Universidad de Buenos Aires

Facultad de Ciencias Económicas

Escuela de Estudios de Posgrado

MAESTRÍA EN ADMINISTRACIÓN DE NEGOCIOS
2010-2011

TRABAJO FINAL DE MAESTRÍA

EL BIODIESEL EN ARGENTINA / PLAN DE NEGOCIOS

AUTOR: ING. AGUSTIN TARNOUSKY

DIRECTOR: JUAN RUSINEK

ENERO 2015

1 Resumen

El presente estudio forma parte de la tesis para MBA que se imparte en la Facultad de Ciencias Económicas de la Universidad de Buenos Aires. Se ha realizado con el fin de conocer la realidad del mercado de los biocombustibles y considerar si su desarrollo es viable en nuestro país, a partir del planteo de un Plan de Negocios para una Planta de Biodiesel.

El trabajo involucra el relevamiento de información basada en la investigación de distintas fuentes primarias y secundarias (sitios web, libros, testimonios de personas involucradas en el tema) para la obtención de datos empíricos. A partir de los mismos y mediante el uso de herramientas de la ingeniería industrial, se logra la confección de un proyecto de inversión en el cual puede apreciarse una integración de diferentes áreas concernientes a la ingeniería, como la investigación operativa, el marketing industrial, el diseño y distribución de planta, entre otras.

Comienza por una introducción del producto a producir, seguido de un análisis del sector del biodiesel, seguido de la realización de un análisis y determinación de la ingeniería de la producción y luego se determina la localización de la planta en aquel lugar que permita entregar el producto a los clientes con el costo total más bajo posible. Por último se lleva a cabo una evaluación económica para determinar la rentabilidad del proyecto y decidir si es o no conveniente su ejecución.

A partir de dicho análisis se asegura que es posible obtener un producto de calidad que sustituya al Diesel derivado del petróleo, el cual es un recurso no renovable, a un precio competitivo que permite obtener una rentabilidad aceptable para el nivel de riesgo del proyecto.

El aporte de esta investigación es de suma importancia, no solo en el sentido de disminuir los costos de las mercaderías que hoy en día se encuentran sujetos a la variación del valor del petróleo, sino también de encontrar una alternativa futura a un recurso no renovable que es de alta demanda en la actualidad, y cuya producción futura será limitada.

2 Palabras Clave

Biodiesel / Argentina / Energías renovables/ Bioenergía / Plan de negocios/

Índice

1 Resumen ii

2 Palabras Clave ii

3 Introducción 13

4 Planteamiento del Problema 15

4.1 Hipótesis 15

4.2 Objetivos Generales 15

Objetivos Particulares 16

4.3 La Empresa 16

Misión 16

Visión 16

Valores 16

5 Marco Teórico 17

5.1 Descripción del producto 17

5.2 Proyecto de inversión 19

5.3 Estudio del negocio 29

5.4 Marco Legal 34

6 Marco Metodológico 38

6.1 Desarrollo de la metodología 38

6.2 Enfoque de la Investigación 38

6.3 Alcance de la Investigación 38

6.4 Diseño de la Investigación 39

6.5 Selección del Universo 40

6.6 Recolección de los datos 40

6.7 Análisis y presentación de los datos 40

7 Desarrollo 41

7.1 Estudio de mercado 41

7.1.1 Aspectos generales del sector 41

7.1.2 Mercado externo 41
7.1.3 Mercado interno 43
7.1.4 Determinación del mercado a penetrar 44
7.1.5 Estudio de la competencia 44
7.1.6 Capacidad 47
7.1.7 Demanda 49
7.1.8 Precio de venta 49
7.2 Ingeniería de la producción 52
7.2.1 Selección de la materia prima 52
7.2.2 Proceso productivo 58
7.2.3 Subproductos 69
7.3 Requerimientos de la planta 71
7.3.1 Requerimientos de insumos principales 71
7.3.2 Requerimiento de equipos 76
7.3.3 Requerimientos de mano de obra directa e indirecta 78
7.3.4 Requerimientos de servicios auxiliares 79
7.4 Localización 81
7.4.1 Matriz de selección 83
7.5 Diseño de la planta 85
7.5.1 Lote 92
7.5.2 Plano de planta 93
7.5.3 Características de construcción 96
7.6 Evaluación económica 97
7.6.1 Inversión fija total 97
7.6.2 Costos 102
7.6.3 Capital de trabajo 110
7.6.4 Punto de equilibrio 110
7.7 Rentabilidad 112
7.7.1 Flujo de fondos del proyecto 112

7.7.2 Flujo de fondos del inversionista 116
7.8 Análisis de sensibilidad 119
7.9 Estrategias de marketing 121
7.9.1 Etapa de entrada 121
7.9.2 Etapa de conciliación de la organización 129
7.9.3 Etapa de decisión 130
7.9.4 Etapa operativa 130
8 Conclusiones 132
9 Bibliografía 134
10 Anexos 141
10.1 Cursogramas 141

Índice de tablas

Tabla 1: Estándares y especificaciones del biodiesel para Argentina 18
Tabla 2: Matriz de selección 20
Tabla 3. Simbología utilizada para la elaboración de cursogramas. 21
Tabla 4: Factores para la estimación de la inversión fija por método de estimación por factores 27
Tabla 5: Categorías de empresas 45
Tabla 6: Empresas competidoras 47
Tabla 7: Precios del biodiesel en pesos argentinos 51
Tabla 8: Matriz de selección de materia prima 56
Tabla 9. Cursograma sinóptico para el biodiesel 64
Tabla 10. Etapas y equipos necesarios para el tratamiento de efluentes 68
Tabla 11: Cantidad de subproducto por tonelada de biodiesel 69
Tabla 12: Materia prima requerida para la elaboración de una tonelada de biodiesel 73
Tabla 13: Listado de insumos con consumo anual valorizado ordenado de mayor a menor 74
Tabla 14: Porcentaje que representa cada artículo en el total del consumo anual valorizado 74
Tabla 15: Clasificación de los insumos en Zonas 75
Tabla 16: Equipos requeridos para la elaboración de biodiesel y tratamiento de subproductos. 77
Tabla 17: Requerimientos de servicios auxiliares 80
Tabla 18: Detalle de infraestructura y equipos del área Industrial Oficial de Desarrollo de Villa Constitución, el Área industrial de la ciudad de las Las Parejas y el Área Industrial Oficial de Promoción de Arequito 83
Tabla 19: Matriz de selección de localización 84
Tabla 20: Detalle de entrega de materias primas 86
Tabla 21: Dimensiones de los tanques para el almacenamiento de materias primas 87
Tabla 22: Dimensiones de los tanques para el almacenamiento de los productos terminados 87
Tabla 23: Detalle de despacho de productos terminados 88

Tabla 24. Dimensiones de los equipos comprendidos en el tratamiento de efluentes. 90
Tabla 25: Superficies requeridas para la planta 92
Tabla 26: Hoja de trabajo de relación de actividades 93
Tabla 27: Capacidad y precio de equipamiento para plantas de biodiesel. 98
Tabla 28: Cálculo de la inversión fija mediante el método de estimación por factores 100
Tabla 29: Inversión fija para distintas capacidades de plantas de biodiesel. 101
Tabla 30: Costo de materia prima. 103
Tabla 31: Ingresos generados por subproductos. 103
Tabla 32: Precios de los servicios auxiliares. 105
Tabla 33: Costos variables totales en relación a la capacidad de planta utilizada 106
Tabla 34: Amortización mediante el método francés 108
Tabla 35: Costos fijos y variables. 109
Tabla 36: Flujo de fondos del proyecto. 114
Tabla 37: Flujo de fondos del inversionista 118
Tabla 38. Matriz EFE 126
Tabla 39. Matriz EFI 128
Tabla 40. Cursograma analítico para el aceite crudo. 141
Tabla 41. Cursograma analítico para el metanol. 142
Tabla 42. Cursograma analítico para el hidróxido de sodio (para transesterificación) 142
Tabla 43. Cursograma analítico para el hidróxido de sodio (para purificación del aceite) 143
Tabla 44. Cursograma analítico para el hidróxido de sodio (para neutralización de la glicerina). 143
Tabla 45. Cursograma analítico para el metóxido de sodio. 144
Tabla 46. Cursograma analítico para ácido fosfórico (para purificación del aceite). 144
Tabla 47. Cursograma analítico para ácido fosfórico (para purificación de biodiesel). 145
Tabla 48. Cursograma analítico para solución de ácido clorhídrico. 145
Tabla 49. Cursograma analítico para la borra. 146
Tabla 50. Cursograma analítico para el biodiesel. 147
Tabla 51. Cursograma analítico para la glicerina. 148

Tabla 52. Cursograma analítico para los ácidos grasos.....149

Índice de figuras

Figura 1: Matriz de proceso producto 22
Figura 2: Diagrama y códigos de relación de actividades. 23
Figura 3: Diagrama adimensional de bloques. 24
Figura 4: Modelo de las cinco fuerzas de Porter. 30
Figura 5: Matriz BCG. 33
Figura 6: Histograma de frecuencia de capacidades de empresas competidoras 48
Figura 7: Proceso productivo del biodiesel 62
Figura 8. Cursograma sinóptico para el biodiesel. 63
Figura 9: Organigrama 79
Figura 10: Diagrama de relación de actividades 93
Figura 11: Diagrama adimensional de bloques y análisis de flujo 94
Figura 12. Plano de la planta 95
Figura 13: Inversión en equipamiento para plantas de biodiesel. 98
Figura 14: Inversión fija para plantas de biodiesel. 102
Figura 15: Flujo de caja acumulado. 115
Figura 16: Estructura de costos. 119
Figura 17: Análisis de sensibilidad por el método de porcentaje de desviación 120

Tabla de Siglas

BCG: Boston Consoulting Group

BNAI: Beneficio neto antes de impuestos.

BTu: british thermal unit (unidad de energía británica).

CARBIO: Cámara Argentina de Biocombustibles.

CENIT: Centro de Investigaciones para la Transformación.

CF: costos fijos.

CFu: costo fijo unitario.

CPPC: costo promedio ponderado de capital.

CT: costo total.

CV: costos variables.

CVu: costo variable unitario.

DAF: dissolved air flotation (flotación por aire disuelto).

DBO: demanda bioquímica de oxígeno.

DQO: demanda química de oxígeno.

EDEA: Empresa distribuidora de energía atlántica.

EFE: evaluación de factores externos.

EFI: evaluación de factores internos.

fi: factores de multiplicación para la estimación de los componentes de la inversión directa.

fIi: factores de multiplicación para la estimación de los componentes de la inversión indirecta.

FODA: fortalezas, oportunidades, debilidades, amenazas.

ICLGN: Impuesto a los Combustibles Líquidos y Gas Natural.

IE: inversión de los equipos principales de proceso con instalación.

IES: Investigaciones económicas sectoriales.

IF: inversión fija.

IFT: inversión fija total.

IT: inversión total.

IW: inversión de capital de trabajo.

Kd: costo del capital de deuda.

Ke: costo del capital propio.

PVu: precio de venta unitario.

TIR: tasa interna de retorno.

UE: Unión Europea

"El uso de los aceites vegetales como combustible y fuente energética podrá ser insignificante hoy, pero con el curso del tiempo será tan importante como el petróleo y el carbón".

Rudolph Diesel (1858 – 1913)

3 Introducción

En un mundo cada vez más consciente de los problemas energéticos y climáticos que acontecen, las energías renovables surgen como una importante herramienta para la creación de un entorno más sustentable. Es en este marco que surge la bioenergía como una de las fuentes necesarias para hacer frente a la gigantesca demanda energética mundial, estimada en 560 miles de millones de BTu y la cual aumenta a un ritmo aproximado de 1,8% anualmente (Comisión Europea, 2007).

Ante este escenario el desarrollo de biocombustibles constituye una alternativa al uso de combustibles fósiles, como el carbón, el gas y el petróleo. Resolver los problemas ambientales o, mejor aún, prevenirlos, implica cambios individuales y colectivos como vía para asumir la responsabilidad de proteger la diversidad de formas de vida.

El proyecto abordado en el presente trabajo se dedica a la producción de biodiesel a partir de aceite de soja, materia prima definida luego de un análisis de aquellas opciones posibles. Se pretende abastecer el mercado local de biocombustibles como así también, se contempla la posibilidad de incursionar en la demanda global creciente.

Este producto es necesario para mezclar con los combustibles fósiles para así cumplir con las legislaciones de corte establecidas por el gobierno argentino.

El biodiesel, al ser un combustible ecológico, posee ventajas medioambientales. En primer lugar, es un combustible renovable. Se produce a partir de aceites vegetales, vírgenes y reciclados o grasas animales. Además, no contiene prácticamente nada de azufre y evita las emisiones de SOx (lluvia ácida o efecto invernadero).

Por otro lado, mejora la combustión, reduciendo claramente emisiones de hollín (hasta casi un 55% desapareciendo el humo negro y olor desagradable). Tampoco contiene benceno, ni sulfuro ni otras sustancias aromáticas cancerígenas.

El uso de biodiesel reduce las emisiones del gasóleo en las siguientes proporciones:

- -99 % de óxido de azufre (SO2).
- -63 % de hidrocarburos no quemados (HC).
- -22 % en monóxido de carbono (CO), causante de la contaminación urbana y origen de enfermedades respiratorias.
- -52 % de partículas en suspensión (Revista Ambientum, 2006).

A su vez, es fácilmente biodegradable, y en caso de derrame y/o accidente, no pone en peligro ni el suelo ni las aguas subterráneas. Su punto de inflamación se encuentra por encima de 110ºC, muy superior al del petrodiesel (aproximadamente de 50ºC). Por esta razón, el biodiesel, no está clasificado como mercadería peligrosa (en la regulación argentina de manejo de materiales se considera peligroso cualquier líquido cuya temperatura de ebullición sea inferior a los 60°C), siendo entonces su almacenamiento y manipulación segura. Finalmente, posee un alto poder lubricante y protege el motor reduciendo el ruido en los mismos, su desgaste, así como sus costos de mantenimiento (Greenwave S.A., 2015).

El proyecto resulta muy interesante de realizar ya que el biodiesel argentino es un producto competitivo y eficiente, y reemplaza a un recurso no renovable como lo es el petróleo. Es una alternativa tecnológica factible al diésel, pero actualmente el costo es entre 1.5 y 3 veces más elevado que el diésel en países desarrollados. La competitividad depende de las políticas que apliquen los gobiernos, tales como subsidios, exención de impuestos, ya que sin estas ayudas no es factible económicamente (Muñoz Baena, 2013). Sin embargo, la situación actual de su mercado externo es muy delicada y merece un análisis exhaustivo, el cual excede el alcance de este trabajo.

Se plantea una estructura ordenada para su fácil seguimiento y comprensión, comenzando por una introducción del producto a producir, seguido de un análisis del sector del biodiesel. A continuación, se realiza un análisis y determinación de la ingeniería de la producción y luego se determina la localización de la planta en aquel lugar que permita reunir los materiales necesarios, realizar los procesos de fabricación y entregar el producto a los clientes con el costo total más bajo posible. Por último, se lleva a cabo una evaluación económica para determinar la rentabilidad del proyecto y decidir si es o no conveniente su ejecución, presentando conclusion

4 Planteamiento del Problema

4.1 Hipótesis

El punto de partida para la elección de la temática a desarrollar radica en la problemática que implica en Argentina el costo de los combustibles que encarecen excesivamente el movimiento de personas y materias primas necesarias para el funcionamiento del país, generando una relación energía-alimentos que resulta encarecida por los aumentos del valor del petróleo. Es esta relación, en gran parte, la que mayor incidencia tiene en la vida diaria de los ciudadanos. Durante el transcurso del año 2010, los aumentos que se produjeron en el precio del petróleo, tuvieron incidencia sobre los commodities movilizando los valores no sólo de estos productos alimenticios, sino también de los insumos y de la tierra. La alta incidencia de los valores del combustible en los costos logísticos de transporte de cualquier mercadería es la causa que genera que la relación entre el aumento de los valores de los combustibles y los aumentos de los precios de las mercaderías (y viceversa) sea de manera directa, ya que la principal forma de traslado de mercaderías en nuestro país es el camión.

Es por esta causa que resulta imperativa la introducción de una energía alternativa a los combustibles fósiles, como lo es el biodiesel. Sin embargo, su mayor desafío es posicionarse como una alternativa sustentable, para lo cual es sumamente necesario realizar el estudio de la rentabilidad del biodiesel, junto a la posibilidad de atraer inversiones en el sector, para lo cual es necesario realizar un proyecto de inversión que justifique el interés de una empresa del sector privado en dicha inversión.

Es necesario para ello evaluar no solo dentro de que marco legal se inscribiría el proyecto de inversión, sino también cuales serían las facilidades que deberían obtenerse a través del desarrollo de políticas públicas y los fondos de inversión posibles.

4.2 Objetivos Generales

El objetivo general perseguido de este trabajo es el de desarrollar un proyecto de inversión para la instalación de una planta de biodiesel en Argentina como una alternativa competitiva y sostenible para el uso de hidrocarburos, considerando tanto su mayor eficiencia y rentabilidad en el mercado interno, como su sustentabilidad a largo plazo.

Objetivos Particulares

De dicho propósito se desprenden objetivos específicos, tal como se enumeran a continuación:

- Efectuar un análisis del mercado interno y externo.
- Analizar el tipo de planta más adecuado y conveniente, para poder determinar luego su diseño y el detalle del equipamiento requerido.
- Realizar la evaluación económica del proyecto.
- Determinar el criterio de viabilidad, es decir, definir el parámetro a evaluar que determinará el éxito o fracaso del proyecto.
- Determinar una fuente de financiamiento que resulte conveniente.

4.3 La Empresa

Como parte de un constante propósito de innovación y progreso la Planta de Biodisel se presenta como una unidad en continuo crecimiento, incursionando permanentemente, y proponiendo alternativas basadas en energías renovables para el desarrollo nacional de manera sustentable.

Misión

Producir e industrializar materias primas agropecuarias para la elaboración y comercialización de bioenergías, basándonos en la sustentabilidad y la satisfacción de nuestros interesados clave, logrando la internacionalización, el crecimiento y la maximización de sus beneficios.

Visión

Ser un grupo empresario referente en producción primaria, agroindustria y bioenergía, con proyección internacional. Mantener un crecimiento constante, agregando valor a las materias primas mediante la innovación de procesos agroindustriales y el desarrollo sustentable.

Valores

Establecemos relaciones de Confianza considerando a nuestros colaboradores, proveedores y clientes como aliados. De esta manera, atesoramos relaciones leales basadas en el Respeto Mutuo. Desde sus orígenes, la empresa intensifica su actividad en pos de alcanzar nuevos desafíos. Contando con una Flexibilidad Organizacional caracterizada por

una cultura capaz de adaptarse a los cambios continuos que exige el mercado, y favoreciendo siempre el ambiente propicio para un crecimiento sostenido, previniendo los problemas ambientales presentes y futuros. Nuestra organización se conduce con Integridad, siendo coherentes, transparentes, y honestos en todas nuestras propuestas.

5 Marco Teórico

5.1 Descripción del producto

El biodiesel es un biocombustible sintético líquido que se obtiene a partir de lípidos naturales como aceites vegetales o grasas animales mediante procesos industriales de esterificación y transesterificación, y que se aplica en la preparación de sustitutos totales o parciales de gasoil obtenido del petróleo.

Como sustituto total se denomina B100, mientras que otras denominaciones como B5 o B30 hacen referencia a la proporción o porcentaje de biodiesel utilizado en la mezcla.

Los parámetros que definen la calidad del biodiesel se pueden clasificar en dos grandes grupos que contienen:

*Propiedades generales: densidad, viscosidad, punto de inflamación, punto de enturbamiento, punto de fluidez, número de cetano, número de neutralización, entre otros.

*Composición química y pureza de la mezcla de ésteres metílicos de ácidos grasos: contenido de alcohol, contenido de éster, porcentaje de monoglicéridos, diglicéridos y triglicéridos, glicerol libre y total y número de yodo.

La caracterización del biodiesel se realiza midiendo diferentes propiedades que están estandarizadas según norma. En la tabla 1 se especifican los estándares del biodiesel para Argentina, determinados por la Norma IRAM 6515-1/02.

Si el destino del biodiesel fuera la exportación se debería cumplir con las normas ASTM D 6751 03 para el mercado de Estados Unidos o con las normas DIN En 14214, para la Comunidad Europea (Dr. Romay, F.J. – New Fuel S.A, 2007).

Requisito	Unidad	Límites		Método de ensayo
		Mín.	Máx.	
Contenido de éster	g/100g			Pr EN 14103
Densidad a 15°C	g/ml		900	ISO 3675, ISO 12185
Viscosidad a 40°C	mm2/s		5	IRAM - IAP A 6597, ISO 3104, ASTM D 445
Punto de inflamación	°C			ISO/CD 3679, ASTM D 93
Contenido de azufre	mg/kg		10	ASTM D 2622, ASTM D 5453
Residuo carbonoso (sobre 10% de residuo de destilado, obtenido según ASTM D 1160) o al 100%	g/100g		0.05	ASTM D 4530, ISO 10370
Número de cetano				ASTM D 613, ISO 5165
Cenizas sulfatadas	g/100g		0.02	ISO 3987
Contenido de agua por Karl Fischer	g/100g		0.05	ASTM D 4928, ISO 12937
Impurezas insolubles	mg/kg		24	EN 12662
Corrosión a la lámina de cobre (3h a 50°C)			1	IRAM-IAP A 6533, ASTM D 130, ISO 2160
Estabilidad a la oxidación, a 110°C	Horas	6		Pr EN 14112
Índice de acidez	mg KOH/g		0.5	IRAM 6558, Pr EN 14104, ASTM D 664
Índice de yodo	g/100g		150	Pr EN 14111
Ésteres metílicos de ácido linolénico	g/100g		12	Pr EN 14103
Contenido de metanol libre	g/100g		0.2	Pr EN 14110
Contenido de monoglicérido	g/100g		0.8	Pr EN 14105
Contenido de diglicérido	g/100g		0.2	Pr EN 14105
Contenido de triglicérido	g/100g		0.2	Pr EN 14105
Glicerina libre	g/100g		0.02	Pr EN 14105, Pr EN 14106, ASTM D 6584
Contenido total de glicerina	g/100g		0.25	Pr EN 14105, ASTM D 6584
Metales alcalinos (Na + K)	mg/kg		5	Pr EN 14108, Pr EN 14109
Contenido de fósforo	mg/kg		10	Pr EN 14107
Lubricidad	Um		250	ISO 12156-1

Tabla 1: Estándares y especificaciones del biodiesel para Argentina

Fuente: Norma IRAM 6515-1/02

5.2 Proyecto de inversión

Un proyecto de inversión es una propuesta para el uso de capital para la producción de un bien o la prestación de un servicio. Consta de un conjunto de antecedentes técnicos, económicos, financieros y legales que permiten juzgar cualitativa y cuantitativamente las ventajas y desventajas de asignar recursos a esa iniciativa.

Los proyectos nacen, se evalúan y eventualmente se realizan en la medida que respondan al criterio básico de evaluación: la obtención del máximo beneficio por unidad de capital empleado en el proyecto (Sapag Chain, 2003).

Un proyecto de inversión se inicia con un estudio de mercado a fin de determinar y cuantificar la demanda y la oferta, realizar el análisis de los precios y el estudio de la comercialización. El objetivo general es verificar la posibilidad real de penetración del producto en un mercado determinado. Su finalidad radica en conocer cuáles son los medios que se emplean para hacer llegar los bienes a los usuarios; y dar una idea al inversionista del riesgo que su producto corre de ser o no aceptado en el mercado (Baca Urbina, 2001).

En el caso del biodiesel, el mercado está regulado por el estado, quien fija el precio, el porcentaje de corte obligatorio del petrodiesel y los abastecedores del cupo nacional (toneladas de biodiesel necesarias para abastecer el corte) (Secretaría de Energía, 2015).

Una vez definido el mercado, se determina la capacidad de la planta a instalar y su localización. Para analizar las distintas alternativas de emplazamiento se utiliza la matriz de selección.

Matriz de selección

Esta metodología se basa en la definición de los factores determinantes de una localización, con la asignación de valores ponderados de peso relativo, de acuerdo con la importancia que se les atribuye (Grech, 2001), como se observa en la tabla 2. Asimismo, se debe cumplir con la normativa de radicación de industrias agrícolas.

Criterios Soluciones	Criterio I Peso = x%	Criterio II Peso = y%	Criterio III Peso = z%	Criterio IV Peso = w%	Totales

Solución A	Nota otorgada=a Puntaje = a*x	Nota otorgada=b Puntaje = b*y	Nota otorgada=c Puntaje = c*z	Nota otorgada=d Puntaje = d*w	Total A
Solución B	Nota otorgada=m Puntaje = m*x				Total B
Solución C	Nota otorgada=n Puntaje = n*x				Total C

Tabla 2: Matriz de selección

Fuente: Grech. 2001.

La selección del proceso de producción contempla la existencia de distintas alternativas tecnológicas, cada una de las cuales debe ser analizada. Es necesario describir la secuencia de operaciones a que se someten los insumos en su estado inicial para llegar a obtener los productos en su estado final (Sapag Chain, 2003). Se seleccionan y describen los procesos productivos, la tecnología y los equipos a utilizar. Asimismo, se determinan y cuantifican los insumos, productos y subproductos, estableciendo los consumos de energía, requerimientos de personal y de instalaciones y definiendo el plan de producción.

Cursogramas

Sirven para representar todos los tipos de actividades o sucesos que se dan en cualquier fábrica. Las dos actividades principales de un proceso son la operación y la inspección aunque con frecuencia se precisa más detalle gráfico del que pueden proporcionar esos símbolos, por lo tanto se utilizan el transporte, el depósito provisional o espera, y el almacenamiento permanente. En la tabla 3 se muestra la descripción de cada uno de los símbolos mencionados (OIT, 1998).

Símbolo	Nombre	Descripción
	Operación	Indica las principales fases del proceso, método o procedimiento. Por lo común, el material se modifica o cambia durante la

		operación.
	Inspección	Indica la inspección de la calidad y/o verificación de la cantidad.
	Transporte	Indica el movimiento de los trabajadores, materiales y equipo de un lugar a otro.
	Depósito provisional o espera	Indica la demora en el desarrollo de los hechos.
	Almacenamiento permanente	Indica depósito de un objeto bajo vigilancia en un almacén.

Tabla 3. Simbología utilizada para la elaboración de cursogramas.

Fuente: elaboración propia en base a OIT (1998)

Cursograma analítico

Es un diagrama que muestra la trayectoria de un producto o procedimiento señalando todos los hechos sujetos a examen mediante el símbolo que corresponda. Permite estudiar con más profundidad el proceso ya que utiliza los símbolos de operación, transporte, inspección, espera y almacenamiento. La importancia de este cursograma radica en que permite obtener una representación gráfica de las tareas y permite observar cómo las mismas se relacionan y así identificar puntos de mejora en el proceso (OIT, 1998).

Cursograma sinóptico

Es un diagrama que presenta un cuadro general de cómo se suceden tan solo las principales operaciones e inspecciones, sin indicar quién las ejecuta ni dónde se llevan a cabo. Éste sirve para ver de la primera hojeada las actividades de que se trata, con el objeto de eliminar las innecesarias o combinar las que puedan hacerse juntas (OIT, 1998).

Matriz de proceso producto

Con el fin de seleccionar la estrategia producto-proceso se utiliza la matriz propuesta por Roger G. Schroeder (1992), basada en las deducciones de Hayes y Wheelwright. La misma describe la relación dinámica entre la estrategia de proceso y la de producto, como se observa en la figura 1.

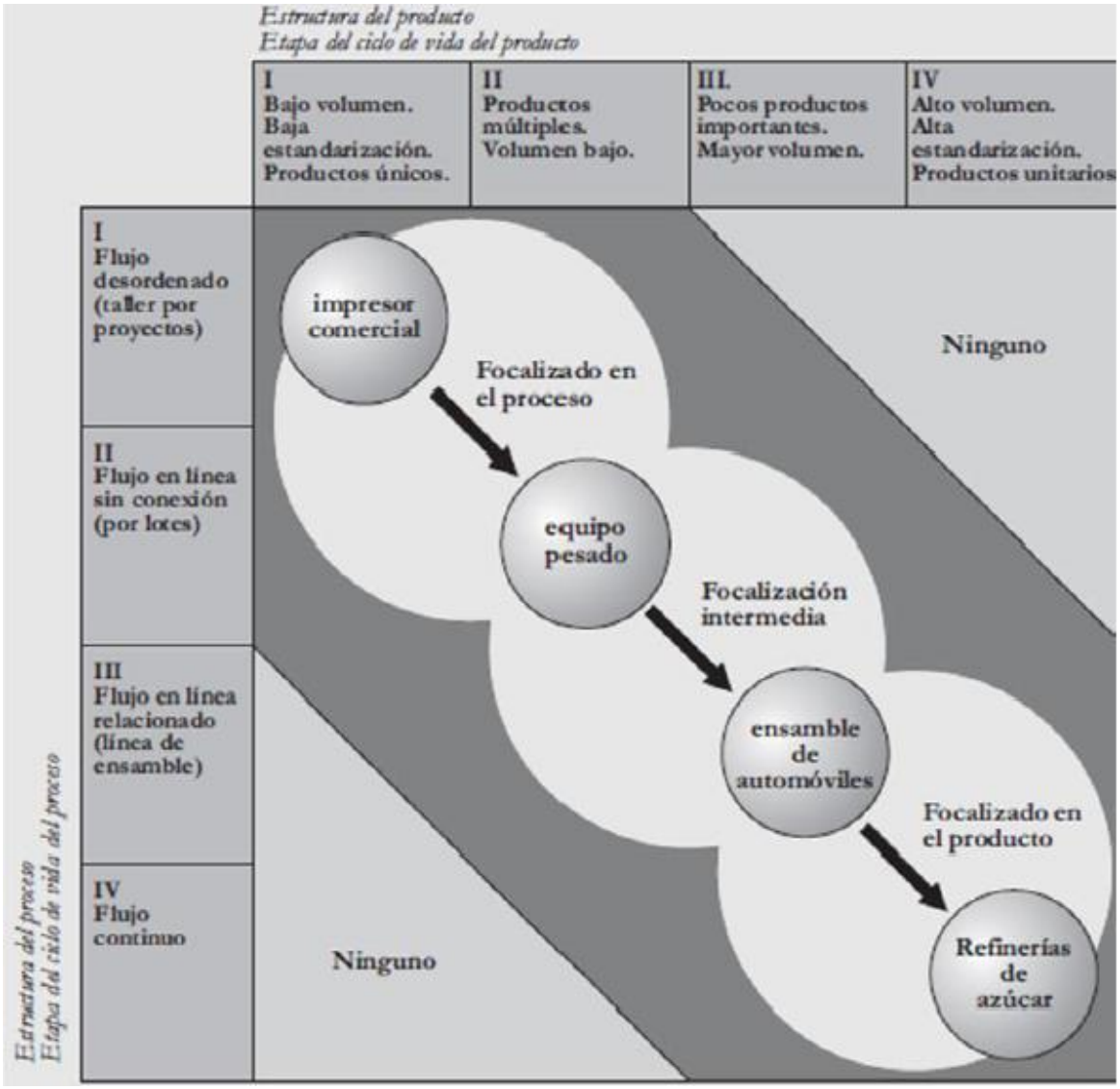


Figura 1: Matriz de proceso producto
Fuente: Shroeder, 1992.

Técnica ABC

Con el objetivo de asegurar la continuidad en la producción, es recomendable mantener un stock de seguridad. La gestión de stock se realiza utilizando la técnica ABC, siendo ésta una manera de clasificar el stock en base a alguna medida de importancia, generalmente, se utiliza el porcentaje que representa cada artículo en el total del costo anual valorizado y se los clasifica en distintas zonas (A, B, o C) (Santandreu, 1998). Una vez divididos los artículos según zonas, se aplican medidas específicas a cada una de ellas:

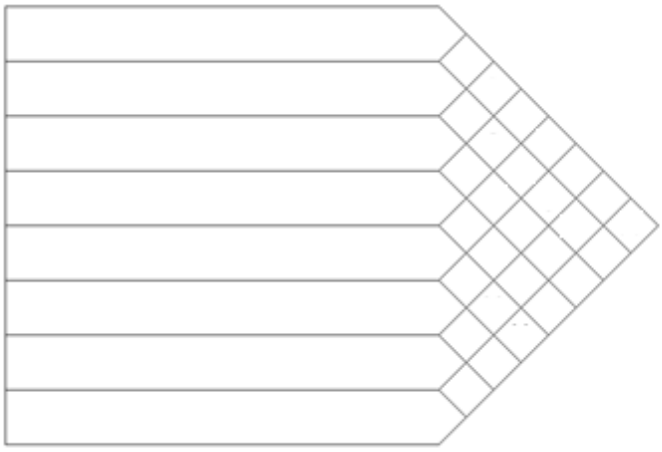
- Zona A: máximo análisis, nivel alto de control, revisión. Minimización de niveles de stocks de seguridad.

- Zona B: atención razonable.
- Zona C: bajo nivel de control, altos niveles de stock de seguridad.

Se analiza la distribución en planta con el fin de definir los espacios necesarios para la producción, el movimiento del material, almacenaje, mano de obra, actividades auxiliares, servicios y personal. Es un proceso para determinar la mejor ordenación de los factores disponibles de modo que constituyan un sistema productivo capaz de alcanzar los objetivos fijados de la forma más adecuada y eficiente posible (Machuca, 2000). El objetivo de un trabajo de diseño y distribución en planta es hallar una ordenación de las áreas de trabajo y del equipo que sea la más eficiente en costos, al mismo tiempo que sea la más segura y satisfactoria para los colaboradores de la organización. Para lograrlo, se hace uso de herramientas tales como el diagrama de relación de actividades y el diagrama adimensional de bloques.

Diagrama de relación de actividades

El diagrama de relación de actividades muestra las relaciones entre cada departamento, oficina o área de servicios, con cualquier otro departamento y área. Se utilizan códigos de cercanía para reflejar la importancia de cada relación. En la figura 2 se muestra el diagrama de relación de actividades y los códigos (Meyers y Stephens, 2006).



Código	Definición
A	Absolutamente necesario que estos dos departamentos estén uno junto al otro
E	Especialmente importante
I	Importante
O	Ordinariamente importante
U	Sin importancia
X	No deseable

Figura 2: Diagrama y códigos de relación de actividades.
Fuente: Meyers y Stephens, 2006.

Diagrama adimensional de bloques

Luego de realizar el diagrama de relación de actividades, se completa la hoja de trabajo de relación de actividades como punto de partida a la confección del diagrama adimensional de bloques. El mismo es el primer intento de distribución y consiste en crear cuadrados de papel en los que se escribe el número de actividad en el centro y los códigos de relación en las esquinas como se ve en la figura 3. Luego se acomodan según sus códigos, dando una primera posible distribución sin tener en cuenta las dimensiones de las áreas.

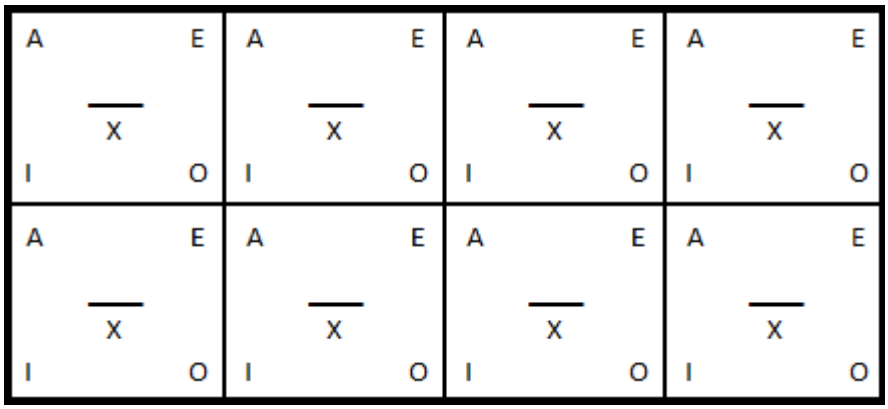


Figura 3: Diagrama adimensional de bloques.

Fuente: Meyers y Stephens, 2006.

Aunque la distribución es adimensional, será la base para hacer la distribución maestra y el dibujo de plano.

Evaluación económica

Para determinar la factibilidad económica del proyecto se realiza la determinación de la inversión, los costos de producción, rentabilidad, punto de equilibrio y análisis de sensibilidad.

La inversión total (I_T) se define como la cantidad de dinero necesaria para poner un proyecto en operación y se compone de dos partes fundamentales:

- INVERSIÓN FIJA TOTAL (I_{FT}): cantidad de dinero necesaria para construir totalmente una planta de proceso, con sus servicios auxiliares y ubicarla en situación de poder comenzar a producir. Es básicamente la suma del valor de todos los activos de la planta, ya sean tangibles o intangibles.

- INVERSIÓN EN CAPITAL DE TRABAJO (I_W): 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.

El cálculo de la inversión total resulta de la suma de la inversión fija total y la inversión en capital de trabajo.

Para la estimación de la inversión fija (I_F) se aplicará el método de estimación por factores (Chilton, 1949).

Valor del equipo instalado de proceso	I_E
Factores experimentales como fracción de I_E	
Tuberías de Proceso	f_1
Proceso de sólidos	0,07-0,10
Proceso mixto	0,10-0,30
Proceso de fluidos	0,30-0,60
Instrumentación	f_2
Control poco automatizado	0,02-0,05
Control parcialmente automatizado	0,05-0,10
Control complejo, centralizado	0,10-0,15
Edificios de fabricación	f_3
Construcción abierta	0,05-0,20
Construcción semiabierta	0,20-0,60
Construcción cerrada	0,60-1,00
Plantas de servicio	f_4
Escasa adición a las existentes	0,00-0,05
Adición considerable a las existentes	0,05-0,25
Plantas de servicio totalmente nuevas	0,25-1,00
Conexiones entre unidades	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	$\mathbf{I_E(1+\sum f_i)}$
Factores experimentales como fracción de la inversión directa	
Ingeniería y construcción	fI_1
Ingeniería inmediata	0,20-0,35
Ingeniería compleja	0,35-0,50
Factores de tamaño	fI_2
Unidad comercial grande	0,00-0,05
Unidad comercial pequeña	0,05-0,15
Unidad experimental	0,15-0,35
Contingencias	fI_3
De la compañía	0,10-0,20

Variaciones imprevistas	0,20-0,30
Procesos exploratorios	0,30-0,50
Factor de inversión indirecta	**$fI=\sum fI_i+1$**
Inversión Fija	**$I_F=I_E(1+\sum f_i)fI$**

Tabla 4: Factores para la estimación de la inversión fija por método de estimación por factores

Fuente: Chilton, 1949.

Resulta así la ecuación 1, en la cual los factores experimentales f fueron obtenidos a partir del estudio de procesos que tendrán lugar en la planta, detallados en la Tabla 4:

$$I_F = I_E \times (1 + \sum f_i) \times (1 + \sum fI_i) \quad (1)$$

Donde:

I_F: inversión fija (sin terreno) del sistema completo.

I_E: valor del equipo total instalado

f_i: factores de multiplicación para la estimación de los componentes de la inversión directa.

fI_i: factores de multiplicación para la estimación de los componentes de la inversión indirecta.

En caso de contar con el valor real de alguno de los componentes, no se utilizará el factor de estimación sino que se tendrá en cuenta dicho valor.

Luego de calcular la inversión fija se procede a calcular los costos de operación, que son los gastos involucrados en mantener el proyecto en producción. Los mismos se dividen en variables (proporcionales a la producción) y fijos (independientes de la producción).

Dentro de los costos fijos se calcula el de depreciación, que significa una disminución de valor. La mayoría de los bienes pierden valor a medida que crece la antigüedad. Esta pérdida en valor se reconoce en prácticas de contabilidad como un gasto de operación. En lugar de cargar el precio de compra completo de un nuevo bien como un gasto de una sola vez, la forma de operar es distribuir su costo de compra durante la vida del bien en los registros contables.

Los principales objetivos para cargar un costo de depreciación son la recuperación del capital invertido en bienes de producción, la determinación con seguridad de costos indirectos de producción para registro de costos y la inclusión del costo de depreciación en gastos de operación con propósitos de impuestos.

Se utiliza el método de la línea recta para su cálculo ya que es el más simple en la aplicación y el más ampliamente utilizado. La depreciación anual (D) es constante y se calcula mediante las ecuaciones 2 y 3:

$$e = \frac{1}{n} \quad (2)$$

$$D = (I_F - L)\frac{1}{n} \quad (3)$$

Donde, e es el factor de depreciación anual, n es la vida útil total (expresada en años), I_F es la inversión fija sin terreno y L es el valor residual o de reventa al final de la vida útil de un bien.

La evaluación de la rentabilidad es el principal objetivo en el análisis de los proyectos de inversión, debido a que de este parámetro depende la aceptación o rechazo del proyecto, es decir, su factibilidad.

Cuadro de usos y fuentes

El cuadro de fuentes y usos de fondos es una herramienta que presenta cuál es el origen o fuente de los fondos y cuál es su destino final (Zugarramurdi y Parín, 1998).

La evaluación de la rentabilidad se basa no sólo en información obtenida a partir de la investigación, sino también en estimaciones de parámetros. Un método para evaluarla es el de la Tasa Interna de Retorno (TIR). El mismo tiene en cuenta el valor temporal del dinero invertido con el tiempo y está basado en la parte de inversión que no ha sido recuperada al final de cada año durante la vida útil del proyecto.

Para determinar si el proyecto es rentable se debe comparar la TIR calculada con el costo promedio ponderado del capital (CPPC) cuyo cálculo se detalla en la ecuación 4. Para el mismo se determina el costo del capital propio (ke) y el costo del capital de deuda (kd), mediante las ecuaciones 5 y 6 (Baca Urbina, 2001):

CPPC = % capital propio x Ke + % deuda x Kd (4)

Ke = Rf + β (Rm – Rf) (5)

$$Kd = i\,(1 - t) \qquad (6)$$

Asimismo, se debe realizar el cuadro de fondos del inversionista, calcular su TIR y compararla con el Ke para evaluar si cumple con la condición de aceptación aspirada por el inversionista.

Se realiza el análisis de sensibilidad para evaluar cómo se ve afectada la rentabilidad del proyecto cuando se modifica una o varias variables que conforman los supuestos bajo los cuales se realizan las estimaciones (Riggs et al., 2002).

Es posible examinar la sensibilidad del resultado de dos parámetros, ambos considerados simultáneamente. El propósito es determinar cuánto cambian en porcentaje conjunto estos parámetros críticos y pueden sustentarse sin rechazar la propuesta; ésta no se aceptará si el valor presente es negativo.

5.3 Estudio del negocio

El estudio del negocio se centra en el proceso de generar y seleccionar estrategias mediante herramientas y técnicas de análisis interna y externa de la empresa.

Las estrategias se constituyen sobre los cimientos de una comprensión sólida de la misión. La misión, a su vez, se deriva del reconocimiento de capacidades clave, restricciones, aspiraciones, recursos y constituyentes en el ambiente de la tarea. Por tal motivo, en primer lugar de desarrolla la declaración de la visión y la misión, luego se establecen los objetivos a largo plazo y finalmente se generan, evalúan y seleccionan las estrategias.

Se pueden integrar las técnicas importantes de la formulación de estrategias en un esquema de tres epatas de toma de decisiones las cuales son: etapa de entrada, etapa de conciliación y etapa de decisión (David, 2010).

En cada etapa se utilizan varios tipos de herramientas y de análisis, como lo son el análisis de las cinco fuerzas de Porter, el análisis FODA, la matriz BCG y las matrices EFE (de evaluación de factores externos) y EFI (de evalución de factores internos).

Análisis de las fuerzas de Porter

El modelo de las cinco fuerzas de Porter (1979) es una herramienta de gestión que permite analizar una industria o sector, conociendo su grado de competencia, a través de la identificación y análisis de cinco fuerzas en ella. Las mismas se especifican en la figura 4.

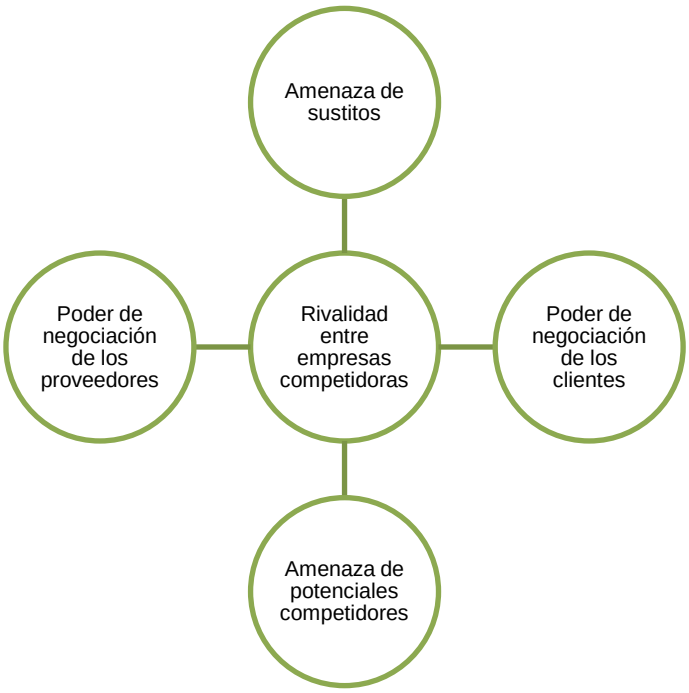


Figura 4: Modelo de las cinco fuerzas de Porter (1979).

Fuente: Elaboración propia en base a Porter, 1979.

Las cinco fuerzas de la competencia según Porter son:

- Rivalidad entre las empresas del sector: es generalmente la más poderosa de las cinco fuerzas competitivas. Generalmente los cambios en la estrategia que realiza una empresa se enfrentan con movimientos de represalia por parte de la competencia, como la reducción de precios, aumento en la calidad, nuevas características en los productos, entre otros. 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.
- Poder de negociación de los proveedores: cuando existe un gran número de proveedores, sólo existen unas cuantas materias primas sustitutas o cuando el costo de cambiar una materia prima por otra es alto, influyen sobre la capacidad de negociación con las empresas proveedoras.
- Poder de negociación de los clientes: los clientes pueden influir en la rentabilidad potencial de una empresa al forzarla a recortar los precios, demandar servicios más extensos o mejores facilidades de crédito. Cuando son muchos, están geográficamente concentrados o compran en volúmenes altos, determinan la capacidad de negociación de la empresa con ellos.

- Amenaza de productos sustitutos: si un comprador considera los productos de dos industrias diferentes como sustitutos, los fabricantes de esos productos deben considerarse competidores. La presión competitiva de los productos en una industria diferente puede afectar los precios del mismo modo que los sustitutos dentro de la industria. A su vez, la presencia de productos sustitutos establece un límite de precio antes de que los consumidores prefieran adquirir un bien alternativo.
- Amenaza de competidores potenciales: los competidores potenciales con posibilidades de entrar al mercado constituyen una amenaza que la empresa debe limitar y contra la cual debe protegerse mediante la creación de barreras de entrada, economías de escala, reconocimiento de la marca, relaciones estrechas con los clientes, entre otras (David, 2010).

Análisis FODA

Es una herramienta de planeación que presenta una estructura de autoevaluación para examinar las fortalezas (focos de excelencia de la empresa) y debilidades (situaciones desventajosas frente al mercado) internas y las oportunidades (condiciones favorables del entorno) y amenazas (potenciales condiciones adversas en el ambiente de la empresa) externas de una empresa (Dwyer y Tanner, 2007).

A partir del análisis de cada parámetro se desarrollan cuatro tipos de estrategias distintas mediante el enlace de las características internas de la organización y aquellas externas propias del mercado en el que se desenvuelve la empresa.

Matriz de evaluación del factor externo (EFE)

Una matriz de evaluación del factor externo permite resumir y evaluar la información económica, social, cultural, ambiental, política, gubernamental, legal, tecnológica y competitiva. La matriz EFE se desarrolla en cinco pasos:

1. Listar factores externos que afecten a la empresa y al sector.

2. Asignar a cada factor un valor que varíe de 0 (sin importancia) a 1 (muy importante). El valor indica la importancia relativa de dicho factor para tener éxito en el sector de la empresa. La suma de todos los valores asignados a los factores debe ser igual a 1.

3. Asignar una calificación de 1 a 4 a cada factor externo clave para indicar con cuánta eficacia responden las estrategias de la empresa a dicho factor, donde 4 corresponde a la respuesta excelente, 3 a la respuesta por arriba del promedio, 2 a la respuesta promedio y 1 a la deficiente.

4. Multiplicar el valor de cada factor por su calificación para determinar un valor ponderado.

5. Sumar los valores ponderados de cada variable para determinar el valor ponderado total de la empresa.

Sin importar el número de oportunidades y amenazas clave incluidas en la matriz EFE, el valor ponderado más alto posible es 4 y el más bajo es 1. El valor ponderado total promedio es 2,5. Los resultados mayores a 2,5 indican una organización poseedora de una fuerte posición interna, mientras que los menores de 2,5 muestran una organización con debilidades internas (David, 2010).

Matriz de evaluación del factor interno (EFI)

Esta herramienta para la formulación de la estrategia resume y evalúa las fortalezas y debilidades principales en las áreas funcionales de la empresa. Se requieren juicios intuitivos para elaborarla, por lo que no se debe interpretar con la apariencia de un método científico. De manera similar a la matriz EFE, se elabora en cinco pasos, listando primero los factores internos claves y recibiendo calificaciones de de 1 a 4 siendo 1 una debilidad mayor, 2 una debilidad menor, 3 una fortaleza menor y 4 una fortaleza mayor.

Los puntajes muy por debajo de 2,5 caracterizan a empresas que son débiles internamente, mientras que los puntajes muy superiores a 2,5 indican una posición interna sólida.

Matriz BCG

La matriz BCG está específicamente diseñada para mejorar los esfuerzos de una empresa en la formulación de estrategias. Representa gráficamente las diferencias en términos de participación de mercado y la tasa de crecimiento de éste. La participación de mercado se define como la razón entre la participación de mercado de una empresa y el total del mercado para un mismo producto. Dicha matriz se separa en cuatro cuadrantes, como se observa en la figura 5 (David, 2010).

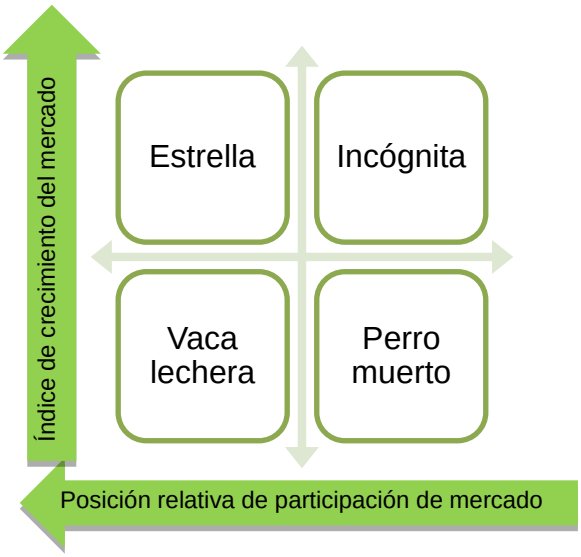


Figura 5: Matriz BCG.
Fuente: elaboración propia en base a David, 2010.

1- Interrogantes: los negocios tienen una baja participación del mercado; sin embargo, compiten en un mercado de alto crecimiento. Estos negocios se llaman así porque la organización debe decidir si los consolida mediante una estrategia intensiva o si los vende.

2- Estrellas: representan las mejores oportunidades a largo plazo de la organización en términos de crecimiento y rentabilidad. Los negocios con una alta participación en el mercado y una alta tasa de crecimiento deben recibir inversión sustancial para mantener o fortalecer su posición dominante.

3- Vacas lecheras: los negocios tienen una alta participación en el mercado pero compiten en un mercado de bajo crecimiento. Se llaman así porque genera efectivo superior a sus necesidades, que se pueden destinar a impulsar otros negocios.

4- Perros: poseen baja posición en el mercado y compiten en un mercado de lento o de ningún crecimiento. Por su débil posición interna y externa, estos negocios a menudo se liquidan, se venden o se reducen.

La ventaja principal de la matriz BCG es que dirige la atención al flujo de efectivos, las características de inversión y las necesidades de la organización.

5.4 Marco Legal

Argentina dio un primer impulso al desarrollo de los biocombustibles durante parte de las décadas de 1970 y 1980, tiempo en el que funcionó el Programa Alconafta, que promovía la utilización de alcohol etílico anhidro como combustible.

El interés por el biodiesel en Argentina surgió con fuerza durante los últimos años de la década del 90 mediante emprendimientos y proyectos en distintas localidades del país, con diferentes capacidades de producción. Sin embargo, el aumento del precio de los aceites vegetales acontecido entre 2001 y 2004 afectó sustancialmente los costos de producción y, en ausencia de un mercado garantizado por la obligatoriedad en la mezcla, la industria se vio obligada a cerrar plantas o a reorientar el biodiesel hacia la industria oleoquímica.

En 2001 se estableció el Plan de Competitividad para el Combustible Biodiesel mediante el Decreto 1396/01, que modificó la Ley del Impuesto a los Combustibles Líquidos y Gas Natural estableciendo que "en el biodiesel combustible el impuesto estará totalmente satisfecho con el pago del gravamen sobre el componente gasoil u otro componente gravado, no pudiendo modificarse este tratamiento por el plazo de diez años. El biodiesel puro no estará gravado por el plazo de diez años". Si bien Decreto no se encuentra vigente, ya que su duración fue hasta el año 2011, y no ha sido extendido por ninguna ley, fue un medio para impulsar la producción de biodiesel en el país. (Topalian y Lanardonne, 2010)

La Ley 26.093, de Promoción de los Biocombustibles, promulgada en mayo de 2006, y su Decreto Reglamentario 109/2007, establecen el marco regulatorio y promocional para la introducción de los biocombustibles en la matriz energética argentina con un plazo de 15 años.

Este marco regulatorio establece una mezcla obligatoria de biocombustibles con combustibles fósiles. De este modo, este grupo de leyes crea una demanda cautiva, constituyendo así uno de los principales incentivos para la producción destinada al mercado doméstico.

Para el caso del biodiesel, en agosto de 2007, se verificó un cambio en la legislación existente, pasando de ser el mínimo inicial de un 5% a un 7%, y en julio de 2012 hubo una modificación en la legislación que establecía el uso de combustibles fósiles con una proporción de al menos un 7% de biocombustibles (B7), y se lo reemplazó por

otra que elevó a un 10% la proporción de biodiesel en los combustibles (B10). El Gobierno sigue estudiando el hecho de incrementar el corte hasta un 20%.

A nivel institucional, se establece como Autoridad de Aplicación a la Secretaría de Energía de la Nación, excepto en las cuestiones de índole tributario o fiscal, para las cuales dicho rol será cumplido por el Ministerio de Economía y Finanzas Públicas. A su vez, la ley crea la Comisión Nacional Asesora para la Promoción de la Producción y Uso Sustentables de los Biocombustibles, cuya función será la de asistir y asesorar a la autoridad de aplicación.

La Ley 26.093 establece un régimen de promoción que cuenta con los siguientes incentivos para la producción de biodiesel y bioetanol:

- Para la promoción de la inversión en bienes de capital y obras de infraestructura: devolución anticipada de IVA o amortización acelerada para Impuesto a las Ganancias.
- Los bienes afectados a proyectos aprobados por la Autoridad de Aplicación no integran la base imponible de Impuesto a la Ganancia Mínima Presunta (hasta el tercer ejercicio inclusive).
- Exención de: tasa de infraestructura hídrica, Impuesto sobre Combustibles Líquidos y Gas Natural (ICLGN) e impuesto sobre transferencia o importación de Gasoil.
- La Autoridad de Aplicación garantizará que las empresas autorizadas para la mezcla adquieran el biodiesel y el bioetanol a los sujetos del presente régimen a precios de referencia y hasta agotar su producción disponible.

El cupo fiscal genera el derecho a quien lo obtenga de colocar toda su producción en las compañías petroleras obligadas a la incorporación de biocombustibles en la nafta y el gasoil que expendan. El mismo se fija de manera anual en la Ley de Presupuesto, priorizando la promoción de pequeñas y medianas empresas, productores agropecuarios y economías regionales, estableciendo cuotas que las favorezcan con una concurrencia no inferior al 20% de la demanda total de biocombustibles generada por las destilerías y refinerías de petróleo (La producción de biocombustibles en Argentina, 2013).

Es importante remarcar una contradicción del régimen impositivo anteriormente citado con el Decreto 1396/01, que establece el Plan de Competitividad para el Combustible Biodiesel. La exención al ICLGN, que se computa desde el año 2003

mencionada en el decreto se contrapone con la Ley 26.093 de la cual surge que la no gravabilidad de los biocombustibles con respecto al ICLGN es sólo para los proyectos que hayan accedido a los beneficios promocionales al plantear que "los proyectos que no hayan calificado para el cupo fiscal podrán comercializar libremente el producto en el mercado interno o externo, pero no gozarán de los beneficios fiscales establecidos" (Di Paola, 2013).

Se observa que la producción de biodiesel en Argentina está regulada por distintas leyes, resoluciones y decretos que establecen directivas en cuanto a la calidad del producto, la seguridad e higiene de las instalaciones y cantidades a comercializar internamente.

Para la realización del proyecto de inversión se han tenido en cuenta las siguientes normativas que condicionan su desarrollo:

*Ley Nº 13660 Sobre Instalaciones de Elaboración, Transformación y Almacenamiento de Combustibles.

*Resolución 129/01: definición del Biodiesel. Punto de inflamación. Contenido de azufre máximo, y otras especificaciones.

*Resolución 1283/2006: especificaciones que deberán cumplir los combustibles que se comercialicen para consumo en el Territorio Nacional.

*Ley 26.093/06: Ley de biocombustibles. Biodiesel y Etanol. Principales actores. Autoridad de aplicación

*Decreto 109/07: Puesta en marcha de la ley de biocombustibles. Actividades alcanzadas por los términos de la Ley 26.093. Autoridad de aplicación. Funciones. Comisión Nacional Asesora. Habilitación de plantas productoras. Régimen Promocional.

*Provincia de Santa Fe - Ley Nº 12503 y Nº 12692.

*Resolución 1296/08: condiciones mínimas que deben cumplir las Plantas de Elaboración, Almacenamiento y Mezcla de Biocombustibles en relación a la seguridad en caso de incendio.

*Resolución 6/10: Especificaciones de calidad para el biodiesel

*Resolución 7/10: Lista de productores que cumplen con mandato doméstico y determina la fórmula utilizada para precio.

* Resolución 56/2012: Nuevo Acuerdo de Abastecimiento de Biodiesel para su

Mezcla con Combustibles Fósiles en el Territorio Nacional.

*Resolución 390/2014: determinación del porcentaje mínimo de mezcla de biocombustibles con combustibles fósiles.

6 Marco Metodológico

6.1 Desarrollo de la metodología

Las investigaciones generalmente tienen dos propósitos fundamentales, uno es generar conocimiento y teorías, y el otro es resolver problemas prácticos, que es el enfoque del presente trabajo. El modelo de metodología que se ha adoptado para el desarrollo del trabajo, se basa en el propuesto por Sampieri, R., Fernández, C. y Baptista, P. (2006).

Siguiendo esta metodología, se pretende recolectar y analizar una serie de datos que faciliten la comprensión y logro de los objetivos que se plantearon anteriormente, considerando la información que revele los factores que puedan determinar la rentabilidad y viabilidad de la Planta de Biodiesel.

6.2 Enfoque de la Investigación

Para el desarrollo de la investigación se optó por el modelo cuantitativo, utilizándose esquemas de pensamiento deductivo e inductivo. Dicho enfoque se fundamenta en un esquema deductivo y lógico que busca formular preguntas de investigación e hipótesis para posteriormente probarlas (Sampieri et al, 2006).

El carácter de estudio está orientado a una problemática particular que involucra tanto la disciplina de la Ingeniería Industrial, como de la Administración de Negocios.

6.3 Alcance de la Investigación

La investigación es exploratoria y descriptiva, ya que pretende por un lado descubrir ideas, apreciaciones y datos desde nuevas perspectivas que amplíen las existentes, que contribuyan a un mejor desempeño y que aumenten la rentabilidad del uso de biocombustibles. La razón por la cual es exploratoria, es que se basa en examinar una problemática, que si bien se encuentra en estudio, requiere aun de ampliar la información, en búsqueda de alternativas más sustentables. El enfoque descriptivo tiene como meta examinar y ubicar los valores en que se manifiestan las variables, categorizarlas y proporcionar una visión integral.

Este estudio especifica las características y propiedades del mercado y detalla información relacionada con la competencia en el sector, para finalmente luego de realizar un exhaustivo análisis, determinar un plan de negocios para la realización de la planta en el cual se torna explicativo.

6.4 Diseño de la Investigación

Al tratarse de un estudio no experimental, se observan los fenómenos y variables como se dan en su contexto natural para después analizarlos. Se toma como marco teórico o marco de referencia distintos conceptos y herramientas de la Ingeniería Industrial.

El trabajo involucra el relevamiento de información basada en la investigación de distintas fuentes primarias y secundarias (sitios web, libros, testimonios de personas involucradas en el tema) para la obtención de datos empíricos.

A partir de los mismos y mediante el uso de herramientas de la ingeniería industrial como lo son:

- la matriz de selección,

-los cursogramas de tipo analítico y sinóptico

-la matriz de proceso producto

-la técnica ABC

-el diagrama de relaciones de actividades

-el diagrama adimensional de bloques

-la evaluación económica

-el cuadro de usos y fuentes;

Se logra la confección de un proyecto de inversión en el cual puede apreciarse una integración de diferentes áreas concernientes a la ingeniería, que se presentan como las diferentes fases para la definición de la Planta propuesta:

1. Investigación operativa
2. ingeniería de producción
3. diseño y distribución de planta
4. evaluación económica y rentabilidad
5. marketing industrial

Se plantea una estructura ordenada para su fácil seguimiento y comprensión, comenzando por una introducción del producto a producir, seguido de un análisis del sector del biodiesel. A continuación, se realiza un análisis y determinación de la ingeniería de la producción y luego se determina la localización de la planta en aquel lugar que permita reunir los materiales necesarios, realizar los procesos de fabricación y entregar el

producto a los clientes con el costo total más bajo posible. Por último, se lleva a cabo una evaluación económica para determinar la rentabilidad del proyecto y decidir si es o no conveniente su ejecución, presentando conclusiones.

6.5 Selección del Universo

La unidad de análisis del trabajo es principalmente el Sector Energético y en segundo lugar el Agropecuario, dentro del marco del mercado argentino y su mercado de exportación. Se considera principalmente el periodo comprendido entre los años 2010-2015.

6.6 Recolección de los datos

Se consultaron fuentes de información secundarias externas para recolectar datos que permitieron generar parte de la información con la que se creó la investigación, es decir, se utilizaron datos de páginas web provenientes de sitios gubernamentales oficiales para extraer las bases y fundamentos, ue en particular facilitaron el análisis del mercado. Así mismo, se usaron fuentes secundarias externas para describir a la competencia, como páginas web, noticias de diarios y publicidad.

La información que se utilizó para los análisis tanto de la rentabilidad como de la producción de la planta, se originó de una fuente primaria interna, es decir, se generó información a partir de sus fuentes originales, para aspectos relacionados con la determinación de la planta y su operación.

6.7 Análisis y presentación de los datos

Los datos se presentan en forma de cuadros de fuentes externas, y también en forma de cuadros y tablas de elaboración propia.

7 Desarrollo

7.1 Estudio de mercado

El presente trabajo presenta una oportunidad de invertir en el sector energético de América Latina, región con gran potencial de crecimiento, rica en recursos naturales y, sobre todo, con una necesidad imperiosa de los gobiernos de reducir los subsidios a los combustibles (CENIT, 2014). Estas realidades convierten a la República Argentina en el lugar ideal para comenzar este proyecto.

7.1.1 Aspectos generales del sector

"La Argentina tiene una capacidad instalada de cuatro millones de toneladas por año en plantas de biodiesel distribuidas en siete provincias argentinas (Santa Fe es la provincia responsable del 80% de la producción nacional de biodiesel). Su actividad motoriza las diversas economías regionales en gran parte del territorio nacional", según Julián Domínguez, presidente de la Cámara de Diputados (Cámara de Diputados, 2013).

La actual comercialización del biodiesel es un reflejo del estado de confusión en el que se mueven las empresas del sector, desde las más grandes a las pequeñas. Desde que entró en vigencia el corte obligatorio del gasoil con biodiesel, en 2010, la Secretaría de Energía publica mensualmente el valor al que deben concretarse las ventas de las empresas a las petroleras que, actualmente, deben incluir un 10% del biocombustible en el gasoil.

Desde noviembre de 2014 Argentina enfrenta un litigio judicial internacional con la Unión Europea (UE), organización que decidió aplicar medidas *antidumping*[1] contra los productos de origen nacional, que provocaron el cierre de este mercado, sin lugar a dudas el más preciado para los exportadores de biodiesel (Nextfuel, 2015).

7.1.2 Mercado externo

Argentina era uno de los principales exportadores mundiales de biodiesel. Antes de que la Unión Europea aplicara aranceles a su biocombustible, Argentina era el proveedor global líder del producto, que se destinaba en su amplia mayoría a Europa, siendo España su mayor comprador (80% de lo exportado a la UE).

A fines de mayo de 2013, la UE anunció una sanción con aranceles *antidumping*

[1] Antidumping: son las medidas tomadas por los países importadores para luchar contra los países exportadores que aplican a sus productos precios anormales (Diccionario de Comercio Exterior, 2003).

de entre 6,8% y 10,6% al biodiesel argentino, por considerar que causaba daño a su industria, en medio de la escalada en el conflicto comercial con ese bloque, potenciado por las barreras a las importaciones de todo origen impuestas en los últimos años por el Gobierno. La Cancillería consideró proteccionista la decisión y aseguró que fue adoptada ante la incapacidad de los productores europeos para competir con productores más eficientes (NextFuel, 2013).

El impuesto *antidumping* viene aplicándose desde fines de noviembre de 2013 y se fijó cinco meses después en 24,6%. Esto produjo entonces un freno en la producción local.

De acuerdo a la Cámara Argentina de Biocombustibles (Carbio), que nuclea a empresas productoras como Bunge, Cargill y Louis Dreyfus, la decisión del bloque implicó pérdidas superiores a los 1.000 millones de dólares para el sector en Argentina el año 2013 (Reuters, 2014).

En el primer trimestre de 2015 las exportaciones de biodiesel se derrumbaron 54,5% interanual en volumen y 66,4% en valores, con sólo 96.900 toneladas y 61,1 millones de dólares. Pero en cambio, subieron 49% las ventas internas, según un informe de Investigaciones Económicas Sectoriales (IES).

Las ventas externas de biodiesel son afectadas por la merma en los precios internacionales del petróleo, que está paralizando el comercio exterior de biocombustibles por quedar casi fuera de mercado frente al petróleo con un precio bajo.

IES señaló que en efecto, una salida para el sector es seguir aumentando las ventas internas en reemplazo de exportaciones. Ante este contexto de desplome en los precios del petróleo que deja al biodiesel casi fuera de mercado, el Gobierno instrumentó una fuerte baja en el valor de las retenciones a la exportación de biodiesel, cuya alícuota efectiva bajó de 14,76% en septiembre pasado a 8,89% en febrero del corriente año.

En 2014 se exportaron 1.600.000 toneladas de este biocombustible, un 5% por debajo del récord de 1.690.000 toneladas de 2011, con una suba anual de 39,3% con respecto a 2013, cuando se vendieron al exterior 1.150.000 toneladas.

En las exportaciones del acumulado de 2015, el principal destino fue Estados Unidos con 46%, seguido por Perú (28,7%), el Reino Unido, con 16,2%, y España, 7,6%. Los envíos a los países de la Unión Europea se desmoronaron y Estados Unidos se perfila como uno de los principales compradores en 2015, fruto de la aprobación de la Agencia de

Medio Ambiente de ese país que permite comenzar a exportar sin pagar los altos aranceles que se abonaban hasta el momento.

Según Carlos Guberman, economista de IES Consultores, el segmento de biodiesel exhibirá un aumento de las ventas internas, apoyado por el plan de estímulo del Gobierno, mientras que las exportaciones no crecerán con respecto a 2014 (Iprofesional, 2015).

Ante este escenario internacional incierto, con ventas en descenso, se concluye que el mercado exterior queda fuera del alcance de este proyecto.

7.1.3 Mercado interno

El negocio local de biodiesel inició una senda descendente en 2012, que aún no se logra revertir totalmente. En diciembre de 2013, una resolución de la Secretaría de Energía, obligó a las petroleras a cortar el gasoil comercializado en los surtidores del país con un 10% de su sustituto verde (contra cerca del 7% con el que se venía adicionando al combustible) a partir de febrero de 2014 como medida para mitigar el efecto a las restricciones de la UE.

Se incluyó también en ese esquema, con igual proporción (10%) a las empresas en las cuales sea técnicamente posible la utilización de biodiesel para la generación eléctrica.

A su vez, el Gobierno argentino subió a mediados de marzo de 2014 el precio que reciben las empresas por el biocombustible que vuelcan al mercado interno, dándole un incentivo al mercado nacional de biocombustible. (El valor al que las petroleras compran biodiesel para cortarlo obligatoriamente con gasoil está regulado por la Secretaría de Energía).

En conclusión, con el virtual cierre del mercado europeo, la demanda doméstica de biodiesel, que con un cupo de mezcla de 10% implica una necesidad de entre 1,1 y 1,4 millones de toneladas, se ha vuelto importante para las empresas productoras instaladas en el país (Nextfuel, 2014).

A fines de mayo de 2014 se aprobó el proyecto de ley para eximir al biodiesel de los impuestos internos a los combustibles, lo que allana el camino para una mayor integración del producto en la matriz energética nacional. La medida apunta a aliviar al producto del pago de la alícuota del 22% al biodiesel para la generación eléctrica y del 19% de la tasa del combustible hasta el 31 de diciembre de 2015. Con esta medida, el

Gobierno busca compensar las trabas a la exportación que estableció la Unión Europea para ese tipo de combustibles.

La iniciativa había sido enviada al Congreso por el Poder Ejecutivo y aprobada a principios de mayo del año 2014 por la Cámara de Diputados, y a fines del mismo mes fue aprobada por el Senado.

7.1.4 Determinación del mercado a penetrar

El fundamento de la determinación de comercializar en el mercado interno radica en las dificultades que atañen a la exportación del mismo impuestas por la Unión Europea. A su vez, resulta un mercado interesante, ya que a todo el petrodiesel consumido en el país debe adicionársele un 10% de biodiesel. Basándonos en los últimos tres años en los que se produjeron dos aumentos en los porcentajes requeridos de biodiesel que debe adicionarse al petrodiesel y también en la creciente necesidad de dejar de depender de derivados del petróleo para el abastecimiento de energía, se estima que dicho porcentaje aumentará.

La demanda del consumo interno se centra en lo que es destinado a corte de petrodiesel, es decir, está directamente ligado al consumo del diésel fósil. La cantidad demandada por año se aproxima a los 1.3 millones de toneladas (Ministerio de Planificación, 2014).

La oferta puede definirse como la cantidad de biodiesel que los productores locales están dispuestos a poner en el mercado a un precio determinado. En la comercialización interna participan mayoritariamente las medianas y pequeñas plantas, que tienen un volumen anual de producción de entre 4.000 y 80.000 toneladas cada una.

7.1.5 Estudio de la competencia

Se considera competencia a todas aquellas empresas que se dediquen a comercializar, entre otros, el producto desarrollado en este proyecto.

Se presenta en la tabla 5 las empresas en funcionamiento existentes en la Argentina, clasificadas según su tamaño. (Secretaría de Energía, 2014)

Grande	Grande no integrada	Mediana	Pequeña
Cargill S.A.C.I	Explora S.A.	Advanced Organic Materials S.A.	Agro M y G S.A.
L.D.C. Argentina S.A.	Patagonia Bioenergía S.A.	Agrupacion de Colaboracion San Antonio	BH Biocombustibles S.R.L.
Molinos Rio de la Plata S.A.	Unitec Bio S.A.	Aripar Cereales S.A.	Colalao del Valle S.A.
Noble Argentina S.A.		Biobahia S.A.	Doble L Bioenergias S.A.
Renova S.A.		Biobin S.A.	Energias Renovables Argentinas S.R.L.
T 6 Industrial S.A.		Bio Madero S.A.	Hector A. Bolzan y Cia. S.R.L.
Vicentin S.A.I.C.		Bio Nogoya S.A.	New Fuel S.A.
Viluco S.A.		Bio Ramallo S.A.	Prochem Bio S.A.
Cremer y Asociados S.A.	Soyenergy S.A.		
Diaser S.A.			
Diferoil S.A.			
Energia Renovable S.A. (ENRESA)			
Establecimiento El Albardon S.A.			
Latin Bio S.A.			
Maikop S.A.			
Pampa Bio S.A.			
Rosario Bioenergy S.A.			

Tabla 5: Categorías de empresas

Fuente: Secretaría de Energía, 2015

El principal mercado de las empresas grandes, ya sean integradas o no, se centraba en la exportación, por lo que, al fijarse aranceles, la producción de dichas plantas mermó considerablemente y dejaron de ser rentables por resultar entonces sobredimensionadas (capacidad ociosa). Muchas de ellas sufrieron el cierre parcial y hasta total de la planta.

Cabe destacar que aquellas plantas integradas, es decir, las que cuentan con la aceitera, no han sufrido tal impacto en forma drástica, ya que el cierre es parcial: cesa la producción del combustible, pero no la del aceite.

Por el contrario, las empresas pequeñas dedicadas, sobre todo, al comercio interno, continuaron su producción sin mayores alteraciones y mantuvieron su rentabilidad y posicionamiento en el mercado.

Este proyecto se centra en el mercado interno, por lo que se desprende que competirá con las empresas pequeñas y medianas instaladas en este sector industrial. Se partirá del estudio de dichas firmas, ya que se plantea la construcción de una PyME con posibilidad de expansión. Se presenta en la tabla 6 las capacidades de producción de las empresas pequeñas y medianas mencionadas en la tabla 5.

Empresa	Categoría	Capacidad de Producción (t/año)
BH biocombustibles	Pequeña	4.000
ERA	Pequeña	6.500
New Fuel	Pequeña	10.000
Hector A. Bolzán	Pequeña	10.800
Colalao del Valle	Pequeña	15.000
Prochem Bio	Pequeña	15.840
Soyenergy	Pequeña	18.000
Diferoil	Mediana	35.000
LATIN BIO S.A.	Mediana	40.000
VILUCO S.A.	Mediana	40.000
Biobahía S.A	Mediana	45.000
Biomadero	Mediana	45.000
AOM	Mediana	50.000
Enresa	Mediana	50.000

Aripar	Mediana	50.000
Bio Nogoyá	Mediana	50.000
Cremer	Mediana	50.000
Pampa Bio	Mediana	50.000
Río Grande S.A.	Mediana	50.000
Rosario Bio Energy	Mediana	54.000
Bio Ramallo	Mediana	55.000
Biobin	Mediana	55.000
Establecimiento el Albardon	Mediana	65.000
San Antonio	Mediana	70.000
Diaser	Mediana	72.000
Maikop	Mediana	80.000
Total		1.086.140

Tabla 6: Empresas competidoras

Fuente: Elaboración propia

7.1.6 Capacidad

Ante las restricciones impuestas por Europa a nuestro biodiesel, la industria llegó a trabajar en el año 2013 al 40% de su capacidad, sobre todo en las plantas de mayor capacidad de producción (La producción de Biodiesel en Argentina, 2015).

En el 2014 en Argentina existía una importante capacidad ociosa para la producción de biodiesel ya que se podían producir hasta 4,6 millones de toneladas anuales de biodiesel, pero algunas plantas se encontraban paradas por la caída del comercio con la Unión Europea y la producción nacional consistía en 2,5 millones de toneladas. Sin embargo, resultaba rentable la actividad de una planta pequeña/mediana abocada al mercado interno (La producción de Biodiesel en Argentina, 2015).

Para determinar la capacidad se analiza con detalle las producciones de las empresas existentes que funcionan exitosamente y también la demanda nacional de biodiesel en donde se insertará lo propuesto en este proyecto.

En primer lugar, se realiza un histograma de frecuencia en función de distintos rangos de capacidades anuales. Se utilizan los volúmenes de producción (t/año) de las

empresas mencionadas en la tabla 6 para mantenernos dentro del rango que las define en su categoría de empresa pequeña o mediana.

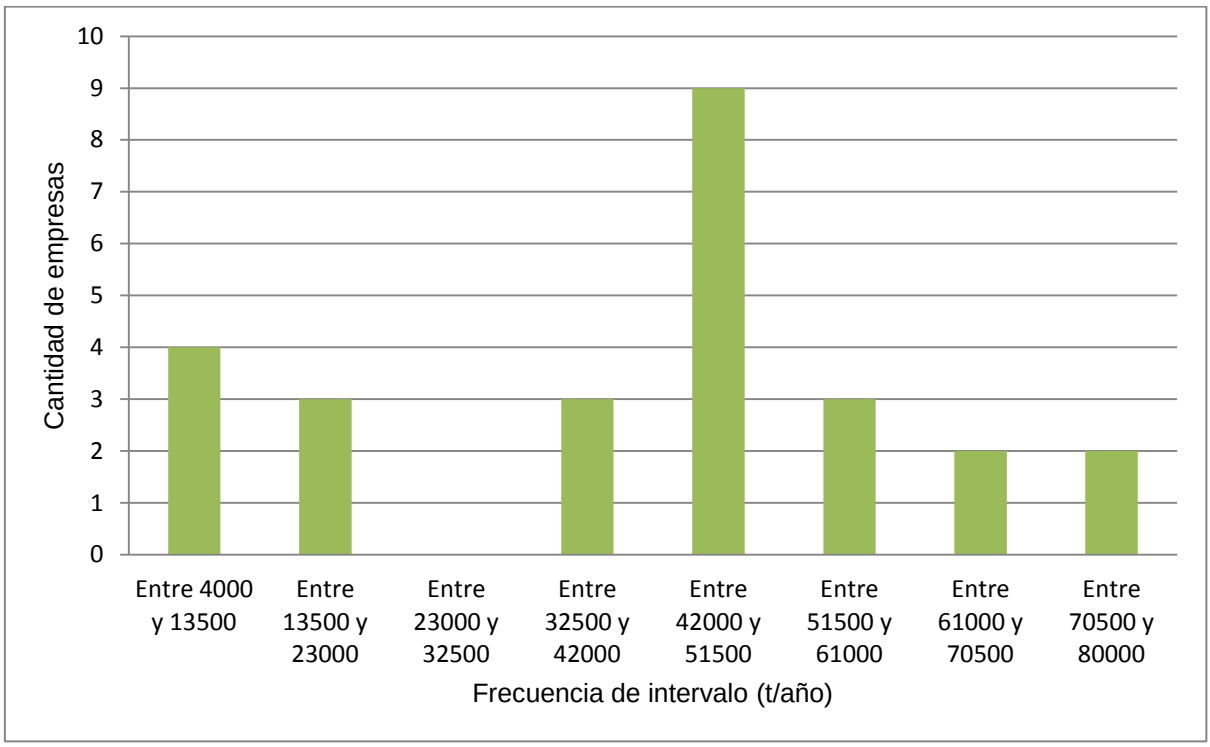


Figura 6: Histograma de frecuencia de capacidades de empresas competidoras

Fuente: Secretaría de Energía, 2015.

En la figura 6 se puede observar, que dentro de las pequeñas y medianas empresas, el rango de mayor frecuencia es entre 42.000 t/año y 51.500 t/año. También es posible apreciar que a medida que aumenta la capacidad anual, la frecuencia presenta un sutil decrecimiento. Esto se debe a que, al cerrarse las importaciones al mercado europeo, las empresas abocadas al mercado interno y con menores capacidades presentan una mayor facilidad para subsistir.

A partir de este análisis se determina que la capacidad óptima de producción es de 50.000 toneladas anuales. Se comenzará con una capacidad efectiva de 40.000 toneladas anuales, pero teniendo en cuenta que la exportación puede resurgir como un potencial mercado y que el porcentaje de corte obligatorio aumentará (siguiendo la tendencia de los años 2010 a 2014, según la ley 26.093), la producción se incrementará gradualmente hasta alcanzar las 50.000 t/año

7.1.7 Demanda

El biodiesel comercializado en Argentina se destina al corte obligatorio del diésel fósil y, en menor medida, a consumos particulares. Hasta fines del año 2013, se volcaban al mercado interno cerca de 850.000 toneladas anuales, pero con la suba al 10% del corte obligatorio se han sumado otras 450.000 toneladas, siendo en total 1.300.000 toneladas anuales (Ministerio de Planificación, 2014).

El proyecto plantea una producción de 50.000 toneladas anuales. Esto significa una porción del mercado del 3,85%.

Las empresas argentinas dedicadas a la mezcla de petrodiesel con el biodiesel son: Ypf S.A., Axion Energy Argentina S.A., Shell C.A.P.S.A., Dest. Arg. De petróleo S.A., Refinor S.A., Fox Petrol S.A., Petrolera del Conosur S.A., Petrobras Energía S.A., New American Oil S.A., Energía Derivados del Petróleo S.A., Petrolera Argentina S.A., Energía Argentina S.A. (ENARSA), Oil Combustibles S.A. y Refi Pampa S.A.

7.1.8 Precio de venta

El valor del biodiesel fue segmentado en tres categorías, según la empresa productora, y la nómina quedó conformada en empresas grandes, medianas y pequeñas. El precio se fija teniendo en cuenta los costos de producción de cada una.

Mediante la resolución conjunta del Ministerio de Economía y Finanzas Públicas, de Industria y de Planificación Federal, Inversión Pública y Servicios 438/269/1001 de fecha 7 de agosto 2012, se creó la Unidad Ejecutiva Interdisciplinaria de Monitoreo entre cuyas facultades se encuentra la de determinar el precio de referencia para el biodiesel.

En la tabla 7 se muestran los precios establecidos por la Unidad Ejecutiva Interdisciplinaria de Monitoreo desde noviembre 2012.

Mes	Quincena	Precio según Categoría de Empresa			
		Grande	Grandes No Integradas	Mediana	Pequeña
ene-15	1º	5.619,65	6.648,32	7.033,16	7.143,63
	2º	5.619,65	6.648,32	7.033,16	7.143,63
dic-14	1º	5.617,23	6.645,35	7.028,75	7.138,55
	2º	5.617,23	6.645,35	7.028,75	7.138,55
nov-14	1º	5.573,00	6.593,00	6.972,00	7.080,00
	2º	5.573,00	6.593,00	6.972,00	7.080,00

oct-14	1º	5.549,00	6.565,00	6.943,00	7.050,00
	2º	5.549,00	6.565,00	6.943,00	7.050,00
sep-14	1º	5.774,00	6.812,00	7.199,00	7.307,00
	2º	5.774,00	6.812,00	7.199,00	7.307,00
ago-14	1º	5.904,00	6.965,00	7.363,00	7.475,00
	2º	5.904,00	6.965,00	7.363,00	7.475,00
jul-14	1º	6.025,00	7.107,00	7.517,00	7.632,00
	2º	6.025,00	7.107,00	7.517,00	7.632,00
jun-14	1º	5.871,68	6.927,91	7.330,80	7.446,09
	2º	5.871,68	6.927,91	7.330,80	7.446,09
may-14	1º	5.991,74	7.068,91	7.481,35	7.599,65
	2º	5.991,74	7.068,91	7.481,35	7.599,65
abr-14	1º	6.098,01	7.193,61	7.614,69	7.735,10
	2º	6.098,01	7.193,61	7.614,69	7.735,10
mar-14	1º	5.745,43	6.845,31	7.204,62	7.257,00
	2º	5.745,43	6.845,31	7.204,62	7.257,00
feb-14	1º	5.319,84	6.222,00	6.670,95	6.719,44
	2º	5.319,84	6.222,00	6.670,95	6.719,44
ene-14	1º	4.902,93	5.734,98	6.148,00	6.192,00
	2º	4.902,93	5.734,98	6.148,00	6.192,00
dic-13	1º	4.714,35	5.514,41	5.911,68	5.954,66
	2º	4.714,35	5.514,41	5.911,68	5.954,66
nov-13	1º	4.533,04	5.193,24	5.684,31	5.725,64
	2º	4.533,04	5.193,24	5.684,31	5.725,64
oct-13	1º	4.312,03	4.981,88	5.367,00	5.404,87
	2º	4.312,03	4.981,88	5.367,00	5.404,87
sep-13	1º	4.323,96	4.643,88	5.249,04	5.336,00
	2º	4.323,96	4.643,88	5.249,04	5.336,00
ago-13	1º	4.484,82	4.706,95	5.296,19	5.403,07
	2º	4.484,82	4.706,95	5.296,19	5.403,07
jul-13	1º	4.508,98	-	5.376,02	5.506,94
	2º	4.508,98	-	5.376,02	5.506,94
jun-13	1º	4.397,10	-	5.331,04	5.393,02

	2º	4.397,10	-	5.331,04	5.393,02
may-13	1º	4.650,09	-	5.472,02	5.477,28
	2º	4.650,09	-	5.472,02	5.477,28
abr-13	1º	4.653,59	-	5.497,25	5.506,37
	2º	4.653,59	-	5.497,25	5.506,37
mar-13	1º	4.653,59	-	5.497,25	5.506,30
	2º	4.653,59	-	5.497,25	5.506,37
feb-13	1º	4.660,13	-	5.425,89	5.484,28
	2º	4.660,13	-	5.425,89	5.484,28
ene-13	1º	4.516,90	-	5.276,44	5.334,87
	2º	4.516,90	-	5.276,44	5.334,87
dic-12	1º	4.401,00	-	5.014,00	5.222,00
	2º	4.387,22	-	4.763,06	5.108,07
nov-12	1º	4.661,00	-	4.661,00	4.661,00
	2º	4.565,34	-	5.182,53	5.333,29

Tabla 7: Precios del biodiesel en pesos argentinos

Fuente: Secretaría de Energía, 2015.

Con la paridad utilizada para este proyecto de 8,71 $ argentinos = 1 US$, para enero de 2015 resulta un precio de venta de 807 US$ la tonelada.

7.2 Ingeniería de la producción

7.2.1 Selección de la materia prima

La materia prima utilizada para la elaboración de biodiesel influye fuertemente en el proceso de producción y en el producto final. A la hora de seleccionarla, es necesario verificar que el biodiesel que derive de la misma cumpla con los estándares requeridos. En Argentina, el organismo que define estas características es el Instituto de Racionalización Argentino de Materiales (IRAM). El IRAM, en la norma 6515-1 de Octubre 2001, establece los requisitos y métodos de ensayos para el biodiesel, para ser comercializado y suministrado en nuestro país como combustible para vehículos automotores equipados con motores diesel, al 100% de concentración, o como aditivo del gasoil para uso automotor, cumpliendo con la norma IRAM de dicho combustible. Cada país dicta sus propias normas (Querini, 2006).

Las materias primas para la obtención de biodiesel son aceites vegetales o grasas animales y alcoholes de cadena corta. Las mismas pueden clasificarse en tres grandes grupos:

*Aceites vegetales sin usar, procedentes de plantas oleaginosas: colza, soja, girasol, maíz, jatropha, coco, chía, palma, ricino, entre otras.

*Aceites vegetales usados: son un residuo procedente de la industria de alimentación (aceite de fritura), restauración, catering o domiciliarios.

*Grasas animales: procedentes de la industria de la carne.

Se analizan aquellas más utilizadas en el mercado para definir la más conveniente.

7.2.1.1 Análisis de las distintas materias primas

Algas

Actualmente existen diversos proyectos en nuestro país para producir biodiesel a base de algas. Sin embargo, los mismos se encuentran en la etapa de investigación y desarrollo ya que no se ha podido verificar que los parámetros de calidad del producto final cumplan con los estándares impuestos por el IRAM. A su vez, la tecnología es muy costosa y de complejidad elevada. Por estos motivos se descarta la posibilidad de emplear las algas como materia prima.

Uno de los proyectos de desarrollo de biodiesel a partir de algas más importante

llevado a cabo en nuestro país está en manos de la empresa OILFOX, conformada en 1997 (Oilfox, 2012).

Colza (Brassica napus)

El biodiesel derivado del aceite de colza demuestra cumplir con los estándares de calidad impuestos por el IRAM. A su vez, tiene un rendimiento mayor que la soja ya que se extrae un mayor porcentaje de aceite de las semillas.

La desventaja más importante de esta materia prima es que los principales productores se encuentran en la Unión Europea, Canadá, Estados Unidos, Australia, China y la India. En la Argentina no se encuentra muy desarrollado el cultivo de la planta de colza, por lo que la comercialización es restringida. Asimismo, los costos son elevados ya que la cosecha es dificultosa, de alto riesgo y altamente demandante de fertilidad (Nextfuel, 2010).

Jatropha curcas

Jatropha curcas ("Jatropha") es un cultivo no comestible, subtropical que produce semillas que pueden utilizarse para una amplia variedad de materiales de origen biológico, incluyendo el biodiesel.

Jatropha crece actualmente mejor en una región conocida como "El Cinturón de Jatropha " (“Jatropha Belt”), que se encuentra entre los 30 ° N y 35 ° S. Esto incluye tanto las zonas tropicales y subtropicales del centro y el sur de América, la India, África y el sudeste de Asia.

Una vez cosechadas, las semillas de Jatropha son trituradas y el aceite resultante se puede procesar para producir biodiesel de alta calidad.

Como ventajas se puede citar el alto rendimiento de este árbol, ya que tratadas con solventes sus semillas pueden rendir el doble que la soja. A su vez, el aceite que provee no es apto para el consumo humano por lo que no genera controversias acerca del uso de un alimento en la producción de un combustible. Otra ventaja radica en la capacidad de Jatropha para crecer en tierras marginales y poco desarrolladas (Nextfuel, 2007).

Debe considerarse que Argentina no es uno de los principales productores de Jatropha, por lo que debería importarla o desarrollar el cultivo de la misma. Ya que importarla no es una opción por las dificultades aduaneras, se debería optar por la segunda alternativa. El árbol puede adaptarse al Chaco Salteño. Sin embargo, esto resultaría

dificultoso ya que no hay en el mundo estudios certificados acerca de cómo se comporta en lugares donde no tiene los mismos regímenes de lluvias. Inclusivo, se conocen virus y plagas que afectan al árbol que no existen en Argentina y podrían ser introducidas con el mismo; por lo que sería indispensable conseguir semillas con certificación sanitaria, lo cual no es de fácil adquisición.

A su vez, para plantar Jatropha en cantidades masivas es necesario contar con experiencia y recursos que no se encuentran disponibles en nuestro país. Por cada hectárea de plantación, se obtendrían aproximadamente 1,5 toneladas de biodiesel, por lo que para llevar a cabo un proyecto de 50 millones de toneladas anuales, se deberían plantar más de 33 mil hectáreas en ese período. Seguidamente, se requieren recursos para alterar genéticamente las propiedades del cultivo, y hacerlo más resistente a heladas y variaciones de temperatura (Red agrícola, 2015). Aunque se contara con los mismos, no se podrían tener resultados concretos hasta dentro de 5 años por lo menos, dado que la planta alcanza su mayor desarrollo a los 4 años y luego hay que replicar las experiencias con años menos o más lluviosos y verificar diversos parámetros.

Finalmente, al ser un descubrimiento relativamente nuevo, tanto la planta como la tecnología utilizada se encuentran en la etapa de investigación y desarrollo, siendo esta última de elevada complejidad (Nextfuel, 2007).

Girasol

No predomina el uso de aceite de girasol para la producción de biodiesel debido a su elevada calidad para la alimentación. Muchos países interesados en entrar al mercado de las bioenergías no tienen clima para la colza, y sí lo tienen para el girasol. No obstante, lo que producen no es suficiente para el creciente mercado de biocombustibles que estaría compitiendo con el de la alimentación. De esta situación derivan proyectos para aumentar la producción de girasol y designar un porcentaje de la misma a la producción de biodiesel, aunque en este momento no sea la opción más conveniente para llevar a cabo en nuestro país (Nextfuel, 2010).

Soja

La soja o soya (Glycine max) es una especie de la familia de las leguminosas (Fabaceae) cultivada por sus semillas, de medio contenido en aceite y alto de proteína. El grano de soja y sus subproductos (aceite y harina de soja, principalmente) se utilizan en la alimentación humana y del ganado.

La producción de biodiesel a partir de aceite de soja es un tema controversial. Si bien sirve como alimento, el poroto de la soja tiene un bajo rendimiento en la producción de aceite, ya que sólo se obtiene el 18%, por lo que el 82% restante se puede utilizar para subproductos destinados a la alimentación.

A pesar de que su rendimiento no es tan elevado, es un producto que actualmente se cultiva en la Argentina por lo que no es necesario importar o investigar condiciones de cultivo, lo que aumentaría el costo y la complejidad del proyecto. La accesibilidad y la contribución a la economía nacional, sumado al hecho de que al no importar no se pagan impuestos arancelarios y se disminuyen los costos, hacen del aceite de soja la principal materia prima en Argentina para la producción de biodiesel.

Grasas animales

El biodiesel producido a partir de grasas bovinas es de consistencia más sólida que el obtenido partiendo de aceites vegetales. Esto implica que de ser utilizado sin mezclar con petrodiesel, necesitaría un sistema de calentamiento que lo mantenga líquido, o debería emplearse en zonas con altas temperaturas donde no llegue a cristalizarse. Una solución alternativa sería agregar al menos un 20% de gasoil, lo que no implica un inconveniente ya que se destinaría al corte, que es tan sólo del 10% (90% de gasoil).

Sumado a esto, este tipo de biodiesel cuenta con la misma problemática que el producido a partir de algas: sus parámetros de calidad actualmente no verifican el cumplimiento de las normas de estándares de calidad redactadas por el IRAM, como por ejemplo, los parámetros de densidad a 15°C y viscosidad a 40°C, y a su vez, su tecnología es compleja y se encuentra en desarrollo (Viviana Maisterra, ex Gerente de Planificación Financiera, Patagonia Bioenergia S.A.).

Si bien se presentan varias desventajas al uso de esta materia prima, existe la ventaja del aprovechamiento de un subproducto de la producción de carne que carece de valor. Sin embargo, el biodiesel resultante no cumpliría con las exigencias establecidas por el IRAM, por lo que, si bien muchos usuarios lo fabrican para autoabastecimiento, no es apto para la comercialización.

7.2.1.2 Matriz de selección

Para determinar la materia prima que resulte más conveniente se aplica el método de selección mediante una matriz con ponderación de criterios, a saber:

*Precio: es de suma importancia ya que afecta directamente a la rentabilidad del proyecto. Porcentaje otorgado: 35%.

*Rendimiento: en caso de integración vertical será relevante utilizar aquella materia prima que mayor rendimiento posea. La misma representaría comprar los cultivos y producir el aceite a partir de ellos, comercializando, a su vez, los subproductos. En este proceso se decidió partir del aceite crudo listo para refinar en vez de las semillas o porotos, debido a que la inversión inicial en incrementaría sustancialmente. La misma representa la barrera de entrada más importante en el mercado del biodiesel. Por lo que, para partir del poroto o semilla y fabricar el aceite, debería realizarse la inversión en una segunda etapa que no abarca este proyecto. Porcentaje otorgado: 25%.

*Accesibilidad: es el aspecto primordial al momento de elegir la materia prima ya que se dependerá de ella para producir. Porcentaje otorgado: 40%.

En la tabla 8 se presenta la matriz de selección.

	Precio 35%	Rendimiento 25%	Accesibilidad 40%	Total
Colza	Puntaje: 4 1,4	Puntaje: 5 1,25	Puntaje: 4 1,6	4,25
Jatropha	Puntaje: 6 2,1	Puntaje: 8 2	Puntaje: 6 2,4	6,50
Soja	Puntaje: 9 3,15	Puntaje: 4 1	Puntaje: 10 4	8,15

Tabla 8: Matriz de selección de materia prima

Fuente: Elaboración propia

En relación al precio, la soja obtiene un puntaje de 9 ya que es la materia prima que tiene menor precio de venta por parte del proveedor, 600 US$/t. El aceite de Jatropha tiene un puntaje de 6 ya que la tonelada cuesta US$ 1200 aproximadamente (K. D. & COMPANY, 2015), mientras que el aceite de colza ronda los 1500 US$/t (Tianjin Fortis International Trade Co., Ltd., 2015), por lo que obtiene 4 puntos.

En cuanto al rendimiento, el del poroto de soja es de un 18%, en cambio la semilla de jatropha, tratada con solventes puede rendir hasta el doble. Finalmente, la colza tiene un

rendimiento menor, ya que la cosecha es dificultosa, de alto riesgo y altamente demandante de fertilidad (Nextfuel, 2010).

En conclusión, se puede afirmar que la Soja es accesible en nuestro país, ya que es la actividad económica de mayor importancia del sector agropecuario argentino, por lo que obtiene un puntaje de 10. La jatropha se cultiva principalmente en las zonas tropicales y subtropicales del centro y el sur de América, la India, África y el sudeste de Asia. Se le asigna un puntaje de 6 ya que es posible en un futuro desarrollar el cultivo de esta planta debido a que se adapta al clima del Chaco Salteño. Se establece un puntaje de 4 a la colza por el hecho de que los principales productores se encuentran en la Unión Europea, Canadá, Estados Unidos, Australia, China y la India. En la Argentina no se encuentra muy desarrollado el cultivo de la planta de colza y no se cuenta con abundante información sobre las técnicas avanzadas y cosechas riesgosas que implica el cultivo de esta planta (Nextfuel, 2010).

La soja obtuvo el mayor puntaje por lo que se considera la opción óptima de materia prima. Es por eso que se la selecciona para el proyecto.

Breve análisis de mercado del aceite de soja

El cultivo de la soja está ampliamente difundido a lo largo del planeta. Los cuatro países con mayor producción de soja son: Estados Unidos, Brasil, Argentina y China.

El cultivo de la soja se ha convertido en la actividad económica de mayor importancia del sector agropecuario argentino. Durante la última década su producción creció en forma sostenida, a una tasa del 2,8 % promedio anual.

Casi la totalidad de la actividad industrial se localiza en la provincia de Santa Fe, en las zonas aledañas al río Paraná. Las plantas procesadoras se aprovisionan de soja en un radio de menos de 300 km, lo que significa un reducido costo de flete. Esta cercanía entre la producción primaria y la industria transformadora genera una importante ventaja competitiva. El aceite de soja es el de mayor volumen de producción en el ámbito nacional.

En el año 2014, Argentina era el mayor proveedor mundial de aceite y harina de soja y el tercero de maíz (Infobae, abril 2014). Ese mismo año, el país procesaba el 67% de su producción de soja y exportaba el 95% de su producción de harina, y el 65% de aceite (Télam, 2014). La soja representaba el 25% de las exportaciones totales de la Argentina.

La producción argentina de soja del ciclo 2013/14, cuya cosecha avanza a toda

velocidad, alcanzó un récord de 55 millones de toneladas (Ministerio de Agricultura, 2014).

En lo que respecta al mercado interno sólo se destinan 2,4 millones de toneladas de aceite de soja, de los cuales casi 2 millones se afectan a la producción de biodiesel, que también se exporta (La tranquera web, 2012).

7.2.2 Proceso productivo

Existen tres formas básicas de producir biodiesel:

- Transesterificación con catalizador básico de un aceite con metanol;
- Esterificación con catalizador ácido de un aceite con metanol;
- Conversión del aceite en ácidos grasos, y luego en metil ésteres por catálisis ácida. (National Biodiesel Board, 2011)

Aunque la transesterificación es la reacción más utilizada al nivel mundial, los otros procesos se proponen para tratar aceites que contienen mayor porcentaje de ácidos grasos, como las grasas animales. El uso de la catálisis ácida sirve como pre-tratamiento de materia base con alto contenido de ácidos grasos libres, pero la velocidad de reacción para convertir triglicéridos a metil ésteres es muy lenta. Casi la totalidad de los metil ésteres que se producen en la actualidad se hacen con el primer método de transesterificación alcali-catalizada, porque este método es el más económico debido a las siguientes razones:

- Proceso con baja temperatura (60-70°C) y presión (1,3 bar);
- Gran rendimiento de conversión (98%) con reacciones laterales mínimas;
- Tiempo de reacción corto;
- La conversión en metil éster es directa, sin pasos intermedios;
- Los materiales de construcción requeridos están disponibles en el mercado local.

La mayoría de los procesos para fabricar biodiesel utiliza un catalizador para iniciar la reacción. Su uso es necesario porque el alcohol es escasamente soluble en la fase aceitosa. El catalizador crea un aumento de la solubilidad para permitir que la reacción se desarrolle a velocidad razonable. Los catalizadores básicos se usan esencialmente en las plantas que procesan aceites vegetales porque estos tienen generalmente un bajo contenido de ácidos grasos libres y de agua, siendo ambos perjudiciales al buen desarrollo de la

reacción de transesterificación. Así, los catalizadores más utilizados son bases minerales fuertes tal como hidróxido de sodio o de potasio. Después de la reacción, estos catalizadores básicos deben neutralizarse con ácidos minerales fuertes.

Por los motivos expuestos se determina que para producir biodiesel se selecciona la reacción de transesterificación, donde se hace reaccionar un éster con un alcohol obteniéndose otro éster y otro alcohol mediante el intercambio del grupo alcoxi del alcohol inicial (Oil Fox S.A., 2011).

Tratamiento del aceite

Para dar comienzo a la transesterificación se requiere de un pretratamiento del aceite. Su objetivo consiste en eliminar los fosfatidos y ácidos grasos libres, ya que estos compuestos interfieren en la reacción de transesterificación, bajando el rendimiento de conversión a metil ésteres.

Se introduce el aceite crudo en un reactor con ácido fosfórico para remover los fosfatidos hidratables y no hidratables. A su vez, se añade hidróxido de sodio para neutralizar los ácidos grasos libres. Se agrega agua al reactor para transformar los fosfatidos hidratables en gomas, que se sacan mediante el uso de un centrifugador. Estas gomas se denominan borra, un subproducto apto para la comercialización. La separación de fases por centrifugación también permite remover el agua.

Transesterificación

El proceso continúa cuando el aceite refinado entra en un reactor continuo a presión atmosférica. Una mezcla de metanol con soda caústica (metóxido) constituye el catalizador que permite activar la reacción de transesterificación.

Para la producción de biodiesel el alcohol empleado es preferiblemente de cadena corta con el fin de evitar la formación de una emulsión estable entre la glicerina y el biodiesel al finalizar la reacción. Entre ellos se encuentran: metanol, etanol, propanol y butanol. El más frecuentemente utilizado es el metanol, ya que es de bajo costo y tiene varias ventajas técnicas durante el proceso. Cuando los triglicéridos se hacen reaccionar con moléculas de bajo peso molecular, pudiendo ser los alcoholes previamente mencionados, se produce un intercambio de sus grupos funcionales. El mismo se llama reacción de transesterificación propiamente dicha.

La reacción de transesterificación depende de los siguientes parámetros:

*Temperatura de reacción: cuanto mayor es la temperatura, mayor es la conversión obtenida, para el mismo tiempo de reacción. Generalmente se utilizan temperaturas de alrededor de 65°C.

*Relación de concentraciones del aceite y el alcohol: por la estequiometría de la reacción se requiere una relación molar alcohol:aceite de 3:1, pero dado que es un proceso de equilibrio, el exceso de alcohol en los reactivos desplazará el equilibrio hacia la derecha obteniéndose mayor cantidad de productos.

*Tipo de alcohol: en función del alcohol que se utilice para la reacción, las emulsiones que se formen durante la misma se romperán más o menos fácilmente. Como ya se mencionó el más utilizado es el metanol. Mientras más estables sean las emulsiones, mayores serán los problemas a la hora de separar y purificar el biodiesel.

*Tipo y concentración de catalizador: pueden utilizarse básicos, ácidos o enzimáticos. Los catalizadores que se suelen utilizar a escala comercial son los catalizadores homogéneos básicos (KOH o NaOH) ya que actúan más rápidamente. En el caso de la reacción de transesterificación, cuando se utiliza un catalizador ácido se requieren condiciones de temperaturas elevadas y tiempos de reacción largos (Biodisol, 2015). Por lo tanto se utilizará para el proyecto un catalizador básico.

*Pureza de los reactivos: es importante el contenido de agua en los triglicéridos o en el alcohol para determinar correctamente el tipo de catalizador.

*Intensidad de la agitación: resulta fundamental, ya que los aceites y las grasas son inmiscibles en la solución de hidróxido de sodio en metanol.

*Contenido de ácidos grasos libres y de humedad: cuanto mayor es la acidez del aceite, menor es la eficiencia de la reacción química. Para el caso planteado se determina un aceite con pH menor a 1 (obteniendo biodiesel de pH 0,5) y consiguiendo una eficiencia en la reacción del 98%.

*Tiempo de reacción: mientras mayor sea éste parámetro, mayor será la velocidad de conversión de la reacción.

Una vez finalizada la transesterificación de los triglicéridos, se obtiene biodiesel sin procesar y glicerina cruda. Se separan mediante decantación gracias a la diferencia de densidades y la acción de la gravedad.

Al biodiesel se le agrega ácido fosfórico y agua para purificarlo y eliminar

impurezas. Luego se lava, seca y filtra, quedando el producto final listo para su comercialización (International Journal of Fat and Oils, 1990).

Glicerina y ácidos grasos

La glicerina obtenida de la transesterificación pasa a un reactor donde se introduce una solución de ácido clorhídrico para eliminar los ácidos grasos.

A la glicerina se le agrega soda cáustica para purificar y se obtiene el producto final apto para comercialización.

Los ácidos grasos son otro subproducto comerciable.

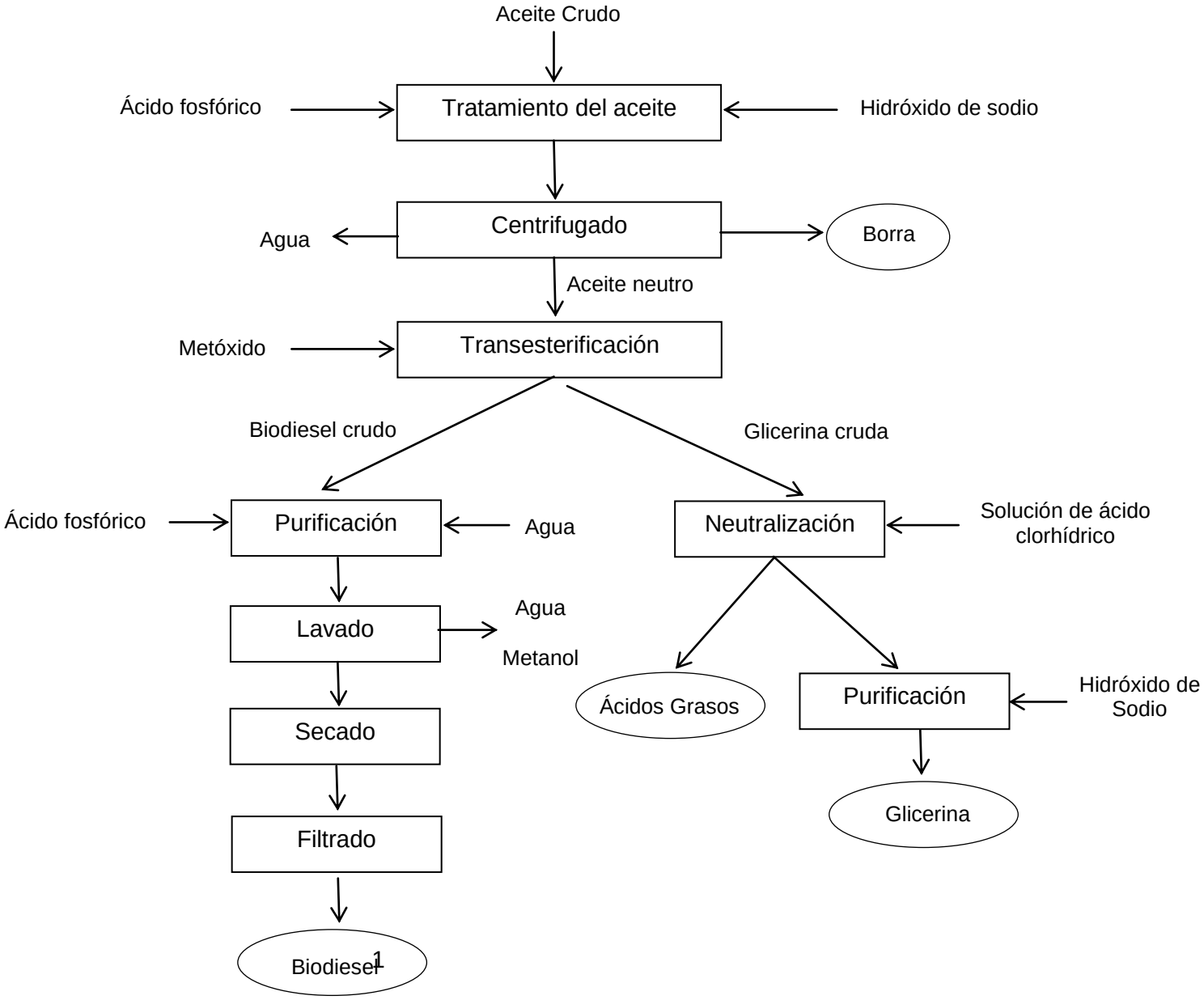


Figura 7: Proceso productivo del biodiesel

Fuente: Elaboración propia

El volumen anual de biodiesel a producir es suficiente para justificar el uso de una tecnología continua. Dado el tamaño de la planta y en busca de lograr una economía de escala, se requieren equipos funcionando en ciclo continuo. A su vez, esto permite tener menos operadores trabajando en la planta ya que se evitan cargas y descargas manuales y controles, ahorrándose horas hombre.

En la figura 8 y en la tabla 9 se presenta el cursograma sinóptico para la elaboración de biodiesel. Se agregan como anexo los cursogramas analíticos implicados en la en la producción del biodiesel.

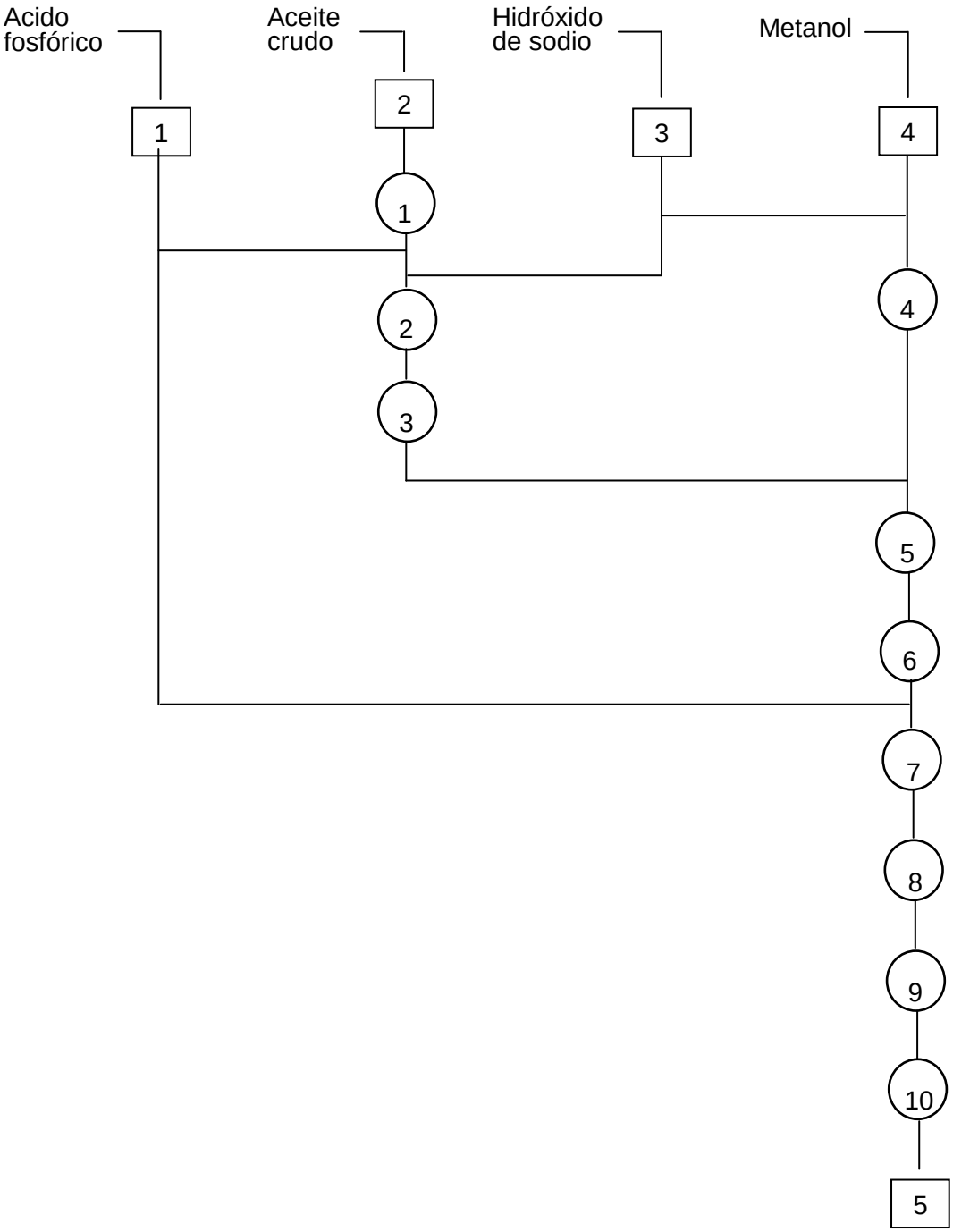


Figura 8. Cursograma sinóptico para el biodiesel.
Fuente: elaboración propia en base a OIT (1998)

Tarea	Referencia
Inspección 1	Control de calidad del ácido fosfórico
Inspección 2	Control de calidad del aceite crudo
Operación 1	Calentamiento del aceite
Inspección 3	Control de calidad del hidróxido de sodio
Operación 2	Purificación del aceite
Operación 3	Secado del aceite purificado
Inspección 4	Control de calidad del metanol
Operación 4	Mezclado del hidróxido de sodio y metanol para formar el metóxido
Operación 5	Transesterificación
Operación 6	Decantación
Operación 7	Purificación
Operación 8	Lavado
Operación 9	Secado
Operación 10	Filtrado
Inspección 5	Control de calidad del biodiesel

Tabla 9. Cursograma sinóptico para el biodiesel

Fuente: elaboración propia en base a Meyers y Stephens, 2006.

Según la matriz producto-proceso de Schroeder, la estrategia de flujo de proceso resulta en una producción continua de un único producto, ubicándose en el cuadrante inferior derecho de la misma. Esto se desprende del hecho de que el biodesel se produce en grandes volúmenes y de manera estandarizada.

Aguas residuales

A partir del estudio del proceso de producción del biodiesel, se identifican los focos de generación de aguas residuales, entre los que se encuentran las aguas de pretratamiento del aceite, purgas en calderas de vapor, limpiezas de tanques y zonas de almacenamiento, destacando la etapa de lavado del biodiesel por el volumen de aguas generado.

Estas aguas se recuperan principalmente después de los procesos de lavado y constituyen un costo para la planta, tanto por el propio consumo de agua como por el tratamiento del agua sucia. El lavado del éster produce alrededor de un litro de agua por litro de éster a lavar (Universidad de Santiago de Chile, 2007), sumando a esto el agua proveniente de los otros orígenes se determina que el volumen a tratar por cada una tonelada de biodiesel producido es de 1,63 m^3 de agua (Universidad de Valladolid, 2015).

. El tratamiento de efluentes es el conjunto de procesos destinados a modificar las propiedades físicas, químicas y biológicas de los efluentes líquidos de manera que se transformen en vertidos de bajo o nulo impacto para la biota del receptor final.

En la industria de producción de biodiesel, se generan aguas residuales cuya composición varía en función de la tecnología y materia prima utilizadas. Los efluentes generados contienen altas cargas contaminantes, siendo el principal constituyente materia orgánica, representada por una DQO (demanda química de oxígeno, que es la cantidad de oxígeno necesaria para oxidar la materia orgánica por medios químicos y convertirla en dióxido de carbono y agua) media de 27.400 mg/L y una DBO (demanda biológica de oxígeno, que representa la concentración de materia orgánica biodegradable presente en el agua final) media de 11.500 mg/L (aproximadamente el 42% del total de DQO). En estas condiciones, la aplicación de un tratamiento biológico será imprescindible para la correcta depuración de estos efluentes.

El tratamiento biológico individualmente aplicado se muestra ineficaz en la depuración de este tipo de agua residual debido a la presencia de inhibidores del crecimiento microbiano. Su presencia provoca que el tratamiento biológico se ralentice y su rendimiento decaiga, obteniendo un efluente de baja calidad. Por ello, en la línea de tratamiento de aguas se distinguirán dos etapas, una primera de acondicionamiento del agua residual, y una segunda etapa de tratamiento biológico (Universidad de Valladolid, 2015).

Pretratamiento

En primer lugar, se coloca en el canal de entrada a la planta de tratamiento una reja de desbaste. Puesto que las aguas residuales a tratar no se caracterizan por contener sólidos de gran tamaño, no será necesario desbaste con rejas de gruesos. Se elegirá instalar una reja de finos de luz de 1,5 cm y limpieza automática para garantizar la protección de todos los equipos situados aguas abajo.

Tratamiento primario

Debido a los altos valores de pH característicos de este tipo de agua residual, es necesario dimensionar un tanque de homogeneización que cuente con sistema de agitación y sistema de adición de reactivos para el control del pH del agua residual (desde el valor de entrada de 9,3 hasta un valor adecuado para llevar a cabo la coagulación de 6,5) (Universidad de Valladolid, 2015). Cualquier ácido fuerte puede usarse para neutralizar vertidos alcalinos, pero por razones económicas la elección queda limitada a ácido sulfúrico. El mismo se considera como insumo secundario y es contemplado en los costos de suministros.

En este tanque se cumple el triple objetivo de suministrar un caudal constante a los equipos siguientes, rebajar el pH del agua residual de entrada hasta valores adecuados para llevar a cabo los tratamientos posteriores y eliminar tanto grasas y aceites como materia sólida suspendida.

Para la eliminación de estos contaminantes se determina un tratamiento de tipo físico-químico, compuesto por un proceso de coagulación-floculación seguido de flotación por aire disuelto. La coagulación se lleva a cabo en un mezclador estático, utilizando como coagulante cloruro férrico (insumo secundario).

Para el proceso de floculación, se utiliza el polielectrolito Sifloc 1080D (copolímero catiónico de acrilamida de alto peso molecular en emulsión acuosa), el cual ofrece buenos rendimientos aún a pH muy ácidos, adecuados para desestabilizar emulsiones de grasas, y especialmente útil en tratamientos de efluentes donde la separación debe realizarse por flotación.

Los contaminantes se separan utilizando un proceso de flotación por aire disuelto con recirculación. A pesar de presentar costos operacionales superiores a los asociados a un proceso de sedimentación, la flotación requiere un área mucho menor para su instalación y consigue eliminar mejor y en menor tiempo partículas ligeras de difícil sedimentación, además de ser el proceso más adecuado para la eliminación de grasas,

presentes en estas aguas en elevadas concentraciones. Con este proceso de flotación se consiguen eficiencias de eliminación superiores al 95% cuando se acompaña de un proceso de coagulación-floculación previo.

Para el correcto funcionamiento del proceso DAF, se cuenta con un sistema de inyección de aire, compuesto principalmente por un filtro, un compresor y un tanque de retención, que permiten saturar en aire la corriente de agua recirculada, y conseguir la formación de burbujas necesarias para la separación adecuada de los contaminantes en el tanque de flotación.

Tratamiento secundario

Una vez realizado el acondicionamiento del agua residual, se dimensiona un tratamiento biológico, que requiere de un proceso aerobio, por la alta carga de materia orgánica biodegradable en el agua residual.

Para dicho tratamiento aerobio, se dimensiona un proceso de lodos activos. El mismo está compuesto por un reactor biológico y un sedimentador secundario. El reactor consta de una flora microbiana (se adicionan los nutrientes ClNH4 y NaH2PO4) que se alimenta de la materia orgánica del efluente y del oxígeno que se inyecta mediante unos sopladores situados en la base inferior del tanque de aireación, para luego pasar a un sedimentador. La función de éste es lograr la separación de los flogs biológicos formados mediante el proceso de barros activados permitiendo obtener un líquido clarificado con bajo contenido de DBO y DQO; además permite retener espumas y partículas flotantes indeseables en el efluente.

Tanto las espumas como los barros biológicos generados son bombeados a los tanques de recepción de barros, desde donde se bombea a un separador centrífugo que realiza la separación física química de los barros que se generan en la planta por medio de la inyección de un floculante que ayude a realizar dicha separación.

El vertedero de salida es el último punto de la planta de efluentes, allí se encuentra el desagüe exigido por ley y el punto de muestreo donde deben cumplirse los parámetros fijados. En todo el proceso se realizan análisis para evaluar dicho efluente. Las mediciones que se realizan son caudales, temperatura, pH, sólidos sedimentables a dos horas, sólidos totales, humedad y DQO. Otro análisis fundamental para que la planta se encuentre en régimen es el análisis microscópico del sistema biológico en el cual el operador observa la

performance del ecosistema. En función de ello se podrá estimar un diagnóstico correctivo o afirmativo del proceso.

En la tabla 10 se detallan las etapas y equipos principales comprendidos en cada período del tratamiento de aguas residuales. Los efluentes se transportan gracias a la acción de bombas situadas entre las distintas etapas, pero las mismas no se detallan en la tabla aunque sí se contemplan luego en el presupuesto.

	Etapas	Equipos
Pretratamiento	Desbaste	Rejas
Tratamiento primario	Homogeneización	Tanque de homogeneización
	Coagulación	Mezclador estático
	Floculación	Cámara de floculación
	Flotación por aire disuelto	Cámara de flotación
Tratamiento biológico	Etapa aerobia	Reactor de lodos activos
	Sedimentador secundario	Sedimentador
	Separación	Separador centrífugo
	Almacenamiento de lodos	Tanque de lodos

Tabla 10. Etapas y equipos necesarios para el tratamiento de efluentes

Fuente: elaboración propia

Los vertidos finales deben cumplir con los requerimientos normativos de tratamiento de aguas, correspondientes a la provincia de Santa Fe. Los mismos están regulados por la resolución n° 1089/82: Reglamento para el control del vertimiento de líquidos residuales.

7.2.3 Subproductos

En la tabla 11 se detallan los subproductos resultantes del proceso productivo del biodiesel y su precio de venta.

Descripción	Cantidad (t)	Precio (US$/t)
Biodiesel	1	807,38
Borra	0,02068	70
Glicerina	0,12	130
Ácidos grasos	0,01	50

Tabla 11: Cantidad de subproducto por tonelada de biodiesel

Fuente: Elaboración propia.

Glicerina

Con la glicerina obtenida de la producción de biodiesel, una vez purificada, se logra un producto apto para la obtención de la glicerina industrial. La glicerina cruda sirve como materia prima para la producción de jabón sólido, jabón en pasta y jabón líquido.

También es posible aprovechar las propiedades lubricantes y humectantes de la glicerina cruda, ensayándola como curador.

Se concluye entonces que la glicerina tiene muchas aplicaciones industriales, incluyendo como un ingrediente en la producción de medicamentos y cosméticos, edulcorantes alimenticios, soluciones anticongelantes y como fuente de energía en cerdos y piensos de aves de corral, entre otras cosas. Dichas aplicaciones de la glicerina cruda le ofrecen un valor agregado a este subproducto, haciendo más rentable la producción de biodiesel. Esto se debe a que se obtiene un ingreso adicional de 15,6 US$ por cada tonelada de biodiesel vendida ya que por una tonelada de biodiesel producido se obtienen 120 kg de glicerina.

Este subproducto es apto para exportar, principalmente a China, y dentro del mercado interno, grandes empresas como Renova o T6 lo adquieren de fábricas productoras de biodiesel para su refinamiento por un valor de 130 dólares cada tonelada (Renova, 2015).

Borra

La borra del aceite de soja se emplea en el proceso productivo de distintos productos para la nutrición animal, por ejemplo, para la suplementación de vacas lecheras en pastoreo.

La empresa Don Gumar S.A. se dedica a la producción de aceites vegetales en estado crudo de extracción con solventes, pasando por los de prensa y los recuperados de primer uso y a la elaboración de piensos para variadas especies y razas según la calidad de los ácidos grasos que contengan. Para ello, compran la borra de muchas empresas aceiteras y productoras de biodiesel de Argentina, a un precio de 70 US$/t (Don Gumar S.A., 2014).

Ácidos grasos

No hay un mercado definido donde ofrecer los ácidos grasos. Es frecuente exportarlo a un precio de 50 US$/t, o bien, colocarlo dentro del mercado nacional en empresas agrícolas o de nutrición animal.

7.3 Requerimientos de la planta

7.3.1 Requerimientos de insumos principales

Aceite de Soja

El poroto de soja contiene: 38% de proteínas, 18% de aceite (0,5% lecitina), 15% de hidratos de carbono insolubles (fibra) y otro 15% de hidratos de carbono solubles (azúcares como sacarosa, rafinosa, estaquiosa), entre otros componentes (Consejo para la Información sobre Seguridad de Alimentos y Nutrición, 2004).

Se requieren 1,034 toneladas de aceite de soja para la producción de 1 tonelada de biodiesel, es decir, tiene un rendimiento del 96,72%.

Existen en el país numerosas empresas proveedoras de aceite de soja: Oligra, Vicentin, Bunge Ceval S.A., Buyatti S.A.I.C.A., Extender S.A, Francisco Hessel e hijos S.R.L., Kruguer S.A., Cargill, Molinos Rio de la Plata S.A., Nidera S.A., Oleos Santafesinos S.A., Pecom Agra S.A.

Los precios del mercado interno del aceite de soja prácticamente no varían, ya que los entes gubernamentales lo fijan. Lo que cambia de una empresa a otra es el servicio de flete. Por lo tanto, se selecciona como proveedor de aceite a la empresa Cargill, situada en Rosario, Provincia de Santa Fe, quien ofrece un precio final de 600 US$/t.

Se selecciona dicho proveedor dado que el traslado se incluye en el precio del aceite. Además, se considera conveniente dada la cercanía en la que se sitúa, ubicado a 100 km, y comunicados por la ruta nacional n°9.

Metanol

El compuesto químico metanol, también conocido como alcohol de madera o alcohol metílico (o raramente alcohol de quemar), es el alcohol más sencillo. A temperatura ambiente se presenta como un líquido ligero (de baja densidad), incoloro, inflamable y tóxico que se emplea como anticongelante, disolvente y combustible. Su fórmula química es CH3OH (CH4O).

Se estiman necesarios 22 litros de metanol por cada 100 litros de aceite, por lo que por tonelada de biodiesel serán requeridos 220 litros de metanol. Si bien la relación estequiométrica mencionada en el proceso productivo es de 3:1 alcohol:aceite, conviene aumentar la cantidad de alcohol para obtener una mayor convertibilidad de la reacción. (Universidad Nacional de Colombia, 2009)

El proveedor de este insumo, al igual que para el resto de los químicos utilizados en el proceso, es la empresa Solvay Indupa S.A.I.C., a un precio de venta de 600 US$/t.

Catalizador

Al momento de seleccionar el catalizador se debe determinar entre uno ácido, básico o enzimático. Se opta por uno básico dado que contiene un bajo contenido de ácidos grasos libres y de agua (perjudiciales para el buen desarrollo de la reacción de transesterificación).

El catalizador puede ser hidróxido de potasio (KOH) o hidróxido de sodio (NaOH, soda cáustica). Ambos son higroscópicos, es decir, que absorben fácilmente la humedad del aire, y eso reduce su capacidad para catalizar la reacción. Hay que guardarlos siempre en recipientes cerrados herméticamente. El hidróxido de sodio (NaOH) tiene un precio menor por lo que resulta conveniente económicamente y es por eso que se selecciona para este proyecto.

Debido a su conveniencia económica siendo una producción industrial se selecciona a la soda cáustica para la elaboración del biodiesel. Otra ventaja de este catalizador es que la solución catalítica del mismo con metanol es libre de agua, lo que permite alcanzar rendimientos de conversión más altos, costos de purificación más bajos y tener un biodiesel de mejor calidad.

Las cantidades de catalizador requeridas son de 19 kg por tonelada de biodiesel producido.

Si se pusiera más catalizador del debido se formaría más jabón, el biodiesel quedaría muy alcalino, y resultaría entonces difícil lavarlo y se perdería producción; o podría hasta perderse todo el lote si la proporción de jabón respecto al biodiesel fuera tal que la mezcla se convertiría en una pasta. Por el contrario, si no se pusiera suficiente catalizador, una parte del aceite quedaría sin reaccionar.

La empresa argentina Solvay Indupa S.A.I.C. comercializa el catalizador en cuestión un precio de venta de 1.500 US$/t entregados en el destino final.

Ácido clorhídrico

Se utiliza una solución de ácido clorhídrico para neutralizar la glicerina obtenida de la transesterificación, eliminando los ácidos grasos contenidos en la misma. Por cada tonelada de biodiesel producida, se requieren 9 kilogramos de ácido clorhídrico, es decir,

0,009 t.

Al igual que para el resto de los químicos, el proveedor es la empresa Solvay Indupa S.A.I.C., a un precio de venta de 288 US$/t.

Ácido fosfórico

El ácido fosfórico se utiliza en dos etapas del proceso productivo. En primer lugar, para remover los fosfatidos hidratables y no hidratables del aceite crudo durante el tratamiento del aceite y en segundo lugar, para purificar el biodiesel luego de la reacción de transesterificación. Por cada tonelada de biodiesel producido son necesarios 2,5 kg de ácido fosfórico, es decir, 0,0025 t.

El proveedor Solvay Indupa S.A.I.C. ofrece este insumo a 1.500 US$/t.

En la tabla 12 se resumen las materias primas requeridas para la producción de una tonelada de biodiesel.

Insumo	Cantidad (t)
Aceite crudo	1,034
Metanol	0,1
Soda cáustica	0,019
Ácido clorhídrico	0.009
Ácido fosfórico	0,0025

Tabla 12: Materia prima requerida para la elaboración de una tonelada de biodiesel

Fuente: Elaboración propia

7.3.1.1 Gestión de Stocks

Se utiliza la Técnica ABC para la gestión de stocks, con el fin de clasificar los insumos y decidir la política de inventario a utilizar.

Se confecciona un listado de los insumos y se calcula el consumo anual valorizado como el costo unitario multiplicado por la cantidad salida de stock en un año (Tabla 13). Esto se realiza para una producción de 50.000 t/año, que es la capacidad inicial de la planta.

Insumo	Consumo anual	Unidad	Precio unitario (US$)	Consumo anual valorizado (US$)
Aceite crudo	51.700	Tonelada	600	31.020.000
Metanol	5.000	Tonelada	600	3.000.000
Soda cáustica	950	Tonelada	370	351.500
Ácido fosfórico	125	Tonelada	1.500	187.500
Ácido clorhídrico	450	Tonelada	288	129.600
			Total	34.688.600

Tabla 13: Listado de insumos con consumo anual valorizado ordenado de mayor a menor

Fuente: elaboración propia.

En la tabla 14 se calcula el porcentaje que representa cada artículo en el total del consumo anual valorizado:

Insumo	Porcentaje del Consumo Anual Valorizado
Aceite crudo	89,42%
Metanol	8,65%
Soda cáustica	1,01%
Ácido fosfórico	0,54%
Ácido clorhídrico	0,37%

Tabla 14: Porcentaje que representa cada artículo en el total del consumo anual valorizado

Fuente: Elaboración propia.

Finalmente, se calcula el porcentaje acumulado del consumo anual valorizado de cada insumo y se le asigna una zona, teniendo en cuenta que la zona A representa el 85% acumulado, la zona B el siguiente 5% y la zona C el 10% final (tabla 15).

Insumo	Consumo anual valorizado (US$)	Consumo anual valorizado acumulado (US$)	Porcentaje acumulado del Consumo Anual Valorizado	Zona
Aceite crudo	32.571.000	32.571.000	89,42%	A
Metanol	3.000.000	35.571.000	98,07%	B
Soda cáustica	351.500	35.922.500	99,09%	C
Ácido fosfórico	187.500	36.110.000	99,63%	C
Ácido clorhídrico	129.600	36.239.600	100,00%	C

Tabla 15: Clasificación de los insumos en Zonas

Fuente: Elaboración propia.

A partir del análisis se llega a la conclusión de que la política de stock de cada insumo va a depender de la zona en la que se encuentre. A continuación se especifica cada una de ellas.

Zona A: Aceite crudo

Este insumo requiere del máximo análisis, control y revisión, ya que es el de mayor consumo anual valorizado. Se debe minimizar el stock de seguridad, esto es posible gracias a que diariamente se recibe este aceite crudo en la planta. Se utiliza un stock de seguridad de cuatro días, ya que uno mayor resultaría en sobredimensionamiento de los tanques de almacenamiento.

Zona B: Metanol

El metanol requiere de un control razonable, no tan minucioso como el del aceite que se recibe carga diariamente, ni tan esporádico como los insumos de la zona C, que con la recepción de un camión se cuenta con stock para un período prolongado (mayor a una semana). Consiste entonces en verificar el nivel del mismo con una frecuencia de tres veces por semana para analizar el estado del pedido cuando se encuentre en el nivel de reorden.

Zona C: Soda cáustica, ácido fosfórico y ácido clorhídrico.

Estos insumos se utilizan en una proporción mucho menor que la de los insumos de la zona A y B. Deben contar con un menor nivel de control, y un mayor stock de

seguridad, ya que la atención estará enfocada principalmente en los insumos de las otras zonas. La capacidad de un camión, que representa la cantidad mínima de compra, equivale a entre 10 y 70 días de producción para estos insumos, por lo que es posible, e incluso necesario, contar con varios días de stock. El control se reduce entonces a verificar sus niveles cada semana y media.

7.3.2 Requerimiento de equipos

Los equipos principales se resumen en la tabla 16 junto con la etapa del proceso en el que se utilizan.

Proceso	Equipo
Todos los procesos	Caldera
Tratamiento del aceite	Calentador
Tratamiento del aceite	Reactor
Tratamiento del aceite	Centrifugador
Transesterificación	Reactor
Transesterificación	Reactor de metóxido
Transesterificación	Decantador
Tratamiento	Reactor
Tratamiento	Columna de lavado
Tratamiento	Secador
Tratamiento	Filtro
Glicerina y ácidos grasos	Reactor
Almacenamiento	Tanque de aceite crudo
Almacenamiento	Tanque de metanol
Almacenamiento	Tanque de soda cáustica
Almacenamiento	Tanque de ácido clorhídrico
Almacenamiento	Tanque de ácido fosfórico
Almacenamiento	Tanque de biodiesel
Almacenamiento	Tanque de glicerina
Almacenamiento	Tanque de borra
Almacenamiento	Tanque de ácidos grasos

Tabla 16: Equipos requeridos para la elaboración de biodiesel y tratamiento de subproductos.

Fuente: Elaboración propia.

7.3.3 Requerimientos de mano de obra directa e indirecta

La planta operará las 24 horas del día, 350 días al año. Se trabajará en tres turnos de ocho horas. En cada uno de ellos se contará con un portero balancero (a cargo del control de ingreso y egreso, elaboración de remitos, pesaje y precintaje de camiones), un operador de campo, un operador de servicios (entre los que se encuentran la caldera y el tratamiento de efluentes) y un equipo de carga y descarga de camiones, conformado por tres operarios. Esto resulta en un total de mano de obra directa de seis operarios por turno.

Al tratarse de un proceso automatizado y con poca mano de obra, la supervisión directa es baja. Se contará con un jefe de turno, ocupado de verificar que no haya ningún inconveniente en la producción.

Por otro lado, se contratará a un jefe de laboratorio junto con un asistente técnico, dedicados a las tareas de análisis de materia prima, producto terminado, subproductos y efluentes.

A su vez, el departamento de mantenimiento contará con un total de tres personas: un jefe de mantenimiento y dos operarios. Ellos llevarán a cabo las tareas de prevención de equipos, reparaciones incidentales, revisiones de equipos y el mantenimiento integral de la planta los 15 días al año en los que cesa la producción.

Finalmente habrá una persona a cargo de las finanzas y administración general de la empresa y otra a cargo de la logística.

Por otro lado, la ley nacional n°19.587 establece las condiciones de higiene y seguridad en el trabajo para todo establecimiento o explotación radicado en la República Argentina. La misma exige horas profesionales de personal de seguridad e higiene según la cantidad de empleados y la categoría del establecimiento.

El Decreto 1338/96 fija tres categorías de establecimientos, a efectos de la asignación de horas profesionales para los servicios de higiene y seguridad en el trabajo, según corresponda y en base a los tipos de riesgos incluidos en los respectivos capítulos reglamentarios, como así también, fija lo referente al personal técnico auxiliar.

Se determina que, al ser la planta de biodiesel de categoría C y contar con menos de quince trabajadores equivalentes, la cantidad de horas profesional mensuales para este proyecto es de 4 y no requiere un técnico auxiliar.

Por lo tanto, se contrata a un tercero para desarrollar las funciones que conciernen a la seguridad e higiene de la planta por un total de 4 horas mensuales.

La estructura de la empresa se puede observar en el organigrama (figura 9)

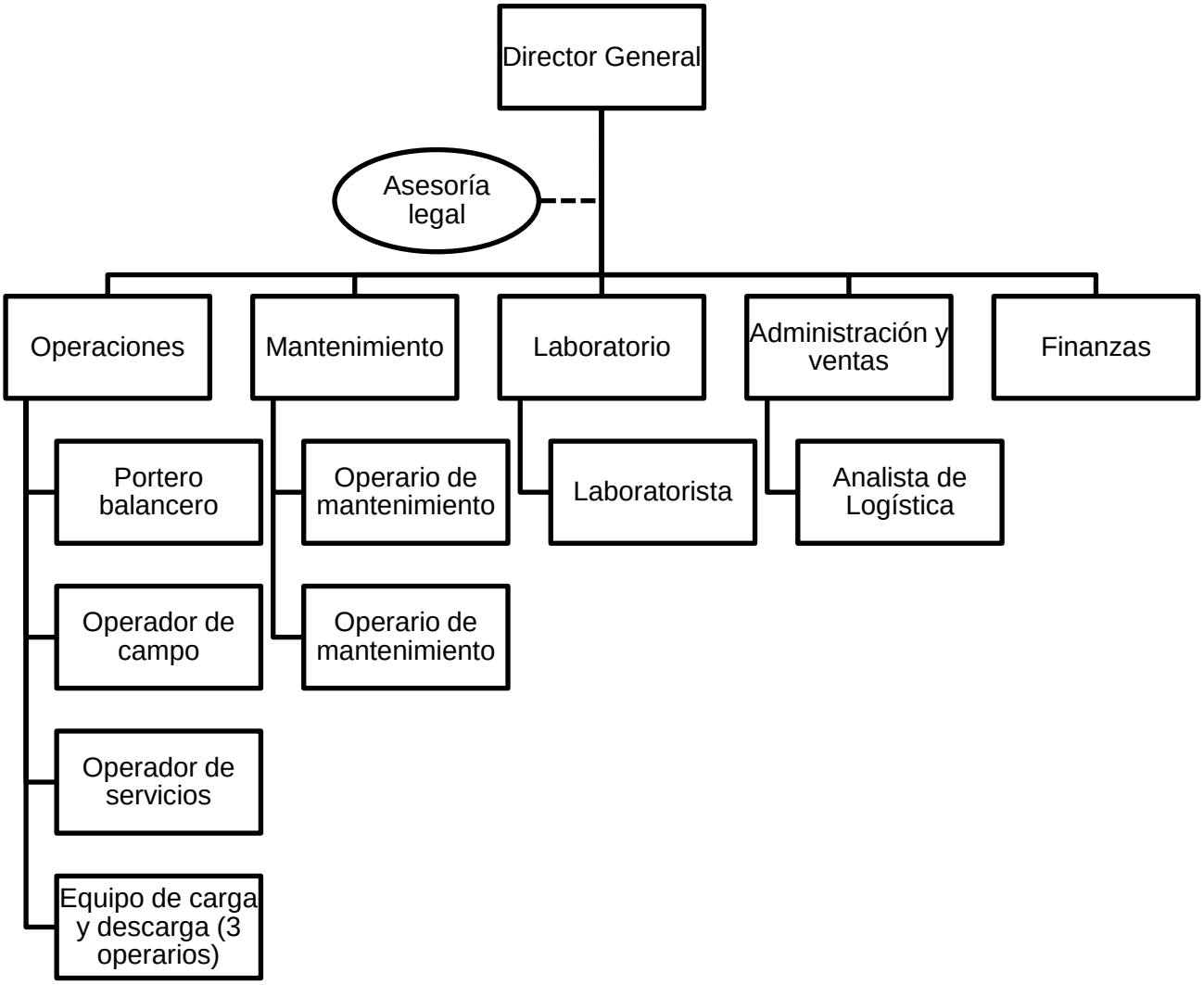


Figura 9: Organigrama

Fuente: Elaboración propia

7.3.4 Requerimientos de servicios auxiliares

En el proceso de producción de Biodiesel, se utilizará agua, gas y energía eléctrica como servicios auxiliares. La tabla 17 detalla las cantidades y la empresa proveedora de cada uno. Los consumos se han determinado a partir de un estudio de empresas

productoras de biodiesel ya existentes y en funcionamiento. Específicamente, la empresa BioBahía S.A. proporcionó sus consumos referentes a la producción de 50.000 t/año.

Servicio	Cantidad	Empresa Proveedora
Agua	16 m^3/día	Aguas Santafesinas S.A.
Gas	7.000 m^3/día	Litoral Gas
Energía eléctrica	170.000 kWh/mes	Empresa Provincial de la Energía de Santa Fe

Tabla 17: Requerimientos de servicios auxiliares

Fuente: Elaboración propia en base a los consumos de la empresa BioBahia S.A.

7.4 Localización

El fin perseguido en la ubicación de la planta es la elección del lugar que permitirá reunir los materiales necesarios, realizar los procesos de fabricación y entregar el producto a los clientes con el costo total más bajo posible.

Para determinar la ubicación de la planta se tienen en cuenta ciertos parámetros como la cercanía de la materia prima, el acceso de rutas aptas para la comercialización del producto final, la disponibilidad de servicios auxiliares y mano de obra, el marco jurídico que lo afecta, la localización de la competencia, entre otras. El sur de la Provincia de Santa Fe tiene la concentración más grande de plantas de biodiesel debido a la gran concentración de molienda de granos. Debido a la accesibilidad y cercanía a la materia prima, se selecciona esta provincia como punto de partida para el análisis de localización de la planta.

Ante la posibilidad de situar la planta en un área urbana o dentro de un área o parque industrial, se llegó a la conclusión de que es conveniente hacerla en la segunda opción. El parque industrial tiene varias ventajas por sobre cualquier otro área, ya que brinda servicios auxiliares tales como la provisión de agua, gas natural, red cloacal, desagüe pluvial, pavimento, sistema telefónico, forestación, transporte, vigilancia y centro de servicios (restaurant y cafetería, locutorio, minimercado) a menores costos.

En Santa Fe, hay diversas opciones: Área Industrial Oficial de Desarrollo de Correa, Área Industrial Oficial de Desarrollo de Casilda, Área Industrial Carcarañá, Área Industrial de Promoción de la Ciudad de Villa Ocampo, Área Industrial Oficial de Promoción de Arequito, Área Municipal de Promoción Industrial Sunchales, Parque Industrial Oficial de Promoción de Avellaneda, Área Industrial Firmat, Área Industrial Oficial de Desarrollo y Descongestión de Santa Fe, Parque Tecnológico del Litoral Centro S.A.P.E.M., Parque de Actividades Económicas de Rafaela, Área Industrial San Gregorio, Área Industrial Oficial de Desarrollo Bigand, Área Industrial de la Ciudad de Las Parejas, Parque Industrial Oficial de Desarrollo Sauce Viejo, Área Industrial Oficial de Desarrollo de Villa Constitución, Área Industrial Oficial de Promoción Gálvez, Área Industrial Oficial de Desarrollo de El Trébol y Parque Industrial Cañada de Gómez.

Luego de analizar cada uno de ellos, teniendo en cuenta la disponibilidad de lotes y sus consecuentes posibilidades de expansión, se centra la atención en tres de ellos, de los que se selecciona la mejor opción según criterios a saber.

Área Industrial Oficial de Desarrollo de Villa Constitución

Los lotes son de 1000 o 3000 m^2, y su valor varía según el proyecto, entre la concesión sin costo hasta 25 US$ por metro cuadrado. El representante de dicha área, Sr. Horacio Rubén Cucchiari, informó que al ser un proyecto sin riesgos de contaminación importante y que promueve la industria de distintos sectores, el valor estimado sería de 5.75 US$ por metro cuadrado.

Área Industrial Oficial De Promoción De Arequito

La presidente del área, Paola Forcada, informó que el precio del terreno se estipula en 4,50 US$ por metro cuadrado.

Área industrial de la ciudad de Las Parejas

El secretario de industria y desarrollo económico de la Municipalidad de Las Parejas, Fabián Mascheroni, indicó que el valor por metro cuadrado dentro del área industrial es de 32 US$ y las dimensiones de los terrenos son de 30m x 40m ó de 40m x 50m. En la tabla 18 se detallan los servicios de las opciones de localización.

Servicio	Villa Constitución	Las Parejas	Arequito
Agua Potable	X	X	
Alumbrado público	X	X	
Áreas Verdes	X	X	X
Calles Internas	X	X	X
Cerramiento Perimetral	X		X
Desagüe Sanitario	X	X	
Energía Eléctrica	X	X	X
Estacionamiento		X	
Internet	X	X	
Mantenimiento de áreas Comunes	X	X	X
Seguridad Privada	X	X	
Teléfonos	X	X	

Transporte Urbano	X		
Red de cloacas	X	X	
Red de gas		X	X

Tabla 18: Detalle de infraestructura y equipos del área Industrial Oficial de Desarrollo de Villa Constitución, el Área industrial de la ciudad de las Las Parejas y el Área Industrial Oficial de Promoción de Arequito

Fuente: Elaboración propia en base a datos proporcionados por los representantes de las áreas.

7.4.1 Matriz de selección

Para seleccionar la localización de la planta se utilizará el método de la matriz de selección (tabla 19), teniendo en consideración los parámetros:

*Rutas de acceso: es importante que la localización sea accesible y las rutas de acceso se encuentren en buen estado, ya que el tráfico de camiones hacia la planta y desde la misma es considerable. Si bien se mantiene un stock de materia prima, diariamente ingresan camiones para abastecer con insumos a la planta. A su vez, aproximadamente tres camiones por día retiran el biodiesel producido. Porcentaje otorgado: 30%.

*Proximidad de materia prima: la proximidad a la materia prima permite la reducción del costo de los insumos en planta. Porcentaje otorgado: 30%.

*Infraestructura del parque: la accesibilidad a distintos servicios e infraestructura otorgada por los parques o áreas industriales facilita la actividad de la planta y permite reducir costos. Porcentaje otorgado: 25%.

*Valor del terreno: si bien el valor del terreno no es un parámetro tan importante como los mencionados anteriormente, se añade al análisis ya que permite reducir la inversión fija total. Porcentaje otorgado: 15%.

	Rutas de acceso 30%	Proximidad de materia prima 30%	Infraestructura del parque 25%	Valor del terreno 15%	Total
Villa Constitución	Puntaje: 7 2,1	Puntaje: 8 2,4	Puntaje: 6 1,5	Puntaje: 7 1,05	7,05
Las Parejas	Puntaje: 9 2,7	Puntaje:6 1,8	Puntaje: 9 2,25	Puntaje: 5 0,75	7,50
Arequito	Puntaje: 6 1,8	Puntaje: 7 2,1	Puntaje: 5 1,25	Puntaje: 8 1,2	6,35

Tabla 19: Matriz de selección de localización

Fuente: Elaboración propia.

A partir del análisis de los factores más relevantes para la determinación de la localización, se desprende que la mejor alternativa es el Área Industrial de la ciudad de Las Parejas. Dicha área cuenta con beneficios impositivos durante cinco años de las tasas municipales, Ingresos Brutos y derechos de registro e inspección. Además se ubica sobre la ruta nacional n°178 y el arroyo El Chupino se sitúa a menos de 20km del mismo donde se vuelcan las descargas pluviales y de efluentes provenientes del área industrial.

El terreno se encuentra asentado en suelo promovido para uso exclusivo industrial, lo que permitirá, a futuro y de ser necesaria, su expansión territorial sin los inconvenientes y conflictos derivados de los asentamientos residenciales urbanos.

7.5 Diseño de la planta

En esta sección se establece la superficie requerida, la distribución de áreas, el plano de la planta y las características de la construcción necesarias respecto a la normativa en vigencia.

Línea de producción

El proceso productivo se lleva a cabo con una línea de equipamiento automático, cuyas dimensiones son de 15m por 25,6m, siendo un total de 384m^2. A dicho espacio se le adiciona un 50% considerando pasillos y áreas de circulación (Meyers y Stephens, 2006), resultando un área total de 576 m^2 (18m por 32m). Estas dimensiones fueron informadas por la empresa proveedora de la maquinaria ya modulada a instalar para llevar a cabo el proceso productivo en su totalidad. El área del proceso productivo cuenta con un vestuario para los operarios de planta.

Almacenamiento de materia prima

Las materias primas a almacenar son aceite de soja crudo, metanol, soda cáustica, solución de ácido clorhídrico y ácido fosfórico. Las mismas se acopian en tanques de distintas dimensiones según su utilización y características químicas.

Los tanques tienen forma de cilindros verticales caracterizados por su altura y su diámetro. Para todos los flujos que no son ácidos, se puede utilizar acero al carbono. Para los dos tanques de ácido, lo más corriente es utilizar fibra de vidrio reforzada con una estructura metálica externa. Estos tanques son especiales y fueron cotizados por empresas dedicadas al trabajo con esos materiales. El diseño de los tanques fabricados en acero al carbono se hace en función de los rollos de acero que se venden con medidas estandarizadas de un ancho de 1,8m ó 2,4m. Para esta planta, se consideran rollos de 1,8m a partir de los cuales se hacen las paredes del manto del tanque, es decir, la altura de los tanques debe ser múltiplo de 1,8 metros.

Para cada tanque y a partir del volumen (V) requerido, se elige entonces la altura (h) y se calcula el diámetro (D) con la ecuación 7:

$$D = \sqrt{\frac{4 \, x \, V}{h \, x \, \pi}} \qquad (7)$$

Los insumos se reciben en camiones cisterna cuya capacidad varía entre 25 y 30 toneladas según el producto. Luego de hacer un análisis de cada uno de ellos se determina un proveedor fijo y de confianza a quien se le solicita un cronograma de entregas anuales preestablecidas. En la tabla 20 se lo detalla.

Insumo	Cantidad (t) consumida por día	Cantidad mínima de compra (t)	Stock (t)	Periodicidad de entrega	Camiones por entrega
Aceite crudo	147,72	30	738,59	Diaria	5
Metanol	14,29	30	85,72	Cada 2 días	1
Soda cáustica	2,71	28	38,86	Cada 10 días	1
Ácido clorhídrico	1,29	25	30,14	Cada 19 días	1
Ácido fosfórico	0,36	25	26,43	Cada 70 días	1

Tabla 20: Detalle de entrega de materias primas

Fuente: elaboración propia.

Se establece un stock mínimo de seguridad equivalente a cuatro días de producción. Entonces, los tanques contenedores de aceite y metanol tendrán una capacidad máxima de almacenaje de producto para cinco días.

Los insumos restantes se utilizan en una proporción muy inferior al aceite y metanol (por cada tonelada de aceite consumida se utiliza 0,02 t de soda cáustica, 0,008 t de ácido clorhídrico y 0,002 t de ácido fosfórico), por lo que si se siguiera la misma política antes planteada, el stock resultante sería inferior a la capacidad de un camión, siendo ésta la mínima cantidad posible de compra. Se establece entonces que el stock total será equivalente a la capacidad del camión más el proporcional a cuatro días de producción.

A partir de este análisis se dimensionan los tanques de almacenaje para cada insumo, considerando sus respectivas densidades y calculando con la misma el volumen a ocupar. En la tabla 21 se detalla la información:

Insumo	Capacidad máxima (m^3)	Cantidad de tanques	Dimensiones	
			Diámetro (m)	Altura (m)
Aceite crudo	798,47	2	13,7	5,4
Metanol	108,25	1	6,2	3,6
Soda cáustica	18,42	1	2,6	3,6
Ácido clorhídrico	26,91	1	3,4	3
Ácido fosfórico	13,98	1	3,0	2

Tabla 21: Dimensiones de los tanques para el almacenamiento de materias primas

Fuente: Elaboración propia.

La capacidad de los tanques se estima para la planta funcionando a máxima capacidad instalada.

Almacenamiento de producto terminado

Al igual que las materias primas, el producto final (biodiesel) junto con los subproductos generados a lo largo del proceso (borra, glicerina y ácidos grasos) se almacenan en tanques hasta el momento de ser comercializados. En la tabla 22 se detallan las dimensiones requeridas para los tanques de almacenamiento de productos terminados.

Producto	Capacidad máxima (m3)	Cantidad de tanques	Dimensiones	
			Diámetro (m)	Altura (m)
Biodiesel	793,65	1	11,8	7,2
Glicerina	68,03	1	4,9	3,6
Borra	37,57	1	3,6	3,6
Ácidos grasos	34,79	1	3,5	3,6

Tabla 22: Dimensiones de los tanques para el almacenamiento de los productos terminados

Fuente: elaboración propia.

Los volúmenes de productos a almacenar se calculan teniendo en cuenta la producción diaria, las cantidades mínimas a despachar según capacidades de los camiones cisterna y considerando incumplimientos de la empresa distribuidora.

Se determina para el biodiesel un tanque con capacidad para cinco días de producción, dando la posibilidad de poder continuar con la producción y poder almacenar el producto aunque la empresa distribuidora se demore o por algún motivo falle con el cronograma de recolección. Lo mismo se aplica en el cálculo de dimensiones de acopio de glicerina.

En el caso de la borra y los ácidos grasos, donde las cantidades producidas diariamente (2,95 t y 1,45 t, cuando un camión tiene 25 t de capacidad) son mucho menores que las del biodiesel y la glicerina, se considera un almacenaje para el total de un camión más el equivalente a cuatro días de producción (así se tiene en cuenta alguna contingencia de los distribuidores).

En la tabla 23 se detallan las capacidades de almacenaje:

Producto	Cantidad (t) producida por día	Cantidad mínima de despacho (t)	Capacidad tanque (t)	Periodicidad de despacho	Camiones por despacho
Biodiesel	142,86	30	714,29	Diaria	5
Glicerina	17,14	28	85,71	Cada 2 días	1
Borra	2,95	25	36,82	Cada 8 días	1
Ácidos grasos	1,43	25	30,71	Cada 17 días	1

Tabla 23: Detalle de despacho de productos terminados

Fuente: elaboración propia.

Tanto el sector de almacenamiento de materias primas como de productos terminados se encontrarán en el área exterior de la planta. Entonces, para determinar la superficie total destinada al almacenamiento, se calcula el espacio requerido por cada tanque. Esto se realiza obteniendo el área del cuadrado cuyo lado equivalga al diámetro del tanque. Luego, se suma el espacio de cada uno, y finalmente se agrega un 50% del área, destinada a circulación, sistemas de bombeo y cañerías.

El área total de almacenamiento resulta de 673,5 m^2.

Depósito de suministros

Se determina un área específica para almacenar herramientas, repuestos consumibles de los equipos, suministros de oficina y de limpieza. Se establece una superficie de 20 m^2 para este fin, determinada a partir de las dimensiones de los racks 9,4 m de largo, 1,1 m de profundidad y 5,2 m de alto (Tecnoracks) para los insumos referentes a la planta y a la limpieza, una estantería de 0,5 m de profundidad para los insumos de oficina y el espacio para desplazamiento.

Oficinas

La oficina del supervisor de planta consiste en un espacio de 3 m por 2 m. A su vez, se dispone de otra oficina para el personal administrativo de 20 m^2.

Por otro lado, se cuenta con una sala de reuniones de 5 m por 3 m.

El área total de oficinas es de 41 m^2.

Laboratorio

Se fija un área de 30 m^2 para el laboratorio. En el mismo se instala el equipamiento especializado para el análisis del biodiesel, materia prima y muestras de efluentes. El sector se compone de una oficina de 4 m por 3 m para el jefe y el subordinado, un área de 4 m x 3 m para realizar las operaciones de análisis de materia prima y producto terminado, con el equipamiento instalado, y un área de 3 m x 2 m para utilizar como depósito de muestras.

Tratamiento de efluentes

El tratamiento de aguas residuales provenientes del proceso de elaboración del biodiesel conlleva tres etapas (pretratamiento, tratamiento primario y tratamiento secundario) en las que se precisan distintos equipos y tanques enumerados en la tabla 24 junto a sus correspondientes dimensiones.

	Etapas	Equipos	Dimensión
Pretratamiento	Desbaste	Rejas	-
Tratamiento primario	Homogeneización	Tanque de homogeneización	V= 12m^3 D=2,4m

			h=2,8m
	Coagulación	Mezclador estático	-
	Floculación	Cámara de floculación	V= 6m^3 D= 2m h= 2m
	Flotación por aire disuelto	Cámara de flotación	V= 18 m^3 L=3,6m A=2,5m h=2m
Tratamiento biológico	Etapa aerobia	Reactor de lodos activos	V= 160 m^3 L= 8m a=5m h= 4m
	Sedimentador secundario	Sedimentador	V= 63 m^3 D=5 m h=3,2 m
	Separación	Separador centrífugo	V= 3 m^3 L= 3m a=1m
	Almacenamiento de lodos	Tanque de lodos	V= 10,6 m^3 D= 3 m h=1,5 m

Tabla 24. Dimensiones de los equipos comprendidos en el tratamiento de efluentes.

Fuente: elaboración propia en base a Universidad de Valladolid, 2015.

Teniendo en cuenta los equipos y espacios de circulación, la planta de tratamiento de efluentes ocupa un área de 140 m^2.

Estacionamiento

La playa de estacionamiento tiene capacidad para diez vehículos, abarcando una superficie de 192 m^2.

Caldera

Se construye otro edificio donde se instala la caldera que genera el vapor para calentar los flujos del proceso. Además del equipo principal se cuenta con filtros de agua y con sistemas de intercambio de calor para aprovechar el vapor condensado que vuelve del edificio de proceso. La superficie total es de 72 m^2 (12m x 6m). La caldera ocupa 24 m^2, el resto del espacio se otorga al equipamiento auxiliar, al espacio requerido para poder circular libremente lejos de las zonas de riesgo, y para utilizar en caso de requerir otro equipo de esta índole a futuro.

Vestuarios para las oficinas y comedor

Se cuenta con un vestuario para el personal de las oficinas, con un área de 15 m^2, y un comedor a utilizar por todo el personal de la planta, de igual superficie, es decir 30 m^2 en total. Se determina una división en los vestuarios para los distintos sexos, contando cada uno con duchas, inodoros, lavamanos y gabinetes personales. El comedor consiste en una mesa con sillas, una mesada con pileta, microondas, heladera y dos hornallas.

Portería

Es una garita de 3m^2 en el ingreso al predio de la planta.

Circulación de camiones

El área requerida para el ingreso, circulación, carga y descarga de los camiones se define en 4500 m^2, de los cuales se asfaltan 2.200m^2.

Para realizar el cálculo se utiliza un radio de giro del camión cisterna de 9,8 m, teniendo en cuenta que el radio máximo de giro es de 12,8 m y el mínimo de 5,8 m (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 1999).

En la tabla 25 se presenta un resumen de las superficies requeridas para la planta.

Área	Superficie cubierta (m^2)	Superficie descubierta (m^2)
Línea de producción	576	-
Almacenamiento	-	673,5
Depósito de suministros	20	-
Oficinas	41	-
Laboratorio	30	-
Tratamiento de efluentes	-	140
Estacionamiento	-	192
Caldera	72	-
Vestuarios para oficinas y comedor	30	-
Portería	3	-
Circulación de camiones	-	2200
TOTAL	772	3205,5
TOTAL	6277,5	

Tabla 25: Superficies requeridas para la planta

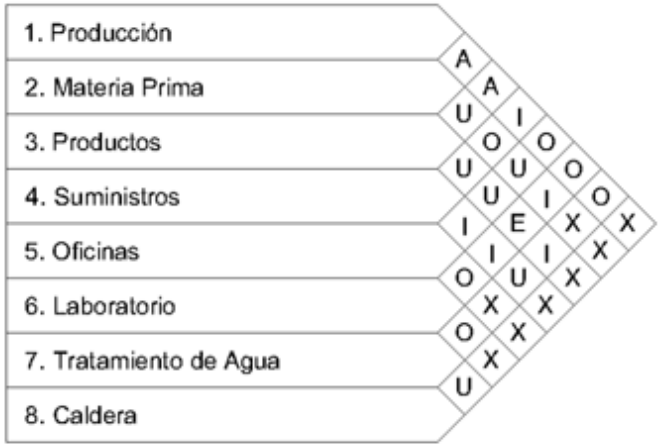
Fuente: elaboración propia.

7.5.1 Lote

Teniendo en cuenta que las parcelas del parque industrial seleccionado son de 1.200 o 2.000 m^2, y que el espacio mínimo requerido es de 6.278 m^2, se determina comprar un terreno 8.000m^2 conformado por cuatro lotes de 40mx50m para asegurar una óptima instalación y contar con espacio verde, que en caso de expansión de la firma será de utilidad.

7.5.2 Plano de planta

Con el objeto de ubicar todas las áreas de forma eficiente se procede a utilizar el diagrama de relaciones de actividades, confeccionar una hoja de trabajo, un diagrama adimensional de bloques y un análisis de flujo. Luego de aplicar las mencionadas herramientas se confecciona un plano de la planta.



Código	Definición
A	Absolutamente necesario que estos dos departamentos estén uno junto al otro
E	Especialmente importante
I	Importante
O	Ordinariamente importante
U	Sin importancia
X	No deseable

Figura 10: Diagrama de relación de actividades

Fuente: elaboración propia en base a Meyers y Stephens, 2006.

Luego de realizar el diagrama se completa la hoja de trabajo de relación de actividades como puntapié a la confección del diagrama adimensional de bloques (tabla 26).

Área	A	E	I	0	U	X
1 Producción	2, 3	-	4	5, 6, 7	-	8
2 Almacenaje MP	1	-	6	4	3, 5	7, 8
3 Almacenaje productos	1	6	7	-	2, 4, 5	8
4 Almacén suministros	-	-	1, 5, 6	2	3, 7	8
5 Oficinas	-	-	4	6	2, 3	7, 8
6 Laboratorio	-	3	2, 4	1, 5, 7	-	8
7 Tratamiento de efluentes	-	-	3	1, 6	4, 8	2, 5
8 Caldera	-	-	-	-	7	1, 2, 3, 4, 5, 6

Tabla 26: Hoja de trabajo de relación de actividades

Fuente: elaboración propia en base a Meyers y Stephens, 2006.

Con los datos proporcionados por la hoja de trabajo se realiza un diagrama adimensional de bloques.

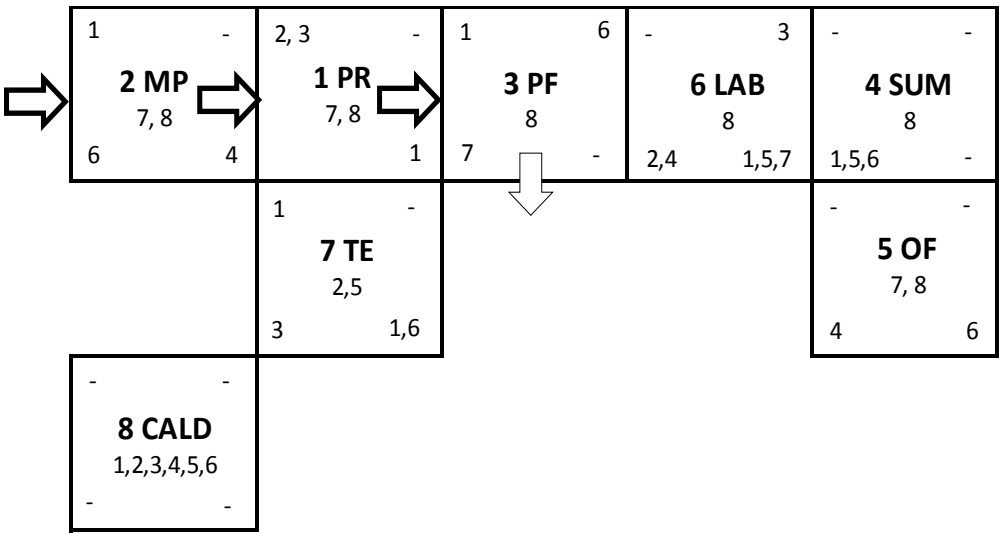


Figura 11: Diagrama adimensional de bloques y análisis de flujo

Fuente: elaboración propia en base a Meyers y Stephens, 2006.

En base al análisis precedente se confecciona el plano de la planta considerando cada sector mencionado. Para ello se tiene en cuenta lo desarrollado acerca de la conveniencia de cercanía cada área respecto de las demás.

Como se puede observar en la figura 12, la planta se compone de varias secciones principales: las oficinas y laboratorio, el campo de estanques, el edificio con los equipos de proceso, la zona de tratamiento de agua y la zona de caldera. Debido al movimiento de camiones y la necesidad de impedir el acercamiento a las zonas peligrosas o de producción, se propone organizar un flujo de camiones sencillo, donde entran, despachan y salen sin hacer maniobras especiales. Por lo tanto, la planta se diseña de tal manera que los camiones hagan una vuelta y salgan sin esfuerzos. Se decide poner todas las partes de la planta a un lado de esta vía de circulación. Por razones de facilidad, las oficinas están cerca de la entrada del sitio, lo que permite recibir fácilmente clientes o visitas.

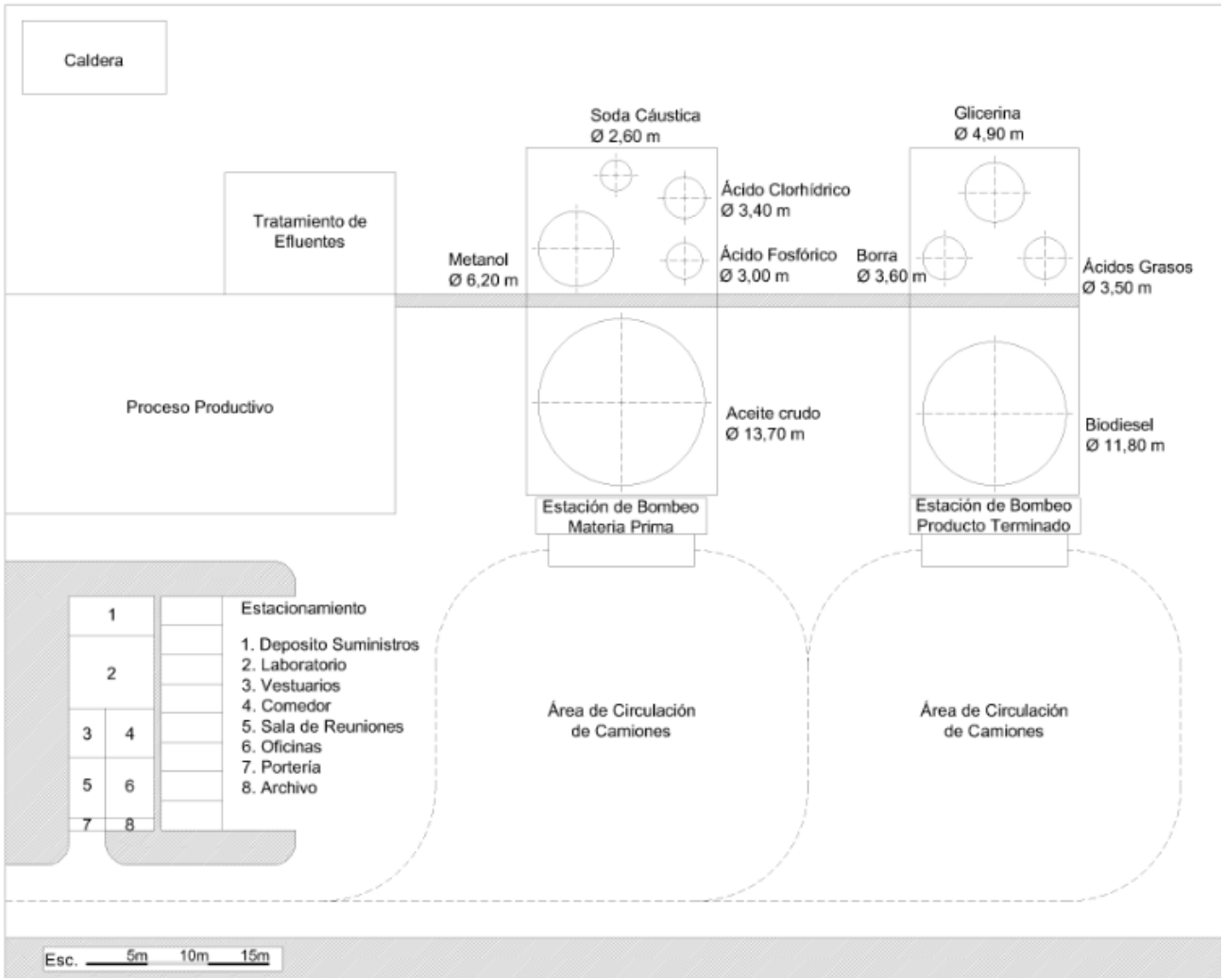


Figura 12. Plano de la planta

Fuente: elaboración propia

7.5.3 Características de construcción

La Resolución 1296/2008 establece las condiciones mínimas que deben cumplir las Plantas de Elaboración, Almacenamiento y Mezcla de Biocombustibles en relación a la seguridad en caso de incendio. La misma define las condiciones generales del edificio, de los tanques y contenciones, drenajes, transferencia y cañerías, carga y descarga, protección y control de incendio.

Para establecer las condiciones de seguridad que deberá cumplir una Planta de Elaboración y Almacenamiento de Biocombustibles se determinan tres categorías de plantas, las cuales se clasifican de acuerdo a su capacidad de producción diaria. La planta que se proyecta en el presente trabajo corresponde a la categoría III ya que tiene un volumen de producción diario mayor a 60 m^3/día (se producen 138 m^3 diarios).

Las condiciones más importantes establecen que los tanques de almacenamiento de líquidos inflamables se instalarán en espacios a cielo abierto y estarán alcanzados por una red de agua contra incendios. La red de cañerías de agua contra incendios, deberá ser independiente de la red de agua industrial, con la que podrá interconectarse eventualmente, y que alimentará hidrantes para mangueras, monitores o pitones de torrecillas y lanzas generadoras de niebla. La alimentación de la red de agua contra incendios, se asegurará mediante dos fuentes independientes de bombeo y energía, y las reservas de agua serán tales que aseguren un funcionamiento continuo durante un mínimo de dos horas de la instalación, trabajando al máximo de la capacidad normal de los equipos de bombeo.

La zona de operación y los tanques de almacenamiento de líquidos inflamables deberán contar con un sistema de espuma ignífuga. A su vez, deberán distribuirse aparatos extintores de fuego cuyo número, características y ubicación contemplen la naturaleza del fuego probable en forma adecuada a las necesidades de la instalación. Todas las cañerías que transporten líquidos combustibles deberán asegurar continuidad eléctrica.

Al momento de determinar el costo de construcción edilicio, se tienen en cuenta las disposiciones legales impartidas por la resolución 1296/2008.

7.6 Evaluación económica

Para realizar la conversión de pesos argentinos a dólares, moneda utilizada para la evaluación económica, se toma como equivalencia el cambio oficial 1 US$ = 8.71 $ argentinos, que es la correspondiente al mes de Enero de 2015 que es la base del presente proyecto.

7.6.1 Inversión fija total

La planta estará en funcionamiento durante 350 días al año, deteniéndose dos veces para realizar mantenimiento, limpieza y control de las instalaciones. Dichas paradas serán de una semana cada una.

Al comenzar el proyecto se determina una producción de 40.000 t/año, que representa un 80% de la capacidad de diseño (50.000 t/año) y que se extiende en los primeros cuatro años. En los dos siguientes, se aumenta la producción al 90%, equivalente a 45.000 t/año, y finalmente en el séptimo año se incrementa el volumen de producto terminado a 50.000 t/año (100% de la capacidad instalada).

Para realizar la estimación de la inversión fija por el método de factores se requiere el valor del equipamiento principal. El valor del equipamiento (C) varía con la capacidad (Q), según la ecuación 8:

$$C = k \ Q^{x} \qquad (8)$$

Donde x es el factor costo capacidad y k una constante.

Se ha obtenido de la firma Bioenergy un presupuesto de US$ 113.560 para el equipamiento de una planta con una capacidad de 7.700 toneladas anuales, dado que la planta bajo evaluación ha sido dimensionada para 50.000 toneladas por año se utilizará el factor costo capacidad para determinar el valor del equipamiento.

Se ha realizado un relevamiento bibliográfico para recolectar información sobre plantas de biodiesel de similar tecnología, pero de distinta capacidad de Argentina y de otros países. El objetivo es estimar un factor costo capacidad válido para el cálculo del valor del equipamiento requerido. Se presenta en la tabla 27 y en la figura 13 la información relevada. Se ha incluido para el cálculo el valor obtenido por presupuesto.

Si bien se han encontrado numerosos trabajos sobre plantas de biodiesel con evaluación económica, no en todos se detalla cada componente de la inversión como para obtener el valor del equipamiento principal.

Localización	Capacidad (t/año)	Precio (US$)	Referencia
Argentina	432	32.000	Maradona y Gonzalez, 2009
Argentina	4.465	164.000	Cittadini, 2011
Argentina	7.700	113.560	Bioenergy, 2014
Grecia	10.000	143.0000	Skarlis et al., 2012
Estados Unidos	32.550	1.688.000	Collins, 2006
España	100.000	3.900.000	Muñoz Baena, 2013
Chile	100.000	7.658.267	Lamourex, 2007
Argentina	150.000	5.789.280	Manchado, 2009

Tabla 27: Capacidad y precio de equipamiento para plantas de biodiesel.

Fuente: elaboración propia en base a Referencias bibliográficas.

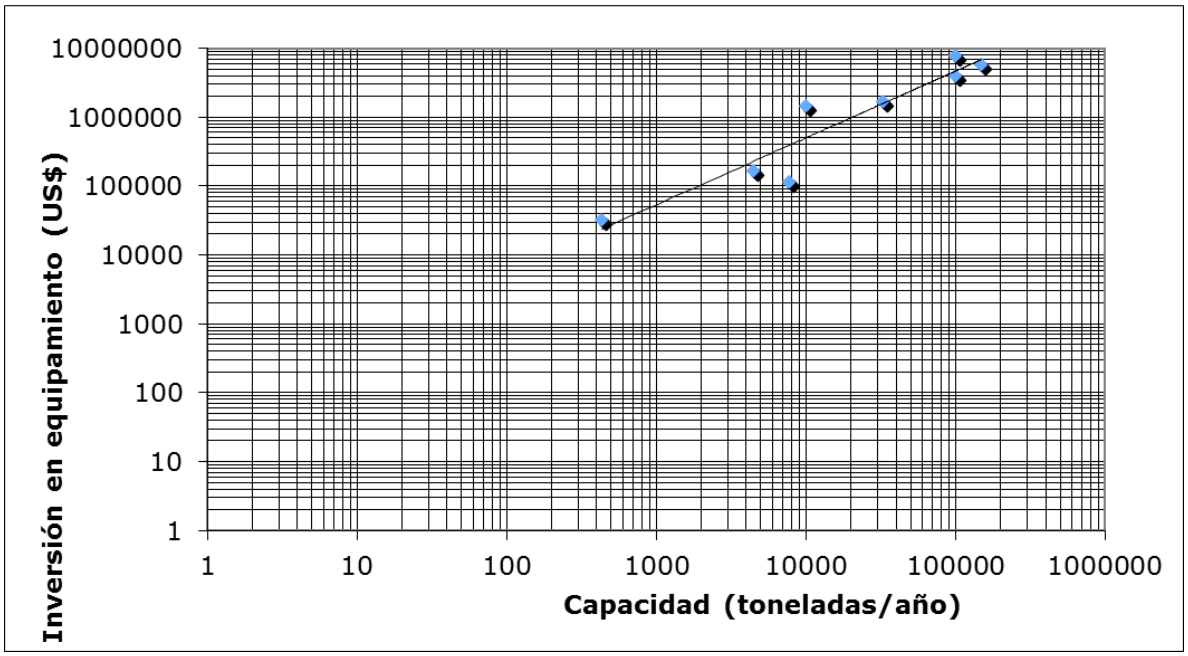


Figura 13: Inversión en equipamiento para plantas de biodiesel.
Fuente: elaboración propia.

La ecuación obtenida a partir de la figura es:

$C = 66{,}382\ Q^{0{,}9691}$ con un $R^2 = 0{,}8925$

En función de esta ecuación se ha estimado que el valor en equipamiento principal para una planta de 50.000 toneladas al año es de US$2.375.867. Este valor implica la planta de proceso completa e instalada, incluyendo también tuberías de proceso y bombas.

A su vez, se considera necesaria una caldera, para producir el vapor consumido en el proceso. La misma debe contar con una producción de 4,75 t/hora. El costo de la misma, con instalación es de US$ 120.000 (Bosch, 2015). Según la información otorgada por la empresa, las dimensiones de la misma son 4 metros de ancho por 3 metros de alto por 6 metros de largo.

Finalmente, es necesario contar con el costo de los tanques de almacenamiento (de materia prima y producto terminado). Jorge Strup, representante de la empresa proveedora de equipamiento para plantas de biodiesel Greenline, presenta una cotización de US$327.169 por dichos tanques considerando la capacidad de planta de 50.000 t/año.

Para el cálculo del costo de los edificios de fabricación se determina un valor de 807 US$/$m^2$ para la superficie cubierta y 60 US$/$m^2$ para la superficie exterior, ya que consiste en el asfaltado de la misma (Empresa constructora Ernesto Tarnousky S.A., 2015). Los valores contemplan el costo referido a la instalación contra incendios.

Se calcula entonces la inversión fija mediante el método de estimación por factores en la tabla 28.

Equipo		$ 2.375.867,00
Caldera		$ 120.000,00
Tanques de almacenamiento		$ 327.169,00
Valor de equipamiento instalado (IE)		$ 2.823.036,00
Factores experimentales como fracción de Ie		
Tuberías de Proceso	0	
Instrumentación	0,1	
Edificios de fabricación		$ 815.334,00
Plantas de Servicios	0,2	
Conexiones entre unidades	0	
Sumatoria fi	0,3	
Inversión Directa		$ 4.485.280,80
Factores experimentales como fracción de la inversión directa		

Ingeniería y construcción	0,35	
Factores de Tamaño	0,05	
Contingencias	0,1	
Sumatoria fIi	0,5	
Inversión Fija		**$ 6.727.921,20**

Tabla 28: Cálculo de la inversión fija mediante el método de estimación por factores

Fuente: elaboración propia.

Justificación de los factores utilizados para la estimación:

•Tuberías del proceso: se considera nulo ya que la planta de proceso se adquiere completa, incluyendo tuberías e instalación.

•Instrumentación: se trata de un proceso automatizado, aunque ciertas operaciones de control requieren de operarios y técnicos. El control se basa principalmente en la observación de tableros del proceso para asegurar que tanto la producción como los desechos se encuentren dentro de las especificaciones. También se dispone de equipos auxiliares e instrumentos para control y registro en laboratorios que inspeccionan la materia prima, producto terminado y efluentes.

•Edificios de fabricación: se trata de una construcción semiabierta, donde los tanques de almacenamiento se ubican en el exterior y ciertos equipos y áreas de operación, dentro de una construcción cerrada.

•Plantas de servicio: abarca la planta de tratamiento de agua residual y al tratarse de una adición considerable a la planta existente se considera un factor de 0,2.

•Conexión entre unidades: se determina nulo este factor ya que se trata de una planta de proceso integrada.

•Ingeniería y construcción: se utiliza el valor medio del intervalo al no disponer datos.

•Factor de tamaño: se considera que es una unidad comercial mediana según lo expuesto en la sección 3.1.6 donde se determina la capacidad a instalar según los datos del mercado, por lo tanto, se tomó el punto medio entre la grande y la pequeña.

•Contingencias: se considera un factor de 0,1 por contingencias de la compañía.

Con el objeto de verificar este valor, se realizó también cálculo del factor costo capacidad para plantas completas. En la gráfica se representan los valores obtenidos de inversión fija para plantas argentinas y de otros países (Tabla 29) y se representa el valor obtenido para este trabajo. El valor de factor costo capacidad para plantas de biodiesel calculado es de 0,918 (R^2 = 0,942).

Localización	Capacidad (t/año)	Inversión Fija (US$)	Referencia
Africa	900	327.600	Amigun, 2008
Africa	1.850	450.450	Amigun, 2008
Argentina	2.580	900.000	Carnago, 2009
Argentina	3.440	1.485.000	Carnago, 2009
Argentina	4.465	568.357	Cittadini, 2011
Argentina	5.160	1.700.000	Carnago, 2009
Grecia	10.000	4.355.000	Skarlis et al., 2012
Argentina	10.320	3.000.000	Carnago, 2009
Argentina	12.500	3.957.500	Sonnet et al, 2013
Estados Unidos	16.277	5.941.000	VanWechel et al. 2003
Argentina	28.380	6.000.000	Carnago, 2009
Estados Unidos	32.554	11.348.000	Collins, 2006
Australia	100.000	12.090.000	Duncan, 2003
España	100.000	24.750.000	Muñoz Baena, 2013
Argentina	250.000	65.000.000	Sonnet et al, 2013

Tabla 29: Inversión fija para distintas capacidades de plantas de biodiesel.

Fuente: elaboración propia.

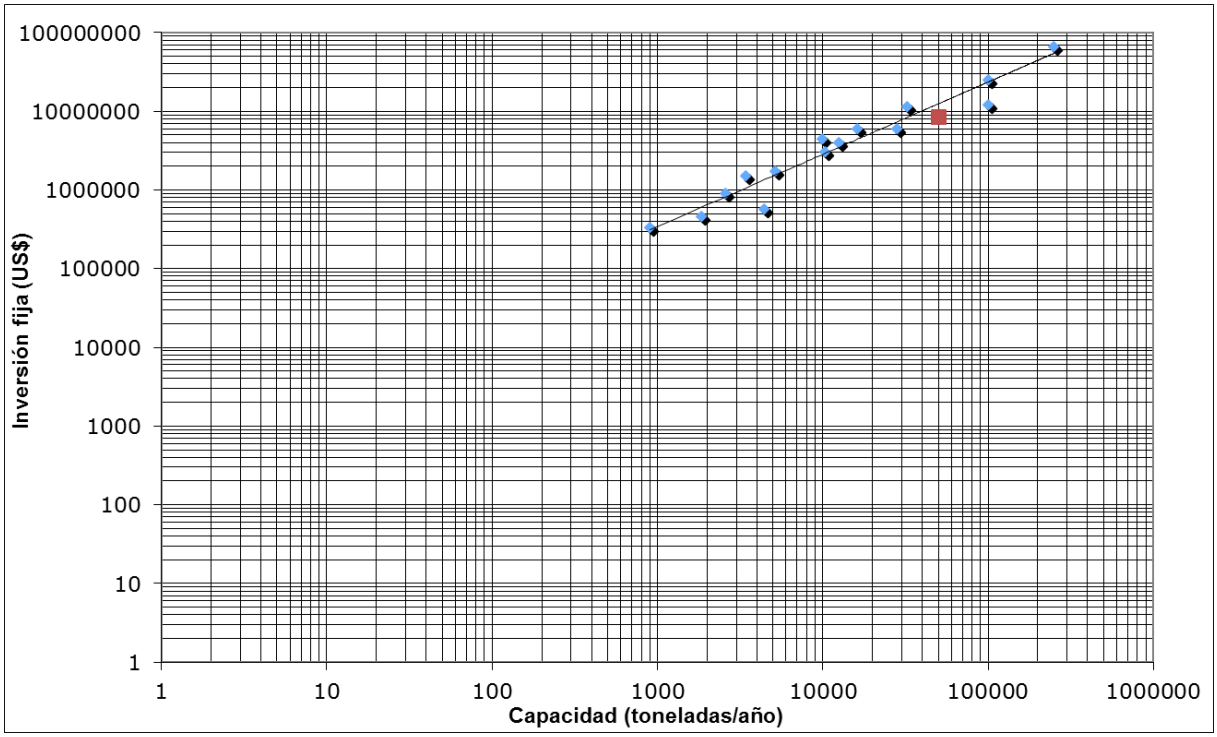


Figura 14: Inversión fija para plantas de biodiesel.
Fuente: elaboración propia.

Como puede observarse en la Figura 14 el valor calculado de US$ 6.727.921,20, se ajusta a la correlación obtenida, por tal motivo se considera válida la estimación.

El terreno definido es de 8.000 m^2, por lo que se define el costo total multiplicando por el valor de cada m^2, resultando un precio de 236.000 US$. La inversión fija total resulta entonces de US$6.983.921,20.

7.6.2 Costos

7.6.2.1 Costos variables

En función de los requerimientos definidos en el capítulo 3.3 y de los precios de cada insumo se establecen los distintos costos.

Costo de materia prima

Los insumos necesarios para la elaboración de biodiesel para este proyecto son: aceite de soja, metanol, soda cáustica, solución de ácido clorhídrico y ácido fosfórico.

Se calculan para una capacidad de 50.000 toneladas anuales, ya que va a ser la capacidad a instalar (tabla 30).

Insumo	Cantidad (t)	Precio (US$/$t_{insumo}$)	Costo (US$/año)	Proveedor
Aceite crudo	1,034	600	31.020.000	Cargill
Metanol	0,1	600	3.000.000	Solvay Indupa S.A.I.C.
Soda cáustica	0,019	370	351.500	Solvay Indupa S.A.I.C.
Ácido clorhídrico	0,009	288	129.600	Solvay Indupa S.A.I.C.
Ácido fosfórico	0,0025	1500	187.500	Solvay Indupa S.A.I.C.
		Total	34.688.600	

Tabla 30: Costo de materia prima.

Fuente: elaboración propia.

Dado que el proceso de fabricación de biodiesel conlleva la producción simultánea de subproductos a lo largo del mismo, se calcula el ingreso representado por la venta de dichos subproductos, y se lo resta al costo de las materias primas. Se muestran en la tabla 31 los subproductos, su producción anual, su precio de venta y el ingreso total generado.

Subproducto	t/año	Precio US$/t	Ingreso anual
Borra	1.034	70	72.380
Glicerina	6.000	130	780.000
Ácidos grasos	500	50	25.000
			877.380

Tabla 31: Ingresos generados por subproductos.

Fuente: elaboración propia.

Se determina entonces el costo anual de materia prima de 33.811.220$\frac{US\$}{año}$.

Costo de empaque

Tanto el producto final como los subproductos son retirados de la planta en camiones cisterna de 30 toneladas aproximadamente, por lo que no se cuenta con costos de empaque. Lo referido al costo de flujo de camiones se tendrá en cuenta en el costo de distribución.

Costo de mano de obra

La mano de obra directa se encuentra disponible en el mercado. El pago sería de $ 43,50 lo que da aproximadamente un total de 5 US$/h (Ministerio de Trabajo, Empleo y Seguridad Social, Secretaría de Trabajo, Resolución Nº 587/2012, Registro Nº 449/2012). El sindicato de petróleo, gas y biocombustibles define distintas categorías de operarios según sus funciones y a cada una le corresponde un salario. Se toma de 5 US$/h partiendo de un promedio ponderado entre los mismos.

El costo anual resultante de mano de obra correspondiente a seis operarios por turno suma un total de 340.200 $\frac{US\$}{año}$, incluyendo las cargas sociales (35%).

Costo de supervisión

Al tratarse de un proceso automatizado y con poca mano de obra, la supervisión directa es baja. Se contará con un jefe de turno, ocupado de verificar que no haya ningún inconveniente en la producción. A su vez, se incluye en este costo las horas correspondientes a la persona de seguridad e higiene.

Se calcula como el 20% del costo de la mano de obra, siendo un total de 68.040$\frac{US\$}{año}$.

Costo de los servicios auxiliares

En la tabla 32 se especifican los precios de los servicios auxiliares y las cantidades requeridas.

Servicio	Cantidad	Precio unitario	Empresa Proveedora
Agua	16 m^3/día	0,271 US$/$m^3$	Aguas Santafesinas S.A.
Gas	7.000m^3/día	0,0108 US$/$m^3$	Litoral Gas
Energía eléctrica	170.000 kWh/mes	0,095 US$/kWh	Empresa Provincial de la Energía de Santa Fe

Tabla 32: Precios de los servicios auxiliares.

Fuente: elaboración propia.

El costo anual de servicios auxiliares es de 221.777,6 $\frac{US\$}{año}$.

Costo de mantenimiento

La planta contará con un área de mantenimiento, integrada por un jefe de mantenimiento y dos operarios por turno. Al tratarse de un proceso complejo, altamente automatizado y con corrosión considerable debido a la presencia de químicos, se estimaría el costo de mantenimiento como un 10% de la inversión fija, sin embargo, al ser ésta elevada se lo considera como el 5%. El mismo, incluyendo los costos asociados a los insumos involucrados para este fin, resulta de 336.396 $\frac{US\$}{año}$.

Costo de suministros

Incluye los materiales utilizados en la planta, que no corresponden a materia prima ni mantenimiento. Entre otros, aceites lubricantes, químicos requeridos para el tratamiento de efluentes y limpieza.

Se calculará el costo de suministros como el 0,5% de la inversión fija (Jelen, 1983), lo que equivale a 33.639,61 $\frac{US\$}{año}$.

Costo de laboratorio

Se cuenta con un jefe de laboratorio y un laboratorista en planta durante un único turno diario. El laboratorio es extremadamente importante a la hora de fabricar Biodiesel, ya que en él se realizan todos los ensayos para asegurarse que el producto terminado cumpla con los requisitos impuestos en la norma IRAM 6515-1/02, y los referidos al control de calidad de la materia prima utilizada. También se analizan muestras resultantes

del tratamiento de efluentes.

Por esta razón, se estima como el 13% del costo de mano de obra, siendo un total de 44.226 $\frac{US\$}{año}$.

En la tabla 33 se detallan los costos variables según el porcentaje de utilización de la planta.

Porcentaje de utilización	80%	90%	100%
Capacidad de la planta [t/año]	40.000	45.000	50.000
CV [US$]	27.884.399,41	31.369.949,34	34.855.499,27

Tabla 33: Costos variables totales en relación a la capacidad de planta utilizada

Fuente: elaboración propia

7.6.2.2 Costos fijos

Costo de depreciación

Se calcula el costo de depreciación mediante el método de la línea recta. El valor depreciado anual (D) se calcula mediante la ecuación 9:

$$D = e. (I_f - L) \quad (9)$$

Siendo e el factor de depreciación anual, I_f la inversión fija y L el valor residual.

Como se usa el método de la línea recta, el factor de depreciación será equivalente a 1/n, donde n es la vida útil, considerada de 10 años. Por otro lado, se estima que el valor residual será del 25% de la inversión fija, dado que se espera que la vida útil de las instalaciones (equipos y edificio) sea mayor a la del proyecto.

La depreciación anual obtenida mediante este método es constante y para el presente proyecto será de 504.594 $\frac{US\$}{año}$.

Impuestos

Corresponden a los impuestos fijos a la propiedad y se estiman entre el 1% y el 2% de la inversión fija. Sin embargo, al estar la planta emplazada en un área industrial, cuenta con beneficios impositivos durante los primeros cinco años. Por lo tanto, se determina que será el 0,5% de la inversión fija, siendo un total de 33.639,61 $\frac{US\$}{año}$.

Seguros

Este rubro incluye seguros sobre la propiedad, para el personal y para las mercaderías.

Si bien la Resolución 1296/2008 establece las condiciones mínimas que deben cumplir las Plantas de Elaboración, Almacenamiento y Mezcla de Biocombustibles en relación a la seguridad en caso de incendio, al tratarse de un producto combustible, los seguros sobre la propiedad son elevados.

Hernán Botbol, socio gerente de la aseguradora Grupo AD Taverna S.A., proporcionó un costo estimado de seguro para este proyecto de 50.000 $\frac{US\$}{año}$.

Financiación

Se financia el 80% de la inversión fija requerida por el proyecto, es decir, US$5.382.337 mediante la línea de Financiación de Inversiones en Energía Renovable del BICE (Banco de Inversión y Comercio Exterior). Se determina dicho porcentaje debido a ser el monto máximo a financiar por la mencionada institución.

Los beneficiarios son personas físicas con domicilio real en la República Argentina o personas jurídicas que tengan su domicilio o el de su sucursal, asiento o el de cualquier otra especie de representación permanente en la República Argentina. Se destina a proyectos de inversión en energía que permitan atender la mayor demanda del sector productivo. Una de las principales

El monto a financiar se extiende hasta el 80% del monto total del proyecto excluido el Impuesto al Valor Agregado. El máximo a financiar por proyecto es equivalente a U$S10.000.000, excluido el IVA, y el monto máximo por grupo económico es de US$20.000.000 o su equivalente en pesos.

Se determina como plazo máximo del crédito 120 meses. El sistema de amortización puede ser francés o alemán en cuotas de periodicidad constante. Como máximo semestrales. La tasa de interés en dólares es del 9,21%; y en pesos, del 25,58%.

Tomando la financiación ofrecida por BICE (Banco de Inversión y Comercio Exterior), y considerando un préstamo por el 80% de la inversión fija, es decir, un total de US$ 5.382.337, amortizado mediante el sistema francés (cuota constante) a una tasa de interés del 9,21% a pagar en 10 años (120 meses), se presenta en la tabla 34 el detalle en cuotas a abonar (en dólares):

i= 9,21%	Interés	Cuota	Amortización	Saldo deuda
0				5.382.337
1	495.713	846.444	350.731	5.031.606
2	463.411	846.444	383.034	4.648.572
3	428.134	846.444	418.311	4.230.261
4	389.607	846.444	456.837	3.773.424
5	347.532	846.444	498.912	3.274.512
6	301.583	846.444	544.862	2.729.650
7	251.401	846.444	595.044	2.134.606
8	196.597	846.444	649.847	1.484.759
9	136.746	846.444	709.698	775.061
10	71.383	846.444	775.061	0

Tabla 34: Amortización mediante el método francés

Fuente: elaboración propia

El costo anual de financiación será entonces equivalente a los intereses abonados.

Costo de venta y distribución

Se calcula como el 0,75% de las ventas anuales, porque es un producto cuya venta es regulada por el estado, donde casi no se invierte en publicidad ni se contratan vendedores. El costo comprendería gastos en distribución, es decir, la contratación de un tercero a cargo de transportar los productos finales a los consumidores.

Se calcula en base a la planta produciendo en su máxima capacidad resultando un costo total anual de 302.768 US$.

Costos de dirección y administración

Incluye los servicios adyacentes a la planta que no se encuentran en relación directa con la misma, entre otros, salarios y gastos de administración, contabilidad, gerencia, asesoramiento legal, seguridad.

Se estimará como un 20% del costo de mano de obra, equivalente a 68.040 $\frac{US\$}{año}$.

En la tabla 35 se presenta un resumen de los costos fijos y variables para la capacidad de diseño de la planta, es decir, 50.000 t/año.

COSTOS VARIABLES [US$/año]	
Materia Prima	$ 33.811.220,00
Envases	$ 0,00
Mano de Obra	$ 340.200,00
Supervisión	$ 68.040,00
Servicios auxiliares	$ 221.777,60
Mantenimiento	$ 336.396,06
Suministros	$ 33.639,61
Laboratorio	$ 44.226,00
Total CV	$ 34.855.499,27
COSTOS FIJOS INMOBILIARIOS [US$/año]	
Costos de inversión	
Depreciación	$ 504.594,09
Impuestos	$ 33.639,61
Seguros	$ 50.000,00
Financiación	Varía anualmente
Ventas y distribución	$ 302.768,17
Administración y dirección	$ 68.040,00
Total CF (sin financiación)	$ 959.041,86
COSTO TOTAL (sin financiacion)	$ 35.814.541,13

Tabla 35: Costos fijos y variables.

Fuente: elaboración propia.

El costo total de producción de una tonelada de biodiesel considerando la capacidad total de la planta (50.000 t/año) resulta de 716,29 US$/t, siendo el CVu (costo variable unitario) de 697,11 US$/t y el CFu (costo fijo unitario) de 19,18 US$/t.

7.6.3 Capital de trabajo

Se estima el capital de trabajo según los costos implicados en la producción hasta la generación de ingresos, correspondiente al primer pago de los clientes (petroleras). Se considera un plazo de tres meses, por lo tanto, el capital de trabajo resulta del producto entre los costos de producción sin depreciación de un mes por los meses transcurridos hasta la generación de ingresos (tres). El mismo resulta de US$ 7.084.711.

7.6.4 Punto de equilibrio

El análisis del punto de equilibrio permite identificar el volumen de producción para el cual los costos asociados a la elaboración del producto son iguales a los ingresos por venta. Es decir, no hay beneficio ni pérdida (Riggs, Bedworth y Randhawa, 2002).

Para este proyecto, se realiza el análisis de punto de equilibrio según la ecuación 10:

$$Neq = \frac{CF}{PVu - CVu} \qquad (10)$$

Siendo CF el costo fijo anual expresado en US$/año, PVu el precio de venta unitario, es decir, por tonelada de biodiesel (US$/t) y el CVu el costo variable unitario (US$/t).

Resolviendo la ecuación se llega a que el punto de equilibrio se alcanza con una producción de 11.492 toneladas por año, que representan un 23% de utilización de la planta, correspondiente a un ingreso de US$ 9.278.498. Dado que el punto de operación corresponde a 40.000 toneladas de biodiesel anuales, se puede afirmar que el proyecto se encuentra en la zona de beneficio.

En la figura 15 se pueden observar las rectas correspondientes al costo total anual de la planta y al ingreso por ventas versus la producción anual en toneladas. La intersección entre las mismas corresponde al punto de equilibrio del proyecto.

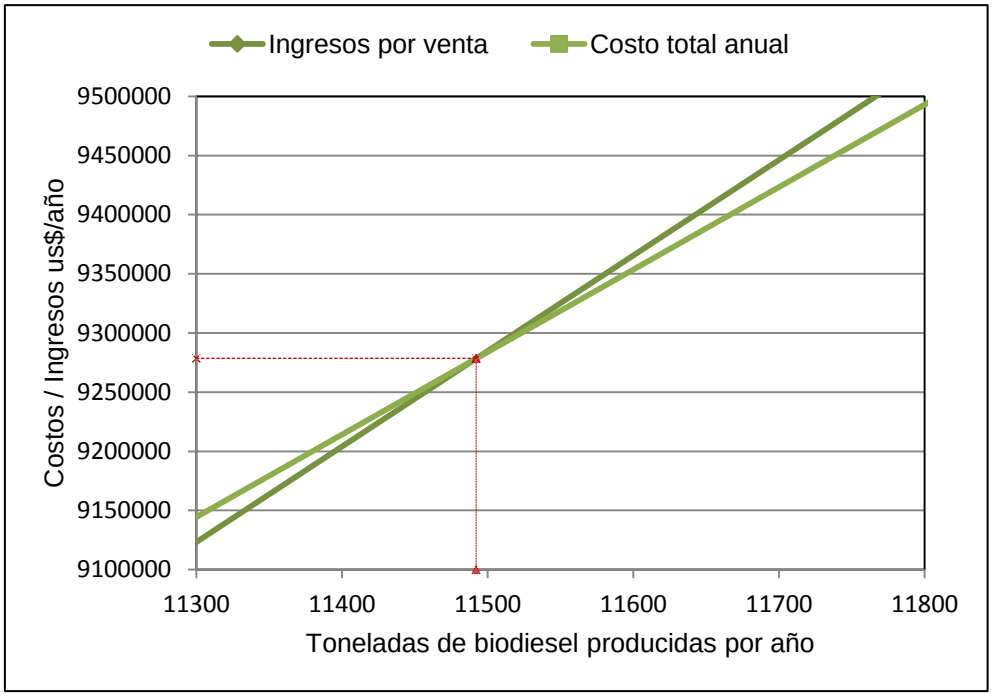


Figura 15: Punto de equilibrio

Fuente: elaboración propia.

7.7 Rentabilidad

De este parámetro depende la aceptación o rechazo del proyecto. Para determinar la rentabilidad económica y financiera se utiliza la tasa interna de retorno (TIR).

7.7.1 Flujo de fondos del proyecto

Para estimar la TIR del proyecto se calculan los flujos de caja, los cuales se presentan en la tabla 36.

% utilizacion de planta		80	80	80	80	90	90	100	100	100	100
FLUJOS DE CAJA	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ingresos anuales		32.295.271	32.295.271	32.295.271	32.295.271	36.332.180	36.332.180	40.369.089	40.369.089	40.369.089	40.369.089
Total a		32.295.271	32.295.271	32.295.271	32.295.271	36.332.180	36.332.180	40.369.089	40.369.089	40.369.089	40.369.089
Egresos anuales											
Costos de prod. s/ depreciación		28.338.847	28.338.847	28.338.847	28.338.847	31.824.397	31.824.397	35.309.947	35.309.947	35.309.947	35.309.947
Depreciación		504.594	504.594	504.594	504.594	504.594	504.594	504.594	504.594	504.594	504.594
Total b		28.843.441	28.843.441	28.843.441	28.843.441	32.328.991	32.328.991	35.814.541	35.814.541	35.814.541	35.814.541
a - b		3.451.830	3.451.830	3.451.830	3.451.830	4.003.189	4.003.189	4.554.548	4.554.548	4.554.548	4.554.548
Impuesto a las ganancias 35% (variable)		1.208.140	1.208.140	1.208.140	1.208.140	1.401.116	1.401.116	1.594.092	1.594.092	1.594.092	1.594.092
Beneficio Neto		2.243.689	2.243.689	2.243.689	2.243.689	2.602.073	2.602.073	2.960.456	2.960.456	2.960.456	2.960.456

Depreciación		504.594	504.594	504.594	504.594	504.594	504.594	504.594	504.594	504.594	504.594
Inversión fija total	-6.983.921										
Capital de trabajo	-7.084.712										
Flujo de caja del proyecto	-14.068.633	2.748.283	2.748.283	2.748.283	2.748.283	3.106.667	3.106.667	3.465.050	3.465.050	3.465.050	3.465.050
TIR del proyecto	17%										

Tabla 36: Flujo de fondos del proyecto.

Fuente: elaboración propia.

La TIR del proyecto resultante es del 17%. Para establecer si es rentable se debe comparar con el costo promedio ponderado del capital (CPPC). Para su cálculo se determina el costo del capital propio (ke) y el costo del capital de deuda (kd).

Para definir ke se considera la tasa anual provista por los bonos del estado (tasa libre de riesgos) de 7% (Infobae, 2014); el factor de medida del riesgo sistemático (β) de 0,8 (por pertenecer a la industria de los combustibles); y la tasa de rentabilidad del mercado (Rm) de 21%, estimada a partir de datos obtenidos de empresas competidoras (BioBahía S.A. y Patagonia Bioenergía S.A., 2014). El ke resulta entonces de 18,2%.

El costo de capital de deuda, kd, se lo calcula considerando la tasa de financiación de 9,21% y los impuestos a las ganancias de 35%, resultando kd=6%.

El CPPC obtenido resultó de 8,44%, que al compararlo con la TIR del proyecto (17%) se observa que es menor, es decir, el proyecto resulta rentable.

En la figura 16 se grafica el flujo de caja acumulado en función del tiempo.

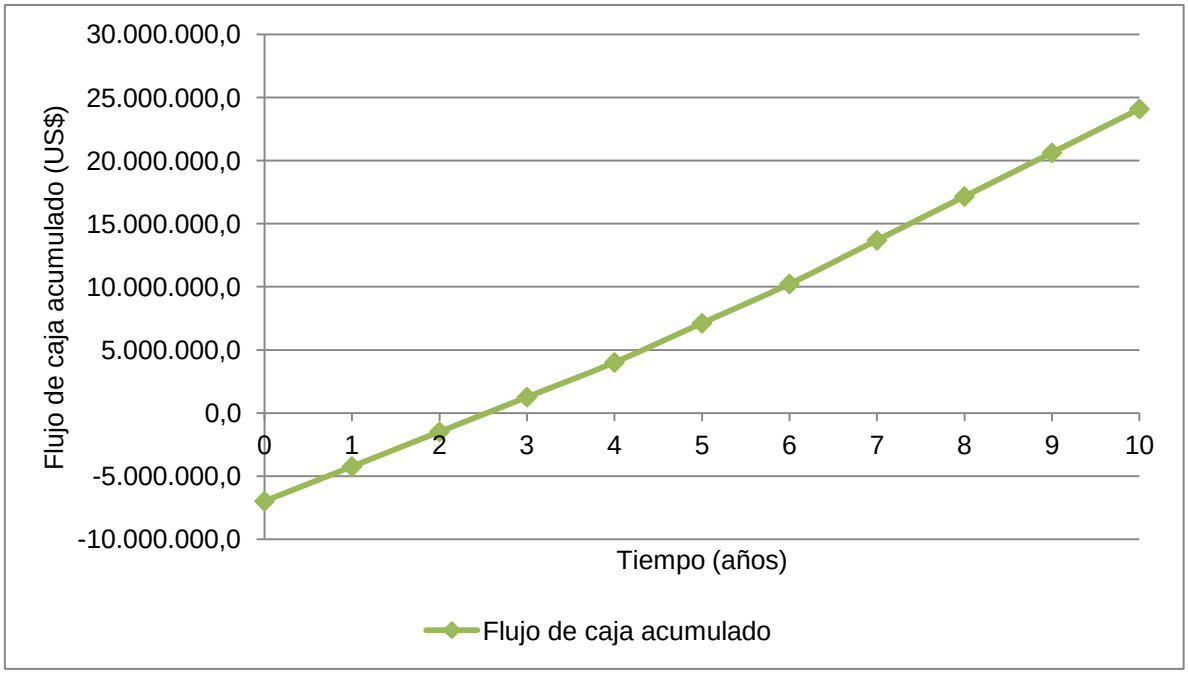


Figura 16: Flujo de caja acumulado.
Fuente: elaboración propia

Se determina el tiempo de repago, es decir, el mínimo período de tiempo teóricamente necesario para recuperar la inversión fija en forma de flujo de caja del proyecto.

Se observa que el tiempo de repago del proyecto es de 2,5 años, es decir, se recupera la inversión antes de cumplidos los 5 años del proyecto.

7.7.2 Flujo de fondos del inversionista

Como última instancia, se debe comparar la TIR del inversionista con el ke. Para ello se estima el flujo de caja del inversionista, como se presenta en la tabla 37.

La TIR del inversionista resulta de 22,3%, mientras que el ke es de 18,2%. Al ser la TIR mayor que el ke, y teniendo en cuenta que la TIR del proyecto y el tiempo de repago son aceptables, se concluye entonces que el proyecto es rentable.

% utilizacion de planta		80	80	80	80	90	90	100	100	100	100
FLUJOS DE CAJA	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ingresos anuales		32.295.271	32.295.271	32.295.271	32.295.271	36.332.180	36.332.180	40.369.089	40.369.089	40.369.089	40.369.089
Total a		32.295.271	32.295.271	32.295.271	32.295.271	36.332.180	36.332.180	40.369.089	40.369.089	40.369.089	40.369.089
Egresos anuales											
Costos de financiación		495.713	463.411	428.134	389.607	347.532	301.583	251.401	196.597	136.746	71.383
Costos de prod. s/ depreciación		28.338.847	28.338.847	28.338.847	28.338.847	31.824.397	31.824.397	35.309.947	35.309.947	35.309.947	35.309.947
Depreciación		504.594	504.594	504.594	504.594	504.594	504.594	504.594	504.594	504.594	504.594
Total b		29.339.155	29.306.852	29.271.575	29.233.048	32.676.524	32.630.574	36.065.942	36.011.138	35.951.287	35.885.924
a - b		2.956.117	2.988.419	3.023.696	3.062.223	3.655.656	3.701.606	4.303.147	4.357.950	4.417.801	4.483.165
Impuesto a ganancias 35%		1.034.641	1.045.947	1.058.294	1.071.778	1.279.480	1.295.562	1.506.101	1.525.283	1.546.230	1.569.108
Beneficio Neto		1.921.476	1.942.472	1.965.403	1.990.445	2.376.177	2.406.044	2.797.045	2.832.668	2.871.571	2.914.057
Depreciación		504.594	504.594	504.594	504.594	504.594	504.594	504.594	504.594	504.594	504.594
Inversión fija total	-6.983.921										
Capital de trabajo	-7.084.712										
Préstamo	5.382.337										

Amortización préstamo		-350.731	-383.034	-418.311	-456.837	-498.912	-544.862	-595.044	-649.847	-709.698	-775.061
Flujo de caja del proyecto	-8.686.296	2.075.339	2.064.033	2.051.686	2.038.202	2.381.859	2.365.776	2.706.596	2.687.415	2.666.467	2.643.590
TIR del inversionista	22,3%										

Tabla 37: Flujo de fondos del inversionista

Fuente: Elaboración propia

7.8 Análisis de sensibilidad

En primera instancia se evalúa la estructura de costos (figura 17) para determinar aquellos parámetros que representen el mayor porcentaje de costos sobre el costo total y poder así incluirlos en un análisis de sensibilidad.

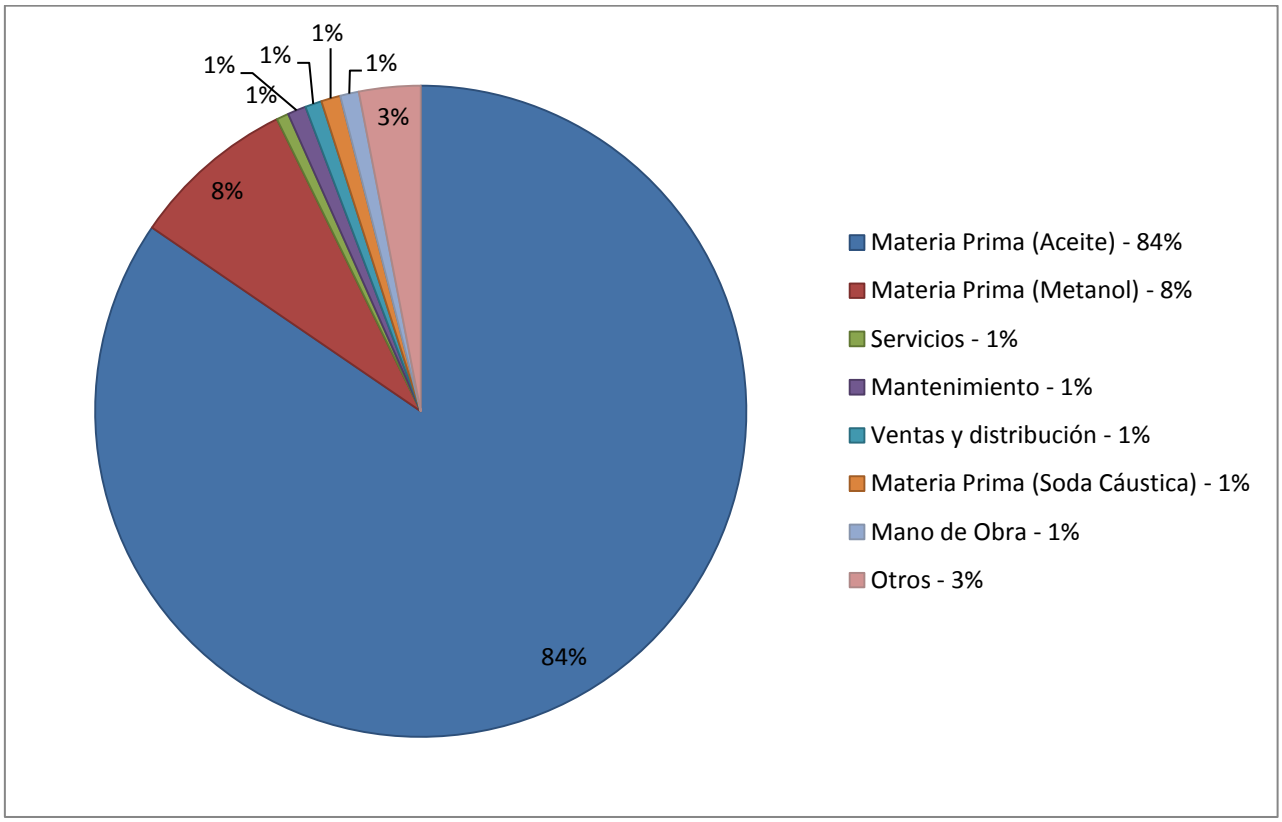


Figura 17: Estructura de costos.

Fuente: Elaboración propia.

El costo del aceite crudo es el que tiene el mayor peso dentro del costo total. Por lo tanto, se analiza la sensibilidad de este parámetro junto con los ingresos por ventas mediante las gráficas de porcentaje de desviación (figura 18).

X= variación en MP aceite

Y= variación en Ingresos por ventas

Luego de realizados los cálculos, la recta de insensibilidad para la cual el valor presente es cero queda representada por la ecuación 11:

$$y = 0{,}7684x - 0{,}0625 \qquad (11)$$

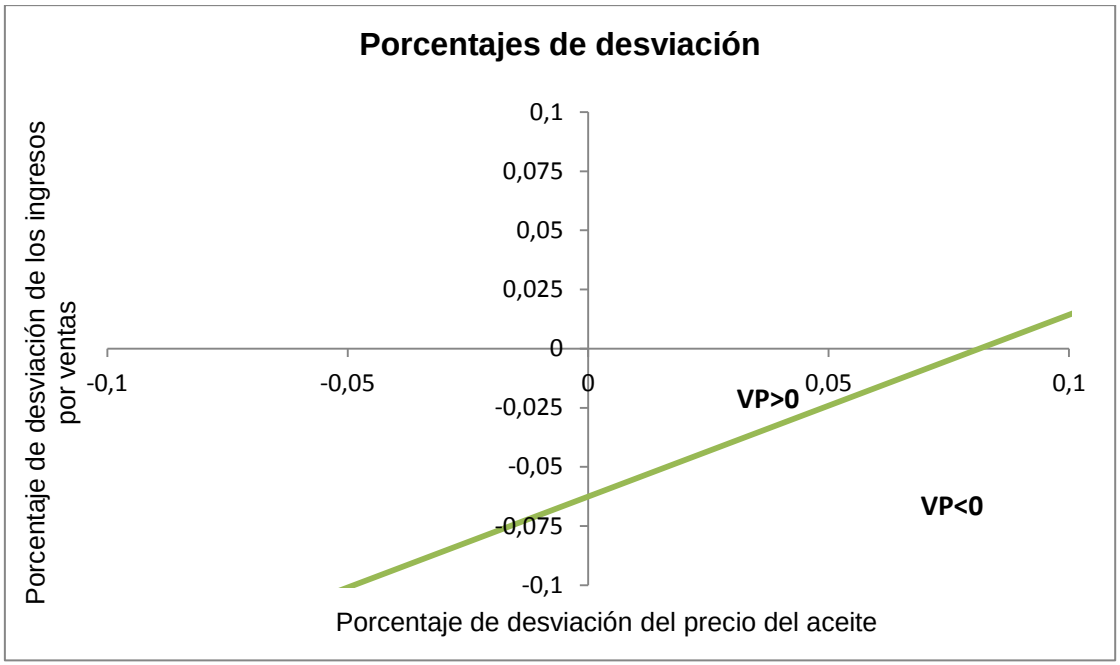


Figura 18: Análisis de sensibilidad por el método de porcentaje de desviación

Fuente: elaboración propia

Como conclusión del análisis de sensibilidad se desprende que el proyecto es sensible a los ingresos por venta y al costo del aceite crudo. Manteniendo constantes al resto de los parámetros, se rechazaría el proyecto si los ingresos por venta disminuyesen más de un 6,25% o la variación en el precio del aceite fuera superior al 8,13%.

7.9 Estrategias de marketing

Para lograr la formulación y selección de estrategias, se comienza con la formulación de la visión y misión. Posteriormente, se requiere seguir tres etapas. En primer lugar, la etapa de entrada donde se reúne toda la información básica de entrada. Seguidamente, en la etapa de conciliación, se generan estrategias alternativas viables, mediante la alineación de los factores tanto internos como externos. Finalmente, la etapa de decisión consiste en elegir una de las estrategias previamente planteadas (David, 2010). Para finalizar se desarrolla la etapa operativa detallando las estrategias correspondientes al mix de marketing.

Visión: desarrollar una cadena competitiva rentable y sustentable de producción y abastecimiento de biodiesel.

Misión: lograr satisfacer los más altos requerimientos de calidad en el biodiesel para poder cubrir el mercado nacional, creando valor para la comunidad y respetando al medio ambiente.

Objetivos a largo plazo:

- ✓ Desarrollar biodiesel a partir de una materia prima alternativa al aceite de soja en un plazo de diez años.
- ✓ Alcanzar la máxima capacidad productiva de la planta dentro de un plazo de siete años.
- ✓ Integrar verticalmente la compañía mediante la producción de aceite de soja a partir de la compra del poroto de soja en un plazo de ocho años.

7.9.1 Etapa de entrada

Para reunir la información básica de entrada se realiza el análisis de las cinco fuerzas de Porter y de las oportunidades y amenazas externas; y de las fortalezas y debilidades internas.

7.9.1.1 Análisis de las fuerzas de Porter

Se analiza en esta sección el potencial de beneficio de un mercado producto a partir del juego combinado de las amenazas directas e indirectas como son las fuerzas rivales, competidores potenciales, productos sustitutos, clientes y proveedores.

Rivalidad entre las empresas existentes

De las empresas instaladas en la Argentina, aquellas destinadas al abastecimiento interno de biodiesel son quienes constituyen la competencia al proyecto. Si bien existe una capacidad ociosa en la mayoría de las mismas, se ha llegado a acuerdos que permiten a todas vender parte de su producción para evitar pérdidas económicas que pudieran concluir en el cierre de empresas. La principal diferencia competitiva radica en la calidad del producto ofrecido. Si bien todas las firmas cumplen con los estándares impuestos por ley, este proyecto cuenta con tecnología de última generación permitiendo producir un biodiesel que supera ampliamente los estándares mandatorios.

Al enfocarse en el mercado interno, dejando de lado la exportación, se entiende que la demanda varía muy poco y se concentra en grandes empresas petroleras quienes cortan al petrodiesel con biodiesel. Es decir, la demanda del biodiesel aumenta proporcionalmente con la demanda del petrodiesel. La misma tiene una tendencia ascendente de entre el 10% y el 15% anual (Revista Voces en el Fénix, 2011).

Por otro lado, son pocos los mercados sin explorar o a donde pueda expandirse el producto en grandes escalas. Los mismos, son los particulares que consumen diesel en grandes volúmenes como empresas dedicadas al agro que necesitan del combustible para operar las maquinarias. Otro mercado es el de las grandes firmas nacionales productoras de biodiesel, a quienes se les puede vender la producción para que la comercialicen con sus clientes (ya sea dentro o fuera del país).

Por los motivos expuestos y sumando que este mercado se encuentra rigurosamente regulado por el estado, la rivalidad entre las empresas existentes no se constituya como una amenaza para el desarrollo de la industria.

Amenaza de potenciales competidores

La inversión inicial para la producción industrial de biodiesel es muy elevada. Por este motivo quienes constituyen una amenaza factible para iniciarse en este rubro son aquellas empresas relacionadas con otros tipos de combustibles (por ejemplo de gas), o grandes compañías de cereales, con una estrategia de crecimiento vertical. O también, empresas que iniciaran una fabricación para autoabastecerse en una primera instancia, para después diversificar de su negocio, aunque resultaría muy arriesgada y costosa. O, por último, cooperativas, que en principio estarían fabricando biodiesel para su consumo, y decidieran llevar a cabo una expansión del mercado.

En conclusión, las barreras de entrada económicas a la producción de biodiesel son muy elevadas y pocas empresas ya existentes y con distintas estrategias serían las amenazas más factibles.

Otras barreras de entrada al negocio se basan en el acceso a la tecnología necesaria para la producción y al acceso a los canales de distribución. Al comercializarse en camiones cisterna, si las distancias son demasiado extensas, el costo de distribución aumenta notablemente.

Poder de negociación de los clientes

Los compradores se enfrentan con las industrias cuando negocian una reducción de precio, una mejor calidad o más servicio, que dependen de algunos aspectos tales como situación del mercado y valor de compra. Para el caso de biodiesel en la Argentina, el precio es fijado por entes gubernamentales, por lo tanto, no es un atributo negociable. Por otro lado, para poder comercializarse el producto se debe cumplir con distintas normas que fijan parámetros que determinan su calidad, pudiendo ser uno más puro que otro pero igualmente apropiado para su consumo. Entonces, el poder de negociación de los clientes sería prácticamente nulo para la comercialización del biodiesel.

Poder de negociación de los proveedores

El insumo principal para la elaboración de biodiesel es el aceite. La industria aceitera argentina es fuerte y los precios son también establecidos por agentes externos a las empresas privadas. Depende además de varios factores externos por lo que su precio podría variar imprevisiblemente y generar un aumento en los costos de producción. Sin embargo, no son en sí mismos los proveedores una amenaza importante.

Amenaza de productos sustitutos

En este caso, el sustituto directo del biodiesel es el gasoil, dado que el parque automotor que tiene motores diesel puede utilizar indistintamente uno, otro o la mezcla de ambos, siendo esta última opción, la más utilizada.

Si bien el petrodiesel tiene un costo menor y es usado en todo el mundo, siendo aceptado por los consumidores, parte de un recurso no renovable (petróleo) por lo que en algún momento se tendrá que prescindir del mismo. Además, las políticas nacionales tienden a aumentar la cuota de corte obligatorio con biodiesel, logrando que se afiance cada más su industria y conocimiento y aceptación en el mercado.

Sin embargo, existen otras tecnologías, que posiblemente remplazarán a las actuales, tales como autos eléctricos, de hidrógeno, híbridos, de aire comprimido, a energía solar. Si bien son opciones válidas para el transporte resultan de mucho mayor costo y menor oferta.

A partir del análisis de las fuerzas de Porter se concluye que el mercado del biodiesel se puede considerar estable dado que ni los clientes ni los proveedores tienen poder de negociación por estar regulado por el Estado. A su vez, dentro de las energías renovables destinadas a la sustitución del petrodiesel, el biodiesel a partir de soja es uno de las aceptados y confiables en el mercado.

7.9.1.2 Análisis de los factores externos

Amenazas

*Liberación del mercado por parte de la Secretaria de Energía ya que esto generaría una situación insostenible para una empresa de este tipo que no podría competir con las grandes firmas de la industria.

*Fijación del precio del Cupo Nacional con otro procedimiento que generara un precio de referencia no competitivo para esta firma.

*Congelamiento de precios para impedir un aumento del costo de los combustibles.

*Derogación de la normativa provincial santafesina que otorga beneficios impositivos.

*Surgimiento de nuevos impuestos a nivel provincial (en caso en que se derogara la estabilidad fiscal) y a nivel nacional.

*Modificación en la política de retenciones al aceite de soja.

*Mejoras tecnológicas que hicieran obsoletas las formas de producción actuales.

*Decisión del Gobierno Nacional del reemplazo del biodiesel por algún otro biocombustible cuya materia prima no compita con los alimentos.

*Problemas de las grandes empresas para colocar su producción en el mercado externo que podría generar presiones para un cambio en las reglas del juego en la distribución del Cupo Nacional.

Si bien la mayoría de estas amenazas tienen baja probabilidad de ocurrencia, en el caso de que se produjeran algunas de ellas, podrían tener un gran impacto sobre los resultados de la firma obligándola incluso a terminar sus operaciones.

Oportunidades

*Oportunidad de obtener financiamiento en pesos a tasas subsidiadas.

*Posibilidad de obtener financiamientos de organismos multinacionales de crédito en el caso en que no se consiguieran fondos en el mercado local.

*Aprovechamiento del mercado cautivo y tener una demanda estable en un mercado que si fuera regido por la libre competencia haría imposible la supervivencia de una empresa mediana como la que propone este proyecto.

*Reactivación de la exportación.

*Selección de la firma en cuestión dentro del cupo fiscal, lo cual posibilitaría la utilización de los beneficios de la amortización acelerada o la devolución anticipada del IVA de la ley 26.093.

Matriz EFE

Se le asigna un peso mayor a las oportunidades que resulten más relevantes para lograr el éxito del proyecto. Por lo tanto, al ser costoso el equipamiento para producir biodiesel resulta de suma importancia el acceso a préstamos y fuentes de financiación. A su vez, al tratarse de una empresa mediana, siendo no competitiva en el mercado externo frente a las grandes empresas con economías de escala, resulta primordial ingresar al cupo fiscal para asegurarse la venta de la producción en el mercado interno. Al mismo tiempo la amenaza de la liberación del mercado atenta contra la rentabilidad del proyecto, por lo que su peso ponderado es mayor al resto de los factores. Una repercusión similar tendría el surgiendo de nuevos impuestos, que elevaría el costo y en consecuencia la ganancia disminuiría; al igual que una política de congelamiento de precios. Por otro lado, la activación de la exportación, sería un potencial mercado a explorar, pero no es determinante en el éxito del presente proyecto que se aboca al mercado local.

Se representa la matriz en la tabla 38.

Factores externos	Ponderación	Clasificación	Puntuaciones Ponderadas
Oportunidades			
Acceso a financiamiento en pesos a tasas subsidiadas	0,18	4	0,72
Aprovechamiento del mercado cautivo y tener una demanda estable	0,1	3	0,3
Ingresar al cupo fiscal	0,18	4	0,72
Reactivación de la exportación	0,05	2	0,1
			0
Amenazas			
Fijación del precio del Cupo Nacional que resultara no competitivo	0,08	1	0,08
Surgimiento de nuevos impuestos	0,11	3	0,33
Mejoras tecnológicas que hicieran obsoletas las formas de producción actuales	0,09	3	0,27
Congelamiento de precios para impedir un aumento del costo de los combustibles	0,09	1	0,09
Liberación del mercado por parte de la Secretaria de Energía	0,12	1	0,12
Total	1		2,73

Tabla 38. Matriz EFE

Fuente: elaboración propia en base a David, 2010.

Al obtener un puntaje superior a 2,5 se concluye que el proyecto presenta una posición fuerte, en la que le es posible alcanzar el éxito en el ámbito en el que opera.

7.9.1.3 Análisis de los factores internos

Fortalezas

*Cercanía a los proveedores del insumo principal (aceite). De esta manera resulta imposible que se produzca una parada en la producción provocada por desabastecimiento de la materia prima.

*Costos bajos de transporte de insumos debido a la corta distancia entre la planta propuesta y sus proveedores.

*Acceso a maquinaria de última generación que requiere menores tiempos y costos de mantenimiento y que gracias a su elevado nivel de automatización precisa escasa mano de obra y con muy poca capacitación.

*Biodiesel de alta calidad.

*Mano de obra disponible en el mercado.

Debilidades

*Alta dependencia de las empresas proveedoras de aceite de soja ya que el consumo anual del mismo consiste en 51.700 toneladas, lo que representa una entrega diaria de cinco camiones.

* Alta sensibilidad a cambios en los precios del aceite de soja debido a la escala de producción la empresa en cuestión.

Matriz EFI

Se considera importante situarse cerca de los proveedores de aceite, por tener un consumo de cinco camiones diarios. De esta manera se puede asegurar que no habrá desabastecimiento, además de evitar excesivos gastos en fletes. Con respecto a la competencia, se considera ventajoso contar con equipos de última generación permitiendo no sólo lograr los estándares de calidad si no también poseer eficiencias de línea superiores a empresas de igual tamaño.

Factores internos	Ponderación	Clasificación	Puntuaciones Ponderadas
Fortalezas			
Cercanía a los proveedores del insumo principal (aceite)	0,2	4	0,8
Costos bajos de transporte de insumos	0,1	3	0,3
Acceso a maquinaria de última generación	0,15	3	0,45
Alta calidad del producto	0,1	4	0,4
Gran aceptación del producto	0,08	3	0,24
Mano de obra disponible en el mercado	0,06	3	0,18
Debilidades			
Alta dependencia de las empresas proveedoras de aceite de soja	0,1	2	0,2
Alta sensibilidad a cambios en los precios del aceite de soja	0,1	1	0,1
Diversificación nula	0,11	1	0,11
Total	1		2,78

Tabla 39. Matriz EFI

Fuente: elaboración propia en base a Davis, 2008.

Se desprende de la matriz EFI (tabla 39) que el proyecto cuenta con una posición interna fuerte, que le permite ser competitivo frente a otras empresas de igual categoría existentes en el mercado.

7.9.1.4 Matriz BCG

La matriz BCG se construye con base a dos criterios: la tasa de crecimiento del mercado de referencia, que sirve de indicador del atractivo, y la participación de mercado relativa al mayor competidor, que actúa como indicador de la competitividad. (David, 2010)

En el caso de este proyecto, la participación en el mercado nacional de biodiesel, es baja, ya que se trata de una empresa mediana cuya producción es notablemente menor a las grandes empresas. Por otro lado, la tasa de crecimiento se considera alta. Esto se

fundamenta en el incremento anual del diésel del entre el 10 y 15% y su consecuente aumento en la cuota de corte del biodiesel (Revista Voces en el Fénix, 2011). Conjuntamente, se espera continuar con la tendencia del gobierno de seguir aumentando el porcentaje de corte obligatorio del petrodiesel.

En conclusión, el producto a desarrollar en este proyecto se encuentra en el cuadrante 1, denominado incógnita o interrogante. Para consolidar el producto, la organización puede aplicar estrategias intensivas: penetración de mercado, desarrollo de mercado o desarrollo de producto (Dwyer y Tanner, 2007).

*Penetración de mercado: consiste en incrementar el nivel de venta. Se pretende aumentar la cantidad vendida al estado para el corte obligatorio del petrodiesel.

*Desarrollo de mercado: se basa en la conquista de nuevos mercados, como la exportación o la venta a particulares para emplearlo como combustible en maquinaria agrícola.

*Desarrollo de producto: consiste en modificar al producto actual. Se propone producir biodiesel a partir de otra materia prima.

7.9.2 Etapa de conciliación de la organización

El objetivo de esta etapa consiste en plantear distintas estrategias viables, guiadas por el uso de las herramientas de formulación de estrategias derivadas del FODA y de la matriz BCG.

7.9.2.1 Desarrollo de estrategias a partir del análisis FODA

Estrategias FO

* Utilizar la financiación disponible para mantener actualizado el equipamiento de última tecnología, que permita obtener un producto diferenciado del de la competencia.

* Crear una alianza con otras empresas que se encuentren dentro del grupo fiscal y que ubicadas en cercanía a la planta, para abastecerse conjuntamente del principal insumo (aceite), y obtener un menor precio de venta por parte del proveedor. Si bien no se compite a través de los costos, permitiría una mayor rentabilidad.

Estrategias FA

*Crear una alianza estratégica con proveedores de aceite, evitando grandes fluctuaciones en el precio a lo largo del año y asegurándose el abastecimiento.

*Incursionar en la producción de biodiesel a partir de otra materia prima, impulsado por la abundancia de recursos renovables y la posible amenaza del reemplazo del aceite de soja por otro insumo no comestible.

*Generación de alianzas estratégicas con proveedores involucrándolos en el proceso productivo, aumentando la competitividad conjunta.

Estrategias DO

*Integración vertical, mediante la producción de aceite de soja a partir del poroto de soja, facilitado por la oportunidad de acceder a préstamos e impulsado por la debilidad que representa la dependencia hacia proveedores del principal insumo.

*Desarrollo de mercado en el exterior, sorteando inconvenientes producidos por la sensibilidad a los precios nacionales.

Estrategias DA

*Integración vertical, incorporando la producción de aceite al proceso productivo. De esta manera se disminuiría la dependencia hacia los proveedores de aceite, y no afectaría en los costos las posibles modificaciones en las políticas de retención al aceite de soja.

*Incorporar a la cartera de productos un biodiesel a partir de jatropha, frente a la amenaza del reemplazo del aceite de soja por otro insumo no comestible, haciendo frente también a la dependencia de abastecimiento del aceite.

7.9.3 Etapa de decisión

Partiendo del análisis donde se plantearon distintas estrategias alternativas, se procede a formular la estrategia de desarrollo del proyecto.

Estrategia de desarrollo: penetrar el mercado a través de la generación de confianza de los clientes, gracias a la alta calidad del producto obtenida en un proceso altamente automatizado, minimizando los costos referidos al abastecimiento y maximizando la rentabilidad de la firma.

7.9.4 Etapa operativa

En esta etapa se plantean las estrategias de marketing en cuanto al producto, precio, distribución y comunicación, planificadas para el corto y mediano plazo y centradas en la acción.

Al tratarse de un producto cuyo precio es regulado por el estado y cuyo mercado está claramente delimitado, no es posible plantear una estrategia basada en el precio. A su vez, para hacer llegar el biodiesel a los consumidores es necesario contratar a una empresa transportista que lo traslade a destino. Como estrategia de distribución se plantea crear una alianza con el proveedor de dicho servicio a largo plazo, para asegurar el abastecimiento de los clientes, es decir, lograr un nivel de servicio óptimo.

En cuanto a la comunicación, se propone plotear los camiones con la marca de la empresa para lograr el reconocimiento de la misma. También se plantea la creación de una página web para dar a conocer a la firma, el proceso de fabricación, la materia prima y las características del biodiesel a comercializar. A su vez, se pretende crear conciencia sobre la importancia de la utilización de fuentes de energías renovables e incentivar a consumidores particulares potenciales a incursionar en el uso de biocombustibles.

Respecto al producto se propone incursionar en investigaciones para el desarrollo de biodiesel a partir de otras materias primas manteniendo una calidad aceptable y disminuyendo el costo de elaboración.

8 Conclusiones

El presente trabajo tuvo como objetivo analizar la posibilidad de encontrar en el biodiesel una alternativa rentable a los combustibles derivados del petróleo, a través de la confección de un proyecto de inversión para la instalación de una planta de Biodiesel en Argentina. A partir de dicha problemática, se desarrolló el análisis desglosando el objetivo general en otros más puntuales para llegar a un proyecto aceptable y rentable.

La elaboración del proyecto involucró el uso de distintas herramientas, técnicas y métodos adquiridos a lo largo de la carrera, y la integración de diferentes áreas, resultando así un desafío. Se partió de un análisis de mercado, del que se desprendió la tendencia de una demanda de biodiesel en aumento, siguiendo por un análisis de diversas materias primas y la selección de la alternativa óptima, y un estudio técnico para su producción.

Luego de efectuar intensivas investigaciones del marco legal vigente, el mercado interno y externo, de la demanda actual y el precio de venta, y de contactarse con personas involucradas en el sector, se determinaron los productos y subproductos, así como también los insumos implicados en el proceso productivo. A partir de ellos, se calcularon todos los costos comprendidos en la elaboración y se calculó también la inversión para montar la estructura necesaria (inversión inicial de US$6.727.921,20). En detalle, se determinó un terreno de una hectárea situado en un parque industrial de la provincia de Santa Fe.

A partir del análisis económico para determinar la rentabilidad y los costos asociados al mismo se concluye que es factible dado que la TIR del proyecto es de 17%, mayor al costo ponderado de capital de 8,44%. A su vez, el tiempo de repago de 2,5 años, menor que la mitad de la vida útil del proyecto.

Teniendo en cuenta una financiación del 80%, con una tasa de interés de 9,21% otorgado por el Banco de Inversión y Comercio Exterior, se desprende que la TIR del inversionista (22,3%) es superior en relación al costo de capital propio ke (18,2%).

Por otro lado, se observó a partir de la estructura de costos, la gran influencia que presenta la materia prima principal, es decir, el aceite de soja. El mismo representa un 84% de los costos, siendo sensible junto a los ingresos por venta. Manteniendo constantes al resto de los parámetros, se rechazaría el proyecto si los ingresos por venta disminuyesen más de un 6,25% o la variación en el precio del aceite fuera superior al 8,13%.

Como última instancia, se realiza un estudio del negocio, evaluando las estrategias de marketing más convenientes para el proyecto. Si bien resulta difícil aplicar marketing empresarial, ya que las variables principales (producto, precio, comunicación y distribución) dependen de una exhaustiva regulación y no del juego del mercado, se determina que la estrategia de desarrollo consiste en penetrar el mercado a través de la generación de confianza de los clientes, gracias a la alta calidad del producto obtenida en un proceso altamente automatizado, minimizando los costos referidos al abastecimiento y maximizando la rentabilidad de la firma.

Se llega a la conclusión de que se puede ofrecer un producto de calidad para sustituir al diesel derivado del petróleo (recurso no renovable), a un precio competitivo que permite obtener una rentabilidad aceptable para el nivel de riesgo del proyecto.

La problemática que lleva a la realización del proyecto se basa en la búsqueda de sustitutos a las fuentes de energía no renovables, que hoy en día producen un excesivo aumento de los costos de mercaderías. Se concluye que el proyecto en cuestión resuelve la problemática brindando la elaboración de un combustible cuya materia prima es renovable y posee costos inferiores a los derivados del petróleo.

9 Bibliografía

Amigun, B. (2008). *Processing Cost Analysis of the African Biofuels Industry with Special Reference to Capital Cost Estimation Techniques. Thesis Presented for the Degree of Doctor of Philosophy. Sudáfrica. Department of Chemical Engineering. University of Cape Town (pp. 282).*

Argentina demanda a UE en OMC por medidas antidumping sobre biodiesel (27 de marzo de 2014). *Diario El Universal*. Disponible en: <http://www.eluniversal.com/internacional/140327/argentina-demanda-a-ue-en-omc-por-medidas-antidumping-sobre-biodiesel>.

Arturo, K. (2014). El Punto de equilibrio. *Crece Negocios* [fecha de consulta: 12 marzo 2015]. Disponible en: < http://www.crecenegocios.com/el-punto-de-equilibrio>.

AutoBlog (3 de diciembre de 2013). *Desde 2014, el gasoil argentino tendrá 10% de biodiesel*. Disponible en: <http://autoblog.com.ar/2013/12/desde-2014-el-gasoil-argentino-tendra-10-de-biodiesel>.

Baca Urbina, Gabriel (2001). *Evaluación de proyectos*. 5ta Edición. México: Ed. Mc Graw Hill.

Anónimo. Biodiesel, una alternativa limpia al gasóleo (2006). *Revista Ambientum* [en línea]. Disponible en: <http://www.ambientum.com/revistanueva/2005-05/biodiesel.htm>.

Bioenergy (2014). Disponible en: <http://www.bioenergyweb.com.ar>.

Biomadero S.A. Disponible en: <http://www.biomadero.com.ar/index2.html>.

C.T. Systems (2010). Disponible en: <http://www.ctsystems.ua/spanish/biodiesel_processor.html>.

Cámara Argentina de Biocombustibles (2008). *Legislación relativa a biocombustibles*. Disponible en: <http://www.carbio.com.ar/es/?con=bio_legislacion>.

Cámara Argentina de Biocombustibles (abril de 2015). *La producción de Biodiesel en Argentina. Una decisión estratégica* [fecha de consulta: 12 marzo 2015]. Disponible en: <http://carbio.com.ar/wp-content/uploads/2015/04/Paper-Biodiesel-Abril-del-2015.pdf>.

Carnago, E. M. (2009). *Proyecto biodiesel*. Disponible en: <http://www.authorstream.com/Presentation/emunoz100-202496-proyecto-biodiesel-biodisel-oil-science-technology-ppt-powerpoint>.

Chilton, C. (1949). *Cost data correlated.* Nueva York: Ed. Mc Graw-Hill.

Cittadini, E. (2011). *Planta de Biodiesel para el Mercado Interno* (pp. 16 - 22). Tesis de posgrado en el marco de la Maestría en Evaluación de Proyectos de UCEMA-ITBA. Argentina.

Collins, K. (2006). *Economic Issues Related to Biofuels* (pp. 13). Montana: Agricultural Research Service, Northern Plains Research Lab.

Combustibles líquidos en la Argentina. Situación del mercado de naftas y gasoil (2011). *Revista Voces en el Fénix* [en línea]. Disponible en: <http://www.vocesenelfenix.com/content/combustibles-l%C3%ADquidos-en-la-argentina-situaci%C3%B3n-del-mercado-de-naftas-y-gasoil>.

Comisión Europea (2007) *Perspectivas de la evolución mundial hasta 2030 en los ámbitos de la energía, la tecnología y la política climática*. Disponible en: <https://www.google.com.ar/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=9&cad=rja&uact=8&ved=0CD4QFjAIahUKEwic5d6n2OTGAhWIIpAKHUTPAxw&url=http%3A%2F%2Fec.europa.eu%2Fresearch%2Fenergy%2Fpdf%2Fkey_messages_es.pdf&ei=ukeqVZygB4jFwATEno_gAQ&usg=AFQjCNEmYMZrvEEWpIV9Cl_zOCfTIpBMmw&bvm=bv.98197061,d.Y2I>.

Curró, C.; Pozzolo, O.; Bruno, J. y Ferrari, H.- Inta (2007) *Biodiesel. Oportunidades y ventajas de producción en el sudeste de Entre Ríos* [fecha de consulta: 05 enero 2015]. Disponible en: <http://www.cosechaypostcosecha.org/data/articulos/biocombustibles/BiodieselOportunidadesVentajasEntreRios.pdf>.

David, F. R (2010). *Conceptos de Administración Estratégica* (12da. Edición). México: Ed. Pearsson – Prentice Hall.

Di Paola, M. E. (2013). La producción de biocombustibles en Argentina. *Informe ambiental anual de FARN* (pp. 185-196). Buenos Aires: Fundación Ambiente y Recursos Naturales.

Diccionario de Comercio Exterior (2003). Disponible en: http://www.comercio-

exterior.es/index.htm.

Dr. Calderón Laboratorios (2011) [Fecha de consulta: 09 febrero 2015]. Disponible en: <http://www.drcalderonlabs.com/Metodos/Analisis_De_Aguas/Determinacion_de_DBO5.htm>.

Duncan, J. (2003). *Costs of biodiesel production (*pp. 26). Estados Unidos: Energy Efficiency and Conservation Authority.

Dwyer, F. R. y Tanner, J. F. (2007). *Marketing industrial: conexión entre la estrategía, las relaciones y el aprendizaje*. Mexico: Ed. Mc Graw Hill.

Efuels: Biodiesels manufacturing system (2015). Disponible en: <http://www.efuels.es>.

Fassio, A.; Pascual, M. y Suarez, F. M. (2002). *Introducción a la metodología de la investigación*. Buenos Aires: Ed. Cooperativas.

Federación Argentina Sindical del Petróleo, Gas y Biocombustibles (2013). *Escala salarial*. Disponible en: <http://www.petroleoygas.com.ar/convenios.asp?datatype=Biocombustibles>.

Friedmann, A. y Penner, R. (2009). *Biocombustibles: alternativa de negocios verdes. Agencia del Gobierno de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID). Programa Paraguay Vende*. Disponible en: <http://www.mag.gov.py/usaid/biocombustibles-alternativa-negocios-verdes%202009.pdf>.

Grech, P. (2001). *Introducción a la ingeniería*. Nueva York: Editorial Prentice Hall.

Greenwave S.A. (2015). *Ventajas del biodiesel*. Disponible en: <http://www.greenwave.com.ar/ Greenwave_Biodiesel_ventajas.htm>.

Heath, M. (2014). Argentina demanda a UE en OMC por medidas antidumping sobre biodiesel. *Reuters* [en Línea]. Disponible en: <http://lta.reuters.com/article/topNews/idLTASIEA2Q02220140327>.

Johnson, S.; Vázquez Bonilla, S. y Yao, N. (2013). Valorización de la glicerina cruda obtenida como producto secundario en la producción de biodiesel. *Tecnociencia*

2013, vol. 15, N° 2[en línea]. Disponible en: <http://www.sibiup.up.ac.pa/otros-enlaces/tecnociencias/vol.15(2)/Tecnociencia%20Articulo%204%2015(2)%2013.pdf>.

La producción nacional de biodiesel bajó un 40% por la caída de la demanda internacional (30 de septiembre de 2013). *Diario La Nación*. Disponible en: <http://www.lanacion.com.ar/m1/1624650-la-produccion-nacional-de-biodiesel-bajo-un-40-por-la-caida-de-la-demanda-internacional>.

Larnourex, J. H. (2007). *Diseño conceptual de una planta de biodiesel. Memoria para optar al título de Ingeniero civil mecánico* (pp. 149). Chile. Departamento de Ingeniería Mecánica, Universidad de Chile.

Machado, M. (2009). *Estudio de factibilidad económico financiera para la instalación de una planta de producción de biodiesel* (pp. 94). Trabajo final de grado de Licenciatura en Economía. Universidad Nacional de Rio Cuarto. Argentina.

Maradona, G. y González, R. (2009). Análisis de Rentabilidad Económica de Proyectos de Producción de Biodiesel en Mendoza (pp. 47). Argentina. Universidad Nacional de Cuyo. Disponible en: < www.imd.uncu.edu.ar>.

Meyers, F. E. y Stephens, M. P. (2006). *Diseño de instalaciones de manufactura y manejo de materiales* (3ra Edición). México: Ed. Pearson – Prentice Hall.

Ministerio de Energía y Minería (2012). *Precios de Biodiesel*. Argentina. Secretaría de Energía de la Nación. Disponible en: <http://glp.se.gob.ar/biocombustible/reporte_precios.php>.

Ministerio de Transporte y Comunicaciones (2001) *Normas de diseño geométrico*; Capítulo 2: Criterios y controles básicos para el diseño. Sección 202: Vehículos de diseño. Disponible en: <http://www.mtc.gob.pe/portal/transportes/caminos_ferro/manual/DG-2001/volumen1/cap2/seccion202.htm>.

Ministerio de Planificación Federal, Inversión Pública y Servicios (2014). Argentina. Disponible en: <http://www.minplan.gob.ar>.

Muñoz Baena, P. (2013). *Estudio técnico económico de una planta de producción de biodiesel*. Proyecto de fin de carrera. España. Escuela técnica superior de ingenieros de minas. Disponible en: <http://oa.upm.es/15047/1/PFC_Paloma_Munoz_Baena.pdf>.

NextFuel (2007). *La Jatropha será una alternativa superadora en los biocombustibles*. Disponible en: <http://biodiesel.com.ar/405/la-jatropha-sera-una-

alternativa-superadora-en-los-biocombustibles>.

NextFuel (2012). *Biocombustibles, biodiesel a partir de colza*. Disponible en: http://biodiesel.com.ar/2310/biocombustibles-biodiesel-a-partir-de-colza.

NextFuel (2013). *Una potencial solución para el problema del biodiesel argentino*. Disponible en: <http://biodiesel.com.ar/7741/una-potencial-solucion-para-el-problema-del-biodiesel-argentino#more-7741>.

Oilfox (2015); http://www.oilfox.com.ar/

Organización Internacional del Trabajo - OIT (1998). *Introducción al estudio del trabajo* (4ta. Edición). Ginebra: Oficina Internacional del Trabajo.

Porter, M. E. (1979). Las cinco fuerzas competitivas que forman la estrategia. En *Harvard Bussiness Review*. Boston. Escuela de Negocios de Harvard.

Querini, C. A. (2006). *Biodiesel: producción y control de calidad*. Instituto de Investigaciones en Catálisis y Petroquímica (INCAPE). Facultad de Ing. Química UNL, CONICET [fecha de consulta: 22 Octubre 2014]. Disponible en: <http://www.acsoja.org.ar/images/cms/contenidos/439_b.pdf>.

Querini, C. A. (2012). *Biodiesel: situación en Argentina*. Seminario internacional sobre energías renovables [fecha de consulta: 22 Octubre 2014]. Disponible en: <http://grupomontevideo.org/ndca/caenergia/wp-content/uploads/2013/06/Biodiesel-Situaci%C3%B3n-en-Argentina.pdf>.

Quiminet (2014). *Proveedores de metanol*. Disponible en: <http://www.quiminet.com/productos/metanol-1102763/proveedores.htm>.

Riggs, J.; Bedworth, D. y Randhawa, S. (2002). *Ingeniería económica* (4ta edición). México: Ed. Alfaomega.

Rodier, J. (1981). *Análisis de Aguas: aguas naturales, aguas residuales, agua de mar*. Barcelona: Ed. Omega.

Rojas González, A.F.; Gallego, E. G. y Torres Castañeda, H. G. (2010) Variables de operación en el proceso de transesterificación de aceites vegetales: una revisión - catálisis enzimática. *Bdigital Portal de Revistas UN* [en línea]. Colombia. Universidad Nacional de Colombia. Disponible en: <http://www.revistas.unal.edu.co/index.php/ingeinv/article/view/15201/34091>.

Romano, S.D.; González Suarez, E.; Laborde, M.A. (2005). *Combustibles Alternativos*. Buenos Aires: Ediciones Cooperativas.

Salazar López, B. (2012). *Diseño y distribución en planta*. Ingeniería Industrial online [en línea]. Disponible en: <http://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/dise%C3%B1o-y-distribuci%C3%B3n-en-planta>.

Sampieri, R., Fernández, C. y Baptista Lucio, P. (2006). *Metodología de la Investigación*. Cuarta edición. México: Ed. Mc Graw-Hill.

Santandreu, Eliseu (1998). *Calculo de costes con el método ABC*. España: Ed. Gestión 2000.

Sapag Chain, Nassir y Reinaldo (2003). *Preparación y Evaluación de Proyectos*. Segunda Edición. México: Ed. Mc Graw-Hill.

Senado convirtió en ley la quita de impuestos al biodiesel (29 de abril de 2014). *Diario Clarín*. Disponible en: < http://www.clarin.com/politica/Senado-convirtio-quita-impuestos-biodiesel_0_1147085335.html>.

Sgb (2015). Disponible en: <http://www.sgbiofuels.com/pages/jatropha2/crop.php>.

Skarlis, S., Kondili, E. y Kaldellis, J. K. (2012) Small-scale biodiesel production economics: a case study focus on Crete Island. *Journal of Cleaner Production* vol. 20 (pp. 20-26).

Télam (1° de mayo de 2014). *El pedido argentino a la UE por el biodiesel abrió el camino a otros países que quieren estar en el panel*. Agencia de noticias [fecha de consulta: 1 mayo 2015]. Disponible en: <http://www.telam.com.ar/notas/201405/61549-biodiesel-union-europea-omc-reclamo-argentino.html>.

Topalian, G. y Lanardonne, T. (2010). El marco regulatorio de los biocombustibles en la república argentina. *Revista del Colegio de Abogados de la Ciudad de Buenos Aires, Tomo 70, N° 2*[en línea]. Disponible en: <http://www.colabogados.org.ar/larevista/pdfs/id12/marco-regulatorio-biocombustibles.pdf>.

Universidad Tecnológica Nacional (2010). Textos Varios [fecha de consulta: 29 de octubre de 2014]. Disponible en: <www.utn.edu.ar/download.aspx?idFile=3412>.

Van Wechel, T.; Gustafson, C. R. y Leistritz, F. L. (2003). Economic Feasibility of Biodiesel Production in North Dakota (pp. 27-30 y 44). Paper prepared for presentation at the American Agricultural Economics Association Annual Meeting Montreal. Canada.

Zugarramurdi, A. y Parín, M. A. (1998). *Ingeniería Económica aplicada a la Industria Pesquera*. Roma: FAO.

10 Anexos

10.1 Cursogramas

Cursograma analítico						
Objeto: Aceite crudo						
Descripción	○	⇨	□	D	▽	Observaciones
Almacenamiento en tanque					X	
Control de calidad			X			En el laboratorio
Transporte al calentador		X				Mediante el uso de cañerías y bombas.
Calentamiento	X					
Transporte al reactor		X				Mediante el uso de cañerías y bombas.
Purificación	X					Se agrega ácido fosfórico e hidróxido de sodio.
Transporte al centrifugador		X				Mediante el uso de cañerías y bombas.
Centrifugado	X					
Transporte al reactor de transesterificación		X				Mediante el uso de cañerías y bombas.
Total	**3**	**4**	**1**	**-**	**1**	

Tabla 40. Cursograma analítico para el aceite crudo.

Fuente: elaboración propia en base a OIT (1998).

Cursograma analítico						
Objeto: Metanol						
Descripción	○	⇨	□	D	▽	Observaciones
Almacenamiento en tanque					X	
Control de calidad			X			En el laboratorio
Transporte al reactor de metóxido		X				Mediante el uso de cañerías y bombas.
Total	**-**	**1**	**1**	**-**	**1**	

Tabla 41. Cursograma analítico para el metanol.

Fuente: elaboración propia en base a OIT (1998).

Cursograma analítico						
Objeto: Hidróxido de sodio (para transesterificacion)						
Descripción	○	⇨	□	D	▽	Observaciones
Almacenamiento en tanque					X	
Control de calidad			X			En el laboratorio
Transporte al reactor de metóxido		X				Mediante el uso de cañerías y bombas.
Total	**-**	**1**	**1**	**-**	**1**	

Tabla 42. Cursograma analítico para el hidróxido de sodio (para transesterificación).

Fuente: elaboración propia en base a OIT (1998).

Cursograma analítico						
Objeto: Hidróxido de sodio (para purificación del aceite)						
Descripción	○	⇨	□	D	▽	Observaciones
Almacenamiento en tanque					X	
Control de calidad			X			En el laboratorio
Transporte al reactor de purificación de aceite		X				Mediante el uso de cañerías y bombas.
Total	**-**	**1**	**1**	**-**	**1**	

Tabla 43. Cursograma analítico para el hidróxido de sodio (para purificación del aceite).

Fuente: elaboración propia en base a OIT (1998).

Cursograma analítico						
Objeto: Hidróxido de sodio (para neutralización de la glicerina)						
Descripción	○	⇨	□	D	▽	Observaciones
Almacenamiento en tanque					X	
Control de calidad			X			En el laboratorio
Transporte al reactor de glicerina		X				Mediante el uso de cañerías y bombas.
Total	**-**	**1**	**1**	**-**	**1**	

Tabla 44. Cursograma analítico para el hidróxido de sodio (para neutralización de la glicerina).

Fuente: elaboración propia en base a OIT (1998).

Cursograma analítico						
Objeto: metóxido						
Descripción	○	⇨	□	D	▽	Observaciones
Mezclado de metanol e hidróxido de sodio	X					
Transporte al reactor de transesterificación		X				Mediante el uso de cañerías y bombas.
Total	**1**	**1**	**-**	**-**	**-**	

Tabla 45. Cursograma analítico para el metóxido de sodio.

Fuente: elaboración propia en base a OIT (1998).

Cursograma analítico						
Objeto: ácido fosfórico (para purificación del aceite)						
Descripción	○	⇨	□	D	▽	Observaciones
Almacenamiento en tanque					X	
Control de calidad			X			En el laboratorio
Transporte al reactor de purificación de aceite		X				Mediante el uso de cañerías y bombas.
Total	**-**	**1**	**1**	**-**	**1**	

Tabla 46. Cursograma analítico para ácido fosfórico (para purificación del aceite).

Fuente: elaboración propia en base a OIT (1998).

Cursograma analítico						
Objeto: ácido fosfórico (para purificación de biodiesel)						
Descripción	○	⇨	□	D	▽	Observaciones
Almacenamiento en tanque					X	
Control de calidad			X			En el laboratorio
Transporte al reactor de purificación de biodiesel		X				Mediante el uso de cañerías y bombas.
Total	**-**	**1**	**1**	**-**	**1**	

Tabla 47. Cursograma analítico para ácido fosfórico (para purificación de biodiesel).

Fuente: elaboración propia en base a OIT (1998).

Cursograma analítico						
Objeto: solución de ácido clorhídrico						
Descripción	○	⇨	□	D	▽	Observaciones
Almacenamiento en tanque					X	
Control de calidad			X			En el laboratorio
Transporte al reactor de glicerina		X				
Total	**-**	**1**	**1**	**-**	**1**	

Tabla 48. Cursograma analítico para solución de ácido clorhídrico.

Fuente: elaboración propia en base a OIT (1998).

Cursograma analítico						
Objeto: Borra						
Descripción	○	⇨	□	D	▽	Observaciones
Centrifugado	X					
Transporte al tanque de almacenamiento		X				Mediante el uso de cañerías y bombas.
Almacenamiento en tanque					X	
Total	**1**	**1**	**-**	**-**	**1**	

Tabla 49. Cursograma analítico para la borra.

Fuente: elaboración propia en base a OIT (1998).

Cursograma analítico						
Objeto: Biodiesel						
Descripción	○	⇨	□	D	▽	Observaciones
Transesterificación	X					
Transporte al decantador		X				Mediante el uso de cañerías y bombas.
Decantación para separar la glicerina	X					
Transporte al reactor de purificación		X				Mediante el uso de cañerías y bombas.
Purificación	X					Se agrega ácido fosfórico
Transporte a la columna de lavado		X				Mediante el uso de cañerías y bombas.
Lavado	X					
Transporte al secador		X				Mediante el uso de cañerías y bombas.
Secado	X					
Transporte al filtro		X				
Filtrado	X					
Control de calidad			X			En el laboratorio
Transporte al tanque de almacenamiento		X				Mediante el uso de cañerías y bombas.
Almacenamiento en tanque					X	
Total	**6**	**6**	**1**	**-**	**1**	

Tabla 50. Cursograma analítico para el biodiesel.

Fuente: elaboración propia en base a OIT (1998).

Cursograma analítico						
Objeto: Glicerina						
Descripción	○	⇨	□	D	▽	Observaciones
Transesterificación	X					
Transporte al decantador		X				Mediante el uso de cañerías y bombas.
Decantación para separar del biodiesel	X					
Transporte al reactor		X				Mediante el uso de cañerías y bombas.
Neutralización	X					Se agrega una solución de ácido clorhídrico
Purificación	X					Se agrega soda hidróxido de sodio
Transporte al tanque de almacenamiento		X				Mediante el uso de cañerías y bombas.
Almacenamiento en tanque					X	
Total	**4**	**3**	**-**	**-**	**1**	

Tabla 51. Cursograma analítico para la glicerina.

Fuente: elaboración propia en base a OIT (1998).

Cursograma analítico						
Objeto: ácidos grasos						
Descripción	○	⇨	□	D	▽	Observaciones
Neutralización dela glicerina	X					
Transporte al tanque de almacenamiento		X				Mediante el uso de cañerías y bombas.
Almacenamiento en tanque					X	
Total	**1**	**1**	**-**	**-**	**1**	

Tabla 52. Cursograma analítico para los ácidos grasos.

Fuente: elaboración propia en base a OIT (1998).