

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA



**OBTENCIÓN DE BIODIESEL A PARTIR DE ACEITES USADOS
VEGETALES**

Por:

ADRIANA VELASQUEZ ALBORNOZ

Proyecto de grado “Estudio de prefactibilidad” presentado a consideración de la
“UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO”, como requisito para
optar el grado académico de Licenciatura en Ingeniería Química.

Marzo del 2025

TARIJA-BOLIVIA

VºBº

M. Sc. Ing. Marcelo Segovia Cortez

DECANO

Ing. Fernando E. Cortez Michel

VICEDECANO

APROBADA POR:

TRIBUNAL:

Ing. Rene Michel Cortes

Ing. Ernesto Evaristo Caihuara Alejandro

Ing. Hector Quiroga Torrez

El tribunal calificador del presente trabajo, no se solidariza con la forma, términos, modos y expresiones vertidas en el mismo, siendo éstas responsabilidad del autor.

Dedicatoria:

Primero que todo este proyecto es dedicado a Dios porque fue quien me doto de sabiduría y entusiasmo para poder llevarlo a cabo.

A mi familia, mis padres que, con su apoyo, acompañamiento y ayuda me permitieron culminar este paso que hoy pude dar.

A mi hijo Lucas el cual es el motor que permite esforzarme para salir adelante cumpliendo mis metas.

Agradecimientos:

A Dios por darme la oportunidad de alcanzar mis metas como persona.

A mis padres y familia que me dieron el impulso y el apoyo para poder terminar mi proyecto de grado.

A mis docentes de la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho, de la carrera de Ingeniera Química por la guía de formación que recibí y me permitió escalar un peldaño más de mi meta lograda.

INDICE

GLOSARIO	16
RESUMEN.....	19
INTRODUCCIÓN	21
ANTECEDENTES	22
1.1 TRANSESTERIFICACIÓN	22
1.2 HISTORIA	24
1.3 BIOCOMBUSTIBLES OBTENIDOS A PARTIR DEL BIODIÉSEL.....	25
a) Usos específicos.....	26
b) Impacto ambiental	26
c) Ventajas de la utilización del Biodiesel	27
1.4 OBJETIVOS	28
1.4.1 OBJETIVO GENERAL	28
1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	28
1.5 JUSTIFICACIÓN	28
1.5.1 JUSTIFICACIÓN TÉCNICA.....	28
1.5.2 JUSTIFICACIÓN SOCIAL	29
1.5.3 JUSTIFICACIÓN AMBIENTAL.....	30
1.6 MARCO TEÓRICO.....	31
1.6.1 Mezclas con gasolina	31
1.6.2 Propiedades.....	33
1.6.3 Gelificación	33
1.6.4 Aceites y grasas	34
A. Hidrólisis.....	35
B. Aceites vegetales de fritura.....	35
C. Aceites de fritura usados.....	36
D. Propiedades y composición del aceite antes de utilizar el proceso de fritura	37
E. Alteraciones en la composición del aceite de fritura	39
F. Reacciones hidrolíticas.....	40
G. Alteraciones oxidativas.....	42
1.6.5. Consumo de aceites y grasas comestibles en Bolivia	43
1.6.6. Normas para la Obtención del Biodiesel	44
CAPÍTULO I	46
ESTUDIO DE MERCADO	47
1.1. GENERALIDADES	47
1.1.1. Propiedades	47
1.1.2. Características del Biodiesel	48
1.1.3. Compatibilidad y seguridad	48
1.1.4. Limpio y ecológico.....	48
1.1.5. Lubricidad	49
1.2. ESTRUCTURA DEL MERCADO REGIONAL, NACIONAL O INTERNACIONAL	49
1.3. DESCRIPCIÓN Y ESPECIFICACIONES DE MATERIAS PRIMAS Y PRODUCTOS	51
1.3.1. Materia Prima.....	51
1.3.2. Aceites usados	51
1.3.3. Productos.....	52
1.3.3.1. Proceso productivo.....	52
1.3.3.2. Transesterificación.....	52

1.3.3.3.	Biodiesel.....	54
1.3.3.4.	Glicerina subproducto del Biodiesel.....	54
1.4.	ANÁLISIS DE LA OFERTA Y LA DEMANDA DE MATERIAS PRIMAS Y PRODUCTOS.....	55
1.4.1.	Estudio de la oferta.....	55
1.4.1.1.	Oferta de biodiesel en el mundo.....	55
1.4.1.2.	Oferta de materia prima: aceites vegetales usados en Tarija.....	60
1.4.1.3.	Oferta nacional de diésel oil.....	62
1.4.1.4.	Oferta de diésel oil por departamentos.....	65
1.4.2	Estudio de la Demanda.....	67
1.4.2.1	Consumo de Biodiesel en la Unión Europea.....	67
1.4.2.2	Demanda Nacional de diésel oil.....	70
1.5.	DESCRIPCIÓN GEOGRÁFICA DEL MERCADO Y POLÍTICAS DE COMERCIALIZACIÓN.....	74
1.7.5	Mercado consumidor.....	75
1.7.6	Mercado competidor.....	79
1.6.	ANÁLISIS DE PRECIOS: MATERIAS PRIMAS Y PRODUCTOS.....	80
1.7.	PROYECCIONES.....	84
1.7.1	Proyección de la oferta nacional.....	84
1.7.2	Proyección de la oferta total en Tarija.....	92
1.7.2.1	Proyección de Oferta de aceites usados vegetales.....	92
1.7.2.2	Proyección de Oferta total de diésel oil de Tarija.....	95
1.7.3	Proyección de la demanda nacional.....	99
1.7.4	Proyección de la demanda insatisfecha.....	101
1.7.5	CONCLUSION DE ESTUDIO DE MERCADO.....	103
CAPÍTULO II		105
TAMAÑO Y LOCALIZACIÓN.....		105
2.1 JUSTIFICACIÓN DEL TAMAÑO.....		106
2.1.1 Factores determinantes del tamaño.....		106
2.1.2 El Mercado.....		106
2.2 JUSTIFICACIÓN DE LA LOCALIZACIÓN.....		110
2.2.1 Macro localización.....		110
2.2.2 Micro localización.....		114
2.3 FACTORES DETERMINANTES.....		117
2.3.1 Disponibilidad de materia prima.....		117
2.3.2 Insumos.....		117
2.3.3 Accesibilidad.....		118
CAPÍTULO III		120
INGENIERÍA DEL PROYECTO.....		121
3.1. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LAS MATERIAS PRIMAS Y PRODUCTOS.....		121
3.1.1. Materia prima: Aceites de fritura usados.....		121
3.1.2. Características de los reactivos utilizados en la producción de biodiesel.....		123
3.1.2.1. Metanol anhidrido.....		123
3.1.2.2. Hidróxido de Sodio – Soda Cáustica.....		125
3.1.3. Productos.....		127
3.1.3.1. Biodiesel.....		127
3.1.3.2. Normas para la Obtención del Biodiesel.....		127
3.1.3.3. Glicerina subproducto del Biodiesel.....		128
3.2. PROCESOS PARA LA OBTENCIÓN DE BIODIÉSEL.....		129

3.2.1.	Método Acido-Base.....	130
a.	Primera Etapa: Esterificación	130
b.	Segunda Etapa: Transesterificación.....	131
3.2.2.	Catalizadores de la transesterificación.....	132
3.2.2.1.	Catálisis homogénea.....	133
A.	Catálisis básica	133
B.	Catálisis ácida.....	135
3.2.2.2.	Catalizadores heterogéneos.....	135
3.2.2.3.	Catalizadores enzimáticos	136
3.2.3.	Parámetros que afectan la reacción de transesterificación.....	137
3.2.3.1.	Relación molar alcohol: aceite vegetal.....	137
3.2.3.2.	Temperatura de reacción y presión	137
3.2.3.3.	Tiempo de reacción	138
3.2.3.4.	Tipo de alcohol	138
3.2.3.5.	Tipo de catalizador.....	139
3.2.3.6.	Concentración de catalizador.....	139
3.2.4.	Transesterificación alcalina	139
3.2.4.1.	Pretratamiento del aceite.....	140
A.	Desgomado	141
B.	Neutralización, lavado y secado.....	142
C.	Esterificación ácida de los ácidos grasos libres (AGL) y transesterificación alcalina	142
D.	Filtrado y secado	144
E.	Winterización	144
3.2.4.2.	Postratamiento del biodiesel	144
3.2.4.3.	Postratamiento de la glicerina	145
3.2.5.	Procesos de Transesterificación	146
3.2.5.1.	Proceso de Transesterificación en discontinuo.....	146
3.2.5.2.	Proceso de Transesterificación en continuo.....	147
3.3.	REACTORES Y FUNDAMENTOS DE TEORÍA DE LA CINÉTICA QUÍMICA	149
3.3.1.	Cinética Química.- Cinética de Transesterificación	149
3.4.	GENERALIDADES EN EL DISEÑO DE REACTORES	152
3.4.1.	Tipos de Reactores	153
3.5.	SELECCIÓN DEL PROCESO A EMPLEAR	153
(a)	Método para pretratamiento.....	156
(b)	Método de reacción.....	157
(c)	Rendimiento del proceso.....	157
3.6.	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DEL BIODIESEL.....	158
3.6.1.	Recepción del Aceite vegetal usado	164
3.6.2.	Pre tratamiento del aceite usado.....	166
3.6.2.1.	Filtración	166
3.6.2.2.	Desgomado	166
3.6.2.3.	Evaporación	166
3.6.3.	Reacción de transesterificación y separación de fases.....	167
(a)	Transesterificación	167
(b)	Recuperación de metanol	167
(c)	Lavado en 3 etapas.....	168
(d)	Evaporación.....	168
3.7.	BALANCE DE MATERIA Y ENERGÍA.....	169
3.7.1	Balance de materia	169

3.7.2	Balance de Energía.....	180
3.8.	DIMENSIONAMIENTO Y SELECCIÓN DE EQUIPOS DE PROCESO.....	193
3.8.1.	DISEÑO DEL REACTOR DE TRANSESTERIFICACIÓN	193
a)	Espesor de pared del reactor.....	197
b)	Espesor de cabezales	198
3.8.2.	DISEÑO DE TANQUES DE ALMACENAMIENTO.....	199
1.	Tanque de almacenamiento de materia prima y de producto terminados. También para proceso de desgomado	200
2.	Tanques para separación de fases.....	201
3.9.	DISTRIBUCIÓN GENERAL DE LA PLANTA.....	205
3.9.1.	Área de almacenamiento de materia prima.....	206
3.9.2.	Área de Pre tratamiento de materia prima	206
3.9.3.	Área de producción de biodiesel	206
3.9.4.	Almacenamiento de insumos.....	207
3.9.5.	Área de laboratorio	207
3.9.6.	Área de almacenamiento de producto.....	207
3.9.7.	Área de oficinas de compra y venta	207
3.10.	SERVICIOS AUXILIARES	207
3.10.1.	Medidas de seguridad planta de producción de biodiesel.....	208
3.10.2.	Servicios relativos al Manejo de materiales	209
3.10.3.	Sistema de control.....	209
3.10.4.	Programa de capacitación para el personal	210
3.10.5.	Servicios relativos a la maquinaria	211
3.11.	CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN, CPM Y GANTT.....	212
3.12.	ORGANIZACIÓN DE LA EMPRESA	213
3.12.1.	Objetivos.....	213
3.12.2.	Estructura organizacional	213
A.	Gerente	214
B.	Secretaria:	214
C.	Contador	215
D.	Producción.....	215
E.	Obreros	216
F.	Mercadeo.....	216
G.	Vendedores	217
3.12.3.	Impacto Ambiental.....	217
3.12.3.1.	Análisis del impacto ambiental de la empresa.....	217
3.12.3.2.	Medidas de prevención.....	218
3.13.	Requerimientos	220
CAPITULO IV		227
4.1.	INVERSIÓN DEL PROYECTO.....	227
4.1.1.	Estructura de la inversión	227
4.1.2.	Estimación de costos	228
4.1.3.	Costos directos e indirectos	229
4.1.4.	Capital de trabajo	231
4.1.5.	Costos de producción	232
4.1.6.	Costos fijos y variables.	234
4.1.7.	Costo unitario del producto	236
4.1.8.	Estimación de ingresos.....	238

4.1.1.	<i>Determinación de utilidades</i>	239
4.2.	<i>FINANCIAMIENTO</i>	241
4.2.1.	<i>Necesidad de capital.</i>	241
4.2.2.	<i>Fuentes de financiamiento</i>	242
4.2.3.	<i>Amortizaciones</i>	243
CAPITULO V		246
EVALUACIÓN ECONÓMICA DEL PROYECTO		246
5.1.	<i>DETERMINACIÓN DEL PUNTO DE EQUILIBRIO</i>	247
5.2.	<i>DETERMINACIÓN DE INDICADORES ECONÓMICOS</i>	248
5.3.	<i>TASA INTERNA DE RETORNO. VALOR ACTUAL NETO. TIEMPO DE RETORNO DE LA INVERSIÓN</i>	248
CAPITULO VI		252
	<i>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES'</i>	253
6.1.	<i>Conclusiones</i>	253
6.2.	<i>Recomendaciones</i>	254
6.3.	<i>Bibliografía:</i>	255
ANEXOS		257
ANEXO A		258
	<i>Bolivia: Ley Nº 1098</i>	258
ANEXO B		265
	<i>ENTREVISTA DE RECOGIDA DE DATOS</i>	265
ANEXO C		282
	<i>PROPIEDADES DEL AGUA SATURADA</i>	282
ANEXO E		285
	<i>Norma de calidad boliviana para determinación de acidez del aceite</i>	285
ANEXO F		291
	<i>Manejo de sustancias químicas: Fichas de seguridad</i>	291
ANEXO G		295
	<i>SEGURIDAD E HIGIENE</i>	295

ÍNDICE DE FIGURAS

INTRODUCCION

Figura i. 1: Reacción de transesterificación.....	23
Figura i. 2 Hidrólisis de grasas y aceites	35
Figura i. 3: Alteración hidrolítica	41
Figura i. 4: Semilla de Soja	44

CAPITULO I: ESTUDIO DE MERCADO

Figura 1- 1: Reacción de transesterificación del triglicérido.....	53
Figura 1- 2: Producción de biodiesel por continentes (%)	56
Figura 1- 3: Fotos de la intendencia municipal de comida rápida.....	61
Figura 1- 4: CAUSAS QUE AFECTAN LA SALUD EN LOS ALIMENTOS	62
Figura 1- 5: Oferta nacional total de diésel oíl (KBBL).....	64
Figura 1- 6: Consumo de Biodiesel utilizado en transporte en la Unión europea (En miles de m ³).....	68
Figura 1- 7: Consumo de Biocombustibles de la UE. (En miles de m ³)	69
Figura 1- 8: Comparativa consumo de Biodiésel y Biocombustibles en Europa (En miles de m ³).....	70
Figura 1- 9: Sectores de consumo del energético diésel en BOLIVIA	72
Figura 1- 10: Demanda total nacional de diésel oíl (en millones de barriles)	73
Figura 1- 11: Mapa político de Tarija.....	75
Figura 1- 12: Precios promedio de importación de diésel oíl por país.....	83
Figura 1- 13: Proyección de producción de diésel nacional (en kbbl)	86
Figura 1- 14: Proyección de importación nacional de diésel.....	89
Figura 1- 15: Proyección de oferta total de diésel (en miles de barriles)	91
Figura 1- 16: Proyección de la oferta total de aceite usado en Tarija (lt/día).....	95
Figura 1- 17: Proyección de la oferta global, importación y producción de diésel en Tarija (En miles de barriles)	99
Figura 1- 18: Proyección de la demanda nacional de diésel	101

CAPITULO II: TAMAÑO Y LOCALIZACIÓN

Figura 2- 1: Macro localización de la empresa	111
Figura 2- 2: Ubicación de la macro localización de la planta de biodiesel	113
Figura 2- 3: Ubicación de la planta de biodiesel en la zona El Portillo	116

CAPITULO III: INGENIERÍA DEL PROYECTO

Figura 3- 1: Aceite de cocina usado	122
Figura 3- 2: Hidróxido de sodio	125
Figura 3- 3: Ecuación de reacción de Esterificación	130
Figura 3- 4: Ecuación de reacción de Transesterificación	131
Figura 3- 5: Etapas en la reacción de transesterificación.....	132
Figura 3- 6: Mecanismo de la transesterificación con catálisis básica.....	133
Figura 3- 7: Reacción de Saponificación.....	134
Figura 3- 8: Proceso de transesterificación en proceso discontinuo.....	147
Figura 3- 9: Proceso de obtención de biodiésel mediante reactores de flujo pistón .	149
Figura 3- 10: Mecanismo de reacción de transesterificación.....	150
Figura 3- 11 Diagrama de flujo del proceso de obtención de Biodiesel.....	160
Figura 3- 12: Diagrama de bloques Obtención de Biodiésel.....	165
Figura 3- 13: Reactor de proceso discontinuo	194
Figura 3- 14: Impulsor de hélice	202
Figura 3- 15: semejanza geométrica de Impulsor tipo hélice.....	204
Figura 3- 21 Diseño de la distribución de la planta.....	205
Figura 3- 22: Estructura propuesta	214

ÍNDICE DE TABLAS

INTRODUCCION

TABLA i. 1.- Características Típicas de los Combustibles Diésel y Biodiesel	29
Tabla i. 2: Países con mezclas obligatorias	32
Tabla i. 3: Composición (%) de los ácidos grasos mayoritarios de los aceites más utilizados en las frituras.....	38
Tabla i. 4: Principales grupos de compuestos formados en los aceites y grasas durante el proceso de fritura	39
Tabla i. 5: Componentes volátiles (µg/kg) más abundantes originados en la oxidación de aceites vegetales.....	43
Tabla i. 6: Normas para el biodiesel como combustible.....	45

CAPITULO I: ESTUDIO DE MERCADO

Tabla I- 1: Productos Regulados y No Regulados.....	50
Tabla I- 2: Capacidad de producción de las principales empresas productoras de Biodiesel en Europa.....	57
Tabla I- 3: Capacidad de producción de las principales empresas productoras de Bioetanol en Europa	58
Tabla I- 4: Porcentaje de mezcla de biocombustibles en América Latina	59
Tabla I- 5: Datos recolectados de la encuesta Restaurantes, snack y casas de la ciudad de Tarija.....	62
Tabla I- 6: Volumen total de refinación Diésel oíl; por refinerías (En kbbl)	62
Tabla I- 7: Empresas proveedores de importación de diésel	63
Tabla I- 8: Oferta nacional total de diésel oíl (Kbbl)	63
Tabla I- 9: Volumen (en miles de barriles/año) y porcentaje de oferta global (Producción + importación) de diésel oíl por departamentos.....	66
Tabla I- 10: Volumen de importación (en miles de barriles) y porcentaje de importación de diésel oíl por departamentos	66
Tabla I- 11: Producción de diésel oíl en Tarija (kbbl).....	67
Tabla I- 12: Parque automotor por departamentos	71
Tabla I- 13: Sectores de consumo de diésel oíl Por Departamento 2022 (Kbbl)	72
Tabla I- 14: Demanda total nacional de diésel oíl.....	73
Tabla I- 15: Provincias y capitales de provincia de Tarija	74
Tabla I- 16: Parque automotor por clase de vehículo y tipo de servicio (2019-2020)	76
Tabla I- 17: Parque automotor total nacional.....	77
Tabla I- 18: Parque automotor por departamentos	77
Tabla I- 19: Estaciones de servicio de combustibles líquidos por provincia de la ciudad	

de Tarija.....	78
Tabla I- 20: Bolivia, participación de combustible 2019 – 2020	79
Tabla I- 21: Empresas importadoras y distribuidoras de productos químicos.....	81
Tabla I- 22: Precio de materias primas e insumos.....	82
Tabla I- 23: Precio de productos y subproductos	82
Tabla I- 24: Precios promedio de importación de diésel oíl.....	83
Tabla I- 25: Datos para proyección de la producción nacional de diésel (kbbl)	85
Tabla I- 26: Proyección: producción de diésel nacional (en kbbl).....	86
Tabla I- 27: Datos para proyección de importación nacional de diésel (miles de barriles)	87
Tabla I- 28: Proyección: importación de diésel nacional (en miles de barriles)	88
Tabla I- 29: Datos de proyección de oferta total de diesel (en kbbl)	90
Tabla I- 30: Proyección de la oferta nacional total de diésel (en miles de barriles)....	91
Tabla I- 31: Datos recolectados de la encuesta Restaurantes, snack y casas de la ciudad de Tarija.....	93
Tabla I- 32: Datos de proyección de oferta total de aceites usados de Tarija	94
Tabla I- 33: Proyección de la oferta total de aceite usado en Tarija (lt/día).....	94
Tabla I- 34: Datos de proyección de producción de diesel en Tarija (en miles de barriles).....	96
Tabla I- 35: Datos de proyección de importación de diesel en Tarija (en miles de barriles).....	97
Tabla I- 36: Proyección de la oferta global de diésel oíl en Tarija (En miles de barriles)	98
Tabla I- 37: Datos para la proyección de la demanda nacional de diésel (En Mbbl)	100
Tabla I- 38: Proyección de la demanda nacional de diésel (en miles de barriles).....	100
Tabla I- 39: Proyección de la demanda insatisfecha Nacional (Kbbl/año)	102
Tabla I- 40: Proyección de demanda insatisfecha en el departamento de Tarija (en kbbl)	102
Tabla I- 41: DISPONIBILIDAD DE ACEITE RESIDUAL EN TARIJA.....	103
Tabla I- 42: OFERTA GLOBAL DE DIESEL OÍL EN TARIJA (EN BBL/AÑO).	104

CAPITULO II: TAMAÑO Y LOCALIZACIÓN

Tabla II- 1: Incorporación porcentual de biodiesel.....	107
Tabla II- 2: Estimación de volumen de biodiesel para Tarija (en miles de barriles/año)	108
Tabla II- 3: Factores determinantes para la localización	119

CAPITULO III: INGENIERÍA DEL PROYECTO

Tabla III- 1: Datos físicos del Aceite usado	123
Tabla III- 2: Datos físicos del Metanol.....	124
Tabla III- 3: Propiedades físicas del hidróxido de sodio.....	126
Tabla III- 4: Normas para el biodiesel como combustible	127
Tabla III- 5: Propiedades fisicoquímicas del biodiesel	128
Tabla III- 6: Propiedades físicas de la glicerina	129
Tabla III- 7: Comparación entre un catalizador alcalino y enzimático para la producción de biodiesel.....	136
Tabla III- 8: Acidez aproximada de algunas materias primas baratas.....	140
TABLA III- 9: Cuadro comparativo entre las distintas maneras de obtener aceite para la elaboración de Biodiesel.....	154
TABLA III- 10: Resultados de Características Fisicoquímicas del Biodiesel Obtenido	158
Tabla III- 11: Descripción Del Proceso Por Etapas.....	161
Tabla III- 11: Balance de materia.....	188
Tabla III- 12: Balance de Energía	191
Tabla III- 13: Tiempo de los procesos para la obtención de biodiesel	193
Tabla III- 14: Características impulsor tipo hélice	203
Tabla III- 15: Propiedades fisicoquímicas del aceite de partida y biodiesel	203
Tabla III- 20: DETALLE DE MAQUINARIA Y EQUIPOS	220
Tabla III- 21: DETALLE DE MUEBLES Y ENSERES	225
Tabla III- 22: DETALLE OBRAS CIVILES E INSTALACIONES	226
Tabla III- 23: DETALLE DE VEHICULOS.....	226

CAPITULO IV: ASPECTOS ECONOMICOS DEL PROYECTO

Tabla IV- 1: INVERSION TOTAL REQUERIDA.....	228
Tabla IV- 2: COSTOS ANUALES DE PRODUCCIÓN	230
Tabla IV- 3: CAPITAL DE TRABAJO NECESARIO (BS).....	231
Tabla IV- 4: DETALLE DE INSUMOS GENERALES Y MATERIAS PRIMAS	233
Tabla IV- 5: COSTOS DE MANO DE OBRA.....	233
Tabla IV- 6: COSTOS VARIABLES Y COSTOS FIJOS	235
Tabla IV- 7: COSTO UNITARIO DEL PRODUCTO.....	237
Tabla IV- 8: INGRESOS ANUALES PROYECTADOS	238
Tabla IV- 9: UTILIDADES NETAS.....	240
Tabla IV- 10: INVERSIÓN TOTAL Y FINANCIAMIENTO	241

Tabla IV- 11: PLAN DE PAGOS (En Bs.).....	242
Tabla IV- 12: CÁLCULO DE LA DEPRECIACIÓN.....	243
Tabla IV- 13: FLUJO DE FONDOS.....	244
Tabla IV- 14: COSTOS DE PRODUCCIÓN TOTAL.....	245

CAPITULO V: EVALUACION ECONOMICA DEL PROYECTO

Tabla V- 1.- Cálculo del punto de equilibrio contable (en Bs)	247
Tabla V- 2 :Flujo Económico Actual	249
Tabla V- 3 :FLUJO ECONOMICO PARA CALCULO DE TIR	251

GLOSARIO

1. **BX.** - Biodiesel X% Porcentaje de mezcla de biodiesel con el diésel oíl, (B20 =20 % biodiesel 80% diésel oíl.).
2. **CH₃OH.** - El metanol, también llamado alcohol metílico, alcohol de madera, carbinol y alcohol de quemar, es el primero de los alcoholes. Su fórmula química es CH₃OH.
3. **TG,** triacilglicerol, TAG o triacilglicérido.- Un triglicérido es un éster derivado de glicerol y tres ácidos grasos (de *tri-* y *glicérido*). Los triglicéridos son los principales constituyentes de la grasa corporal en los seres humanos y otros animales, así como la grasa vegetal.
4. **3RCOOR'** .- Ester Los ésteres son compuestos orgánicos derivados de petróleo o inorgánicos oxigenados en los cuales uno o más protones son sustituidos por grupos orgánicos alquilo (simbolizados por R').
5. **AGL .-** Ácidos grasos libres. (en %). La medida de acidez es una variable que está íntimamente relacionada con la calidad de los aceites, ya que se encuentran en forma de mono, di y triglicéridos, es decir, de modo que una gran cantidad de ácidos grasos libres (AGL) indica que el producto está en un acelerado grado de deterioro, por eso la valoración del nivel de ácidos grasos libres es muy importante para la industria de alimentos.
6. **C₃H₈O₃.** **Glicerina.** Es un alcohol con tres grupos hidroxilos (–OH). Se trata de uno de los principales productos de la degradación digestiva de los lípidos.
7. **CO₂.** - Dióxido de carbono. El dióxido de carbono es un gas incoloro. Está presente en yacimientos de petróleo y gas natural. Se produce CO₂ durante los procesos de descomposición de materiales orgánicos. También se produce por la combustión del petróleo y el gas natural.
8. **CO.-** Monóxido de carbono. es un gas incoloro y altamente tóxico. Puede causar la muerte cuando se respira en niveles elevados. Se produce por la combustión deficiente de sustancias como gas, gasolina, querosene, carbón, petróleo, tabaco o madera.

9. **ASTM.-** Normas americanas. Sociedad Americana para Pruebas y Materiales, por sus siglas en inglés, es una organización de normas internacionales que desarrolla y publica acuerdos voluntarios de normas técnicas para una amplia gama de materiales, productos, sistemas y servicios.
10. **EN.-** Normas Europeas. Una «norma armonizada» es una norma adoptada por una de las organizaciones europeas de normalización —el Comité Europeo de Normalización (CEN), el Comité Europeo de Normalización Electrotécnica (CENELEC) y el Instituto Europeo de Normas de Telecomunicación (ETSI)— a petición de la Comisión Europea.
11. **ISO.-** Normas internacionales. Descripción ISO 9000 es un conjunto de normas sobre calidad y gestión de calidad, establecidas por la Organización Internacional de Normalización. Se pueden aplicar en cualquier tipo de organización o actividad orientada a la producción de bienes o servicios.
12. **UE.-** Unión europea. La Unión Europea es una comunidad política de derecho constituida en régimen sui generis de organización internacional nacida para propiciar y acoger la integración y gobernanza en común de los Estados y los pueblos de Europa.
13. **INE.-** Instituto Nacional de Estadística. El Instituto Nacional de Estadística es un órgano ejecutivo del Sistema Nacional de Información Estadística de Bolivia, tiene las funciones de: relevar, clasificar, codificar, compilar y difundir, con carácter oficial, la información estadística del país.
14. **BBL.-** Unidad de medida en barriles de petróleo. Se toma generalmente como referencia al hablar de barril de crudo o petróleo a la unidad de 42 galones (aproximadamente 159 l). Esta curiosa medida considerada como estándar, perdura en el tiempo como recuerdo de la época colonial inglesa.
15. **KBBL.-** Unidad de medida en miles de barriles de petróleo.
16. **Cp.-** Poder calorífico. (en kcal/kg.°C) El poder calorífico es la cantidad de energía por unidad de masa o unidad de volumen de materia que se puede desprender al producirse una reacción química.

17. **Fx.-** Flujo másico, El flujo másico o caudal másico es la magnitud física que expresa la variación de la masa con respecto al tiempo en un área específica. En kg/día.
18. **tx.-** Temperatura en °C. La Temperatura es una propiedad de la materia que está relacionada con la sensación de calor o frío que se siente en contacto con ella. Cuando tocamos un cuerpo que está a menos temperatura que el nuestro sentimos una sensación de frío, y al revés de calor.
19. **Qx.-** Capacidad térmica. (en kcal.) la ecuación para determinar es $Q = mC_p\Delta t$. La capacidad calorífica o capacidad térmica de un cuerpo es el cociente entre la cantidad de energía calorífica transferida a un cuerpo o sistema en un proceso cualquiera y el cambio de temperatura que experimenta.
20. **Hx.-** Entalpía (kcal) Entalpía es una magnitud termodinámica, simbolizada con la letra H mayúscula, definida como «el flujo de energía térmica en los procesos químicos efectuados a presión constante cuando el único trabajo es de presión-volumen», es decir, la cantidad de energía que un sistema intercambia con su entorno.
21. **ΔH_c .-** Calor estándar de combustión (kcal/mol). La variación de la entalpía estándar de combustión es la variación de la entalpía cuando un mol de una sustancia reacciona completamente con oxígeno bajo condiciones normales de presión y temperatura.
22. **ΔH_f .-** Calor estándar de formación (kcal/mol). Se llama entalpía estándar de formación o "calor estándar de formación" de un compuesto a la variación de entalpía que acompaña la formación de 1 mol de una sustancia en su estado estándar a partir de sus elementos constituyentes en su estado estándar.