a partir del análisis de las distintas tecnologías y considerando que el método tradicional que utiliza acetona se aplica cada vez menos en otros países por obtenerse un producto con trazas de disolvente y de metales pesados.

El espacio total requerido en la planta para la producción es de 2.343 m². En cuanto a su localización se determinó su instalación en el Parque Industrial San Lorenzo, en la ciudad de San Lorenzo, provincia de Santa Fe. Esta decisión tiene que ver, principalmente, con la accesibilidad a la materia prima, la cercanía al cliente, la mano de obra y el transporte y la comunicación.

La inversión total para poner en marcha el proyecto es de 5.183.629 USD. La TIR calculada del proyecto es 27%. Al comparar dicho valor con la TRMA (23,41%) y teniendo en

cuenta que el tiempo de repago (2 años) es inferior a la mitad de la duración del proyecto, se considera que el mismo es rentable.

Por último, podemos concluir que este proyecto tiene un gran potencial de desarrollo, dado que la justificación económica realizada fue favorable.

5. BIBLIOGRAFÍA

- AGUAS SANTAFESINAS (2021). Extraído el 19 de febrero, de:
<https://www.aquassantafesinas.com.ar/portal/wp-content/uploads/2017/06/Tarifa-SGRes-806-20.pdf>
- ARIJA, J. , CRUZ, L. y PÁEZ, J. (2017). Producción de aceite crudo desgomado y expeller de soja. Proyecto final. Universidad Tecnológica Nacional.
- BLANK, L. y TARQUIN, A. (2000). Ingeniería Económica (4a.Ed.) Ed. Mc Graw Hill.
- CECI, L et al. (2008). Recuperación de aceite ocluido en gomas húmedas de desgomado acuoso de aceites de soja. Universidad Nacional del Sur.
- Chase, R. B., Jacobs, F. R., & Nicholas, J. A. (2009). ADMINISTRACIÓN DE OPERACIONES. Producción y cadena de suministros. McGRAW-HILL.
- CORDIS (2021). Extraído el 17 de enero, de:
<http://www.cordis.com.ar/>
- DWYER, F.R. y TANNER, J. F. (2006). Marketing Industrial. Ed. Mc Graw Hill.
- EPE (2021). Extraído el 15 de enero, de:
https://www.epe.santafe.gov.ar/index.php?id=estimadorepe&no_cache=1
- ESPINOSA, SUSANA N. (2001). Procesamientos supercríticos de productos naturales: modelado, análisis y optimización. Universidad Nacional del Sur. Bahía Blanca. Argentina.
- FEDNA (2015). Extraído el 19 de septiembre, de: http://www.produccion-animal.com.ar/tablas_composicion_alimentos/80-aceites_monogastricos.pdf
- FRONTONS, G. y CORBARI, M. (2017). Demanda mundial de productos industrializados en base a soja. Mercados potenciales para productos argentinos con valor agregado en origen. Facultad de Ciencias Económicas de Rosario. Universidad Católica Argentina.
- GÓMEZ, A. M. (2010). Estudio de mercado. Trabajo final. Facultad de Economía. Universidad Nacional Autónoma de México.
- HANKE, J. E. y WICHERN, D. W. (2006). Pronósticos en los Negocios. Octava Edición. Pearson Prentice–Hall.
- INSUMOS (2016). Revista Aditivos & Ingredientes. Brasil. Edición N°126.

- LASENOR (2020). Extraído el 19 de septiembre de:
<https://www.lasenor.com/>
- LEDBOX (2021). Extraído el 15 de enero, de:
<https://www.ledbox.es/calculo-luminarias/>
- MADOERY, R. et al. (1987). Purificación de Lecitina de soja 1- Obtención de Lecitina pura en polvo, 2- Obtención de Fosfatidilcolina pura. Publicado en la revista La Alimentación Latinoamericana.
- MALHOTRA, NARESH K. (2008). Investigación de mercados. Ed. Prentice Hall
- MEYERS, F.E. y STEPHENS, M.P. (2006). Diseño de instalaciones de manufactura y manejo de materiales (3ra Ed.). Ed. Prentice Hall.
- MINISTERIO DE HACIENDA (2019). Extraído el 22 de julio, de https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/sspmicro_cadenas_de_valor_soja.pdf
- NUTRIAL S.A. (2021). Extraído el 17 de enero, de:
<https://www.nutrialingredientes.com/>
- NYU Stern (2021). Extraído el 1 de febrero, de:
http://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/New_Home_Page/datafile/Betas.html
- ORACLE (2021). Extraído el 17 de febrero, de:
<https://www.oracle.com/ar/index.html>
- PARÍN, M., ZUGARRAMURDI, A. y LUPIN, H. (1998). Ingeniería económica aplicada a la industria pesquera. FAO
- PENCI, MARÍA CECILIA (2009). Modificación enzimática de lecitinas. Tesis de postgrado. Universidad Nacional del Sur.
- PETER, M. y TIMMERHAUSS, K. (1980). Diseño de plantas y su evaluación económica para ingenieros químicos (2a. Ed.). Ed. Mc Graw Hill.
- RIGGS, J. L. (1996). Ingeniería Económica. México. Ed. McGraw Hill.
- SHROEDER, R. (2005). Administración de Operaciones (2da. Ed.) Ed. Mc Graw Hill
- SICA (2021). Extraído el 26 de enero, de:
<https://www.sica.com.ar/>
- SL Natural S.A. (2021). Extraído el 17 de enero, de:

<http://slnatural.com.ar/>

- TAHA, H.A. (2012). Investigación de operaciones (9na. Ed.). Ed. Pearson.
- TEBERIKLER et al. (2001). Deoiling of Crude Lecithin Using Supercritical Carbon Dioxide in the Presence of Co-solvents. Journal of food science. Institute of Food Technologists.
- TEJERO et al. (2006). Introducción a la Ingeniería Sanitaria y Ambiental. Universidad de La Coruña.
- TGN (2021). Extraído el 15 de enero, de:
<https://www.tgn.com.ar/tarifas-concursos/tarifas/locales/>
- TORRELO VILLA, GUZMÁN (2010). Tecnología de fluidos supercríticos y síntesis enzimática para la obtención de ésteres de fitoesteroles y otros ingredientes lipídicos funcionales. Tesis doctoral. Universidad Autónoma de Madrid. España.
- VÁZQUEZ DE FRUTOS, LUIS (2008). Aplicaciones de los Fluidos Supercríticos en la Agroindustria. Tesis doctoral. Universidad Autónoma de Madrid. España.
- VELASCO et al. (2007). Aplicaciones de los Fluidos Supercríticos en la Agroindustria. Universidad del Cauca. Colombia.
- ZONAPROP (2021). Extraído el 15 de enero, de:
<https://www.zonaprop.com.ar/propiedades/lote-en-venta-parque-industrial-san-lorenzo-44007941.html>

6. ANEXOS

6.1. Software Crystal Ball

Año	Leche en polvo (t)	Chocolate (t)	Helado (t)	Pan (t)	Pasta (t)
2000	148.028	58.992	184.350	2.654.640	313.395
2001	117.235	59.648	186.400	2.684.160	316.880
2002	110.592	60.288	188.400	2.712.960	320.280
2003	132.079	60.944	190.450	2.742.480	323.765
2004	182.050	61.584	192.450	2.771.280	327.165
2005	94.798	62.224	194.450	2.800.080	330.565
2006	64.126	62.864	196.450	2.828.880	333.965
2007	173.450	63.488	198.400	2.856.960	337.280
2008	143.990	64.128	200.400	2.885.760	340.680
2009	66.456	64.768	202.400	2.914.560	344.080
2010	90.654	65.264	203.950	2.936.880	346.715
2011	85.687	66.016	206.300	2.970.720	350.710
2012	109.687	66.768	208.650	3.004.560	354.705
2013	73.727	67.680	211.500	3.045.600	359.550
2014	83.960	68.272	213.350	3.072.240	362.695
2015	119.700	69.008	215.650	3.105.360	366.605
2016	69.304	69.744	217.950	3.138.480	370.515
2017	102.658	70.464	220.200	3.170.880	374.340
2018	95.863	71.184	222.450	3.203.280	378.165
2019	92.008	71.904	224.700	3.235.680	381.990
2020	82.563	72.608	226.900	3.267.360	385.730

Tabla 31: Producción anual histórica.

Fuente: Elaboración propia en base a ALIMENTOS ARGENTINOS, 2021.

6.1.1. Informe Crystal Ball: Leche en polvo

Informe de Crystal: completo
7/2/2021 creado a las 17:14

Resumen:

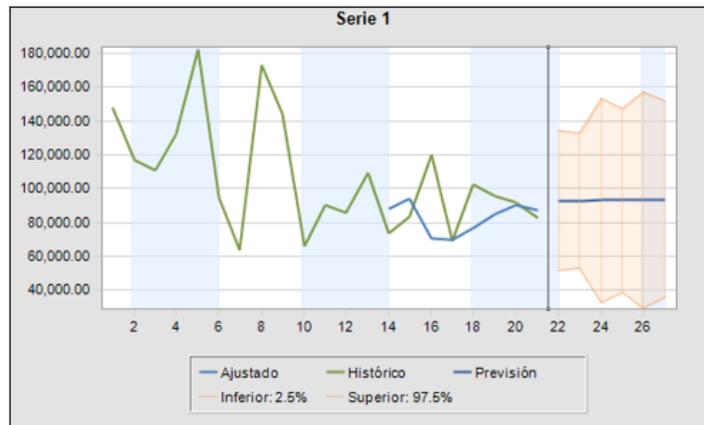
Atributos de datos:
Número de serie 1
Los datos están en periodos

Prefs ejecución:
Periodos en previsión 6
Introducir valores que faltan Activado
Ajustar valores atípicos Desactivado
Métodos utilizados Métodos no estacionales
Métodos estacionales
Métodos de ARIMA
Técnica de previsión Previsión estándar
Medida de error MAD

Serie de Predictor

Serie: Serie 1

Resumen:
Mejor método Promedio móvil doble
Medida de error (MAD) 14.624,55



Resultados de previsión:

Periodo	Inferior: 2.5%	Previsión	Superior: 97.5%
22	51.648,83	92.912,57	134.176,31
23	53.190,49	93.067,29	132.944,08
24	33.041,65	93.222,00	153.402,35
25	39.186,39	93.376,71	147.567,04
26	29.794,97	93.531,43	157.267,89
27	35.541,82	93.686,14	151.830,47

Datos históricos:

Estadísticas	Datos históricos
Valores de datos	21
Mínimo	64.126,00
Media	106.600,71
Máximo	182.050,00
Desviación estándar	33.457,06
Ljung-Box	22,52 (Sin tendencia)
Estacionalidad	4 (Detección automática)
Valores filtrados	0

Precisión de previsión:

Método	Rango	MAD
Promedio móvil doble	Mejor	14.624,55
SARIMA(2,1,2)(1,0,1)	2.º	17.977,57
Promedio móvil simple	3.º	18.310,95

Método	U de Theil	Durbin-Watson
Promedio móvil doble	0,8532	2,00
SARIMA(2,1,2)(1,0,1)	0,4337	1,84
Promedio móvil simple	0,8960	1,42

Parámetros de método:

Método	Parámetro	Valor
Promedio móvil doble	Orden	7
SARIMA(2,1,2)(1,0,1)	—	—
Promedio móvil simple	Orden	10

6.1.2. Informe Crystal Ball: Chocolate

Informe de Crystal: completo

7/2/2021 creado a las 17:15

Resumen:

Atributos de datos:

Número de serie 1
Los datos están en periodos

Prefs ejecución:

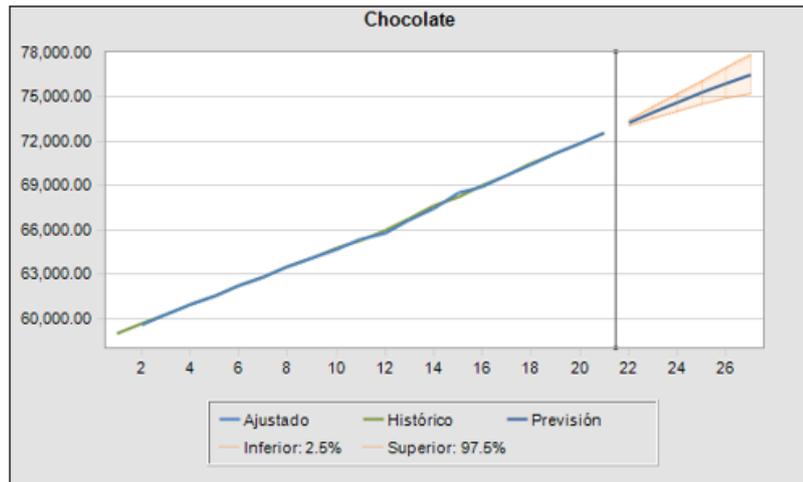
Periodos en previsión 6
Introducir valores que faltan Activado
Ajustar valores atípicos Desactivado
Métodos utilizados Métodos no estacionales
Métodos de ARIMA
Técnica de previsión Previsión estándar
Medida de error MAD

Serie de Predictor

Serie: Chocolate

Resumen:

Mejor método ARIMA(1,1,1)
Medida de error (MAD) 60,28



Resultados de previsión:

Periodo	Inferior: 2.5%	Previsión	Superior: 97.5%
22	73.110,69	73.298,45	73.486,21
23	73.613,02	73.976,51	74.340,00
24	74.077,43	74.642,40	75.207,37
25	74.506,74	75.296,33	76.085,92
26	74.903,91	75.938,53	76.973,14
27	75.271,44	76.569,19	77.866,94

Datos históricos:

Estadísticas	Datos históricos
Valores de datos	21
Mínimo	58.992,00
Media	65.611,43
Máximo	72.608,00
Desviación estándar	4.224,40
Ljung-Box	75,77 (Sin tendencia)
Estacionalidad	No estacional (Detección automática)
Valores filtrados	0

Estadísticas de ARIMA:

ARIMA	Estadísticas
Transformación Lambda	1,00
BIC	9,42 *
AIC	9,32
AICc	9,36

* Se utiliza para la selección de modelo

Coefficientes de modelo de ARIMA:

Variable	Coefficiente	Error estándar
AR(1)	0,9820	0,0057
MA(1)	0,3244	0,1942

Precisión de previsión:

Método	Rango	MAD
ARIMA(1,1,1)	Mejor	60,28
Promedio móvil doble	2.º	63,56
Tendencia desecheda no estacional	3.º	88,43

Método	U de Theil	Durbin-Watson
ARIMA(1,1,1)	0,1376	2,59
Promedio móvil doble	0,1385	1,86
Tendencia desecheda no estacional	0,2819	1,73

Parámetros de método:

Método	Parámetro	Valor
ARIMA(1,1,1)	—	—
Promedio móvil doble	Orden	2
Tendencia desecheda no estacional	Alfa	0,9888
	Beta	0,9990
	Phi	0,9990

6.1.3. Informe Crystal Ball: Helado

Informe de Crystal: completo

7/2/2021 creado a las 17:15

Resumen:

Atributos de datos:

Número de serie 1
Los datos están en periodos

Prefs ejecución:

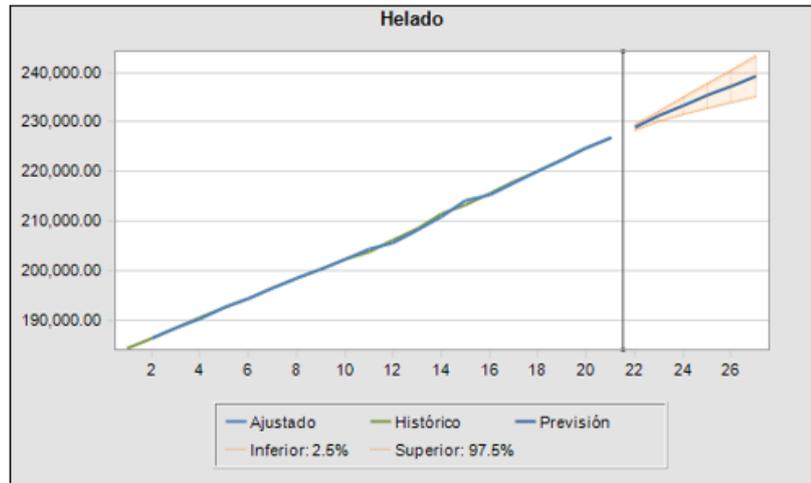
Periodos en previsión 6
Introducir valores que faltan Activado
Ajustar valores atípicos Desactivado
Métodos utilizados Métodos no estacionales
Métodos de ARIMA
Técnica de previsión Previsión estándar
Medida de error MAD

Serie de Predictor

Serie: Helado

Resumen:

Mejor método ARIMA(1,1,1)
Medida de error (MAD) 188,37



Resultados de previsión:

Periodo	Inferior: 2.5%	Previsión	Superior: 97.5%
22	228.470,92	229.057,66	229.644,41
23	230.040,69	231.176,60	232.312,51
24	231.491,96	233.257,49	235.023,03
25	232.833,55	235.301,03	237.768,51
26	234.074,72	237.307,89	240.541,06
27	235.223,25	239.278,72	243.334,19

Datos históricos:

Estadísticas	Datos históricos
Valores de datos	21
Mínimo	184.350,00
Media	205.035,71
Máximo	226.900,00
Desviación estándar	13.201,25
Ljung-Box	75,77 (Sin tendencia)
Estacionalidad	No estacional (Detección automática)
Valores filtrados	0

Estadísticas de ARIMA:

ARIMA	Estadísticas
Transformación Lambda	1,00
BIC	11,70 *
AIC	11,60
AICc	11,64

* Se utiliza para la selección de modelo

Coefficientes de modelo de ARIMA:

Variable	Coefficiente	Error estándar
AR(1)	0,9820	0,0057
MA(1)	0,3244	0,1942

Precisión de previsión:

Método	Rango	MAD
ARIMA(1,1,1)	Mejor	188,37
Promedio móvil doble	2.º	198,61
Tendencia desechada no estacional	3.º	276,35

Método	U de Theil	Durbin-Watson
ARIMA(1,1,1)	0,1376	2,59
Promedio móvil doble	0,1385	1,86
Tendencia desechada no estacional	0,2819	1,73

Parámetros de método:

Método	Parámetro	Valor
ARIMA(1,1,1)	—	—
Promedio móvil doble	Orden	2
Tendencia desechada no estacional	Alfa	0,9888
	Beta	0,9990
	Phi	0,9990

6.1.4. Informe Crystal Ball: Pan

Informe de Crystal: completo

7/2/2021 creado a las 17:16

Resumen:

Atributos de datos:

Número de serie 1
Los datos están en periodos

Prefs ejecución:

Periodos en previsión 6

Introducir valores que faltan Activado

Ajustar valores atípicos Desactivado

Métodos utilizados Métodos no estacionales

Métodos de ARIMA

Técnica de previsión Previsión estándar

Medida de error MAD

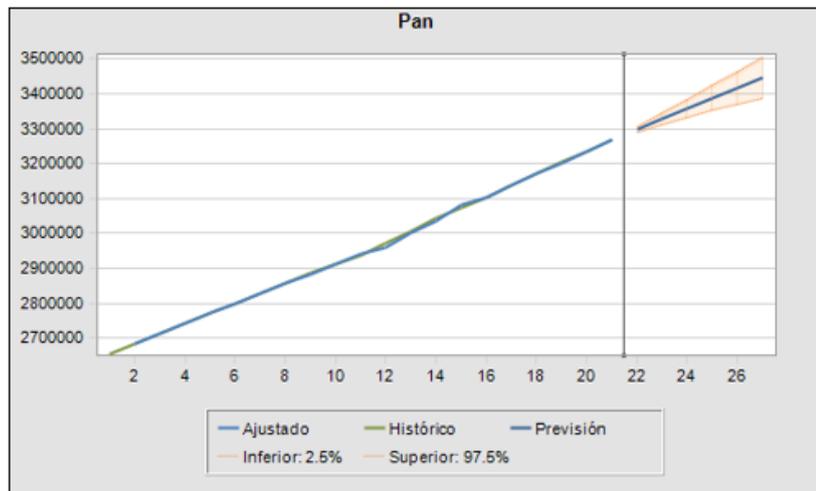
Serie de Predictor

Serie: Pan

Resumen:

Mejor método ARIMA(1,1,1)

Medida de error (MAD) 2712



Resultados de previsión:

Periodo	Inferior: 2.5%	Previsión	Superior: 97.5%
22	3289981	3298430	3306880
23	3312586	3328943	3345300
24	3333484	3358908	3384332
25	3352803	3388335	3423867
26	3370676	3417234	3463791
27	3387215	3445614	3504012

Datos históricos:

Estadísticas	Datos históricos
Valores de datos	21
Mínimo	2654640
Media	2952514
Máximo	3267360
Desviación estándar	190098
Ljung-Box	75.77 (Sin tendencia)
Estacionalidad	No estacional (Detección automática)
Valores filtrados	0

Estadísticas de ARIMA:

ARIMA	Estadísticas
Transformación Lambda	1,00
BIC	17,04 *
AIC	16,94
AICc	16,97

* Se utiliza para la selección de modelo

Coefficientes de modelo de ARIMA:

Variable	Coefficiente	Error estándar
AR(1)	0,9820	0,0057
MA(1)	0,3244	0,1942

Precisión de previsión:

Método	Rango	MAD
ARIMA(1,1,1)	Mejor	2712
Promedio móvil doble	2.º	2860
Tendencia desecheda no estacional	3.º	3979

Método	U de Theil	Durbin-Watson
ARIMA(1,1,1)	0,1376	2,59
Promedio móvil doble	0,1385	1,86
Tendencia desecheda no estacional	0,2819	1,73

Parámetros de método:

Método	Parámetro	Valor
ARIMA(1,1,1)	—	—
Promedio móvil doble	Orden	2
Tendencia desecheda no estacional	Alfa	0,9888
	Beta	0,9990
	Phi	0,9990

6.1.5. Informe Crystal Ball: Pasta

Informe de Crystal: completo

7/2/2021 creado a las 17:17

Resumen:

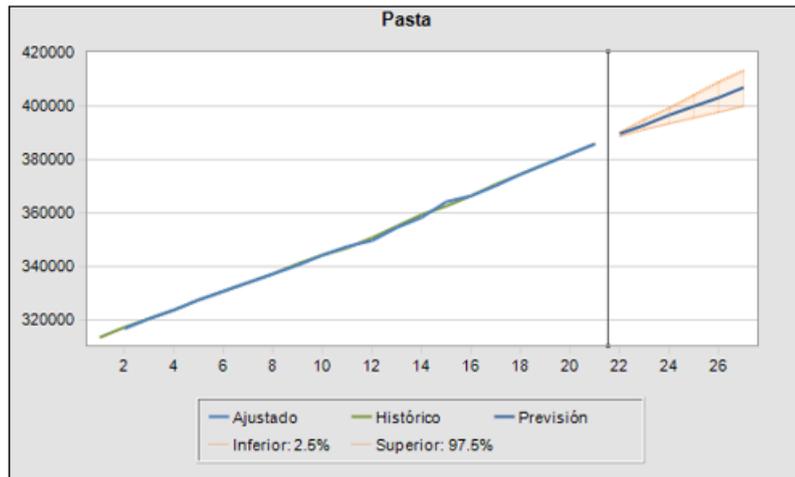
Atributos de datos:
Número de serie 1
Los datos están en periodos

Prefs ejecución:
Periodos en previsión 6
Introducir valores que faltan Activado
Ajustar valores atípicos Desactivado
Métodos utilizados Métodos no estacionales
Métodos de ARIMA
Técnica de previsión Previsión estándar
Medida de error MAD

Serie de Predictor

Serie: Pasta

Resumen:
Mejor método ARIMA(1,1,1)
Medida de error (MAD) 320



Resultados de previsión:

Periodo	Inferior: 2.5%	Previsión	Superior: 97.5%
22	388401	389398	390395
23	391069	393000	394931
24	393536	396538	399539
25	395817	400012	404206
26	397927	403423	408920
27	399880	406774	413668

Datos históricos:

Estadísticas	Datos históricos
Valores de datos	21
Mínimo	313395
Media	348561
Máximo	385730
Desviación estándar	22442
Ljung-Box	75.77 (Sin tendencia)
Estacionalidad	No estacional (Detección automática)
Valores filtrados	0

Estadísticas de ARIMA:

ARIMA	Estadísticas
Transformación Lambda	1,00
BIC	12,76 *
AIC	12,66
AICc	12,70

* Se utiliza para la selección de modelo

Coefficientes de modelo de ARIMA:

Variable	Coefficiente	Error estándar
AR(1)	0,9820	0,0057
MA(1)	0,3244	0,1942

Coefficientes de modelo de ARIMA:

Variable	Coefficiente	Error estándar
AR(1)	0,9820	0,0057
MA(1)	0,3244	0,1942

Precisión de previsión:

Método	Rango	MAD
ARIMA(1,1,1)	Mejor	320
Promedio móvil doble	2.º	338
Tendencia desecheda no estacional	3.º	470

Método	U de Theil	Durbin-Watson
ARIMA(1,1,1)	0,1376	2,59
Promedio móvil doble	0,1385	1,86
Tendencia desecheda no estacional	0,2819	1,73

Parámetros de método:

Método	Parámetro	Valor
ARIMA(1,1,1)	—	—
Promedio móvil doble	Orden	2
Tendencia desecheda no estacional	Alfa	0,9888
	Beta	0,9990
	Phi	0,9990

6.2. Análisis de consistencia

6.2.1. Accesibilidad a la materia prima

Accesibilidad a la materia prima	Opción 1	Opción 2	Opción 3
Opción 1	1.00	0.11	0.20
Opción 2	9.00	1.00	4.00
Opción 3	5.00	0.25	1.00
Suma	15	1.36111111	5.2

Accesibilidad a la materia prima	Opción 1	Opción 2	Opción 3
Opción 1	0.06666667	0.08163265	0.03846154
Opción 2	0.6	0.73469388	0.76923077
Opción 3	0.33333333	0.184	0.19230769

Accesibilidad a la materia prima	Opción 1	Opción 2	Opción 3	Promedio
Opción 1	0.06666667	0.08163265	0.03846154	0.06225362
Opción 2	0.6	0.73469388	0.76923077	0.70130822
Opción 3	0.33333333	0.184	0.19230769	0.23643817
			Total	1

0.06225362
0.70130822
0.23643817

0.18746439			
2.20734345			
0.72303332	nmax	3.07226315	
IC	0.03613157	RC=IC/IA	0.06229582

6.2.2. Cercanía al cliente

Cercanía a cliente	Opción 1	Opción 2	Opción 3
Opción 1	1	0.14285714	0.2
Opción 2	7	1	3
Opción 3	5	0.33333333	1
Suma	13	1.47619048	4.2

Cercanía a cliente	Opción 1	Opción 2	Opción 3
Opción 1	0.07692308	0.09677419	0.04761905
Opción 2	0.53846154	0.67741935	0.71428571
Opción 3	0.38461538	0.226	0.23809524

Cercanía a cliente	Opción 1	Opción 2	Opción 3	Promedio
Opción 1	0.07692308	0.09677419	0.04761905	0.07377211
Opción 2	0.53846154	0.67741935	0.71428571	0.64338887
Opción 3	0.38461538	0.226	0.23809524	0.28283902
Total				1

0.07377211			
0.64338887			
0.28283902			
0.22225261			
2.00831069			
0.86616251	nmax	3.06551183	
IC	0.03275591	RC=IC/IA	0.05647571

6.2.3. Mano de obra

Mano de Obra	Opción 1	Opción 2	Opción 3
Opción 1	1	0.25	1
Opción 2	4	1	4
Opción 3	1	0.25	1
Suma	6	1.5	6

Mano de Obra	Opción 1	Opción 2	Opción 3
Opción 1	0.16666667	0.16666667	0.16666667
Opción 2	0.66666667	0.66666667	0.66666667
Opción 3	0.16666667	0.167	0.16666667

Mano de Obra	Opción 1	Opción 2	Opción 3	Promedio
Opción 1	0.16666667	0.16666667	0.16666667	0.16666667
Opción 2	0.66666667	0.66666667	0.66666667	0.66666667
Opción 3	0.16666667	0.167	0.16666667	0.16666667
Total				1

0.16666667			
0.66666667			
0.16666667			
0.5			
2			
0.5	nmax	3	
IC	0	RC=IC/IA	0

6.2.4. Transporte y comunicación

Transporte y comunicación	Opción 1	Opción 2	Opción 3
Opción 1	1	0.16666667	0.25
Opción 2	6	1	4
Opción 3	4	0.25	1
Suma	11	1.41666667	5.25

Transporte y comunicación	Opción 1	Opción 2	Opción 3
Opción 1	0.09090909	0.11764706	0.04761905
Opción 2	0.54545455	0.70588235	0.76190476
Opción 3	0.36363636	0.176	0.19047619

Transporte y comunicación	Opción 1	Opción 2	Opción 3	Promedio
Opción 1	0.09090909	0.11764706	0.04761905	0.08539173
Opción 2	0.54545455	0.70588235	0.76190476	0.67108055
Opción 3	0.36363636	0.176	0.19047619	0.24352771
Total				1

0.08539173			
0.67108055			
0.24352771			
0.25812042			
2.1575418			
0.75286478	nmax	3.10976728	

IC	0.05488364	RC=IC/IA	0.09462697
----	------------	----------	------------

6.2.5. Criterios

Criterios	Accesibilidad a la materia prima	Cercanía a cliente	Mano de Obra	Transporte y comunicación
Accesibilidad a la materia prima	1	4.000	7	5
Cercanía a cliente	0.25	1	4	3
Mano de Obra	0.142857143	0.3	1	0.3333333333
Transporte y comunicación	0.2	0.2	3	1
Suma	1.592857143	5.45	15	9.333333333

Transporte y comunicación	Opción 1	Opción 2	Opción 3	Opción 4
Accesibilidad a la materia prima	0.627802691	0.733944954	0.466666667	0.535714286
Cercanía a cliente	0.156950673	0.183486239	0.266666667	0.321428571
Mano de Obra	0.089686099	0.046	0.066666667	0.035714286
Transporte y comunicación	0.125560538	0.036697248	0.2	0.107142857

Transporte y comunicación	Opción 1	Opción 2	Opción 3	Columna1	Promedio
Accesibilidad a la materia prima	0.627802691	0.733944954	0.466666667	0.535714286	0.59103215
Cercanía a cliente	0.156950673	0.183486239	0.266666667	0.321428571	0.23213304
Mano de Obra	0.089686099	0.046	0.066666667	0.035714286	0.05948465
Transporte y comunicación	0.125560538	0.036697248	0.2	0.107142857	0.11735016
				Total	1

0.591032149
0.232133037
0.059484653
0.117350161

2.52270767	
0.96988017	
0.2410678	
0.46043716	nmax 4.105663328

IC	0.035221109
RC=IC/IA	0.060726051