

**ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD TÉCNICO ECONÓMICA PARA LA
INSTALACIÓN DE UNA PLANTA PROCESADORA DE ACEITE USADO DE
COCINA OBTENIDO EN LA CIUDAD DE BOGOTÁ COLOMBIA**

IVÁN DARÍO CASALLAS OLAYA

**UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS DE AQUINO
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA
DIVISIÓN DE INGENIERÍAS
BOGOTÁ D.C.
2017**

**ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD TÉCNICO ECONÓMICA PARA LA
INSTALACIÓN DE UNA PLANTA PROCESADORA DE ACEITE USADO DE
COCINA OBTENIDO EN LA CIUDAD DE BOGOTÁ COLOMBIA**

IVÁN DARÍO CASALLAS OLAYA

**Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de:
Ingeniero mecánico**

**Director (a):
Dionisio Humberto Malagón R, Ing. Qco, Ph.D.**

**Codirector (a):
Jairo Darío Murcia Murcia, Ing.Ind., M.Sc.**

**Línea de Investigación:
Área de Termo fluidos y Energía**

**UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA
DIVISIÓN DE INGENIERÍAS
BOGOTÁ D.C.
2017**

Nota de aceptación

Firma De Director

Firma De Codirector

Firma Jurado

Bogotá D.C. 8 de agosto de 2017

A mis padres por el apoyo incondicional en la culminación de esta investigación.

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Zuzi Zuzi Zuzi' or similar, written in a cursive style.

AGRADECIMIENTOS

Es imposible decir que la culminación de este proyecto de grado ha sido únicamente por mérito propio, el aporte y la participación de muchas personas y diferentes instituciones es el producto que permitió que esta investigación termine de forma satisfactoria, por tal motivo es relevante darle un reconocimiento a todos los involucrados en todas y cada una de las etapas de este trabajo.

Le agradezco de forma especial al Doctor Dionisio Humberto Malagón y al Ingeniero Jairo Darío Murcia Murcia quienes aceptaron dirigir y enfocar el desarrollo de este proyecto brindando todos sus conocimientos, su apoyo, confianza y asesoría en cada una de las etapas, sus ideas y aportes resultaron fundamentales para realizar este proyecto.

A mis padres un agradecimiento muy especial por ser incondicionales y apoyarme en todo momento, por todos y cada uno de los valores inculcados, por darme la oportunidad de tener la mejor educación en esta fase de mi vida.

A la Universidad Santo Tomás le agradezco el permitirme formarme en sus aulas, brindarme el conocimiento, los espacios necesarios de estudio e investigación para llegar a convertirme en profesional.

CONTENIDO

	Pág.
RESUMEN	12
INTRODUCCIÓN.....	13
OBJETIVOS.....	15
Objetivo general	15
Objetivos específicos.....	15
1. MARCO TEÓRICO	16
1.1. ACEITE USADO DE COCINA	16
1.1.1. HIDRÓLISIS.....	16
1.1.2. OXIDACIÓN Y AUTOOXIDACIÓN	16
1.1.3. POLIMERIZACIÓN.....	16
1.2. APLICACIONES DEL ACEITE DE COCINA USADO.....	16
1.3. PRODUCCIÓN DE ACEITE VEGETAL.....	17
1.4. BIODIÉSEL	17
1.4.1. Definición.....	17
1.4.2. Producción de biodiésel	18
1.4.3. Proceso de transesterificación	18
1.5. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL ACEITE PROCESADO	19
1.5.1. Esterificación	19
2. ESTUDIO DE MERCADOS.....	20
2.1. DEFINICIÓN DEL PRODUCTO	20
2.2. ZONA DE INFLUENCIA DEL PROVEEDOR.....	20
2.3. ZONA DE INFLUENCIA DEL CONSUMIDOR.....	20
2.4. PERFIL DEL CONSUMIDOR	22
2.5. ANÁLISIS DEL SECTOR ECONÓMICO	23
2.6. CONFORMACIÓN DE LA COMPETENCIA.....	23
2.6.1. Matriz DOFA (debilidades, oportunidades, fortalezas, amenazas)	24
2.7. DEMANDA HISTÓRICA	26
2.8. OFERTA DE MERCADO.....	27
2.8.1. Cálculo de la población.....	28

2.8.2.	Diseño de encuesta	32
2.8.3.	Tamaño de la muestra.....	33
2.8.4.	Análisis de la encuesta.....	34
2.9.	DEMANDA PROYECTADA.....	40
2.10.	CONCLUSIÓN DEL ESTUDIO DE MERCADOS.....	41
3.	ESTUDIO TECNICO	42
3.1.	PROCESO PRODUCTIVO.....	42
3.2.	TIPO DE SISTEMA DE PRODUCCIÓN	43
3.3.	CRITERIOS DE CALIDAD.....	45
3.3.1.	Propiedades físico químicas del aceite.....	45
3.4.	CÁLCULOS DE PROCESO	46
3.4.1.	Filtración	46
3.4.2.	Adsorción.....	47
3.4.3.	Esterificación	47
3.5.	MATERIAS PRIMAS	48
3.5.1.	Aceite.....	48
3.5.2.	Reactivos.....	48
3.5.2.1.	Metanol	48
3.5.2.2.	Ácido sulfúrico.....	48
3.5.3.	Silica gel	49
3.6.	MATERIALES Y EQUIPOS	49
3.6.1.	Bidones	50
3.6.2.	Recolección del aceite usado de cocina	51
3.6.3.	Tanque para tamizado.....	51
3.6.4.	Tamiz	52
3.6.5.	Filtro.....	52
3.6.6.	Bombas	53
3.6.7.	Reactor	55
3.6.8.	Agitador del Reactor.....	59
3.6.9.	Sistema de calefacción	61
3.6.10.	Condensador de metanol	63
3.6.11.	Tubería.....	65

3.6.12.	Tanques en acero inoxidable.....	66
3.7.	COSTOS DE LOS EQUIPOS	68
3.8.	Distribución de planta	69
3.8.1.	Tipo de distribución	69
3.8.2.	Forma de Circuito	70
3.8.3.	Tipo de Industria.....	71
3.8.4.	Ubicación apropiada de la planta de producción.....	71
3.9.	Plan de organización, gestión y recurso humano.....	72
3.9.1.	Gerencial y Administrativo:	74
3.9.2.	Mercadeo y ventas:	74
3.9.3.	Producción y tecnología:	74
3.10.	IMPACTOS.....	76
3.10.1.	Impacto ambiental	76
4.	ESTUDIO, ANÁLISIS Y EVALUACIÓN FINANCIERA	78
4.1.	GENERALIDADES.....	78
4.2.	INVERSIONES DEL PROYECTO	78
4.2.1.	Gastos previos al inicio de la producción	78
4.2.2.	Inversiones Fijas	79
4.3.	COSTOS Y GASTOS DEL PROYECTO.....	81
4.3.1.	Costos fijos de producción.	81
4.3.2.	Costos variables de producción.....	82
4.3.3.	Gastos de administración	83
4.4.	BENEFICIOS DEL PROYECTO.....	85
4.4.1.	Ingresos por Ventas	85
4.4.2.	Estado de Resultados	86
4.5.	EVALUACIÓN FINANCIERA DEL PROYECTO.....	87
4.6.	PUNTO DE EQUILIBRIO	87
5.	CONCLUSIONES	89
6.	BIBLIOGRAFÍA	90
7.	ANEXOS.....	96

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1: Plantas productoras de biodiesel operando en Colombia.....	22
Tabla 2: Matriz DOFA aplicado a la competencia.	24
Tabla 3: Cantidad de establecimientos por CIU para mayo de 2016.....	30
Tabla 4: Consolidado base de datos localidades de Bogotá.....	31
Tabla 5: Muestra obtenida	33
Tabla 7: Encuestas por localidad	34
Tabla 8: Normas para determinación de propiedades físico químicas del aceite	46
Tabla 8: Aceite usado de cocina a procesar.	49
Tabla 9: Tiempo de proceso.	49
Tabla 10: Características físico químicas del Aceite.	50
Tabla 11: Cálculos proceso de descargue.	50
Tabla 12: Dimensiones y Espacio que ocupan los bidones.....	51
Tabla 13: Características de tanque del tamiz.	52
Tabla 14: Características del tamiz.	52
Tabla 15: Características del filtro prensa requerido.	53
Tabla 16: Bomba 1 y 2 (entre tanque de tamiz y filtro prensa).	54
Tabla 17: Bombas 3 y 6 (entre tanque de adsorción y reactor, reactor y tanques de almacenamiento).	54
Tabla 18: Bomba 4 para tanque de metanol.	55
Tabla 19: Bomba 5 para tanque de ácido sulfúrico	55
Tabla 20: Valores de sobre espesor de corrosión para aceros comunes.	56
Tabla 21: Presiones de Diseño.....	57
Tabla 22: Valores de tensión máxima admisible para aceros comunes.	58
Tabla 23: Valores de eficiencia de soldadura para aceros comunes.....	58
Tabla 24: Características del Reactor.	58
Tabla 25: Valores típicos del número de potencia según tipo de agitador.....	60
Tabla 26: Agitador para el reactor.....	61
Tabla 27: Condiciones térmicas necesarias para el proceso	61
Tabla 28: Calefacción tanque del tamiz.	62
Tabla 29: Caldera de Vapor.	63
Tabla 30: Diseño del condensador.	64
Tabla 31: Selección de Tubería.	65
Tabla 32: Tanque de ácido sulfúrico en acero inoxidable SS-304.....	66
Tabla 33: Tanque de Metanol.	66
Tabla 34: Tanque de adsorción.	67
Tabla 35: Tanque de almacenamiento.....	67
Tabla 36: Costo de equipos.	68
Tabla 37: Mitigación Impacto Ambiental	76

Tabla 38: Dotación anual de personal.....	79
Tabla 39: Gastos previos a la puesta en marcha.	79
Tabla 40: Maquinaria y equipos.	79
Tabla 41: Muebles y enseres.	80
Tabla 42: Inversiones fijas.	81
Tabla 43: Mano de obra operativa mensual mediante contrato laboral.....	81
Tabla 44: Carga Prestacional.....	82
Tabla 45: Costos fijos de producción.	82
Tabla 46: Servicios públicos en producción.	83
Tabla 47: Costo mensual de Materias Primas e Insumos.	83
Tabla 48: Costos variables de producción.	83
Tabla 49: Mano de obra administrativa mensual.....	84
Tabla 50: Gastos de administración.....	84
Tabla 51: Proyección de ingresos por Ventas Totales (Pesos/Año).....	85
Tabla 52: Porcentaje de utilidad.....	85
Tabla 53: Estado de Resultados.....	86
Tabla 54: Indicadores Financieros.	87
Tabla 58: Determinación del punto de equilibrio.	87
Tabla 56: Punto de equilibrio.	88

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1: Evolución de la producción anual de aceite de palma en Colombia.	17
Figura 2: Reacción de transesterificación.	18
Figura 3: Distribución del porcentaje de mezcla de biodiesel y ubicación de plantas en el territorio nacional.	21
Figura 4: Histórico de producción de Biodiesel en Colombia	27
Figura 5: Mapa de Bogotá con las 19 localidades.	28
Figura 6: Porcentaje de separación de residuos de aceite	35
Figura 7: Comportamiento de establecimientos expendedores de alimentos frente a la separación de residuos de aceite por tipo de establecimiento	36
Figura 8: Disposición final del aceite usado de cocina	36
Figura 9: Disposición final del aceite usado de cocina según categoría de establecimiento	37
Figura 10: Disponibilidad de aceite para reciclaje	38
Figura 11: Cantidad total de aceite usado de cocina disponible en Bogotá mensualmente	38
Figura 12: Costo de venta del litro de aceite usado de cocina en Bogotá.	39
Figura 13: Porcentaje de valores establecidos para el aceite usado por tipo de establecimiento.	39
Figura 14: Valor promedio ponderado por litro de aceite usado de cocina	40
Figura 15: Proyección de la demanda para el 2017, 2018 y 2019.	41
Figura 16: Diagrama de proceso tratamiento de Aceite usado de cocina.	42
Figura 17: Esquema de proceso planta procesadora de aceite usado de cocina	44
Figura 18: Diseño de Flujo de Operación Vertical ASME correspondiente al Procedimiento de Procesamiento aceite usado de cocina.	45
Figura 19: Reacción de esterificación	48
Figura 20: Gráfica de Número de Potencias vs Número de Reynolds para tanques agitados.	60
Figura 21: Condensador de metanol.	63
Figura 22: Dimensiones de la planta.	69
Figura 23: Partes de la planta.	70
Figura 24: Forma de circuito	71
Figura 25: Industria Mono lineal.	71
Figura 26: Punto de localización de la planta procesadora de aceite usado de cocina	72
Figura 27: Organigrama de la Empresa	73
Figura 28: Proceso Organizacional Empresa.	75
Figura 29: Tabla de registro mercantil de Cámara y Comercio.	78

RESUMEN

Esta investigación se desarrolló con el objetivo de determinar la Prefactibilidad técnico- económica para el montaje de una planta procesadora de aceite de cocina usado, recolectado en la ciudad de Bogotá, que mediante un proceso industrial permita reutilizar dicho residuo como materia prima. Para cumplir dicho objetivo se ejecutaron tres tipos de estudios: un estudio de mercado, un estudio técnico y económico y un estudio financiero. El estudio de mercado permitió determinar la disponibilidad de aproximadamente 642 Ton de aceite de cocina usado que se genera por mes en las 19 localidades que se encuentran dentro del casco urbano de la ciudad de Bogotá, con un costo de compra de aproximadamente 1.300 COP/litro. El estudio técnico económico permitió determinar aspectos como la infraestructura, equipos, mano de obra y los recursos necesarios para llevar a cabo el proceso técnico así como la distribución y ubicación de la planta. El estudio financiero involucró el análisis de los costos asociados a las variables económicas que afectan directamente la constitución de la empresa. Finalmente se concluye que el precio de venta del producto será de 1.800 COP/litro frente a los 2.108 COP/litro que cuesta el aceite virgen de palma y se determina que el proyecto es viable.

Palabras clave: materia prima, Aceite de cocina usado, prefactibilidad, planta.

INTRODUCCIÓN

Se estima que anualmente en el mundo se generan 15 millones de toneladas de aceite de cocina usado, el cual es un contaminante que genera un fuerte impacto ambiental, ya que no todo el aceite que se maneja en la preparación de alimentos es consumido en su totalidad [1],[2]. Según estudios realizados por la Organización Mundial de la Salud (OMS), 1 litro de aceite usado contamina 1.000 de litros de agua [3]; además de esto, el aceite crea una capa superficial en el medio acuoso que disminuye la entrada de luz y reduce el intercambio de oxígeno con el agua, aumentando el crecimiento de microorganismos, lo que conlleva a limitar el desarrollo de otras especies presentes en los ecosistemas acuáticos [3],[4] y a la eutroficación. Otro de los problemas es a nivel de redes hidráulicas en las estaciones de tratamiento de aguas residuales, ya que se genera una disminución en el rendimiento de drenaje y un aumento en el consumo energético que se estima en un 25% [4]. Pero no solo se presentan problemas a nivel ambiental y económico, también conlleva consecuencias en la vida humana. Según el Instituto Nacional de Enfermedades Neoplásicas (INEN) [5], el aceite de cocina reutilizado es sumamente dañino para la salud porque contiene elementos altamente cancerígenos como nitritos y bencenos.

En Colombia se ha venido presentando un serio problema y es la venta de aceites reprocesados mediante métodos inadecuados, lo cual representa un gran riesgo para la salud de las personas por la posibilidad de generación de cáncer. Se ha llegado a determinar que los aceites comercializados de forma ilegal pueden constituir el 30% del aceite ofertado en algunos sectores populares de Bogotá [6], lo cual aumenta los riesgos en la población de sufrir cáncer.

En Bogotá la población llega a ser de 7.674.366 habitantes [7], quienes generan alrededor de 720.000litros mensuales de residuos de aceite usado de cocina, el cual fue uno de los resultados obtenidos en este estudio. Sin embargo, en gran parte de la ciudad no se cuenta con un plan de manejo de residuos, por lo cual el aceite termina vertido en los sistemas de alcantarillado de la ciudad [8].

Dado que la disposición del aceite usado de cocina constituye un problema económico, ambiental y de salubridad, se ha podido establecer que dicho aceite puede ser empleado como materia prima de bajo costo para la producción de biodiesel [9], [10], [11] con lo cual se obtiene un combustible amigable con el medio ambiente y se aprovecha un residuo cuyo impacto ambiental es enorme [12].

Es por ello que se requiere realizar un estudio de prefactibilidad para la instalación de una planta que recolecte, adecue y procese el aceite usado de cocina en su transformación en biodiesel para ser usado como combustible. El estudio de prefactibilidad técnico-económica analiza la disponibilidad de los conocimientos,

habilidades, historia del arte, los recursos económicos y financieros necesarios para que los procesos involucrados se puedan llevar a cabo [13]. Para lograr lo anterior se realizan cuatro estudios [14],[15]: el estudio de mercado, el estudio técnico, el estudio económico y por último un estudio financiero que permita determinar la viabilidad del proyecto.

OBJETIVOS

Objetivo general

Determinar la prefactibilidad técnica y económica de la instalación de una planta procesadora de aceite de cocina usado recolectado en la ciudad de Bogotá.

Objetivos específicos

- Realizar el estudio de mercado a nivel de proveedores de materia prima y consumidores de aceite reciclado en la ciudad de Bogotá.
- Realizar el estudio técnico-económico para una instalación de acopio y procesamiento de aceites vegetales usados.
- Realizar el diseño de la distribución de planta, selección de equipos y sistemas de la planta.
- Determinar la viabilidad económica y financiera de la planta de procesamiento y su proceso en la ciudad de Bogotá.

1. MARCO TEÓRICO

1.1. ACEITE USADO DE COCINA

El aceite de cocina usado es un triglicérido, que al ser sometido a un proceso de calentamiento y mezclarse con diferentes tipos de alimentos, sufre cambios en su composición química y adicionalmente cambios en su aspecto físico, principalmente en cuanto al color y olor [16]. Cuando aumenta la temperatura se aceleran todos los procesos químicos y enzimáticos, por lo tanto, una grasa o aceite calentados se degradan con bastante rapidez, sobre todo si hay residuos que potencian las reacciones de alteración actuando como catalizadores, los principales cambios y alteraciones químicas de los aceites calentados son la hidrólisis, oxidación y polimerización [17].

1.1.1. HIDRÓLISIS

Se produce en presencia de agua o humedad y calor, que provocan la ruptura del enlace éster de los triglicéridos, los cuales se descomponen en monoglicéridos y diglicéridos y generan ácidos grasos libres; adicionalmente pueden formar, en menor cantidad, metilcetonas y lactonas [18].

1.1.2. OXIDACIÓN Y AUTOOXIDACIÓN

Este proceso consta de tres fases. La primera de ellas es la iniciación o inducción, en la que se forman dos radicales libres a partir de un hidroperóxido o de un ácido graso con un hidrógeno; la segunda es la de propagación o continuación, en la que los radicales reaccionan con el oxígeno u otras cadenas de ácidos grasos, generando un mecanismo de reacción en cadena. La tercera es la de finalización, en la que, tras reaccionar dos radicales libres entre sí, se forman compuestos no radicales, en general aldehídos o cetonas [19].

1.1.3. POLIMERIZACIÓN

La presencia de radicales libres que se combinan entre sí o con los ácidos grasos forman polímeros lineales (con diferente grado de longitud y ramificación) o cíclicos (sobre todo en presencia de dobles enlaces). Estos compuestos tienen mayor tamaño y peso molecular por lo que tienden a aumentar la viscosidad del aceite, la formación de espuma y forman una capa de consistencia plástica en la superficie del aceite y en el recipiente [20].

1.2. APLICACIONES DEL ACEITE DE COCINA USADO

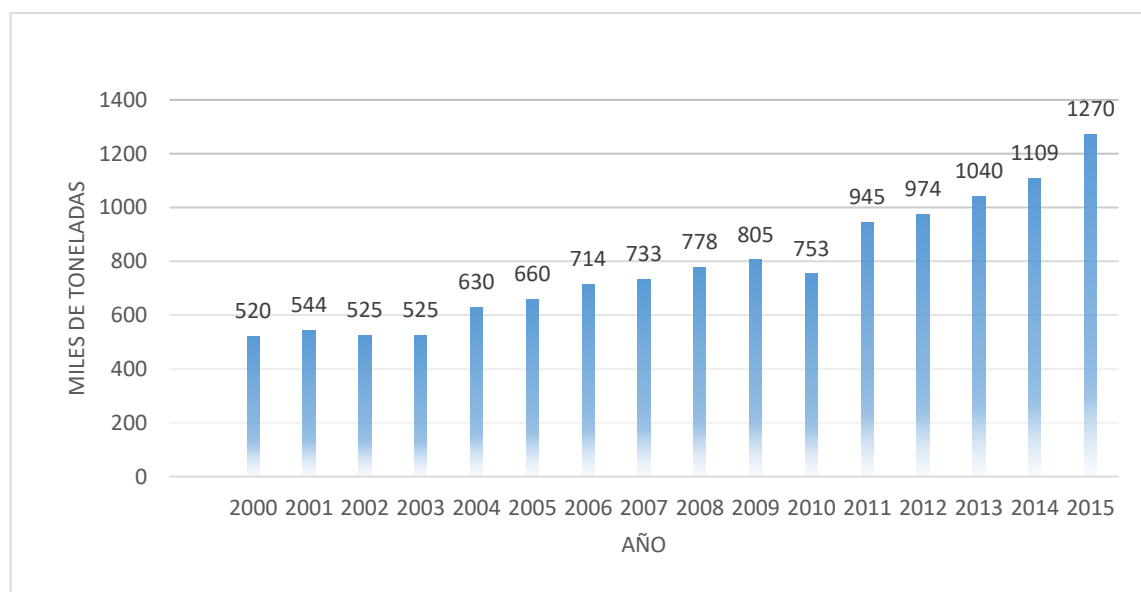
El aceite usado de cocina como materia prima es empleado para la fabricación de múltiples productos en los diferentes sectores de producción e industria. Entre los diferentes productos que se pueden obtener a partir de aceite usado de cocina están los lubricantes, ceras, pinturas, barnices, cremas, jabones, cosméticos,

alimentos concentrados para animales, entre otros [21]. En el sector agrícola se puede utilizar en el compostaje o producción de abono; en el sector energético el aceite usado de cocina puede ser utilizado como materia prima para la producción de biodiésel [22].

1.3. PRODUCCIÓN DE ACEITE VEGETAL

Según el último informe de gestión de los años 2015 - 2016 de la FEDERACIÓN NACIONAL DE CULTIVADORES DE PALMA DE ACEITE (Fedepalma) la producción de aceite vegetal comestible superó el millón de toneladas para el año 2015 y viene en aumento [23], tal que para el año 2015 el aumento fue del 7,88% respecto al año 2014 [23],[24]. En la **¡Error! La autoreferencia al marcador no es válida.** se puede apreciar el comportamiento de la producción del aceite de palma en Colombia, donde se percibe el considerable incremento que ha tenido en los periodos del 2009 al 2015 [25], al pasar de 520.000 toneladas anuales en 2009 a 1.270.000 toneladas anuales en 2015.

Figura 1: Evolución de la producción anual de aceite de palma en Colombia.



Fuente: [24].

1.4. BIODIÉSEL

1.4.1. Definición

La norma D 6751 del 2008 de ASTM (*American Society for Testing Materials*) define el biodiésel como una mezcla de ésteres mono alquílicos de ácidos grasos de cadena larga derivados de aceites vegetales o grasas animales [26]. Es un

combustible alternativo de combustión limpia hecho con grasa o aceite (como el de soja o de palma) que se ha sujetado a un proceso químico para extraerle la glicerina [26],[27]. El término Biodiésel alude al combustible puro –denominado B100– que ha sido designado como combustible alternativo por los Departamentos de Energía y de Transporte de los EE.UU [27].

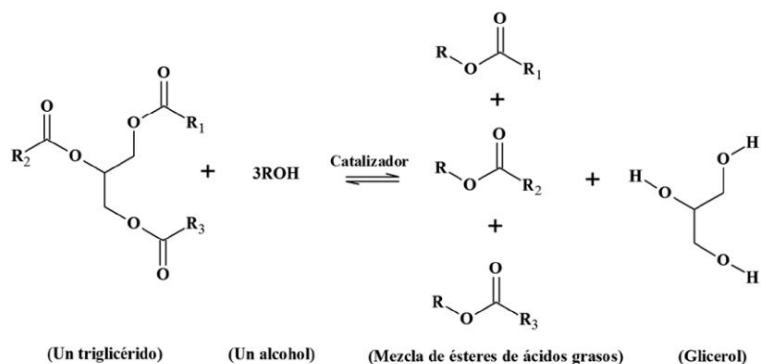
1.4.2. Producción de biodiésel

La producción de biodiésel tiende a provenir en su mayor parte de los aceites extraídos de plantas oleaginosas, especialmente girasol, soja, palma y colza [9]. Sin embargo, cualquier materia que contenga triglicéridos puede utilizarse para la producción de biodiésel (aceites de fritura usado, sebo de vaca, grasa de pollo y de pescado, entre otros) [28]. El biodiésel se produce mediante el proceso transesterificación de triglicéridos, presentes en grasas animales o aceites vegetales, en un proceso en el que un alcohol de bajo peso molecular desplaza a la glicerina, la mezcla de ésteres así resultante posee unas propiedades físico-químicas similares a las del diésel procedente de petróleo [29].

1.4.3. Proceso de transesterificación

La transesterificación es la reacción entre un triglicérido con un alcohol para formar alquil ésteres (biodiesel) y glicerol [30].

Figura 2: Reacción de transesterificación.



Fuente: [31].

En la Figura 2 se muestra una forma simplificada de la reacción de transesterificación de un triacilglicérido. Desde el punto de vista mecanístico, la transesterificación consiste en una serie de reacciones consecutivas reversibles, donde los triacilglicéridos se convierten paso a paso a diglicéridos, monoglicéridos y por último a glicerol, produciendo en cada etapa una mol de alquil éster [32]; desde luego la velocidad de transesterificación no solo depende de las

condiciones de operación o del tipo de catalizador sino también del tipo y variedad de triacilglicéridos presentes en el aceite o en la grasa [31].

1.5. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL ACEITE PROCESADO

Cualquier aceite que se emplee como materia prima para la fabricación de biodiesel debe cumplir con algunos estándares cuyas propiedades están definidas en la Norma NTC 431. Dicha Norma establece que el aceite puede tener un máximo en impurezas insolubles de 0,1%, al igual que exige un porcentaje máximo de ácidos grasos de 2,4% y adicionalmente un porcentaje de humedad debe ser de un máximo del 0,5% [33]. Sin embargo, si el porcentaje de ácidos grasos llega a ser más alto se requiere realizar un proceso de esterificación que los transforme en biodiesel; la reducción de la humedad se puede realizar mediante adsorción, la cual también contribuye con la disminución de malos olores (desodorización) [34]. Finalmente se requiere la eliminación del material particulado que pueda estar presente en el aceite, para evitar reacciones alternas a la reacción principal y porque su presencia en el biodiesel pueda ocasionar el taponamiento de inyectores, en la etapa de combustión de motores.

1.5.1. Esterificación

La esterificación es el procedimiento mediante el cual se sintetiza un éster a partir de la reacción que tiene lugar entre los ácidos carboxílicos y los alcoholes [35]. Los ácidos carboxílicos sufren reacciones con los alcoholes cuando se encuentran en presencia de catalizadores, los cuales por lo general son un ácido fuerte [36].

2. ESTUDIO DE MERCADOS

Para determinar el entorno en el cual se realiza el proyecto es muy importante realizar un estudio de mercado, con lo cual se puede cuantificar la oferta, la demanda y observar el estado del producto en el mercado, canales de distribución y publicidad [37]. De esta manera se puede obtener un amplio panorama para analizar cada una de las variables que interfieren en la rentabilidad del proyecto [38]. El principal objetivo de este estudio de mercado está enfocado en determinar la cantidad de aceite usado de cocina disponible, el costo del mismo y la viabilidad para el producto.

2.1. DEFINICIÓN DEL PRODUCTO

El aceite de cocina es un triglicérido que es sometido a procesos de calentamiento para permitir la cocción de los alimentos que se vierten en él [16]. Dado que en la cocción se requiere el calentamiento del aceite, se genera un cambio en sus características a nivel físico-químico culminando así su utilidad para este fin [17]. Este residuo constituye el producto que se quiere ofertar en el presente proyecto. Con base en lo anterior se define que el producto es aceite usado de cocina sometido a un proceso de caracterización el cual se rige bajo la norma NTC 431 que establece que debe ser un aceite con un máximo de ácidos grasos de 2,4% y un máximo de impurezas insolubles del 0,1% y adicionalmente su porcentaje de humedad debe ser de un máximo del 0,5% [33], esto con el fin de garantizar al cliente final que pueda emplear este aceite como materia prima para la obtención de combustible biodiesel.

2.2. ZONA DE INFLUENCIA DEL PROVEEDOR

La zona para la cual se realiza este análisis de proveedores de materia prima es la capital del país, la ciudad de Bogotá dado que es la ciudad que cuenta con mayor población a nivel nacional con 7.674.366 de habitantes [7], quienes consumen alrededor 2348,6 toneladas de alimentos a diario [39], lo que ofrece un amplio panorama sobre la cantidad de aceite usado de cocina que se puede generar en la capital.

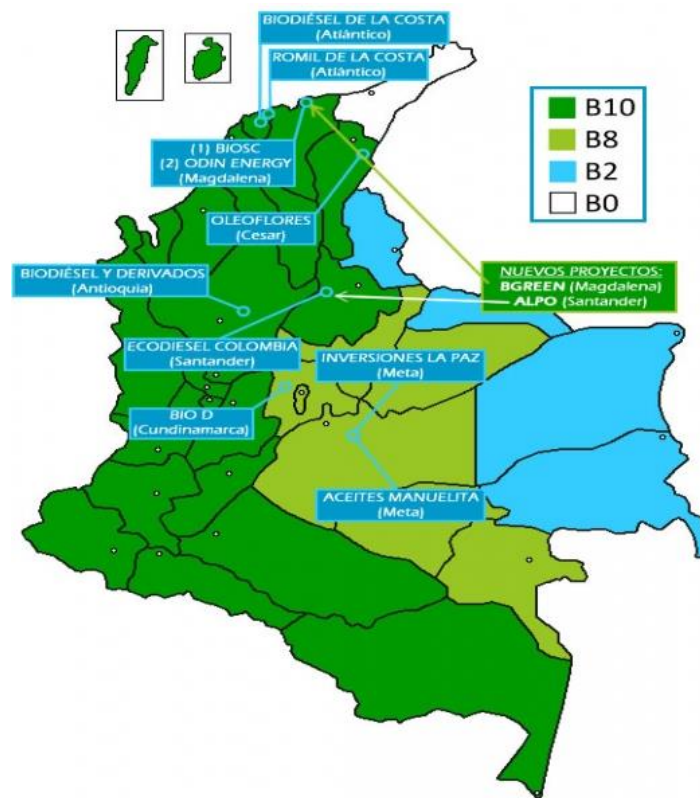
2.3. ZONA DE INFLUENCIA DEL CONSUMIDOR

La industria de los biocombustible es el principal cliente del producto definido. Sin embargo, debido a que el proceso técnico garantiza un producto final con altas condiciones de calidad, este puede ser empleado como materia prima por otras industrias como la producción de jabones y concentrados. Actualmente se ha limitado el uso del aceite usado de cocina para la producción de concentrados porque se han encontrado compuestos en el aceite usado de cocina que pueden contribuir a la aparición de cáncer [40]. Para la producción de jabón se requiere que el aceite sea refinado para garantizar que el color y el olor del aceite no

interfiera en las condiciones de calidad del jabón, lo que implica mayores costos en la refinación del aceite [41], por lo que el aceite definido como producto será para la producción de biodiesel.

Actualmente Colombia está en la capacidad de producir alrededor de 1.270.000 toneladas de aceite de palma por año según informa LA FEDERACIÓN NACIONAL DE BIOCOMBUSTIBLES DE COLOMBIA [42], lo que parece una gran cantidad pero finalmente comparado con el consumo de biodiesel producido a base de aceite de palma que se tiene a nivel nacional no es una cifra con suficiente relevancia ya que aún no se llega a superar el 8% de mezclas en diferente departamento del país y bajo el decreto 4892 establecido en el 2011 se tiene que la mezcla debe ser 90% diésel y un 10% biodiesel que equivaldría a la mezcla B10 [43], lo cual pone en evidencia la notable escasez del aceite de palma. En la Figura 3 se puede apreciar la distribución de mezclas por regiones a nivel nacional, para las cuales se tienen 4 diferentes tipos de mezclas, B10 (90% diésel y 10% biodiesel), B8 (92% diésel y 8% biodiesel), B2 (98% diésel y 2% biodiesel) y B0 (100% diésel) [44].

Figura 3: Distribución del porcentaje de mezcla de biodiesel y ubicación de plantas en el territorio nacional.



Fuente:[44]

Según el informe de gestión arrojado por Fedepalma para el primer semestre del 2017 el precio del aceite vegetal por cada tonelada producida es de \$2.138.415 COP lo cual en litros tendría un equivalente de \$2.108 COP [45], [46].

Tabla 1: Plantas productoras de biodiesel operando en Colombia

Plantas productoras de biodiesel en funcionamiento		
Región	Empresa	Capacidad (T/año)
Norte, Santa Marta	Biocombustibles	100.000
	Sostenibles del Caribe	
Norte, Codazzi	Oleoflores	60.000
Norte, Barranquilla	Romil de Costa	10.000
Norte, Galapa	Biodiesel de la Costa	10.000
Norte, Santa Marta	Odín Energy	36.000
Oriental, Facatativá	Bio D	120.000
Central, Barrancabermeja	Ecodiesel de Colombia	120.000
Oriental, San Carlos de Guaroa	Aceites Manuelita	120.000
Oriente, Castilla la grande	Bocastilla	15.000
Oriental, San Carlos de Guaroa	La Paz	70.000
Central, Barrancabermeja	ALPO - Nuevo Proyecto (40.000 T/año)	0
Norte, Santa Marta	BioCosta - Nuevo Proyecto (70.000 T/año)	0
Total		661.000

Fuente:[47]

2.4. PERFIL DEL CONSUMIDOR

En la Tabla 1 se pueden apreciar las empresas productoras de biodiesel en Colombia y la capacidad de producción anual de biodiesel. Adicionalmente se puede evidenciar que Bio D es una de las empresas con una de las mayores producciones a nivel nacional con 120.000 toneladas por año, que constituye el 18,1% de la producción del país, lo cual por razones logísticas constituirá el cliente

potencial del aceite usado de cocina, dado que es uno de los más grandes consumidores de aceite para la producción de biodiesel. Además, dado que la planta se encuentra ubicada en el municipio de Facatativá, resulta ser la más cercana a la ciudad de Bogotá con una distancia de 41,5 Km.

2.5. ANÁLISIS DEL SECTOR ECONÓMICO

En los últimos años ha sido evidente el fuerte golpe que sufrió el sector petrolero a razón de la caída de su precio, esto ha generado retrocesos en la economía del país, siendo en el primer trimestre del 2016 del 5,9% del PIB (producto interno bruto), lo que ha significado un aumento en costos de producción y de obtención [48].

Por otra parte el sector de la industria del biodiesel, a nivel internacional, ha venido creciendo gracias a la implementación de mandatos en distintos países [49]. Por ejemplo en la UE se emplean mezclan entre el 4 y 7% de biodiesel (B4/B7), Canadá 3% (B3), EE.UU. 2% y 3% (B2/B3), Argentina 7% (B7), Brasil 5% (B5), Malasia 5% (B5), Indonesia 10% (B10) y Colombia 10% (B10), entre otros, de esta manera, a nivel global se ha pasado de producir 2 millones de toneladas de biodiésel en 2000, a cerca de 30 millones en 2013 con una tasa de crecimiento promedio anual del 23% [50].

En Colombia, el apoyo decidido del Gobierno brindado mediante los decretos 2629 de 2007, 1135 de 2009 y 4892 de 2011 permitió estructurar una política de biocombustibles con condiciones económicas y productivas sólidas. Inicialmente, se estableció una mezcla del 5%, que luego subió gradualmente hasta el 10% a nivel nacional en 2011 que al día de hoy está vigente, con la perspectiva de que en el mediano plazo, esta sea aumentada al 20% [51], lo cual para la industria de aceite usado de cocina representa una gran oportunidad ya que el biodiesel se muestra con un mercado sólido en crecimiento. Adicionalmente FEDEBIOCOMBUSTIBLES demuestra que los beneficios asociados a esta actividad superan los costos en USD \$3.3 billones en los últimos 18 años [52].

2.6. CONFORMACIÓN DE LA COMPETENCIA

BIOGRAS S.A.S: Es una empresa ubicada en Bogotá que recolecta y adecua el aceite para entregarlo a la planta Bio D. La compañía se ha posicionado en la industria con más de cinco años en el país operando en la recolección y reciclaje de aceite de uso de cocina, esta compañía se encuentra ubicada en la carrera 18A Bis # 59B - 24 sur en la ciudad de Bogotá y está en operación de lunes a viernes de 7:30 AM a 5 PM y sábados de 8 AM a 12 PM. Esta compañía maneja alrededor de 2000 proveedores y cuenta con capacidad de planta de 500 toneladas mensuales, capacidad de almacenamiento de 150 toneladas y capacidad de tratamiento de 20 toneladas diarias, lo cual hace que esta empresa se identifique como la competencia directa en este estudio.

Portafolio de productos y servicios [53]:

- Generador de aceite usado de cocina domiciliario: Participación en el proceso de reciclado de aceite usado de cocina procedente de viviendas
- Corporativos y franquicias: Provee servicio especializado para franquicias y cadenas, asegurando requerimientos de calidad alimentaria, limpieza y correcta disposición en cada uno de los establecimientos
Trazabilidad: Entrega de certificado de disposición final del aceite usado de cocina garantizando que el mismo no será utilizado para el consumo humano.
- Tratamiento: El aceite recolectado se lleva a una planta de tratamiento, con el fin de caracterizarlo y comercializarlo en la implementación de biodiesel.
- Contenedores: ofrece contenedores sin costos y adaptados a la producción total de los establecimientos.

2.6.1. Matriz DOFA (debilidades, oportunidades, fortalezas, amenazas)

La matriz DOFA aplicada en la Tabla 2 corresponde a un análisis que se implementó para evaluar el escenario en el que se encuentra la planta procesadora de aceite usado de cocina BIOGRAS S.A.S.

Tabla 2: Matriz DOFA aplicado a la competencia.

Fortalezas	Debilidades
Políticas estructuradas sobre el reciclaje del aceite de cocina usado.	Proceso de caracterización del aceite usado de cocina poco óptimo.
Experiencia en el mercado del aceite usado de cocina.	Instalaciones poco adecuadas para procesos de caracterización del aceite.
Disponibilidad de materia prima por parte de grandes cadenas de productores de productos comestibles.	Políticas de seguridad industrial sin implementar.
Reconocimiento de los consumidores de aceite de cocina usado.	Mercado de pequeños y medianos proveedores poco explorado.
Generación de documentación de disposición final del aceite usado de cocina.	Proceso de caracterización del aceite usado de cocina sin estandarizar.
Programas de puntos amigables de reciclaje de aceite usado de cocina.	Adquisición de aceite usado de cocina por medio de pequeños recolectores y no del proveedor directo.

Oportunidades	Amenazas
Crecimiento de una cultura basada en el aspecto ambiental.	Empresas formales que llevan más recorrido en la industria.
Mercado de pequeños y medianos proveedores poco explorado.	Pérdida de proveedores debido a competencia que ofrezca mayores beneficios.
Normatividad que obliga que generadores de aceite usado de cocina den adecuada disposición de sus residuos.	Falta de apoyo financiero por parte del gobierno a empresas que apoyan el aspecto ambiental.
Número creciente de proveedores (puntos de comida rápida, restaurantes hoteles etc.).	Disminución en el consumo de alimentos preparados con aceite de cocina, consecuentemente disminución de proveedores.
Capacitación y creación de conciencia del impacto generado por el mal manejo de los residuos de aceite usado de cocina.	Reutilización del aceite para consumo humano de forma ilegal.

Fuente: Autor

Al analizar la Tabla 2 de la matriz DOFA, se puede apreciar que el competidor directo posee debilidades importantes, las cuales pueden ser aprovechadas como fortalezas para la planta procesadora de aceite que se plantea en este trabajo. La planta que se está estudiando establecer debe tener un proceso óptimo y estandarizado basado en políticas de seguridad industrial desarrollado en un espacio adecuado destinado para las labores de caracterización del aceite, adicionalmente la exploración del mercado de pequeños y medianos proveedores como son los puntos de comida rápida, restaurantes, puestos de fritura, panaderías, entre otros que han venido creciendo paulatinamente. Según la Revista Semana [54] y estudios de la firma de consultoría Raddar [55], se afirma que con respecto al año anterior, los habitantes de la ciudad de Bogotá gastaron un 17% más en alimentación de establecimientos de comida rápida y adicionalmente un 56% de la población de la ciudad de Bogotá acuden a comer en establecimientos informales de comida rápida [54], esto es un gran indicio del crecimiento de la generación anual de aceite en la capital, confirmando lo anterior el diario portafolio que proporciona cifras en las que se establece que la cantidad de restaurantes ha aumentado en un 15% [55]. La cultura ambiental tiene un alto grado de relevancia ya que hoy en día se realizan campañas que apoyan el manejo adecuado de los residuos altamente contaminantes del aceite usado de cocina, lo que muestra un amplio camino a la recolección y reciclaje del mismo.

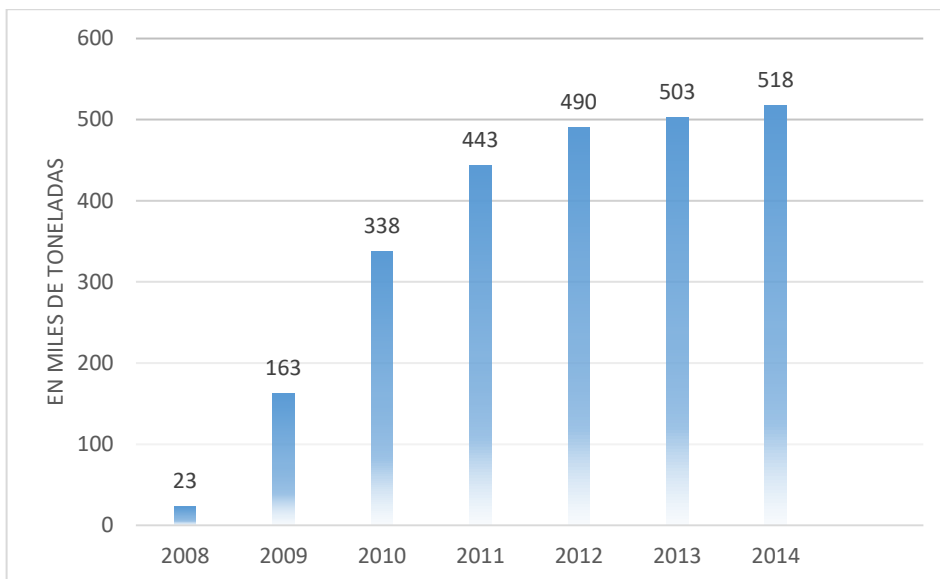
Dicho lo anterior y con la finalidad de que se garantice la recolección y reciclado del aceite usado de cocina, se proponen las siguientes estrategias:

- Implementar diversos puntos de acopio con la finalidad de facilitar la recolección de aceite de cocina usado.
- Crear campañas de sensibilización ambiental donde se presenten de manera clara y concisa los riesgos que contraen un mal manejo de los residuos de aceite de cocina usado, y de forma paralela las bondades que trae el reciclaje con la finalidad de incentivar a la población a reciclar.
- La selección de tecnología, el diseño de estrategias y el estudio de rutas son los principales parámetros que afectan directamente en la reducción de costos y tiempos.
- Trámites directos con las entidades gubernamentales encargadas del control de la disposición del aceite de cocina usado, para garantizar transparencia en cuanto a la disposición final y el cumplimiento de estándares de calidad.
- Proveer de recipientes aptos para la recolección de aceite de cocina usado además de hacer una recolección puerta a puerta si las entidades no tienen puntos de acopio cerca.
- Determinación de nuevos proveedores con quienes se pueda establecer la recolección del aceite usado de cocina.

2.7. DEMANDA HISTÓRICA

A lo largo de los años se ha visto cada vez más la necesidad de implementar combustibles alternativos, sostenibles y renovables, esto se ha visto reflejado en la industria del biodiesel en Colombia, ya que en los dos últimos años duplicó la producción ubicándose como el tercer productor en Sudamérica después de Argentina, e incrementó los volúmenes en más del 15%, lo que la posiciona en segundo lugar después de Brasil en la región [56]. En la Figura 4 se puede evidenciar el gran incremento de la producción de biodiesel de los últimos años en el país.

Figura 4: Histórico de producción de Biodiesel en Colombia



Fuente[57]

Según la ley 693 del 2001 [58], se establece que toda población que supere los 500.000 habitantes deberá implementar combustibles con una determinada cantidad de mezcla con biocombustibles, sin embargo en Colombia se logra un máximo del 10%, lo que indica un 90% de diésel y un 10% de biodiesel (B10), ya que la producción de biodiesel a nivel nacional no alcanza a suplir toda la demanda. Sin embargo los datos de la FEDERACIÓN NACIONAL DE BIOCOMBUSTIBLES DE COLOMBIA la producción de biodiésel en Colombia fue de aproximadamente 518 mil toneladas durante el año 2014. Lo anterior muestra un aumento del 2,89% con respecto a la producción registrada para el año 2013 en el cual se alcanzó una cifra de 503 mil toneladas. Con relación al año 2011, el aumento es más significativo, ya que la producción de dicho año fue de 443 mil toneladas, lo que muestra una diferencia del 23,7% con 2010 [57]. Con las cifras que se dieron a conocer en los años anteriores, se da por sentado que la producción de biodiesel es algo que está en crecimiento constante para poder satisfacer la demanda generada en el país.

2.8. OFERTA DE MERCADO

Como se ha venido hablando a lo largo de este proyecto, la planta procesadora implementará como materia prima aceite usado de cocina, por lo cual la capacidad de esta se limita a la capacidad de recolección de este residuo proveniente de las localidades que se encuentran dentro del casco urbano de la ciudad que son: Usaquén, Chapinero, Santafé, San Cristóbal, Usme, Tunjuelito, Bosa, Kennedy, Fontibón, Engativá, Suba, Barrios Unidos, Teusaquillo, Mártires, Antonio Nariño, Puente Aranda, Candelaria, Rafael Uribe y Ciudad Bolívar.

Determinando lo anterior se obtiene la capacidad real a ofertar y la demanda del mercado que existe para el aceite usado de cocina.

2.8.1. Cálculo de la población

En este análisis se contempla el estudio de los distintos establecimientos que tienen por actividad económica la elaboración de productos a partir de aceite vegetal en las localidades representadas en la **¡Error! La autoreferencia al marcador no es válida..** Dentro de dichos establecimientos se tienen: universidades, bares, restaurantes, supermercados, centros comerciales, zonas verdes o clubes privados [59].

Figura 5: Mapa de Bogotá con las 19 localidades



Fuente:[60]

Bajo estándares establecidos por Cámara y Comercio de Bogotá, todas las actividades económicas registradas ante ellos están clasificadas por los códigos CIIU (Clasificación Industrial Internacional Uniforme) [59]. La cual para interés de este proyecto será el código CIIU 561 que a su vez se divide en cuatro códigos más que son los siguientes:

CIIU I5611 Expendio a la mesa de comidas preparadas Incluye

La preparación y el expendio de alimentos a la carta y/o menú del día (comidas completas principalmente) para su consumo inmediato, mediante el servicio a la mesa. Pueden o no prestar servicio a domicilio, suministrar bebidas alcohólicas o algún tipo de espectáculo.

Excluye

Los restaurantes que forman parte integral de las unidades que prestan el servicio de alojamiento. Se incluyen en la clase correspondiente de la división 55 (Alojamiento).

La elaboración de comidas y platos preparados, enlatados o congelados. Se incluye en la clase 1084, (Elaboración de comidas y platos preparados).

El comercio al por menor de productos crudos de la pesca (pescaderías). Se incluye en la clase 4723, (Comercio al por menor de carnes (incluye aves de corral), productos cárnicos, pescados y productos de mar, en establecimientos especializados).

CIIU I5612 Expendio por autoservicio de comidas preparadas**Incluye**

La preparación y el expendio de alimentos para el consumo inmediato, como también la venta de bebidas que van con las comidas, exclusiva o principalmente bajo la modalidad de autoservicio. Pueden o no prestar servicio a domicilio y por lo general presentan decoración altamente estandarizada.

Excluye

La elaboración de comidas y platos preparados, enlatados o congelados. Se incluye en la clase 1084, (Elaboración de comidas y platos preparados).

El comercio al por menor de productos crudos de la pesca (pescaderías). Se incluye en la clase 4723, (Comercio al por menor de carnes), productos cárnicos, pescados y productos de mar, en establecimientos especializados.

CIIU I5613 Expendio de comidas preparadas en cafeterías**Incluye**

La preparación y el expendio de alimentos para su consumo inmediato, mediante el servicio a la mesa. Por lo general, estos establecimientos expenden alimentos ligeros (que no constituyen comidas completas) que pueden ser o no, preparados dentro del establecimiento. No presentan una decoración estandarizada y pueden o no suministrar bebidas alcohólicas y no alcohólicas.

Excluye

Las cafeterías cuyo producto hace parte integral del servicio prestado por unidades que prestan el servicio de alojamiento. Se incluyen en la clase correspondiente de la división 55 (Alojamiento).

CIIU I5619 Otros tipos de expendio de comidas preparadas.**Incluye**

La preparación y el expendio para consumo inmediato desde vehículos motorizados o no, puestos móviles, entre otros, de comidas preparadas tales como: empanadas, buñuelos, perros calientes, arepas, chorizos, etc.

La preparación y el expendio de alimentos para su consumo inmediato, no clasificados previamente, tales como las denominadas casetas, kioscos, (fritanguerías).

Las actividades de las heladerías, establecimientos de coffe shop y fuentes de soda, entendidos como los establecimientos donde se sirven helados y bebidas de frutas naturales para el consumo inmediato.

Excluye

La preparación y el expendio de comidas preparadas, tales como: empanadas, bolis, buñuelos, perros calientes, arepas, chorizos, etc., siempre que estos sean vendidos a un agente comercial o un tercero. Se incluyen en la clase 1089, (Elaboración de otros productos alimenticios) [61].

La Cámara de Comercio de Bogotá reporta bajo el código CIU 561 en las 19 localidades para los años 2015 y 2016 la información presentada en la **¡Error! La autreferencia al marcador no es válida..**

Tabla 3: Cantidad de establecimientos por CIU para mayo de 2016

CIU	Microempresas	Pequeñas	Medianas	Grandes	Total General
I5611	10824	290	44	12	11170
I5612	770	49	11	2	832
I5613	3726	14	1	3	3744
I5619	2375	34	2	2	2413
Total General	17695	387	58	19	18159

Fuente: [61]

Como se puede apreciar en la Tabla 3, a mediados del mes de Mayo del 2016 se obtuvo un total de 18.159 establecimientos de los cuales la cantidad más alta se encuentra en la columna de microempresas con 17.695, lo que significa que en Bogotá la mayor cantidad de establecimientos de comidas son microempresas.

Por otra parte, para la realización del estudio estadístico se clasificaron en 3 grupos

los establecimientos generadores de aceite usado de cocina:

Comidas rápidas (CR): (hamburguesería, arepas, empanadas, perros calientes, chorizos, pinchos entre otros).

Restaurantes (Resta): (asaderos, pollo broaster, fritanguerías, restaurantes, entre otros).

Panaderías (Caf): (cafetería, pastelería, panadería, bizcochos, postres).

Mediante el uso de Google Maps, entre los meses de Julio y Agosto de 2016 se hizo el levantamiento del marco muestral para la determinación de la ubicación de

los establecimientos disponibles en dicha página. Los establecimientos se fijaron en mapa y con dirección. En el ANEXO 1 se presenta la información generada. Como resultado del levantamiento de la información explicado antes, se obtuvo una base de datos que es equivalente al marco muestral de este estudio, la cual se presenta en la Tabla 4.

Tabla 4: Consolidado base de datos localidades de Bogotá

Base de datos completa		
Localidad	Establecimientos	Establecimientos corregidos
1. Usaquén	1176	1133
2. Chapinero	2079	1863
3. Santafé	834	788
4. San Cristóbal	477	455
5. Usme	213	114
6. Tunjuelito	458	456
7. Bosa	494	467
8. Kennedy	1844	1730
9. Fontibón	1203	979
10. Engativá	1722	1665
11. Suba	2045	1932
12. Barrios Unidos	1026	1012
13. Teusaquillo	611	580
14. Mártires	660	648
15. Antonio Nariño	667	654
16. Puente Aranda	1460	1417
17. Candelaria	268	258
18. Rafael Uribe	676	644
19. Ciudad Bolívar	242	213
Total	18155	17008

Fuente: Autor

En la

Tabla 4 se puede apreciar la cantidad de establecimientos recopilados de Google Maps por cada una de las localidades. Sin embargo en recopilaciones de información tan extensas se deben hacer revisiones de corrección para evitar que se repitan registros y obtener la mayor veracidad posible en los datos, siendo así,

de esta manera se hizo una revisión general en la base de datos, eliminando los registros repetidos o que no se relacionaban con ninguno de los 3 tipos de establecimiento definidos para el estudio, esta variación y corrección de información se puede apreciar en la columna Establecimientos corregidos, teniendo como resultado un consolidado de 17.008 establecimientos en la ciudad de Bogotá, adicionalmente en comparación con el consolidado que entregó la Cámara de Comercio de Bogotá se tiene una diferencia de 1.151 establecimientos lo cual corresponde a una variación del 6,33%.

2.8.2. Diseño de encuesta

El objetivo de esta encuesta es determinar la cantidad de aceite usado de cocina que se genera en los establecimientos comerciales que lo utilizan en la preparación y ventas de alimentos, como se mencionó en el numeral 2.8.1(Cálculo de la población) serán restaurantes, cafeterías y sitios de expendio de comidas rápidas. Adicionalmente hace parte de este objetivo determinar cuál es la disposición final que se le está dando al aceite usado de cocina y cuál es la cantidad disponible para su caracterización y posterior transformación en biodiesel, con lo cual se establecerá la capacidad máxima de procesamiento de la planta de este proyecto.

El modelo de la encuesta diseñada para ser aplicada se presenta en el ANEXO 2. Acorde a lo planteado en la encuesta, en el encabezado se deben diligenciar los siguientes datos: nombre del establecimiento, nombre del entrevistado, cargo, dirección del establecimiento, teléfono y tipo de establecimiento con lo que se tiene información sólida y puntual del lugar.

Se definieron 9 preguntas las cuales compilan todos los aspectos informativos necesarios sobre el aceite usado de cocina generado por el establecimiento que son las siguientes:

1. ¿Cuántos litros de aceite usado genera al mes?
2. ¿Realizan la separación de los residuos del aceite en su establecimiento?
3. ¿Qué hace con el aceite después de usarlo en la cocina?
4. ¿Nombre de la empresa que lo recoge? (en caso de que sea recolectado por algún tercero)
5. ¿Valor por litro?
6. ¿La entidad recolectora le expide un certificado de uso final del aceite?
7. ¿Cada cuánto la empresa realiza la recolección del aceite?
8. ¿Tiene conocimiento sobre los productos que se pueden obtener a partir de aceite de cocina usado?
9. ¿Permitiría que se llevara a cabo la Recolección del aceite de cocina usado, con fines de reciclaje en su establecimiento?

Donde las preguntas 1, 2, 3, 6, 8 y 9 se plantearon de tipo cerradas y las preguntas 4, 5 y 7 de tipo abiertas.

Las encuestas realizadas a los establecimientos se llevaron a cabo en los meses de septiembre, octubre y noviembre del 2016, adicionalmente se elaboró un consentimiento informado para ser entregado en cada uno de los establecimientos a encuestar con el fin de que las personas estuvieran informadas sobre la finalidad de las encuestas, y la veracidad de las mismas. El consentimiento informado se presenta en el ANEXO 3.

2.8.3. Tamaño de la muestra

El tamaño de la muestra se determinó por medio de la función estadística clásica:

$$n = \frac{(k^2 * p * q * N)}{(e^2 * (N-1)) + k^2 * p * q} \quad \text{Ec.1}$$

Fuente: [62]

Donde:

- **N:** Es el tamaño de la población o universo (número total de posibles encuestados).
- **k:** Es una constante que depende del nivel de confianza asignado. El que indica la probabilidad de que los resultados de la investigación sean ciertos, para el caso en particular el nivel de confianza empleado es del 95% (Z= 1,96).
- **e:** Es el margen de error permitido. El que para el caso en particular ha sido del 5%.
- **p:** Proporción de individuos que poseen en la población la característica de estudio. Dado que este dato es desconocido se ha supuesto que $p = q = 0,5$ para garantizar como la opción más segura.
- **q:** Proporción de individuos que no poseen esa característica, es decir, es $1-p$.
- **n:** Tamaño de la muestra (número de encuestas que se deben realizar) [62].

De esta manera el tamaño de muestra establecido fue 1166 establecimientos, tal como aparece en la Tabla 5, con un coeficiente de variación del 5%.

Tabla 5: Muestra obtenida

Clasificación	Población	Muestra
Comidas rápidas	2997	375
Panaderías - cafetería	3830	384
Restaurantes	10181	407
Total	17008	1166

Fuente: Autor

Es importante resaltar que la muestra que se obtuvo no se puede dividir uniformemente a lo largo de todas las localidades ya que la distribución de establecimientos nos es homogénea en toda la ciudad. Se implementó el método de muestreo aleatorio simple que consiste en escoger los sujetos de la población al azar, sin embargo cada uno de los sujetos de la población tiene la misma probabilidad de ser incluidos en la muestra, de este modo se asigna un número a cada sujeto de la población y se extraen números de manera aleatoria mediante calculadoras o un ordenador [63]. En este caso se empleó Microsoft Excel.

De este modo la muestra se distribuyó como se puede apreciar en la Tabla 6, con lo cual se procedió a realizar las encuestas establecidas para cada una de las localidades.

Tabla 6: Encuestas por localidad

Muestra	
Localidad	Encuestas
1. Usaquén	67
2. Chapinero	136
3. Santafé	52
4. San Cristóbal	29
5. Usme	12
6. Tunjuelito	33
7. Bosa	33
8. Kennedy	104
9. Fontibón	68
10. Engativá	132
11. Suba	148
12. Barrios Unidos	51
13. Teusaquillo	41
14. Mártires	40
15. Antonio Nariño	43
16. Puente Aranda	106
17. Candelaria	13
18. Rafael Uribe	47
19. Ciudad Bolívar	11
Total	1166

Fuente: Autor

2.8.4. Análisis de la encuesta

Después de llevar a cabo la recopilación de la información se lograron realizar 1.162 encuestas, lo que se considera un buen resultado teniendo en cuenta que las encuestas son respondidas de forma voluntaria por parte de los encargados en cada uno de los establecimientos. Después de obtener la información de cada uno de los establecimientos de la muestra, estos resultados se expandieron por medio de factor de expansión a todos los datos que hacen parte del marco muestral.

En este caso el factor de expansión planeado está dado por:

$$f_{\text{exp}} = \frac{N_i}{n_i} \quad \text{Ec. 2}$$

Fuente [64]

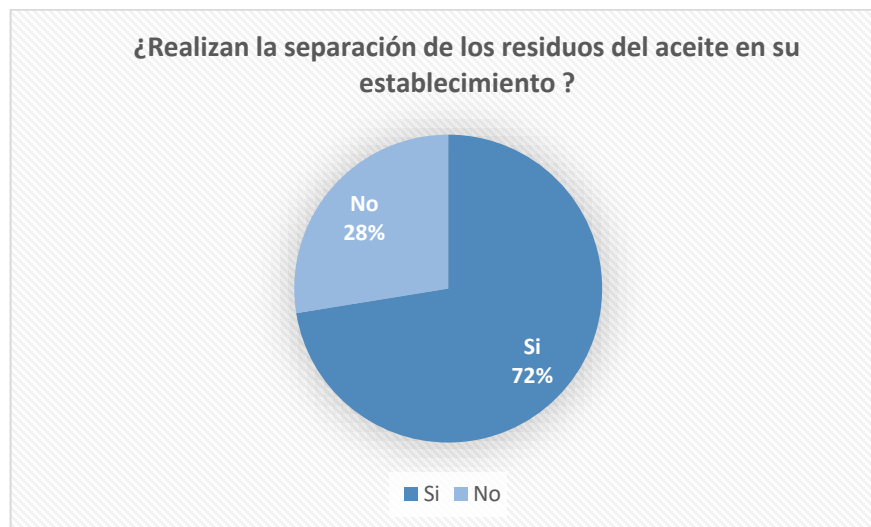
Donde N_i es el número de establecimientos y n_i es la cantidad de establecimientos seleccionados, al realizar el operativo de campo se hizo evidente la necesidad de hacer ciertos ajustes en los factores de expansión debido a los fenómenos como la no respuesta (SR), los rechazos (R) y los cuestionarios inválidos (Inv) quedando de la siguiente manera [64].

$$\text{Muestra: } f_{\text{exp}} = \frac{N_i - fu}{n_i - R - SR - In} \quad \text{Ec.3}$$

Fuente [64]

Con base en lo anterior, a continuación se encuentran los resultados de las preguntas más relevantes de las encuestas obtenidos para este estudio.

Figura 6: Porcentaje de separación de residuos de aceite

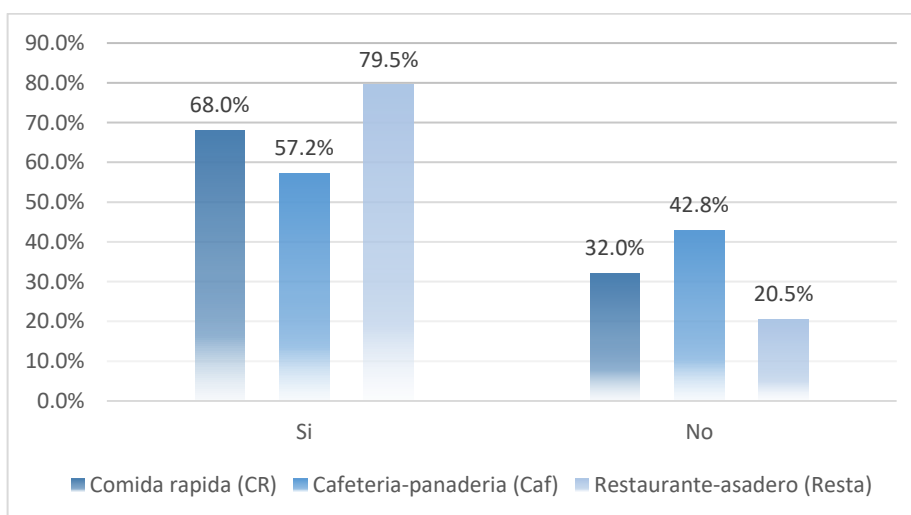


Fuente: Autor

Como se puede apreciar en la

Figura 6, más de la mitad de los establecimientos cumplen con la separación de residuos lo cual es algo que genera un gran beneficio para la recolección y para la disposición final de los residuos.

Figura 7: Comportamiento de establecimientos expendedores de alimentos frente a la separación de residuos de aceite por tipo de establecimiento



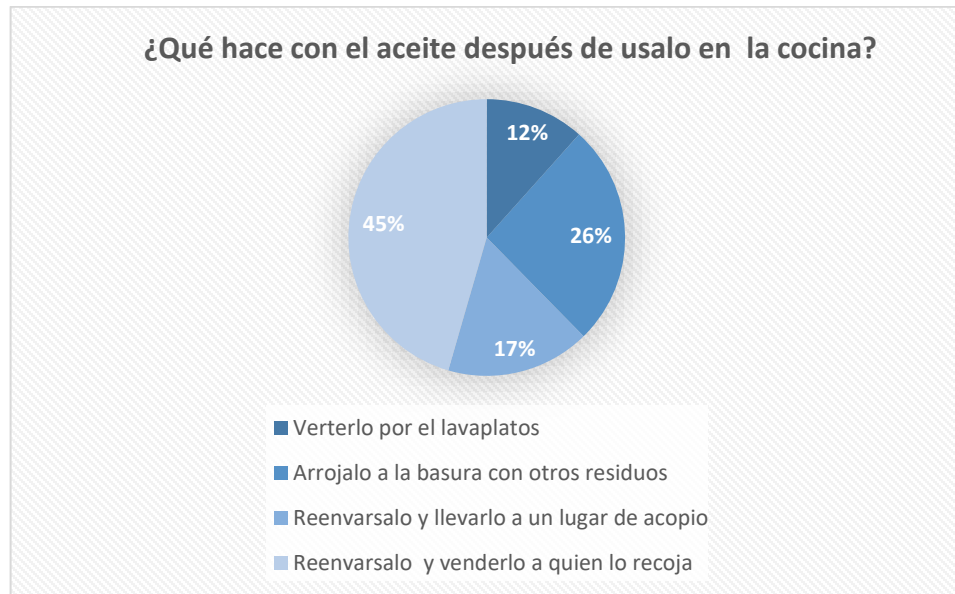
Fuente: Autor

En la Como se puede apreciar en la

Figura 6, más de la mitad de los establecimientos cumplen con la separación de residuos lo cual es algo que genera un gran beneficio para la recolección y para la disposición final de los residuos.

Figura 7 se puede apreciar que en el tipo de establecimiento donde más se lleva a cabo la separación de los residuos es en restaurantes y en la que menos realizan esta práctica es en los establecimientos categorizados como Cafeterías o panaderías.

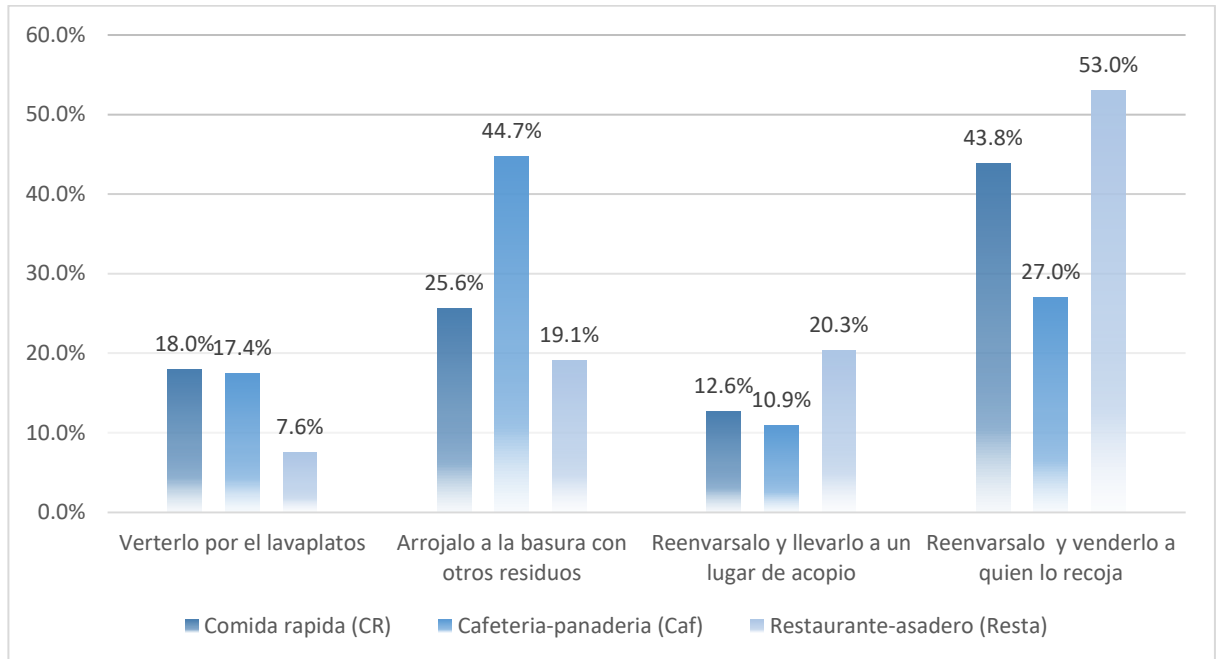
Figura 8: Disposición final del aceite usado de cocina



Fuente: Autor

De la Figura 8 se puede afirmar que un 45% del aceite usado de cocina que se produce ya tiene un cliente que lo compra para darle disposición final. Sin embargo existe un 38% que es desechado el cual es un recurso que se está perdiendo y contribuyen a un mayor impacto ambiental. Adicionalmente, este porcentaje estaría infringiendo la ley 1259 del 2008 [65], que indica que se debe dar una disposición final adecuada a todos los residuos y se convertiría en potenciales proveedores del presente proyecto.

Figura 9: Disposición final del aceite usado de cocina según categoría de establecimiento



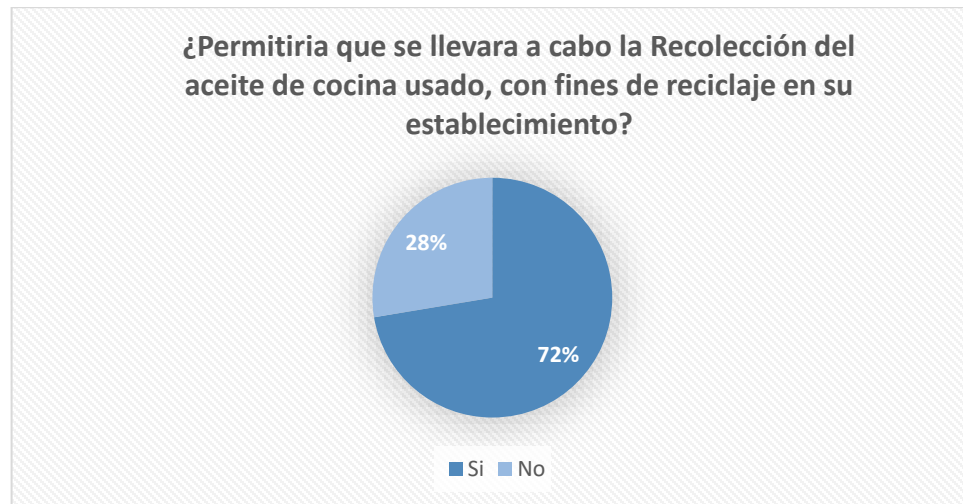
Fuente: Autor

En la

De la Figura 8 se puede afirmar que un 45% del aceite usado de cocina que se produce ya tiene un cliente que lo compra para darle disposición final. Sin embargo existe un 38% que es desechado el cual es un recurso que se está perdiendo y contribuyen a un mayor impacto ambiental. Adicionalmente, este porcentaje estaría infringiendo la ley 1259 del 2008 [65], que indica que se debe dar una disposición final adecuada a todos los residuos y se convertiría en potenciales proveedores del presente proyecto.

Figura 9 se establece que el porcentaje más alto de aceite usado que es arrojado a la basura lo tienen las panaderías de la ciudad, adicionalmente los restaurantes y establecimientos de comidas rápidas son quienes tienen los mayores porcentajes a la hora de vendérselo a un tercero.

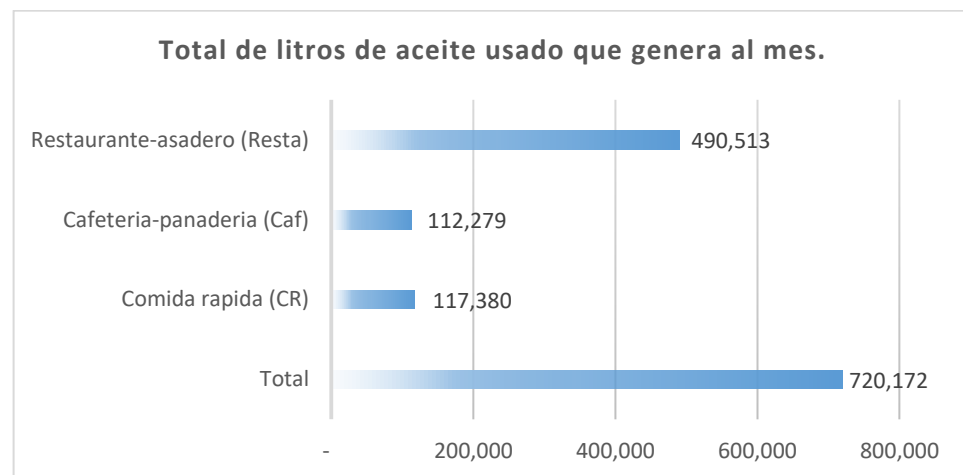
Figura 10: Disponibilidad de aceite para reciclaje



Fuente: Autor

La Figura 10 evidencia que hay un 72% de aceite que está para su reciclaje y disposición final, lo que se considera un alto porcentaje en comparación con la no disponibilidad.

Figura 11: Cantidad total de aceite usado de cocina disponible en Bogotá mensualmente

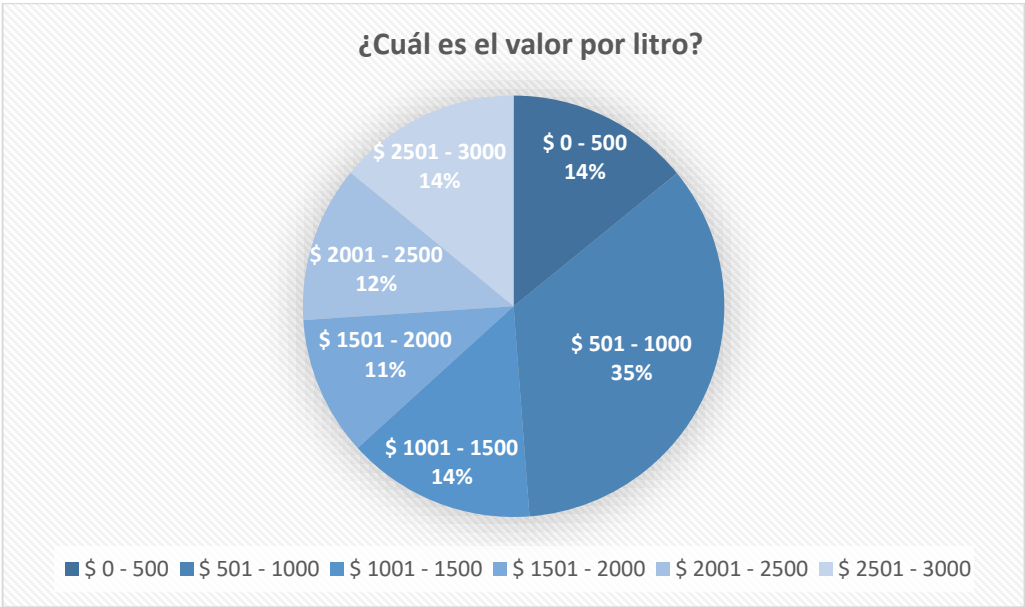


Fuente: Autor

Uno de los datos más importantes de este estudio es conocer la cantidad de aceite que se genera mensualmente en Bogotá. Como se puede apreciar en la Figura 11 se tiene que mensualmente la cantidad de aceite generado en la ciudad son 720.172 litros, de los cuales la mayor parte están siendo aportados por la categoría de restaurantes con 490.513 litros, seguido de comidas rápidas con 117.380 litros y muy cerca está la categoría de panaderías con 112.279 litros. Esta cantidad de aceite usado termina siendo bastante pequeña para el establecimiento

de una planta productora de biodiesel, ya que el tamaño de dichas plantas como se ve en la Tabla 1 es cercano a 10.000 toneladas mensuales. Lo anterior lleva a que una buena alternativa para esta cantidad de aceite sea la de utilizarlo para suplementar el aceite de palma empleado en las plantas productoras ya instaladas en el país.

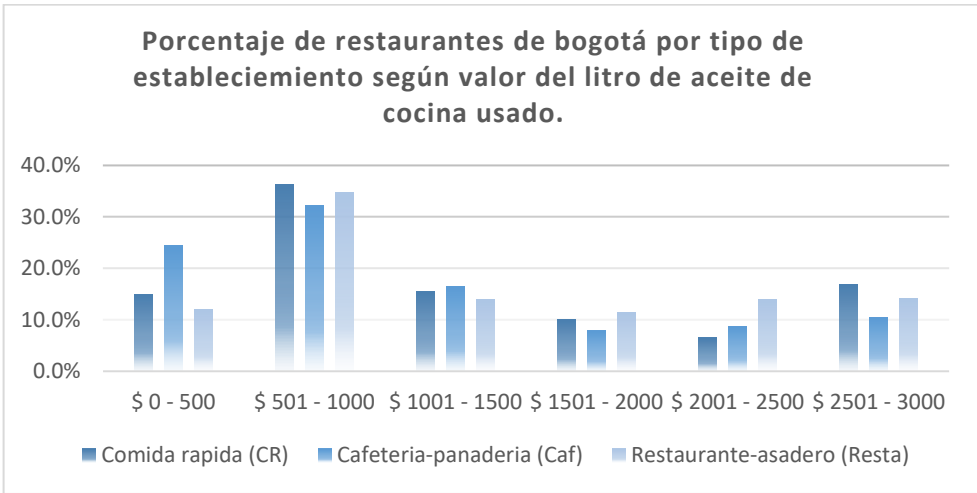
Figura 12: Costo de venta del litro de aceite usado de cocina en Bogotá.



Fuente: Autor

Para la Figura 12 se establece que el porcentaje más alto con un 35% está el rango de precio de 501 a 1.000 COP, los rangos de 2.501 a 3.000 COP, 1.001 a 1.500 COP y 0 a 500 COP con un porcentaje del 14 %.

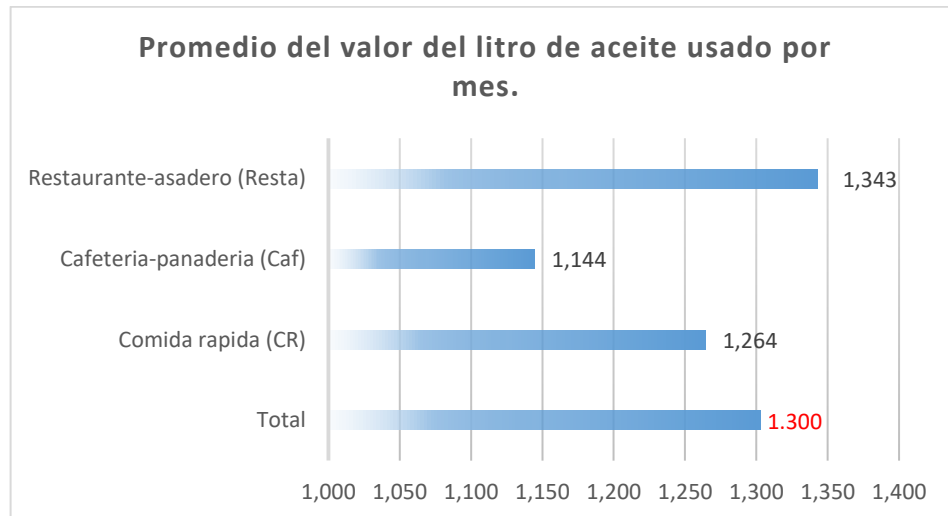
Figura 13: Porcentaje de valores establecidos para el aceite usado por tipo de establecimiento



Fuente: Autor

En la Figura 13 se puede apreciar que el porcentaje más alto de las 3 categorías de establecimientos lo tiene el precio de 501 a 1.000 COP donde los restaurantes están ligeramente por encima de las panaderías y establecimientos de comidas rápidas, seguido por el rango de 0 a 500 COP donde la categoría de panaderías está muy por encima de la categoría de restaurantes y comidas rápidas.

Figura 14: Valor promedio ponderado por litro de aceite usado de cocina



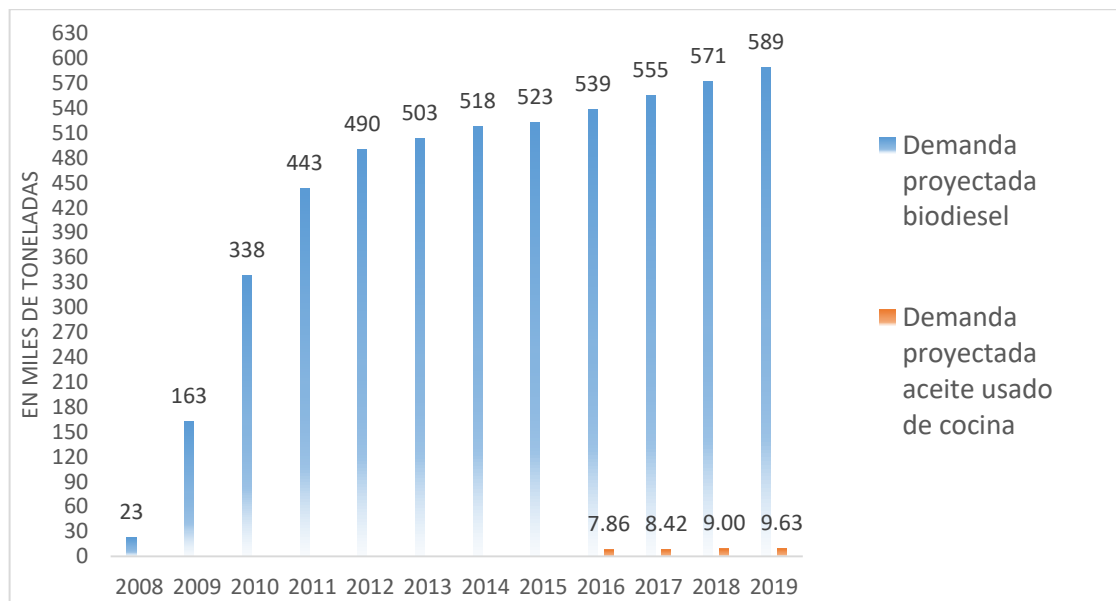
Fuente: Autor

El valor promedio del aceite usado de cocina se puede apreciar en la Figura 14 donde se muestra que el aceite usado de cocina de la categoría de restaurantes es el que se vende a mayor costo con un valor de 1.343 COP seguido de las comidas rápidas con un valor de 1.264 COP y finalmente panaderías con un valor de 1.144 COP, lo que significa que en general el litro de aceite usado de cocina en la ciudad de Bogotá se espera que tenga un valor de 1.300 COP de este modo sigue siendo mucho más económico que el aceite de palma que se produce hoy en día con un valor de 2.018 COP lo que implica una diferencia del 38.18%. Todos los detalles y resultados de cada una de las preguntas pueden ser consultados en el ANEXO 4.

2.9. DEMANDA PROYECTADA

En los últimos años se ha tenido un crecimiento del 3% sobre la producción del biodiésel [57], se espera tener este mismo o mayor crecimiento en los próximos años con lo que se establece una demanda proyectada de aceite del 3% anual como se puede apreciar en la Figura 15. Se espera que la producción de biodiesel para el año 2019 este alrededor de las 589.000 toneladas.

Figura 15: Proyección de la demanda para el 2017, 2018 y 2019



Por otra parte se sabe que los establecimientos de productos alimenticios preparados con aceite de cocina han venido creciendo con una tasa ponderada del 7% y se espera que esta tasa se mantenga para los próximos años [66], tasa con la cual se plantea la demanda proyectada hasta el año 2019 para la producción de aceite caracterizado, por otra parte la producción biodiésel también viene creciendo con una tasa del 3% y se espera que así se mantenga para los próximos años, con lo que se realiza la proyección de demanda.

2.10. CONCLUSIÓN DEL ESTUDIO DE MERCADOS

La implementación de producción de biodiesel a partir de aceite de palma ha llevado a que se empleen cerca de 1.270.000 toneladas de aceite de palma virgen anuales, con lo cual se ha logrado llegar a un 10% de biodiesel en el combustible en algunas regiones del país. Una alternativa para el incremento en la oferta de aceite es la utilización del aceite usado de cocina. Se determinó que en Bogotá se producen 720.172 toneladas mensuales y el precio de venta promedio es de \$1.300 por litro, lo cual sería un ahorro del 38,18% frente al precio del aceite virgen de palma. Esto hace que se pueda contar con la materia prima para el desarrollo del presente proyecto, ya que se proyecta que la producción total de aceite usado tendría una alta demanda por parte de las plantas productoras de biodiesel, principalmente BIOD que es la planta más cercana a Bogotá.

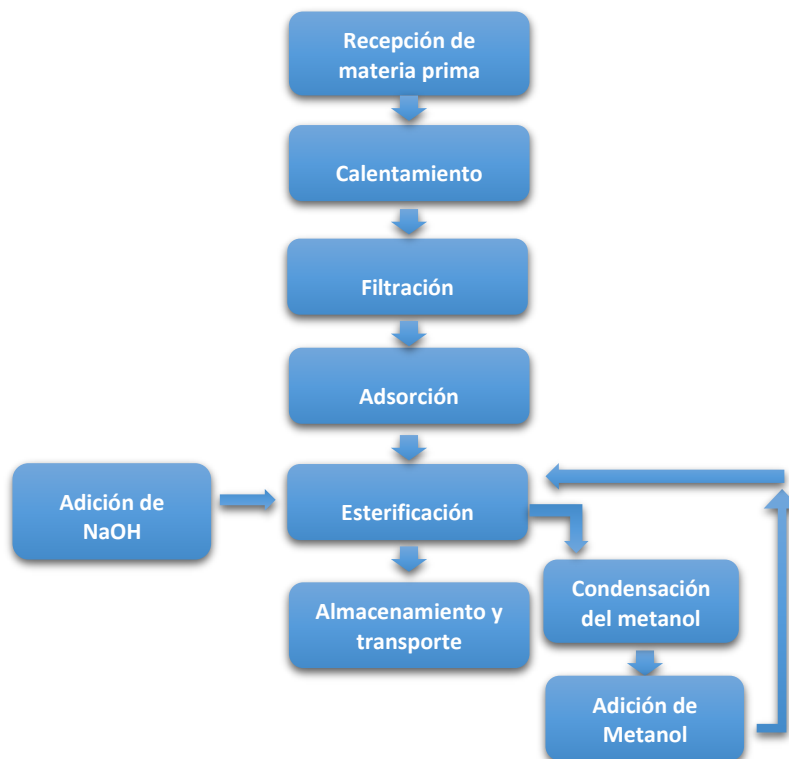
3. ESTUDIO TECNICO

El estudio técnico comprende el análisis de las opciones tecnológicas para producir un bien que se requiera, lo que además permite verificar la factibilidad técnica de cada una de ellas. Este estudio técnico identifica los equipos, la maquinaria, las materias primas, las instalaciones, los tiempos de proceso y cada una de las operaciones necesarias para llegar al producto deseado [67]. De esta manera, con este estudio técnico se podrán obtener los requerimientos de equipos de fábrica para la operación y el monto de la inversión correspondiente. A partir del análisis de las características y especificaciones técnicas de las máquinas se precisará su disposición en planta y su disposición en el mercado, lo que a su vez permitirá dimensionar las necesidades de espacio físico para que el desarrollo de las operaciones se efectúe de manera normal, en consideración a las normas y principios de la administración de la producción [68].

3.1. PROCESO PRODUCTIVO

El proceso productivo inicia con la recepción del aceite usado de cocina y termina con la entrega de un producto que pueda ser empleado para la producción de biodiesel. La secuencia de operaciones unitarias se presenta en la Figura 16.

Figura 16: Diagrama de proceso tratamiento de Aceite usado de cocina

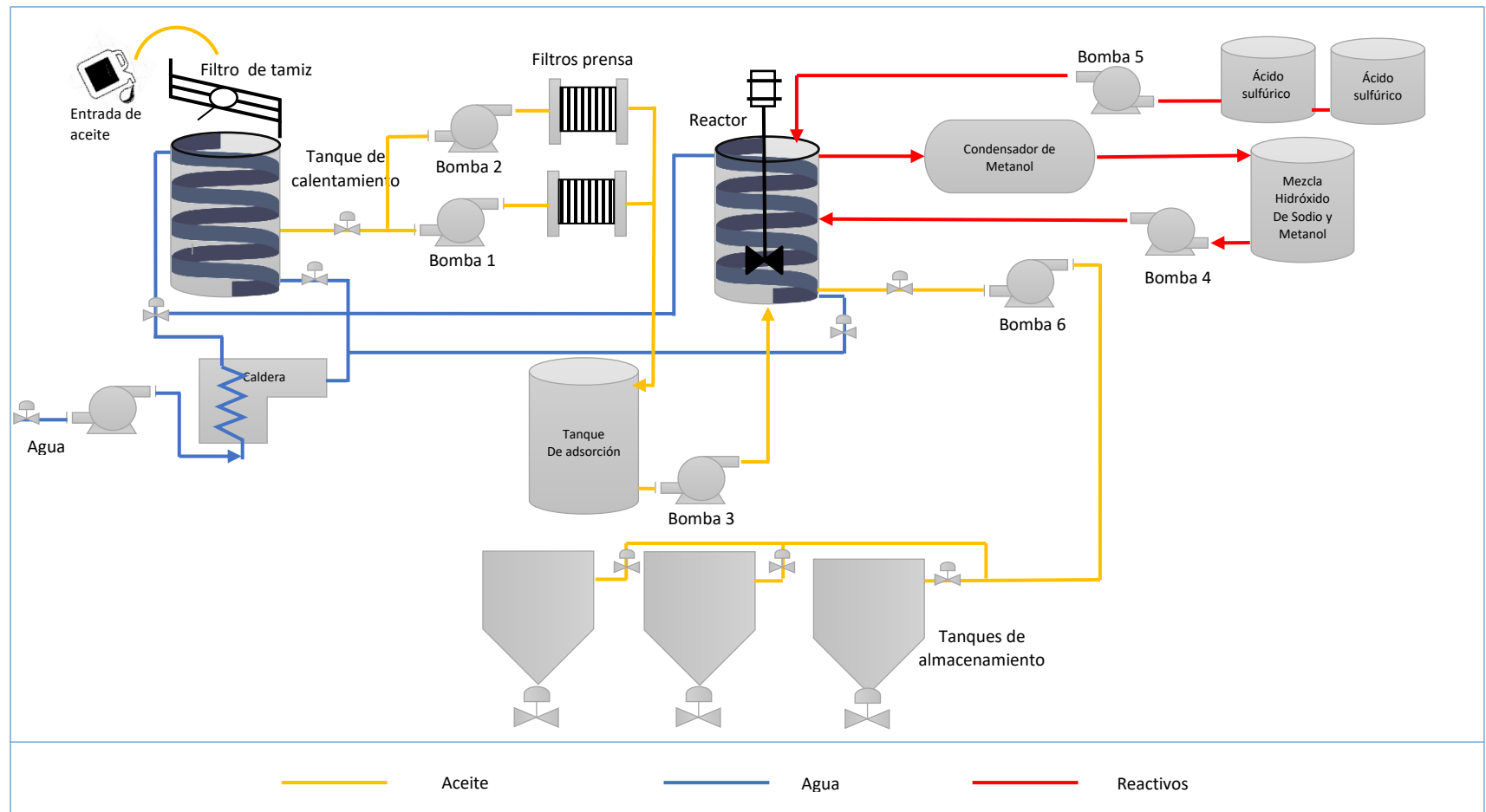


Fuente: Autor

3.2. TIPO DE SISTEMA DE PRODUCCIÓN

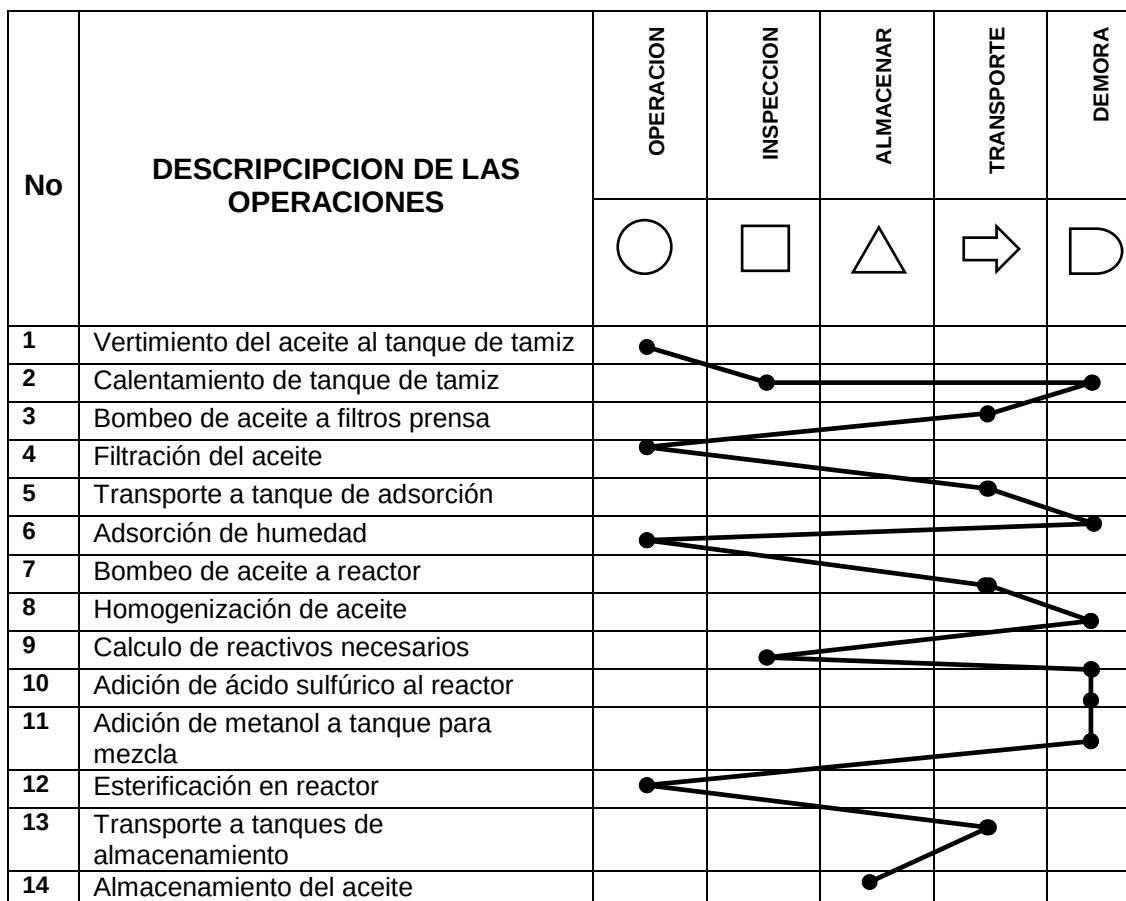
El proceso discontinuo es el método más simple para la producción de aceite usado de cocina caracterizado. Sin embargo para obtener un aceite que cumpla con las normas existentes se requiere de tecnologías y condiciones apropiadas que pueden dificultarse en una producción a pequeña escala [35]. Este tipo de proceso se realiza en reactores tipo “batch” que están equipados con agitación y con un condensador de reflujo. Las condiciones de operación son establecidas previamente de acuerdo a la calidad de la materia prima. Es necesario en el reactor que la agitación garantice una mezcla completa y homogenizada del catalizador y el alcohol con el aceite usado de cocina [34]. El tiempo de reacción suele variar entre veinte minutos y dos horas, y varios autores han estudiado la cinética de esta reacción en modo “batch” llegando a la conclusión de que la reacción se hará en un periodo de 2 horas [69], [70].

Figura 17: Esquema de proceso planta procesadora de aceite usado de cocina



Fuente: Adaptado de [10]

Figura 18: Diseño de Flujo de Operación Vertical ASME correspondiente al Procedimiento de Procesamiento aceite usado de cocina



Fuente: Autor

El diagrama de la

Figura 18 elaborado de acuerdo a los estándares de *American Society of Mechanical Engineers* (ASME), permite determinar cada una de las etapas para la obtención del aceite como materia prima para ser usado en la producción de biodiesel.

3.3. CRITERIOS DE CALIDAD

3.3.1. Propiedades físico químicas del aceite

Para realizar la caracterización del aceite, se toman las Normas Técnicas Colombianas (NTC), las cuales son equivalentes con las normas de la *International Organization for Standardization* (ISO).

Las variables a determinar de acuerdo a las normas son las siguientes [71]:

Tabla 7: Normas para determinación de propiedades físico químicas del aceite

Variable	Norma Técnica
Densidad	NTC 336/ISO 6883-2000
Índice de acidez	NTC 218/ISO 660-2009
Índice de saponificación	NTC 335/ISO 3657-2002
Índice de yodo	NTC 283/ISO 3961-2009
Índice de peróxido	NTC 236/ISO 3960-2010
Humedad y contenidos volátiles	NTC 287
Contenido de sólidos	NTC 887
Preparación para muestreo	NTC 5033

Fuente: [71]

La reacción de esterificación se puede afectar por diferentes variables. Dentro de las variables que disminuyen la eficiencia de la reacción durante el proceso están las siguientes: la calidad de los reactivos, la calidad del aceite (contenido de ácidos grasos libres y humedad), tipo y concentración del catalizador, tiempo, temperatura y agitación de la reacción y la relación molar aceite-alcohol [72].

3.4. CÁLCULOS DE PROCESO

Previamente se realizó la estandarización de un proceso a escala laboratorio para la adecuación del aceite de cocina [73], con lo cual se establecieron algunas condiciones experimentales para el desarrollo del presente trabajo investigativo. Para este trabajo se tendrán las siguientes condiciones: aceite recolectado mensualmente 720.172 litros, trabajando 20 días al mes se procesarán 36.000 litros repartidos en 2 lotes de 18.000 litros por día, con una jornada de 11 horas de producción.

3.4.1. Filtración

De acuerdo a la investigación mencionada [73] y estableciendo los criterios normativos vigentes, el porcentaje (%) de sólidos removidos en el aceite se determina mediante la siguiente ecuación .

Determinación del porcentaje de sólidos removidos a nivel industrial.

$$\% \text{Sólidos removidos} = \frac{\% \text{Sólidos inicial} - \% \text{Sólidos final}}{\% \text{Sólidos inicial}} * 100\% \quad \text{Ec.4}$$

Dónde:

% Sólidos inicial = contenido de sólidos antes de la filtración.

% Sólidos final = contenido de sólidos posterior a la filtración.

Para lograr este cálculo se determina el porcentaje inicial y final de sólidos, esta prueba se realiza mediante el proceso que se describe en la NTC 887.

Para este caso, el proceso contará con dos etapas de filtrado para hacerlo de manera más eficiente. En la primera etapa se empleará una malla que cuenta con un tamaño de malla de 1 mm con lo cual se removerán los residuos de mayor tamaño; esta malla será instalada en la parte superior del tanque. En la segunda etapa de filtración se realizará en un filtro prensa que contará con tela filtrante de un tamaño de poro de 10 μm . De acuerdo al ensayo realizado en la estandarización del proceso a nivel laboratorio, la filtración se llevó a cabo en una muestra de 10 ml de aceite, la cual contenía un 1.17% de sólidos y posterior a la filtración se llegó a un 0.25% de sólidos logrando remover el 78,63% de los sólidos presentes en el aceite, como primera operación del proceso [73].

3.4.2. Adsorción

En cuanto a la humedad contenida en el aceite no debe ser superior al 0,5% según lo establecido en la NTC 287. La adsorción es más recomendable que el uso de calor, puesto que si se calienta el aceite para evaporar el agua, tendría que hacerse a temperaturas superiores a los 100 °C durante dos horas para lograr disminuir la humedad a las condiciones requeridas en la norma, lo cual tendría un costo muy alto en el proceso. Es por ello que el proceso se estandarizó con el empleo de sílica gel para remover la humedad [73]. La sílica empleada corresponde al 11% sobre la masa total del aceite que se adsorba, una de las ventajas de la sílica gel es que posibilita su reuso hasta en 50 lotes de aceite usado de cocina aproximadamente, dado que es posible regenerarse una vez este saturada por la humedad.

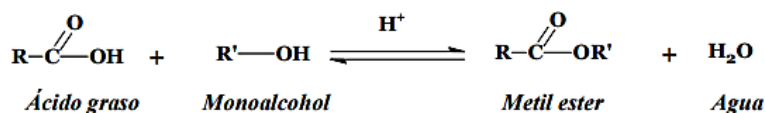
3.4.3. Esterificación

El objetivo de la esterificación es reducir los ácidos grasos libres FFA (*Free fatty acid*), teniendo en cuenta que en aceites residuales el porcentaje de FFA es de 2 a 10%. El proceso consiste en disminuir el valor de la acidez del aceite al 1,5%, con lo cual se evita la formación de jabón y emulsiones, que disminuyen el rendimiento de la reacción de transesterificación que se realiza posteriormente para la obtención de biodiésel [73].

Para la reacción de esterificación se empleará un alcohol de cadena corta (metanol) en una proporción del 20% de la masa del aceite usado de cocina, y como catalizador se empleará el ácido sulfúrico al 1% de la masa total del aceite usado de cocina [73], ya que este es químicamente estable en este tipo de

reacciones, además de esto posee una fuerza ácido menor que otros catalizadores. Esta fuerza ácida puede ser medida por el porcentaje de hidrólisis que presente el ácido [73], [74]. La temperatura de reacción será 60°C [69], [73]. La Figura 19 muestra como un ácido graso que entra en reacción con un alcohol produce metil éster y agua, a su vez se observa que se trata de una reacción reversible.

Figura 19: Reacción de esterificación



Fuente: [75]

3.5. MATERIAS PRIMAS

El proceso de adecuación del aceite usado de cocina requiere el uso de reactivos químicos específicos. Las fichas técnicas se muestran en el Anexo 4, en la cual aparecen algunos aspectos fundamentales a tener en cuenta en el uso de reactivos.

3.5.1. Aceite

El aceite usado de cocina es la principal materia prima para el proceso. Bogotá genera, de acuerdo al estudio de mercado realizado, 720.172 litros de aceite usado de cocina mensualmente distribuidos en 19 localidades de la ciudad.

3.5.2. Reactivos

Los reactivos que se emplearán para el proceso de producción son: metanol, ácido sulfúrico y sílica gel.

3.5.2.1. Metanol

El metanol es el alcohol más empleado a nivel industrial para la producción de biodiesel, debido a las altas velocidades de reacción obtenidas con respecto a otros alcoholes de mayor peso molecular [76]. Este compuesto es derivado del gas natural, es miscible con el agua, alcoholes, ésteres y con la mayoría de los solventes orgánicos. Además es un compuesto polar de cadena corta que puede reaccionar de forma rápida [77] y tiene un bajo costo.

3.5.2.2. Ácido sulfúrico

Es uno de los compuestos químicos de mayor uso a nivel industrial, se emplea para la producción de rayón y fibras textiles, pigmentos inorgánicos, explosivos, alcoholes, plásticos, tintas, drogas, detergentes sintéticos, caucho sintético y natural, pulpa, papel, celulosa y catalizadores. Es usado en la refinación del petróleo, acero y otros metales. Es ampliamente utilizado como catalizador debido a su alto poder catalítico [78].

3.5.3. Silica gel

El gel de sílice, también conocido como Silica gel es un producto absorbente, catalogado como el de mayor capacidad de absorción de los que se conocen actualmente. Es una sustancia química de aspecto cristalino, porosa, inerte, no tóxica e inodora, de fórmula química molecular $\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$, insoluble en agua y en cualquier otro solvente, químicamente estable, sólo reacciona con el ácido fluorhídrico y el álcali, gracias a su composición química única y a su estructura física, el gel de sílice posee unas características incomparables con otros materiales similares, por ejemplo la alta absorción, funcionamiento termal estable, característica física estable, fuerza mecánica relativamente alta, contando con que es un producto que se puede regenerar. Una vez saturado si se somete a una temperatura de entre 120-180 °C (el gel de sílice con indicador no debe pasar de 120 °C) desprenderá la humedad que haya absorbido por lo que puede reutilizarse una y otra vez sin que ello afecte la capacidad de absorción [79].

3.6. MATERIALES Y EQUIPOS

La determinación de los materiales y equipos necesarios para el proceso de producción, de acuerdo a cada operación unitaria, se realizan teniendo en cuenta los datos iniciales contenidos en las Tabla 8, Tabla 9, Tabla 10 y Tabla 11,

Tabla 8: Aceite usado de cocina a procesar.

Descripción	Cantidad	Unidad
Aceite recolectado por mes	720.172	litros
Aceite recolectado por mes	655.356,52	Toneladas
Aceite diario a procesar	36.000	Litros

Fuente: Autor

Tabla 9: Tiempo de proceso.

Descripción	Cantidad	Unidad
Días al mes de proceso	20	Días
Horas de trabajo al día	11	Horas

Fuente: Autor

Tabla 10: Características físico químicas del Aceite.

Descripción	Cantidad	Unidad
Densidad especifica del aceite usado	0,91	g/ml
Viscosidad dinámica	4,49	cP
Viscosidad cinemática	4,84	mm ² /s
Capacidad calorífica del aceite usado	1,9646	kJ/kg*k

Fuente: Autor adaptado de [73]

Tabla 11: Cálculos proceso de descargue.

Descripción	Cantidad	Unidades
Aceite contenido por bidón	20	litros
Bidones diariosa descargar	1.800	Unidades
Operarios destinadas para cargar tanque de tamiz	5	personas
Bidones a descargar por cada operario	360	bidones
Tiempo de descarga por bidón	40	segundos
Tiempo total de descarga de bidones	4	horas
Aceite descargado por hora	9.000	litros/h
Volumen total de bidones	47,75	m3

Fuente: Autor

Mediante la Tabla 11 se determina la operación inicial de descargue de aceite, que bajo el cálculo de descarga de un bidón en el tanque de tamiz, la cantidad de bidones a descargar y la cantidad de personas disponibles para esta operación, se determina que el tiempo total de descarga del aceite en el tanque de tamiz será de 4 horas.

3.6.1. Bidones

La

Tabla 12 muestra las características que tiene cada bidón a utilizar, determinado con la cantidad total de bidones el espacio requerido que ocupan al apilarlos, el cual es un espacio considerable entendiendo que se trata de 1800 bidones que se descargan por día.

Se concluye que el volumen ocupado por dichos recipientes será de 7,05 metros de largo por 5,7 metros de ancho por 1,19 metros de alto. En el anexo 6.A se muestran las características de los bidones que se consiguen en el mercado.

Tabla 12: Dimensiones y Espacio que ocupan los bidones.

Característica	Dimensión	Unidad
Dimensiones del bidón		
Alto	0,396	m
Ancho	0,235	m
Largo	0,285	m
Espacio ocupado por los bidones		
Cantidad total de bidones	1.800	Unidades
Ancho	7,05	m
Largo	5,7	m
alto	1,19	m

Fuente: Autor

3.6.2. Recolección y entrega del aceite usado de cocina

La obtención de este producto se llevará a cabo mediante una flota de 12 camiones con una capacidad máxima de carga de 2.800 kg cada uno teniendo en cuenta que se deben recolectar por día 1.800 bidones y que cada bidón tendrá un peso de 18,2kg.

La recolección se efectuará diariamente mediante un recorrido establecido. Dicho recorrido será trazado una vez sea puesta en marcha la operación de la planta, de tal manera que se ajusten las rutas por orden de localidades. Cada ruta será cubierta de acuerdo a las horas de trabajo y de acuerdo a la capacidad de carga

del furgón. El aceite recolectado durante un día será procesado al día siguiente en la planta.

La entrega del aceite caracterizado se realizará mediante camiones cisterna

3.6.3. Tanque para tamizado

Diariamente se deben procesar 36.000 litros de aceite, acorde a lo planteado en la Tabla 8. Por lo anterior se requiere un tanque vertical apernado con chapas certificadas bajo norma EN 10142 y EN 1011, el material de este es acero galvanizado con una capa de revestimiento elástico de poliuretano que garantiza protección contra la corrosión con capacidad de 44.000 litros con un factor del 20 % sobre el volumen de carga (36.000 litros), este tanque cuenta con una altura de 1.25 m lo cual permite a los operarios decantar fácilmente el aceite de los bidones y cuenta también con un serpentín de calentamiento para el aceite. De acuerdo a las referencias existentes del mercado se encuentran en el Anexo 6.B.

Tabla 13: Características de tanque del tamiz.

Descripción	Cantidad	Unidad
Capacidad máxima (m3)	44	m ³
Capacidad máxima (l)	44.000	l
Alto	1,25	m
Diámetro	8,38	m
Cantidad de tanques	1	unidad

Fuente: Autor. Adaptado de [80]

3.6.4. Tamiz

La función del tamiz es separar del aceite el mayor número de partículas sólidas, las partículas de menor tamaño pasan por los poros del tamiz atravesándolo y las grandes quedan retenidas por el mismo.

De acuerdo a las referencias de Tamiz existentes en el mercado que muestra el anexo 6.C. y dependiendo del área del tanque del tamiz, según tabla de granulometría y Norma ASTM E - 11/95 se selecciona un tamiz circular Numero 18 con rango de partícula de 1mm.

Tabla 14: Características del tamiz.

Descripción	Dimensión	Unidad
Radio de Tamiz	4,19	m
Numero de malla	18	
Área del Tamiz	55,15	m ²

Acero inoxidable AISI 304-316		
Cantidad de mallas de tamiz	1	unidad

Fuente: Autor adaptado de [81]

3.6.5. Filtro

Se eligieron filtros de tipo prensa de marcos y platos ya que estos son los más recomendados y más usados a nivel industrial en la filtración de aceites vegetales. Se determinó el uso de 2 filtros prensa para que al realizar actividades de mantenimiento se tenga al menos un filtro operativo. Estos filtros garantizan un caudal de 3.500 l/h, por lo tanto se filtrarán 7.000 l/h.

Las especificaciones con las que se realiza la selección del Filtro prensa se muestran en el anexo 6, de acuerdo a ellas se toman los siguientes datos.

Tabla 15: Características del filtro prensa requerido.

Descripción	Medida	Unidad
Caudal máximo	3.500	l/h
Tipo de cierre	Hidráulico	
Material de marcos y platos	Polietileno Durapol	
Resistencia de marcos y platos	90	°C
Presión máxima	60	psi
Horas de trabajo para cumplir meta diaria	2,6	h
Tela filtrante	10	µm
Cantidad de filtros en el proceso	2	unidad
Tiempo de acción por lote	2,5	h

Fuente : Autor adaptado de [82]

El tamaño de poro de la tela filtrante fue establecido previamente [10] para cumplir con la retención de los sólidos.

3.6.6. Bombas

El tipo de bomba requerida es para uso de líquidos viscosos y densos. Dado que adicionalmente se manejará una temperatura superior a la temperatura ambiente (60°C), se escogen bombas de desplazamiento positivo de engranajes internos que se usan a nivel industrial para manejar aceites lubricantes, grasas animales y vegetales, jarabes, pinturas entre otros [83]. Son utilizadas en caudales grandes, pero con presiones bajas, su funcionamiento se basa en engranajes, uno de los engranajes hace de conductor y mueve al otro engranaje, la cámara de bombeo está formada entre los engranajes y la carcasa, el fluido circula a través de los dientes de los engranajes, su rendimiento puede llegar al 90%. Estas bombas son de bajo costo, aceptan impurezas y son desplazamiento fijo y positivo[84].

Según los cálculos realizados para determinar el filtro prensa, se requiere que las bombas trabajen con un caudal de 7000 litros/hora. De acuerdo al caudal requerido y teniendo en cuenta las especificaciones técnicas de las bombas existentes en el mercado para líquidos viscosos se presenta la información en las siguientes tablas (16 a 19). Información técnica adicional de las bombas seleccionadas se encuentra en el Anexo 6.E.

Tabla 16: Bomba 1 y 2 (entre tanque de tamiz y filtro prensa).

Bomba de desplazamiento positivo		
Descripción	Medida	Unidad
Presión máxima de trabajo	113	psi
Rango de viscosidad	50	cSt
Caudal requerido	7.000	l/h
Motor	60	Hz
velocidad angular	160-940	rpm
Temperatura máxima recomendada	107	°C
Cantidad de bombas	2	unidad
Tiempo de acción	2,5	h

Fuente: Autor adaptado de [85]

Tabla 17: Bombas 3 y 6 (entre tanque de adsorción y reactor, reactor y tanques de almacenamiento).

Bomba de desplazamiento positivo		
Descripción	Medida	Unidad
Presión máxima de trabajo	125	psi
Rango de viscosidad	3 a 20	cSt
Tiempo requerido de bombeo	15	min
Caudal requerido (l/min)	1200,3	l/min
Caudal requerido (l/h)	72.017,2	l/h

Caudal de la bomba	73.000	l/h
Velocidad angular	350	rpm
Temperatura máxima recomendada	107	°C
Cantidad de bombas	2	unidad
Tiempo de acción	0,25	h

Fuente: Autor adaptado de [86]

Tabla 18: Bomba 4 para tanque de metanol.

Bomba de desplazamiento positivo		
Descripción	Medida	Unidad
Presión máxima de trabajo	500	psi
Tiempo requerido de bombeo	30	min
Caudal requerido	120	l/min
Caudal de la bomba	121	l/min
Frecuencia del motor	60	Hz
velocidad angular	1.750	rpm
Cantidad de bombas	1	unidad

Fuente: Autor adaptado de [86]

Tabla 19: Bomba 5 para tanque de ácido sulfúrico

Bomba centrífuga en acero inoxidable SS 304		
Descripción	Medida	Unidad
Presión nominal	50	psi
Tiempo requerido para el bombeo	30	min
Caudal requerido	12	l/min
Caudal máximo de la bomba	180	l/min
Potencia del motor	1	hp
Velocidad angular	3.450	rpm
Cantidad de bombas	1	unidad

Fuente: Autor adaptado de [87].

3.6.7. Reactor

Se establece su diseño como un recipiente a presión bajo código ASME sección VIII, división 1, en la que se desarrolla el diseño y construcción de equipos sometidos a presión, la forma del equipo y sus dimensiones. Adicionalmente se definen las siguientes características:

- El material utilizado.
- Las condiciones de presión y temperatura.
- El peso específico del fluido.

El reactor se debe fabricar con las siguientes especificaciones [10]:

- Material: acero inoxidable SS-316.
- Con serpentín para calentamiento del aceite por medio de vapor de agua.
- Fluido: Aceite usado de cocina.
- Tipo: cilíndrico vertical.
- Agitador con aspas.

Cálculo del espesor mínimo de la carcasa:

La ecuación para el cálculo del espesor mínimo (t) asociado a esfuerzos tangenciales para la carcasa cilíndrica del reactor es:

$$t = \frac{PRi}{\sigma_{tE_s} - 0,6P} + C \quad \text{Ec. 5}$$

Donde:

t = espesor de la envolvente (in)

P = presión de diseño mínima (psi)

R_i = radio interno de la carcasa (in)

σ_t = esfuerzo máximo admisible (psi). Depende del tipo de material y de la temperatura, entre otros factores

E_s = eficiencia de soldadura (admisional). Depende del material utilizado.

C = sobre espesor por corrosión del material (in).

Características que tienen que cumplir los equipos para cumplir la normativa ASME:

- a) Sobre espesor de corrosión (C):
Este valor es función del tipo de material elegido para la construcción del recipiente, y se consulta en tablas

Tabla 20: Valores de sobre espesor de corrosión para aceros comunes.

Metal	c (mm)
Acero al carbono	1,5 - 3
Acero inoxidable	0,8 - 1,5

Fuente: [88].

- b) Presión de diseño (P): Debe ser en todo caso mayor a la máxima de operación o servicio, su valor se puede fijar como el mayor valor de entre los siguientes:
- $P \geq 1,1 * P_{\text{max de operación (psi)}}$
 - $P \geq P_{\text{max de operación}} + 1 \text{ (psi)}$
 - $P \geq 25 \text{ (psi)}$

La presión de diseño del reactor vendrá dada por la Tabla 21 y será siempre mayor a la presión de trabajo:

Tabla 21: Presiones de Diseño.

Operación	Diseño
0 – 1	25psi
1,6 3 13,5	28,44 psi + Pop
13,6 – 20	115% de Pop
20,1 -1,25	42,67psi+ Pop

(Pop = presión de operación normal)

Fuente: [88].

- b) Temperatura de diseño o de proyecto (T):

Al igual que en el apartado anterior, debe ser superior a la máxima que se produzca durante la operación, y es habitual adoptar como temperatura de diseño el valor de:

$$T = T_{\text{operación máxima}} + 20 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

Para este caso la temperatura de diseño del reactor será de 80 °C

c) Espesor mínimo de pared ($t_{\min}$):

$$t_{\min} = 2,5 + C \text{ (mm)} \quad \text{para aceros inoxidables}$$

$$t_{\min} = 2,5 + C \text{ (mm)} \quad \text{para aceros al carbono}$$

e) Tensión máxima admisible (t):

Los recipientes a presión se calculan con unos espesores de pared capaces de soportar sin deformación la fuerza que ejerce sobre las paredes el líquido confinado. Para los materiales ASTM-ASME, el código ASME VIII, división 1, contiene unas tablas que muestran las tensiones máximas admisibles para cada material a las diferentes temperaturas.

Tabla 22: Valores de tensión máxima admisible para aceros comunes.

Metal	Nombre técnico	σ_t (psi) (20°F-650°F)
Acero al carbono	SA-516. Grado 55	13.800
Acero al carbono	SA-285. Grado C	13.800
Acero inoxidable	SS-304	18.750
Acero inoxidable	SS-316	18.800

(En rangos de temperatura entre -29°C y 343°C).

Fuente: [88].

f) Eficiencia de la soldadura (E_s):

En el cálculo de los recipientes se introduce una reducción en la tensión máxima admisible multiplicando ésta por un coeficiente denominado eficiencia de la soldadura (E_s), cuyo valor varía según las normas o códigos, y de acuerdo a la soldadura y los controles efectuados sobre ella.

Tabla 23: Valores de eficiencia de soldadura para aceros comunes.

Dibujo	Descripción de la Junta	Grado de examen		
		Radiografía completa	Examen por puntos o zonas	No examinada por puntos o zonas
a	Juntas por ensamble con soldadura doble o con medios que permitan obtener la misma calidad de metal soldado a ambos lados de la junta	1,00	0,85	0,70
b	Junta por ensamble de soldadura simple, con	0,90	0,80	0,65

	banda de respaldo en su lugar			
c	Junta por ensamble de soldadura simple, sin banda de respaldo. Sólo se permite para algunas juntas perimetrales	0,90	0,80	0,60

Fuente: [88].

De acuerdo a los cálculos anteriores se obtiene la

Tabla 24:

Tabla 24: Características del Reactor.

Reactor tipo RDMP		
Especificaciones	Medida	Unidad
Cantidad aceite a procesar**	18.004	l
Ácido sulfúrico necesario	180	kg
Metanol necesario	3.601	l
Metanol necesario	2.672	kg
Volumen ocupado por la mezcla	21.785	l
Factor de trabajo***	20	%
Capacidad	26.142	l
Capacidad	26,142	m3
Relación de esbeltez****	1	
Diámetro interno	3,22	m
Radio interno	63,32	in
Área del reactor	9,73	m2
Altura	3,52	m
Temperatura de trabajo	60	°C
Temperatura de diseño	80	°C
Presión de diseño	50	psi
Sobreespesor por efectos de corrosión *****	1	mm
Sobreespesor por efectos de corrosión	0,039	in
Esfuerzo máximo a tensión	18.800	psi
Eficiencia de soldadura	0,8	N/A
Espesores de cuerpo cilíndrico, cabeza y fondo semi elipsoidal	0,25	in
Espesores de cuerpo cilíndrico, cabeza y fondo semi elipsoidal	6,36	mm
Calibre de lamina	7	mm

Calibre de lamina	0,007	m
Tiempo de acción	2,6	h

*Reactor Discontinuo de Mezcla Perfecta

**Se procesan dos lotes por día de esa cantidad cada uno

***Se establece para el diseño un factor de trabajo para la capacidad del 20%

****Relación de esbeltez significa diámetro interno/altura del recipiente

*****Se elige un valor intermedio entre 0,8 y 1,5 mm para aceros inoxidables

Fuente: Autor

3.6.8. Agitador del Reactor

Para determinar el agitador adecuado se requiere determinar el número de Reynolds (adimensional), que caracteriza el movimiento y régimen de flujo

$$Re = \frac{n \cdot Da \cdot \rho}{\mu} \quad Ec. 6$$

Donde:

Da= Diámetro del agitador (m).

n= Velocidad angular (rpm).

P= Densidad (kg/m³).

μ= Viscosidad (kg/m*s).

Y la potencia (W) se calcula despejando la siguiente ecuación:

$$P = Np \cdot n^3 \cdot Da^5 \cdot \rho \quad Ec. 7$$

Donde:

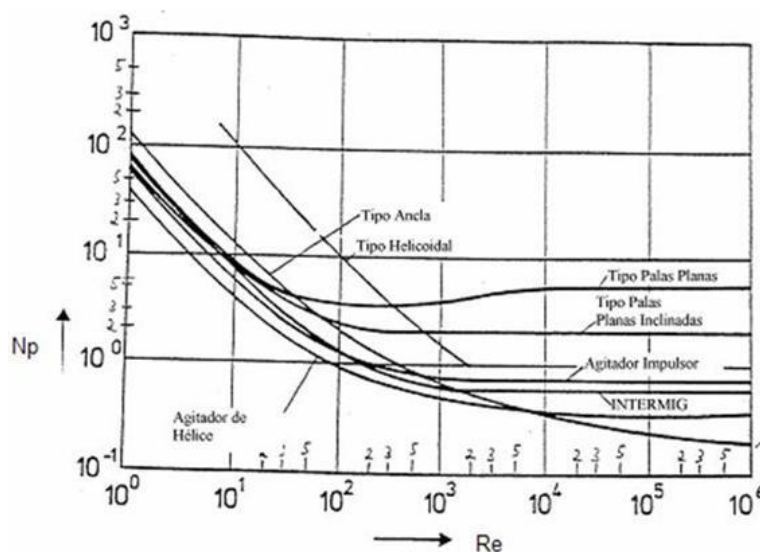
Np= Numero de potencia (adimensional).

n= Velocidad angular (rpm).

Da= Diámetro del agitador (m).

ρ = Densidad (kg/m³).

Figura 20: Gráfica de Número de Potencias vs Número de Reynolds para tanques agitados



Fuente:[89]

Tabla 25: Valores típicos del número de potencia según tipo de agitador.

Tipo de agitador	Nº placas deflectoras	Np
Hélice	0	0,3
Hélice	3 - 8	0,33 - 0,47
Turbina con cuchilla vertical	0	0,93 – 1,08
Turbina con cuchilla vertical	4	3 – 5
Turbina orientada 45°	0	0,7
Turbina orientada 45°	4	1,30 – 1,40
Ancla	0	0,28

Fuente: [89]

De acuerdo a la Tabla 26 y el anexo 6F se determina la información para el agitador del reactor, que se presenta en la Tabla 26.

Tabla 26: Agitador para el reactor.

Descripción	Medida	Unidad
Relación de diámetros tanque y agitador	0,3	
Diámetro de agitador	0,97	m
Velocidad angular (rpm)	30	rpm
Velocidad angular (rps)	0,5	rps
Densidad del aceite (ρ)	910	kg/m ³

Viscosidad del aceite (μ)	0,00449	kg/m*s
Numero de Reynolds (Re)	94371,9	
Numero de potencia (np)	6	N/A
Potencia requerida	571,21	W

Fuente: Autor

3.6.9. Sistema de calefacción

Los cálculos para determinar el sistema de calefacción parten de las necesidades básicas del proceso que se resumen en Tabla 27:

Tabla 27: Condiciones térmicas necesarias para el proceso

Descripción	Medida	Unidad
Temperatura de calentamiento del aceite	60	°C
Temperatura de calentamiento del aceite	333,15	K
Temperatura ambiente	15	°C
Temperatura ambiente	288,15	K
Capacidad calorífica del aceite usado de cocina	1,96	kJ/kg*K
Delta de temperatura (ΔT)	45	K

Fuente: Autor adaptado de [70] y [73]

Para realizar la selección de la caldera se debe determinar la cantidad de calor que debe transferir en todo el proceso. En el tanque de tamiz, se determina la el flujo de calor a partir de la información conocida del proceso. La temperatura final del aceite será de 60 °C partiendo de temperatura ambiente (15 °C). Este proceso se llevará a cabo en un periodo de 2 horas para lo cual se implementa la siguiente ecuación:

$$\dot{Q}_{fluido} = m_{fluido} \cdot C_p \cdot \frac{\Delta T}{\Delta t} \quad Ec. 8$$

Donde:

$\dot{Q}_{fluido}$ = Velocidad de transferencia de calor para el aceite (kW).

M_{fluido} = Masa del aceite (kg).

C_p = Capacidad calorífica del aceite (kJ/kg*K).

ΔT = Diferencial de temperatura del aceite (K).

Δt = tiempo de calentamiento (s)

Sin embargo, aunque el tanque de tamiz cuenta con aislamiento térmico existen pérdidas de calor por la transferencia que se genera desde el tanque hacia el ambiente, se estima que estas pérdidas serán de un 4% [90] sobre el calor total

La velocidad de transferencia de calor es la cantidad de calor por unidad de tiempo transferido, acorde a lo presentado en la siguiente formula:

$$\dot{Q} = \frac{Q}{t}$$

Ec. 9

Donde:

$\dot{Q}$ = Flujo de calor (kJ/s)

Q= Calor (kJ)

T= Tiempo (s)

Aunque el reactor también cuenta con calentamiento, este será solo para mantener la temperatura que se logró en el tanque de tamiz por lo cual se estima un 20% más de consumos ya que la exigencia mayor de la caldera será en el calentamiento inicial del aceite en el tanque de tamiz, lo que significa que la condición de temperatura en el reactor estará cubierta con la potencia calculada.

Tabla 28: Calefacción tanque del tamiz.

Característica	Medida	Unidad
Masa del aceite	32767,82	Kg/día
Transferencia de calor para el aceite(Q)	2896905,19	kJ
*Tiempo de calentamiento (h)	2	horas
Tiempo de calentamiento (s)	7200	segundos
Transferencia del calor disipado desde el tanque al ambiente (Q)	115876,20	kJ
Transferencia del calor requerida para el tanque de tamiz (Q)	3012781,40	kJ
Flujo de calor requerida para calentar aceite en el tanque de tamiz (Q/s)	418,4	kW
Flujo del calor requerida para mantener temperatura en el reactor (Q/s)	83,68	kW
Flujo de calor total requerido (Q/s)	503	kW

*Tiempo en el que se debe calentar el aceite y llegar la temperatura de trabajo

Fuente: Tomado de [91], [92],

La caldera seleccionada de acuerdo a los requerimientos térmicos necesarios se describe en

Tabla 29. Se define el uso de caldera tipo pirotubular gracias a que son calderas más económicas, de mayor facilidad en su mantenimiento y ocupan un menor espacio que las acuotubulares [93]. Ver anexo 6H.

Tabla 29: Caldera de Vapor.

Característica	Medida	Unidad
Potencia requerida	503	kW
Potencia requerida	51,27	BHP
Producción de vapor requerida	780,25	kg/h

Presión mínima de trabajo	28,44	psi
Potencia de la caldera seleccionada	607	kW
Producción de vapor de caldera seleccionada	800	kg/h

Fuente: Autor adaptado de [93].

3.6.10. Condensador de metanol

Es importante tener cuidado en el diseño al elegir una geometría y separación del tanque adecuada para asegurar un buen drenaje de los condensados y evitar también los riesgos de vibración.

Figura 21: Condensador de metanol



Fuente: [94]

Se determina usar un intercambiador de calor de coraza y tubos corrugado debido a que son los apropiados para procesos químicos [95]. Este tipo de intercambiadores consta de un haz de tubos dentro de una carcasa cilíndrica, con presencia de deflectores para generar turbulencia y soportar los tubos, el arreglo de tubos es paralelo al eje longitudinal de la carcasa y puede estar fijo o ser de cabezal flotante, tubos internos, lisos o aleteados, es el más utilizado en las refinerías y plantas químicas en general debido a lo siguiente [96]:

- Proporciona flujos de calor elevados en relación con su peso y volumen.
- Es relativamente fácil de construir en una gran variedad de tamaños.
- Es bastante fácil de limpiar y de reparar.
- Es versátil y puede ser diseñado para cumplir prácticamente con cualquier aplicación.

Para el diseño del condensador se implementa la siguiente ecuación.

$$A = \frac{U}{\dot{Q} \cdot \Delta T_m} \quad \text{Ec. 10}$$

Dónde:

A= área de transferencia de calor (m²)

U= Coeficiente de transferencia W/m²*°C

$\dot{Q}$ = Flujo de calor (kJ/s)

ΔT_m = Temperatura media logarítmica (°C)

Para determinar el flujo de calor necesario $\dot{Q}$, entre los dos fluidos se tiene que:

$$\dot{Q} = [\dot{m} \cdot C_p \cdot \Delta T]_{\text{Agua de enfriamiento}} = [\dot{m} \cdot h_{fg}]_{\text{metanol}} \quad \text{Ec. 11}$$

Dónde:

$\dot{m}$ = Flujo másico (kg/s).

C_p= calor específico (kJ/kg*k).

ΔT = cambio de temperatura (°C).

h_{fg}= entalpía de evaporización (kJ/kg).

Tabla 30: Diseño del condensador.

Características	Medida	Unidad
Temperatura del metanol en el reactor	60	°C
Tiempo de condensación (h)	1	h
Tiempo de condensación (s)	3.600	s
Caudal del metanol	1,0	l/s
Densidad del metanol	0,8	kg/l
Flujo másico	0,8	kg/s
Entalpia de vaporización del metanol a 0 °C y presión atmosférica (h _{fg})	1.168	kJ/kg
Calor específico del agua a temperatura ambiente	4,18	kJ/kg*k
Delta de temperatura del agua (ΔT)	20	°C
Flujo de calor del metanol (Q)	934,62	kW
Flujo másico del agua para que el metanol se condense	11,17	kg/s
Coeficiente de transferencia de calor para intercambiadores de alcohol con agua	250	W/m ² *C
Temperatura media logarítmica	34	°C
Área de transferencia de calor	0,11	m ²
Diámetro de tubería (in)	0,50	in
Diámetro de tubería (m)	0,012	m
longitud de tubería	2,75	m

Cantidad de pasos	2
Diámetro de carcasa	0,3 m

Fuente: Autor adaptado de [97]

3.6.11. Tubería

Tabla 31: Selección de Tubería.

Características	Medida	Unidad
Caudal máximo (l/s)	20	l/s
Caudal máximo (m³/s)	0,02	m³/s
Velocidad del fluido	0,15	m/s
Diámetro interno de tubería (m)	0,062	m
Diámetro interno de tubería (in)	2,43	in
Diámetro comercial	2,5	in
Schedule	40	

Fuente: autor adaptado de [98]

Para la conexión entre los equipos y el transporte del aceite y los reactivos a lo largo de la planta se requiere tubería en acero inoxidable, con el fin de mitigar el efecto de corrosión por la materia prima y por los reactivos.

El caudal más alto que se maneja en la planta es de 20 l/s, es el caso que se presenta después del reactor donde se debe bombear los 18.000 litros de un lote de aceite en un tiempo de 15 minutos a los tanques de almacenamiento. Este caudal del aceite está dentro del rango de caudales recomendados para fluidos viscosos como el aceite usado de cocina [98].

El diámetro comercial se seleccionó tomando la medida más cercana comercialmente por encima al diámetro teórico necesario y el espesor de la pared (*Schedule*) elegido es el que normalmente se usa para una gran mayoría de aplicaciones, la tubería puede ser consultada en el anexo 6.

3.6.12. Tanques en acero inoxidable

Los requerimientos de tanques se obtienen a partir de las condiciones iniciales del proceso, a partir de la capacidad de trabajo diaria y de la cantidad de líquidos a procesar, es así como se obtienen las siguientes tablas:

Tabla 32: Tanque de ácido sulfúrico en acero inoxidable SS-304.

Característica	Medida	Unidad
% de reactivo en el proceso	1	%

Densidad de ácido sulfúrico	1.840	kg/m ³
Cantidad de reactivo por lote (kg)	331,28	kg
Cantidad de reactivo por lote (L)	180,04	l
Consumo por día	360,08	l
Periodicidad de recarga	5	días
Volumen del liquido	1.800,43	l
Capacidad volumétrica del tanque	1.000	l
Diámetro	1,05	m
Altura	1,5	m
Cantidad de tanques necesarios	2	

Fuente: autor

La periodicidad de recarga se establece por facilidad y eficiencia para que los tanques de reactivos sean cargados el día de mantenimiento (sábado).

Se eligen 2 tanques ya que las dimensiones facilitan la manipulación de los reactivos en cambio de tener un solo tanque con dimensiones demasiado grandes. Debido a la alta corrosión de este reactivo se usa como material acero inoxidable.

Tabla 33: Tanque de Metanol.

Característica	Medida	Unidad
Densidad del metanol	742	kg/m ³
Cantidad de metanol por lote (kg)	2.671,8	kg
Cantidad de metanol por lote (l)	3.600,9	l
Factor de trabajo	20	%
Capacidad requerida del tanque (l)	4.321,03	l
Capacidad requerida del tanque necesaria (gal)	1.137,11	gal
Capacidad del tanque real	1.500	gal
Diámetro del tanque	2,43	m
altura	1,67	m

Fuente: autor

Para la selección del tanque se tuvo en cuenta el tanque comercial de capacidad más cercana consultar el anexo 6.

Tabla 34: Tanque de adsorción.

Característica	Medida	Unidad
Volumen del liquido	18.004	l
Porcentaje de mezcla de sílica gel	11	%
Densidad de la sílica gel	700	kg/m ³
Cantidad de sílica gel (kg)	1.386,3	kg/m ³
Cantidad de sílica gel (l)	1.980,47	l

Volumen total	19.984,8	l
Factor de trabajo	20%	
Capacidad del tanque necesaria (l)	23.981,7	l
Capacidad del tanque necesaria (gal)	6.311	gal
Capacidad del tanque real ajustada (gal)	6.200	gal
Diámetro	3,55	m
Altura	2,9	m
Cantidad de tanques	1	unidad
Tiempo de trabajo	1	h

Fuente: Autor

La capacidad del tanque seleccionado es la más cercana de acuerdo a los requerimientos.

Tabla 35: Tanque de almacenamiento.

Característica	Medida	Unidad
Volumen del liquido	18.184	l
Factor de trabajo	20	%
Capacidad del tanque necesaria (L)	21.821,2	l
Capacidad del tanque necesaria (galones)	5.742,4	gal
Capacidad del tanque real (L)	6.200	gal
Diámetro	3,55	m
Altura	2,9	m
Cantidad de tanques	3	unidad

Fuente: Autor

La capacidad de 6.200 galones de este tanque se seleccionó, ya que es la dimensión comercial más cercana por encima de la necesaria.

Lo apropiado es contar con 3 tanques teniendo en cuenta que 2 de ellos se llenaran con los 2 lotes de aceite que se procesan a diario y uno adicional por trabajos de mantenimiento en caso de ser necesario, o almacenamiento del producto terminado en caso de surgir algún contratiempo con la entrega del producto terminado.

3.7. COSTOS DE LOS EQUIPOS

Teniendo en cuenta la selección de cada uno de los equipos seleccionados, se realizaron cotizaciones a proveedores que ofrezcan equipos con las características requeridas. De este modo se estableció el presupuesto que se requiere para la compra de los equipos y maquinaria que hacen parte de la planta procesadora de aceite usado de cocina.

Tabla 36: Costo de equipos.

ÍTEM	CANT	VALOR	
		UNITARIO	TOTAL
Bidón de 20 litros o 5 galones	3.600	3.800	13.680.000
Tanque de tamiz	1	49.940.151	49.940.151
Tamiz	1	1.400.000	1.400.000
Filtro prensa	2	67.600.000	135.200.000
bomba para filtro prensa	2	18.486.301	36.972.602
Bomba adsorción - reactor reactor - almacenamiento	2	15.600.000	31.200.000
Tanque de adsorción	1	79.041.600	79.041.600
Reactor	1	100.000.000	100.000.000
Agitador	1	18.135.000	18.135.000
Tanques de almacenamiento de producto final	3	79.041.600	237.124.800
Tanque de metanol	1	37.724.400	37.724.400
Bomba para metanol	1	9.500.000	9.500.000
Tanque para ácido sulfúrico	2	8.000.000	16.000.000
Bomba para ácido sulfúrico	1	1.150.000	1.150.000
Condensador de metanol	1	6.300.000	6.300.000
Caldera	1	102.853.400	102.853.400
Tubería y accesorios	100	30.000	3.000.000
Mesón laboratorio acero inoxidable	1	600.000	600.000
Manguera (50 m)	50	3.000	150.000
Ph-metro	1	300.000	300.000
Otros equipos menores	1	5.000.000	5.000.000
TOTAL			885.271.953

Fuente: Autor

3.8. Distribución de planta

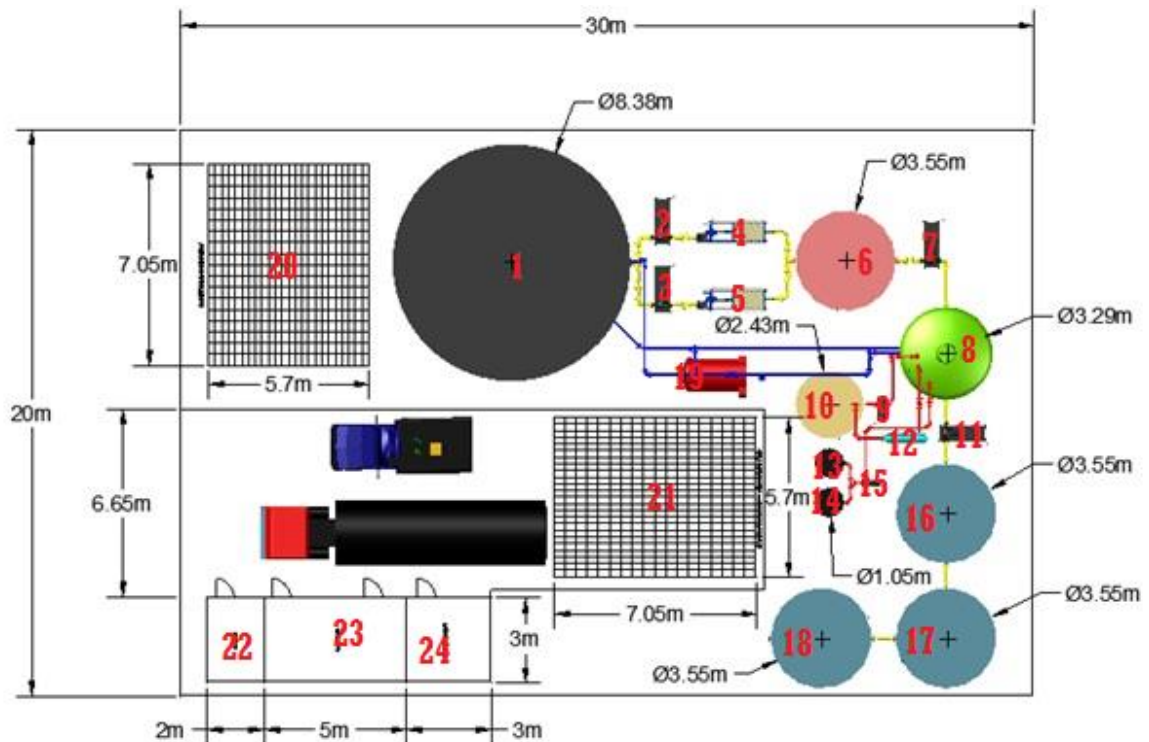
La distribución de planta o de instalaciones consiste en la organización física de cada factor y elemento industrial que conforman el proceso productivo dentro de una empresa, su distribución de las áreas, la determinación de las figuras, formas relativas y la ubicación de cada uno de los departamentos que la componen [99].

3.8.1. Tipo de distribución

Escoger el tipo de distribución más apropiado para la empresa gira en torno al tipo de producción que tenga. Se establece que para el procesamiento de aceite usado de cocina la distribución apropiada es la que se basa en el producto. En este caso los elementos que integran el sistema se disponen a lo largo de la trayectoria que siguen los materiales, desde que inicia el sistema hasta que se obtiene el producto terminado, es decir que los materiales fluyen desde una estación de trabajo

directamente a la siguiente a través de la tubería como se puede apreciar en las figuras a continuación.

Figura 22: Dimensiones de la planta.



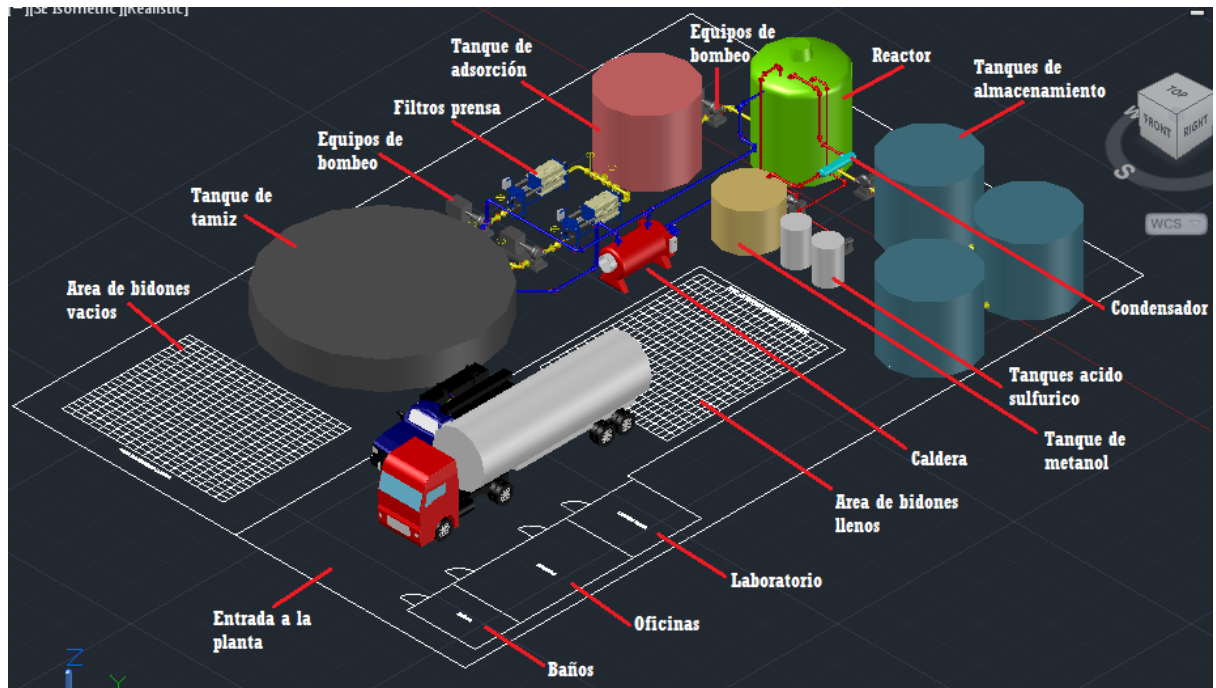
Fuente: Autor

- | | |
|--------------------------------|---|
| 1. Tanque de Tamiz | 14. Tanque de ácido sulfúrico |
| 2. Equipo de bombeo de aceite | 15. Equipo de bombeo de ácido sulfúrico |
| 3. Equipo de bombeo de aceite | 16. Tanque de almacenamiento |
| 4. Filtro prensa | 17. Tanque de almacenamiento |
| 5. Filtro prensa | 18. Tanque de almacenamiento |
| 6. Tanque de adsorción | 19. Caldera |
| 7. Equipo de bombeo de aceite | 20. Área para bidones vacíos |
| 8. Reactor | 21. Área para bidones llenos |
| 9. Equipo de bombeo de metanol | 22. Baños |
| 10. Tanque de metanol | 23. Oficinas |
| 11. Equipo de bombeo de aceite | 24. Laboratorio |
| 12. Condensador | |
| 13. Tanque de ácido sulfúrico | |

En la Figura 23 se puede apreciar cada una de las partes y equipos que componen la planta, donde se resalta también las rutas de tubería, siendo la tubería de color amarillo la que transporta el aceite usado de cocina a lo largo de

la planta, la de color azul será la que transporta agua y la de color rojo es aquella que transporta los reactivos hacia el reactor.

Figura 23: Partes de la planta.

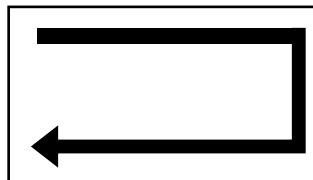


Fuente: Autor

3.8.2. Forma de Circuito

Se implementó la forma de circuito en U debido a que es obligatoria en ella la entrada y salida de materiales por el mismo costado de las instalaciones y permite economizar espacios y transporte además facilita la supervisión.

Figura 24: Forma de circuito

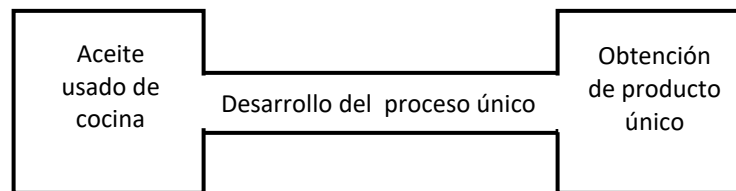


Fuente: Autor

3.8.3. Tipo de Industria

La Industria es de tipo monolineal teniendo en cuenta que el proceso se hace a lo largo de un circuito único en el cual el aceite de cocina pasa por un recorrido que conforma la línea de producción.

Figura 25: Industria Mono lineal



Fuente: Autor

3.8.4. Ubicación apropiada de la planta de producción

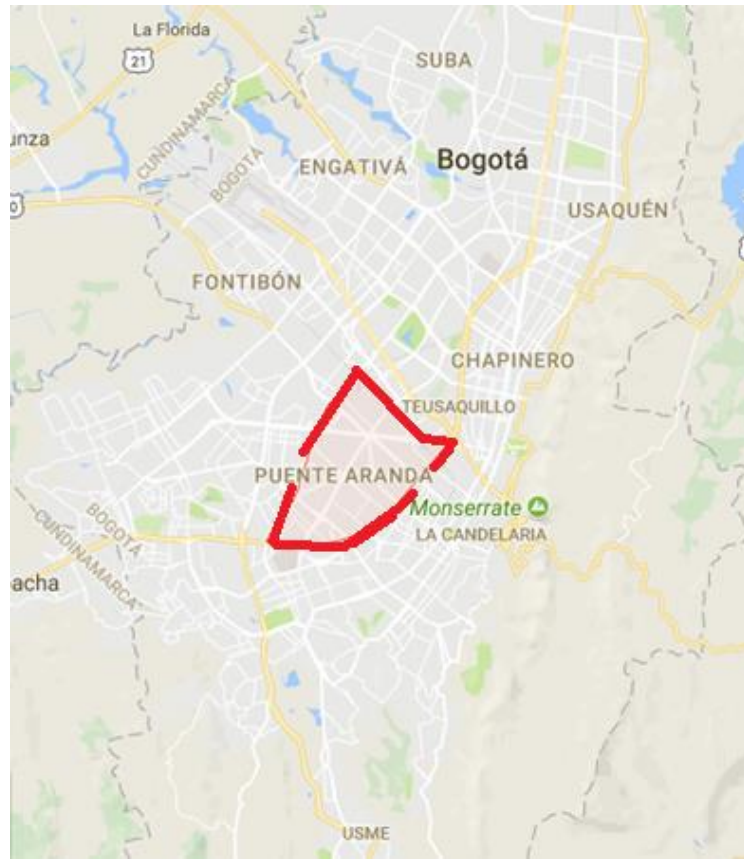
Lo primero que se tiene en cuenta para el tipo de industria es que encaja como tipo de Industria secundaria, debido a que este tipo de industria utiliza materiales ya tratados para someterlos a un proceso adicional, tienen tendencia a establecerse en zonas industriales bien desarrolladas, que ofrecen buenas posibilidades para procurarse los materiales necesarios y para la distribución de sus productos.

Los principales factores a tener en cuenta para la ubicación de la planta:

- Infraestructura existente y necesidades de completarla.
- Vivienda, energía, transporte, agua, desagüe.
- Influencia en la ubicación de la Planta.
- Beneficios otorgados exclusivamente por la elección de la localización o enumeración y fuentes documentales o Influencia en la elección de la zona.
- Por disminución de costos.
- Por disminución de inversiones.

En Bogotá existen varias zonas industriales, entre ellas están Puente Aranda, Montevideo, Ferias, entre otras. La ubicación que más se ajusta al tipo de industria es la zona de Puente Aranda ya que cuenta con todos los atributos requeridos para la instauración de la planta y adicionalmente es un punto central para la recepción de toda la materia prima de que se puede obtener en la ciudad.

Figura 26: Punto de localización de la planta procesadora de aceite usado de cocina



Fuente: Autor

3.9. Plan de organización, gestión y recurso humano

Los socios que conforman la junta directiva son profesionales con amplia experiencia administrativa y de producción, Ingenieros capacitados para el manejo y control de una planta de producción, con contactos en el área comercial y experiencia a nivel administrativo.

La junta directiva será la encargada de regir los principios y funcionamiento de la empresa, así como el nombramiento de los diferentes cargos que requiera la Empresa.

Figura 27: Organigrama de la Empresa



Fuente: Autor

La organización de la Empresa contará con el área de producción que requiere un jefe de planta que planeé, organice, dirija y supervise todas las etapas de transformación y control de calidad. La empresa dará inicio con un personal mínimo de 5 operarios para la operación de transformación de la materia prima, posteriormente al incrementarse la producción se irá ajustando el número del personal con relación al volumen de producción.

En la parte administrativa inicialmente contará con 3 roles un gerente administrativo con su secretaria y adicionalmente un contador contratado por prestación de servicios.

Entre las principales funciones de la estructura del proyecto están:

3.9.1. Gerencial y Administrativo:

- Planificar, ejecutar y evaluar, los planes y programas de la empresa.
- Buscar fuentes de financiamiento e inversión más rentables para el negocio.
- Representar judicial y extrajudicialmente a la compañía.
- Responsable de ejecutar planes y programas de marketing y publicidad a fin de incrementar las ventas.

- Realizar estudios de mercado potenciales que permitan ampliar la cobertura.
- Ampliar la comercialización de servicios a nivel nacional.
- Aprobar la presentación final de balances e información tributaria de la compañía
- Manejo administrativo de los recursos humanos de la compañía. Reclutamiento, selección y capacitación.
- Canalización de ingresos, manejo de cuentas bancarias, créditos y operaciones de Inversión, gestión de tesorería.
- Establecimiento de políticas de crédito y otras.
- Manejo y administración de proyectos o programas específicos desarrollados por la Compañía.
- Manejo de los aspectos legales de la compañía y sus socios.
- Manejo de convenios empresariales de crédito mutuo.
- Elaboración de informes de gerencia de la compañía.
- Revisión y aprobación de balances mensuales.
- Control y canalización de ingresos.
- Comparación estadística de los valores presupuestados vs los valores obtenidos.

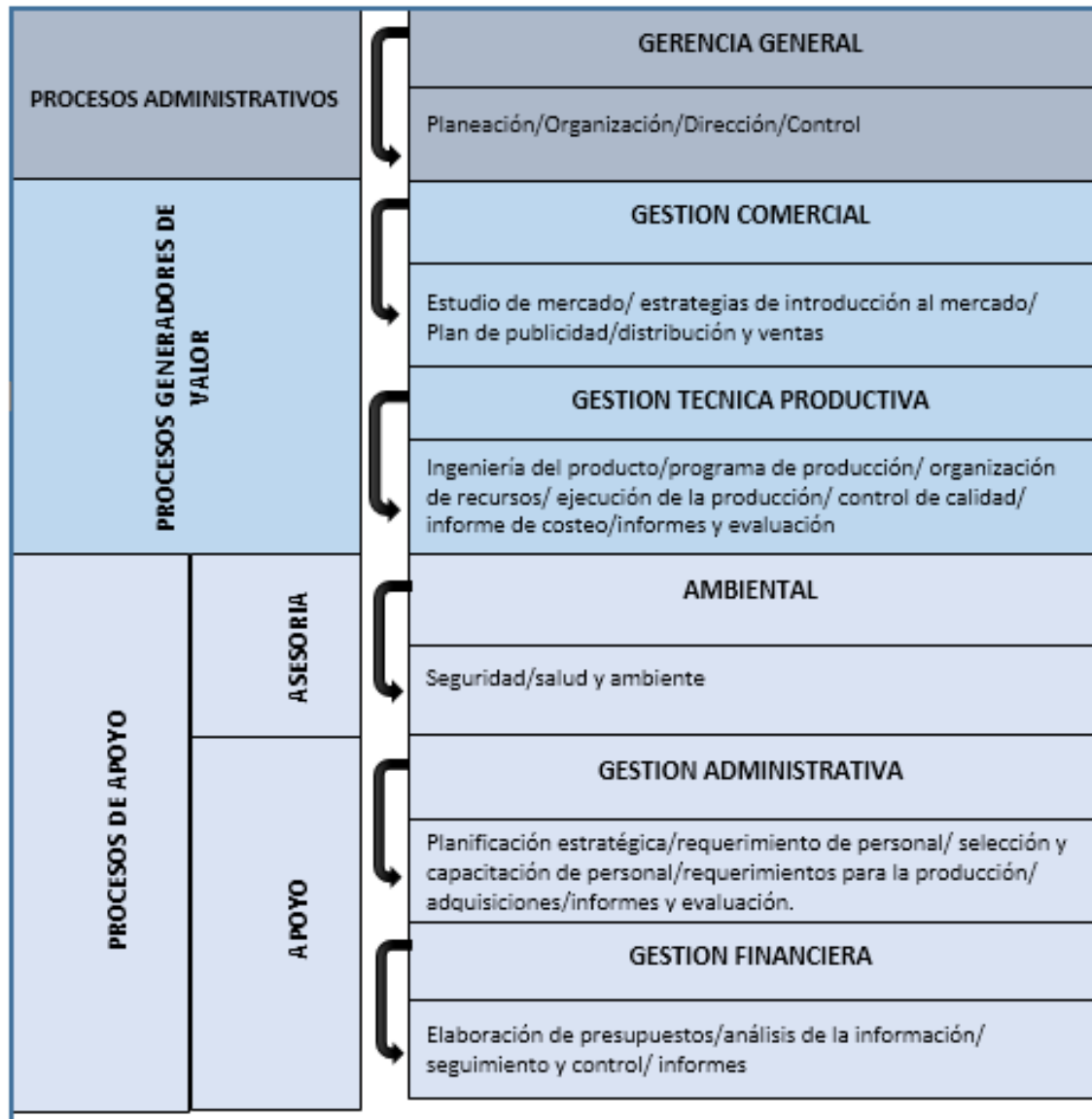
3.9.2. Mercadeo y ventas:

- Control de envíos para exportación.
- Control de producto vendido hasta la llegada al comprador.
- Control de imagen de la empresa y de sus productos.
- Buscar nuevos clientes.

3.9.3. Producción y tecnología:

- Control de materias primas y proceso hasta el empaque final.
- Control de personal de planta.
- Control de inventarios en bodegas.
- Control de maquinarias de la Planta.
- Pedidos de abastecimiento coordinado de materia prima y suministros.

Figura 28: Proceso Organizacional Empresa



Fuente: Autor

3.10. IMPACTOS

3.10.1. Impacto ambiental

Con el fin de minimizar el impacto ambiental que pueda causar el proceso total de tratamiento desde su recolección, se han establecido estrategias de mitigación las cuales se especifican en la Tabla 37.

Tabla 37: Mitigación Impacto Ambiental

PROCESO	ACTIVIDAD	ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO AMBIENTAL	ESTRATEGIA
Recolección del aceite	Transporte	Consumo de combustible	Emisión de gases contaminantes	Buen estado mecánico del vehículo.
Almacenamiento del aceite	Almacenamiento en bodega de aceite usado de cocina antes del proceso	Descargas al agua (efluentes líquidos) Derrame de aceite	Contaminación por aguas residuales. Contaminación del suelo.	Implementación de una trampa de grasa. Almacenamiento en bidones seguros. Higiene adecuada.
Mantenimiento de los puntos críticos de control durante producción.	Producción	Contaminación, zonas sucias, acumulación de residuos.	Uso de detergentes. Uso de agua, generación de residuos sólidos, generación de aguas residuales	Buenas prácticas de manufactura Uso racional del agua. Uso de mangueras. Uso de jabón ecológico.

Fuente: Autor

La Tabla anterior determina los aspectos indispensables para lograr una producción más limpia, que consiste en establecer una estrategia preventiva de carácter ambiental que está ligada a cada proceso de la empresa, producto y/o servicio con el fin de aumentar la eficiencia y reducir los riesgos para los seres humanos y el medio ambiente. Igualmente contribuye al ahorro de materias primas y energía, a la eliminación de materias primas tóxicas y la reducción en cantidades y toxicidad de desechos y emisiones de forma apropiada. La reducción en impactos negativos es considerable y va desde la obtención de la materia prima hasta el producto final [100].

Adicionalmente, los residuos generados en la planta como son los restantes de comidas, restantes de grasas, y material orgánico serán recolectados por la empresa Greenfuel Colombia, que se dedica a la recolección de grasas y residuos orgánicos de este tipo para procesarlos y generar sub productos.

4. ESTUDIO, ANÁLISIS Y EVALUACIÓN FINANCIERA

4.1. GENERALIDADES

El presente proyecto se basa en precios de julio de 2017 en la ciudad de Bogotá Colombia, con una proyección de datos financieros a un horizonte de 5 años a precios constantes. Las herramientas de evaluación en las que se basará el plan de negocio son Valor Presente Neto “VPN”, Tasa Interna de Retorno “TIR” y la relación Beneficio/Costo “B/C”.

Para el proyecto no se solicitará ningún tipo de crédito, se requieren socios inversionistas que asumen la inversión inicial que son los gastos previos a la producción, inversiones fijas y capital de trabajo, teniendo en cuenta gastos para los tres meses iniciales de operación.

4.2. INVERSIONES DEL PROYECTO

4.2.1. Gastos previos al inicio de la producción

Los gastos previos para el montaje de la Empresa son solamente los gastos de constitución, dotación (Tabla 38) y la puesta en marcha teniendo en cuenta que no se generaran gastos de honorarios de abogados, ni publicidad, ni otros que encierren este ítem, en la Tabla 39 se puede apreciar el consolidado de los gastos previos.

El Valor para gastos de Constitución es de \$1.341.000.

Figura 29: Tabla de registro mercantil de Cámara y Comercio.

RANGO DE ACTIVOS En salarios mínimos		RANGO DE ACTIVOS Pesos		TARIFA %S.M.M.L.V.	TARIFA En \$
Mayor a	Menor o Igual	Mayor a	Menor o Igual		
280	297	206.560.760	219.101.949	146,50	1.081.000
297	316	219.101.949	233.118.572	148,95	1.099.000
316	332	233.118.572	244.922.044	151,05	1.114.000
332	350	244.922.044	258.200.950	154,20	1.138.000
350	524	258.200.950	386.563.708	159,44	1.176.000
524	700	386.563.708	516.401.900	166,08	1.225.000
700	875	516.401.900	645.502.375	171,33	1.264.000
875	1.050	645.502.375	774.602.850	175,52	1.295.000
1.050	1.224	774.602.850	902.965.608	179,02	1.321.000
1.224	1.399	902.965.608	1.032.066.083	181,82	1.341.000
1.399	1.574	1.032.066.083	1.161.166.558	183,92	1.357.000
1.574	1.748	1.161.166.558	1.289.529.316	186,01	1.372.000
1.748	2.098	1.289.529.316	1.547.730.266	188,46	1.390.000
2.098	2.448	1.547.730.266	1.805.931.216	191,26	1.411.000
2.448	2.797	1.805.931.216	2.063.394.449	193,36	1.426.000

Fuente: [101]

Tabla 38: Dotación anual de personal.

ÍTEM	CANT	VALOR	
		UNITARIO	TOTAL
Batas	20	28.000,00	560.000
Botas	10	18.000,00	180.000
Delantales	20	30.000,00	600.000
Gorros	20	3.000,00	60.000
Guantes	20	29.900,00	598.000
Overoles	20	22.000,00	440.000
Tapabocas (Caja)	4	4.900,00	19.600
TOTAL			2.457.600

Fuente: Autor

Tabla 39: Gastos previos a la puesta en marcha.

DESCRIPCIÓN	VALOR
• Registro Mercantil	1.341.000
• Iniciación y puesta en marcha	10.000.000
• Dotación del personal	204.800
TOTAL	11.545.800

Fuente: Autor

La dotación para el personal se estimó para un mes en los gastos previos por lo cual se tomó el valor de 2.457.600 (Tabla 38) y se dividió en los 12 meses obteniendo un valor de 204.800.

4.2.2. Inversiones Fijas

Las inversiones fijas que se calculan en este tipo de industria son: Maquinaria y equipos (Tabla 40), muebles y enseres (Tabla 41), y adecuación de instalaciones, en la Tabla 42 se puede apreciar el consolidado de los ítems que conforman las inversiones fijas.

Tabla 40: Maquinaria y equipos.

ÍTEM	CANT	VALOR	
		UNITARIO	TOTAL
Bidón de 20 litros o 5 galones	3.600	3.800	13.680.000
Tanque de tamiz	1	49.940.151	49.940.151
Tamiz	1	1.400.000	1.400.000
Filtro prensa	2	67.600.000	135.200.000

bomba para filtro prensa	2	18.486.301	36.972.602
Bomba adsorción - reactor reactor - almacenamiento	2	15.600.000	31.200.000
Tanque de adsorción	1	79.041.600	79.041.600
Reactor	1	100.000.000	100.000.000
Agitador	1	18.135.000	18.135.000
Tanques de almacenamiento de producto final	3	79.041.600	237.124.800
Tanque de metanol	1	37.724.400	37.724.400
Bomba para metanol	1	9.500.000	9.500.000
Tanque para ácido sulfúrico	2	8.000.000	16.000.000
Bomba para ácido sulfúrico	1	1.150.000	1.150.000
Condensador de metanol	1	6.300.000	6.300.000
Caldera	1	102.853.400	102.853.400
Tubería y accesorios	100	30.000	3.000.000
Mesón laboratorio acero inoxidable	1	600.000	600.000
Manguera (50 m)	50	3.000	150.000
Ph-metro	1	300.000	300.000
Otros equipos menores	1	5.000.000	5.000.000
TOTAL			885.271.953

Fuente: Autor

Tabla 41: Muebles y enseres.

ÍTEM	CANT	VALOR	
		UNITARIO	TOTAL
Escritorio	3	150.000	450.000
Sillas	3	70.000	210.000
Archivador	1	160.000	160.000
Locker	1	300.000	300.000
Computador	2	1.300.000	2.600.000
Telefono	1	100.000	100.000
Impresora	1	400.000	400.000
TOTAL			4.220.000

Fuente: Autor

Tabla 42: Inversiones fijas.

DESCRIPCIÓN	VALOR
Adecuaciones en general	15.000.000
Maquinaria y equipo	885.271.953
Muebles y enseres	4.220.000
Total	904.491.953

Fuente: Autor

4.2.3. Capital de Trabajo

El capital de trabajo está constituido por los costos fijos de producción, los costos variables de producción y los gastos de administración, los cuales pueden ser consultados en el numeral 4.3 de este capítulo, estos son los recursos que requiere la empresa para poder operar durante un periodo de tiempo determinado, en este caso se estimó un capital de trabajo para 3 meses (1 mes previo a la puesta en marcha y 2 meses más de operación) obteniendo un valor de 3.565.859.333.

4.3. COSTOS Y GASTOS DEL PROYECTO

4.3.1. Costos fijos de producción.

Los costos fijos de producción están constituidos por la amortización, arriendo para la parte operativa, depreciación de la maquinaria, dotaciones para el personal que se pueden ver en la Tabla 38, mano de obra para el área de producción definida en la Tabla 43 y el mantenimiento general de la planta con lo que se constituyen los costos fijos de producción que pueden apreciarse en la

Tabla 45.

Tabla 43: Mano de obra operativa mensual mediante contrato laboral.

CARGO	CANT	NOMINAL	TOTAL
Operarios planta	5	737.717	3.688.585
Subtotal			3.688.585
Carga prestacional			1.967.122
TOTAL			5.655.707

Fuente: Autor

Tomándose como carga prestacional los siguientes ítems.

Tabla 44: Carga Prestacional.

ÍTEM	VALOR
Cesantías	8,33%
Interese a las cesantías	1,00%
Primas	8,33%
Vacaciones	4,17%
Pensiones	12,00%
Salud	8,50%
ARP	2,00%
Parafiscales	9,00%
TOTAL	53,33%

Fuente: Autor

Tabla 45: Costos fijos de producción.

ÍTEM	VALOR	
	MENSUAL	ANUAL
Amortización de Diferidos	281.830	3.381.960
Arriendos	2.500.000	30.000.000
Depreciación	13.503.012	162.036.142
Dotaciones	204.800	2.457.600
Mano de Obra	5.655.707	67.868.489
Mantenimiento de la planta	1.500.000	18.000.000
TOTAL		283.744.191

Fuente: Autor

4.3.2. Costos variables de producción

Los costos variables de producción en la planta procesadora aceite de cocina están constituidos por los servicios públicos que se consumen en el área de producción mensualmente (Tabla 46), el transporte para la recolecta de la materia prima mensualmente que será una flota de camiones subcontratada y dos tracto camiones cisterna para la entrega del producto terminado y las materias primas e insumos que se requieren para el proceso mensualmente (Tabla 47), el consolidados de estos costos se puede apreciar en la Tabla 48.

Tabla 46: Servicios públicos en producción.

CARGO	CANT	NOMINAL	TOTAL
Energía eléctrica	1	520.000,00	520.000
Agua	1	640.000,00	640.000
Gas Natural	1	300.000,00	300.000
Implementos Aseo	1	300.000,00	300.000
TOTAL			1.760.000

Fuente: Autor

Tabla 47: Costo mensual de Materias Primas e Insumos.

ÍTEM	CANT	VALOR	
		UNITARIO	TOTAL
Aceite quemado de cocina (Litro)	720.172,00	1.300,00	936.223.600
Silica gel (Kg)	1.386,33	58.000,00	80.407.204
Ácido sulfúrico (Litro)	13.251,16	1.100,38	14.581.317
Metanol (Litro)	16.031,03	2.081,80	33.373.396
TOTAL			1.064.585.516

Fuente: Autor

Tabla 48: Costos variables de producción.

ÍTEM	VALOR	
	MENSUAL	ANUAL
Servicios públicos	1.760.000,00	21.120.000
Transporte	90,100,000.00	1,081,200,000
Materias primas e insumos	1.064.585.516,11	12.775.026.193
TOTAL		13,877,346,193

Fuente: Autor

4.3.3. Gastos de administración

Los gastos administrativos están constituidos por los servicios públicos mensuales, la mano de obra mensual (Tabla 49), papelería, internet, servicios de seguridad entre otros gastos que se generan en la parte de las oficinas y todo el aspecto dedicado a la parte administrativa, el consolidado se puede consultar en la (¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.).

Tabla 49: Mano de obra administrativa mensual

CARGO	CANT	NOMINAL	TOTAL
Secretaria	1	900.000	900.000
Gerente	1	2.000.000	2.000.000
Jefe de producción	1	1.800.000	1.800.000
Subtotal			4.700.000
Carga prestacional			2.506.510
TOTAL			7.206.510

Fuente: Autor

Adicionalmente a la nómina administrativa, se contratará un contador con contrato tipo prestación de servicios para el cual se establece un sueldo de 1.200.000.

Tabla 50: Gastos de administración

ÍTEM	VALOR	
	MENSUAL	ANUAL
Arriendo	1.000.000	12.000.000
Servicio de agua	260.000	3.120.000
Aseo	200.000	2.400.000
Botiquín	15.000	180.000
Depreciación	64.367	772.410
Dotación	40.960	491.520
Energía eléctrica	160.000	1.920.000
Implementos de aseo	130.000	1.560.000
Mano de Obra	4.888.585	58.663.020
Monitoreo seguridad	100.000	1.200.000
Otros gastos operacionales	160.000	1.920.000
Papelería	130.000	1.560.000
Seguros	60.000	720.000
Telefonía e Internet	320.000	3.840.000
Transportes	1.000.000	12.000.000
TOTAL		102.346.950

Fuente: Autor

4.4. BENEFICIOS DEL PROYECTO

4.4.1. Ingresos por Ventas

Los ingresos proyectados por venta de aceite procesado se realizan con un incremento anual del 7% [66], adicionalmente se estableció que el precio de venta sería de 1.800 COP para cada litro de aceite usado de cocina ya caracterizado y listo para su conversión en biodiesel frente a los 2.108 COP que está costando actualmente un litro de aceite de palma implementado para el mismo fin, lo cual hace que el producto sea competitivo a nivel de mercado, adicionalmente este precio se fijó teniendo en cuenta que en los resultados arrojados en el estudio de mercado se obtuvo un precio de compra del aceite usado de cocina de 1.300 COP el cual hace que el costo de producción se eleve; sin embargo con un valor menor de compra del aceite se puede ampliar el margen de utilidad o se podría ofrecer a un precio aún más competitivo frente al del aceite de palma, en la siguiente tabla se puede apreciar la producción y el valor de venta para los primeros cinco años de operación de la planta.

Tabla 51: Proyección de ingresos por Ventas Totales (Pesos/Año).

	Diaria (litros)	Mensual (litros)	2017	2018	2019	2020	2021
Producción (litros)	36.009	720.172	8.642.064	9.247.008	9.894.299	10.586.900	11.327.983
Precio de venta por litro (\$)	1.800	1.296.309.600	15.555.715.200	16.644.615.264	17.809.738.332	19.056.420.015	20.390.369.416

Fuente: Autor

En la (Tabla 52) se puede apreciar el costo total de producir el aceite procesado para un año y se puede ver el valor de venta de lo producido durante un año con lo cual se logra obtener un porcentaje de utilidad del 8,97%, sin embargo, al no ser un porcentaje de utilidad tan alto esto se ve compensado con el gran volumen de ventas que se tiene por año, generando así un valor considerable de ganancias.

Tabla 52: Porcentaje de utilidad.

ITEM	VALOR
Ingresos por ventas anual	15.555.715.200
Costos de producción anual	14,161,090,384
Porcentaje de utilidad	8,97%

Fuente: Autor

4.4.2. Estado de Resultados

Tabla 53: Estado de Resultados Proyectados.

ESTADO DE RESULTADOS	AÑO BASE	CC SN	PERÍODOS				
			1	2	3	4	5
		FP	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
Ingresos por ventas	15,555,715,200	V	15,555,715,200	15,555,715,200	15,555,715,200	15,555,715,200	15,555,715,200
Costos de producción	14,161,090,384	R	14,161,090,384	14,161,090,384	14,161,090,384	14,161,090,384	14,161,090,384
Costos fijos de Producción	283,744,191	R	283,744,191	283,744,191	283,744,191	283,744,191	283,744,191
Amortización de Diferidos	3,381,960	F	3,381,960	3,381,960	3,381,960	3,381,960	3,381,960
Arriendos	30,000,000	F	30,000,000	30,000,000	30,000,000	30,000,000	30,000,000
Depreciación	162,036,142	F	162,036,142	162,036,142	162,036,142	162,036,142	162,036,142
Dotaciones	2,457,600	F	2,457,600	2,457,600	2,457,600	2,457,600	2,457,600
Mano de Obra	67,868,489	F	67,868,489	67,868,489	67,868,489	67,868,489	67,868,489
Mantenimiento	18,000,000	F	18,000,000	18,000,000	18,000,000	18,000,000	18,000,000
Costos variables de Producción	13,877,346,193	R	13,877,346,193	13,877,346,193	13,877,346,193	13,877,346,193	13,877,346,193
Servicios públicos	21,120,000	V	21,120,000	21,120,000	21,120,000	21,120,000	21,120,000
Mano de Obra	1,081,200,000	V	1,081,200,000	1,081,200,000	1,081,200,000	1,081,200,000	1,081,200,000
Materias primas e insumos	12,775,026,193	V	12,775,026,193	12,775,026,193	12,775,026,193	12,775,026,193	12,775,026,193
Utilidad Bruta	1,394,624,816	R	1,394,624,816	1,394,624,816	1,394,624,816	1,394,624,816	1,394,624,816
Gastos operacionales	102,346,950	R	102,346,950	102,346,950	102,346,950	102,346,950	102,346,950
Gasto anual de administracion	102,346,950	R	102,346,950	102,346,950	102,346,950	102,346,950	102,346,950
Arriendos	12,000,000	F	12,000,000	12,000,000	12,000,000	12,000,000	12,000,000
Agua potable	3,120,000	F	3,120,000	3,120,000	3,120,000	3,120,000	3,120,000
Aseo	2,400,000	F	2,400,000	2,400,000	2,400,000	2,400,000	2,400,000
Botiquin	180,000	F	180,000	180,000	180,000	180,000	180,000
Depreciación	772,410	F	772,410	772,410	772,410	772,410	772,410
Dotación	491,520	F	491,520	491,520	491,520	491,520	491,520
Energía eléctrica	1,920,000	F	1,920,000	1,920,000	1,920,000	1,920,000	1,920,000
Implementos de aseo	1,560,000	F	1,560,000	1,560,000	1,560,000	1,560,000	1,560,000
Mano de Obra	58,663,020	F	58,663,020	58,663,020	58,663,020	58,663,020	58,663,020
Monitoreo seguridad	1,200,000	F	1,200,000	1,200,000	1,200,000	1,200,000	1,200,000
Otros gastos operacionales	1,920,000	F	1,920,000	1,920,000	1,920,000	1,920,000	1,920,000
Papelería	1,560,000	F	1,560,000	1,560,000	1,560,000	1,560,000	1,560,000
Seguros	720,000	F	720,000	720,000	720,000	720,000	720,000
Telefonía e Internet	3,840,000	F	3,840,000	3,840,000	3,840,000	3,840,000	3,840,000
Transportes	12,000,000	F	12,000,000	12,000,000	12,000,000	12,000,000	12,000,000
Utilidad operacional	1,292,277,867	R	1,292,277,867	1,292,277,867	1,292,277,867	1,292,277,867	1,292,277,867
Gastos financieros	0	E	0	0	0	0	0
Utilidad Antes de Impuesto	1,292,277,867	R	1,292,277,867	1,292,277,867	1,292,277,867	1,292,277,867	1,292,277,867

Impuestos	413,528,917	R	413,528,917	413,528,917	413,528,917	413,528,917	413,528,917
Utilidad neta del ejercicio "UNE"	878,748,949	R	878,748,949	878,748,949	878,748,949	878,748,949	878,748,949

Fuente: Autor

4.5. EVALUACIÓN FINANCIERA DEL PROYECTO

Con los datos previamente establecidos, el análisis financiero del proyecto es el siguiente:

Tabla 54: Indicadores Financieros.

INDICADOR	VALOR
TIR Anual	21%
VPN	\$ 1,099,397,101.09
B/C	1.25

Fuente: Autor

Se tiene una tasa interna de retorno del 21% y un factor de beneficio – costo de 1.25 lo cual indica que el proyecto es atractivo ya que se tiene un 0,25 por encima de 1 que sería el nivel mínimo de rentabilidad, esto respaldado por el valor presente neto que indica un valor mayor a cero, confirmado que el proyecto es rentable.

4.6. PUNTO DE EQUILIBRIO

Para hallar el punto de equilibrio en el primer año, se realiza con base en el estado de resultados.

Tabla 55: Determinación del punto de equilibrio en el primer año.

ITEM	VALOR
Costo Fijo	799,620,057
Cantidades	8,642,064
Precio Unitario de Venta	1,800
Costo Unitario Variable	1,606
Punto de equilibrio	4,117,311

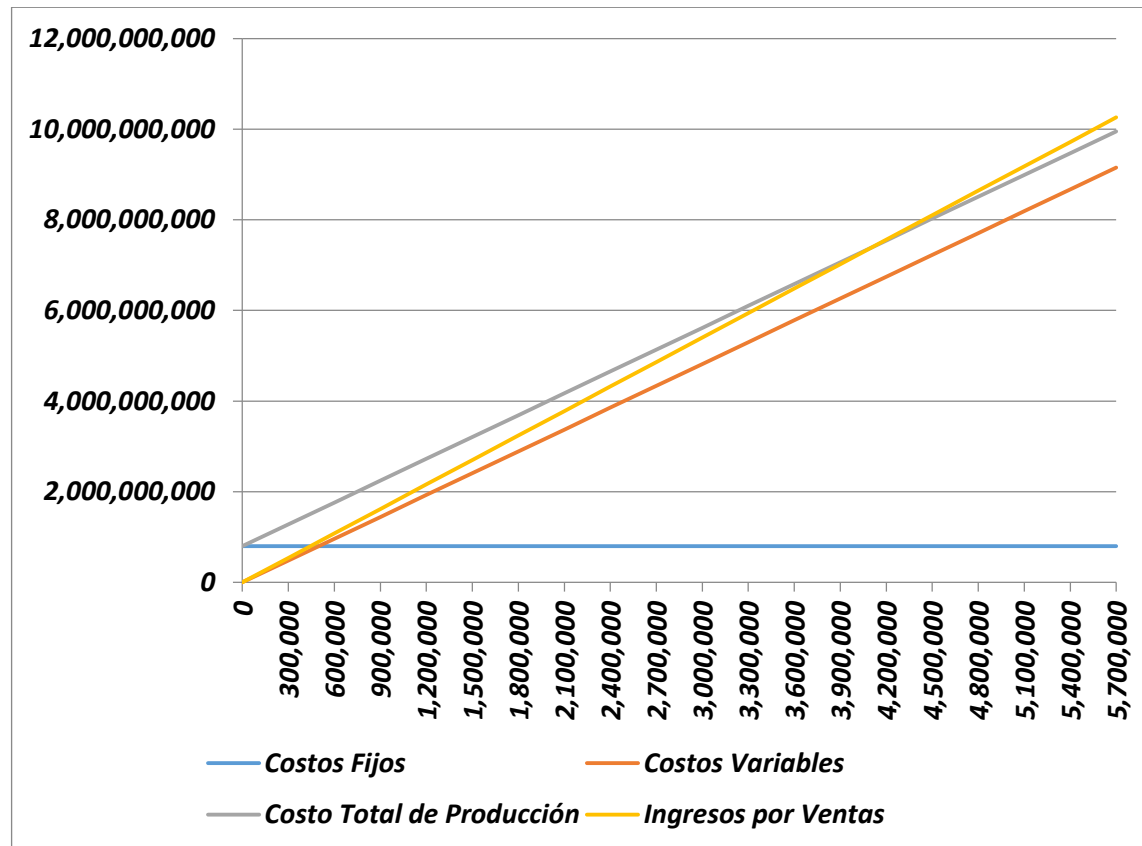
Fuente: Autor

El gráfico demuestra como la línea amarilla que representa el ingreso por ventas con una cantidad de 4.117.311 Litros de aceite vendido se intercepta con la línea

de color gris que representa los costos totales de producción obteniendo de esta manera el punto de equilibrio en el primer año.

La línea de costos fijos (azul), significa que son indiferentes a la producción de la planta, por ende se pagan esos costos fijos anualmente.

Tabla 56: Punto de equilibrio.



Fuente: Autor

De lo anterior se define que el proyecto que requiere una inversión inicial de 4.481.897.086 COP para asegurar su operación durante tres meses, mediante la obtención del punto de equilibrio se determina que con un porcentaje de ganancia del 8,97% la inversión se recupera al momento de que se lleguen a vender 4.117.311 Litros de aceite, lo que significa que como se venderán mensualmente 720.172 en 6 meses se habrá recuperado la inversión del proyecto.

5. CONCLUSIONES

- Con el estudio de mercado realizado se pudo evidenciar que existe un gran mercado del pequeño y mediano generador de aceite usado de cocina, el cual representa una cantidad considerable de materia prima generando disponibilidad de 720.172 litros de aceite por mes.
- Se determinó el proceso para realizar la caracterización del aceite usado de cocina y de este modo el costo de los equipos que constituyen la planta que es de 915.720.753 COP, también se definió la distribución de la planta de la manera más eficiente para el desarrollo del proceso.
- Se definió que para el desarrollo de las actividades diarias, en el área de proceso de la planta se debe contar con un personal de 5 operadores para realizar las tareas requeridas como son el vertimiento de los bidones al tanque y los diferentes procesos que se manejan.
- Se determinó que el precio de venta del aceite caracterizado seria de 1.800 COP/Litro teniendo un margen de ganancia del 8,97% sobre el costo total de la producción del mismo, indicando una ganancia por litro de 161,37 COP/Litro y un costo de 1638,32 COP/Litro lo cual hace que sea un producto competitivo con el aceite virgen de palma que se vende hoy en día bajo un costo de 2018 COP/Litro y se implementa para la obtención del biodiesel.
- Se obtuvo valores positivos para el VPN (Valor Presente Neto), la TIR (Tasa Interna de Retorno) y el B/C (Beneficio/Costo) lo cual indica que el proyecto es atractivo, indicando la viabilidad de este proyecto.

6. BIBLIOGRAFÍA

- [1] J. D. Colgan, "Energy Research & Social Science Oil , Domestic Politics , and International Conflict," *Energy Res. Soc. Sci.*, vol. 1, pp. 198–205, 2014.
- [2] M. A. Kalam, H. H. Masjuki, M. H. Jayed, and A. M. Liaquat, "Emission and performance characteristics of an indirect ignition diesel engine fuelled with waste cooking oil," *Energy*, vol. 36, no. 1, pp. 397–402, 2011.
- [3] Geregras, "Asociación Nacional de Gestores de Residuos de Aceites y Grasas Comestibles," 2009. [Online]. Available: <http://www.geregras.es/medio-ambiente/List/show/sabias-que-1-litro-de-aceite-contamina-1000-de-agua-1134>. [Accessed: 05-Feb-2016].
- [4] M. Oliva and I. Malonda, "Manual de buenas prácticas en gestión de residuos en Institutos de Secundaria y Formación Profesional," p. 59, 2012.
- [5] Instituto Nacional de Enfermedades Neoplásicas, "Guías para la promoción de la salud orientada a la prevención y control del cáncer," p. 28, 2011.
- [6] EL TIEMPO, "Venta ilegal de aceites usados en bogota," 2014. [Online]. Available: <http://www.eltiempo.com/bogota/venta-ilegal-de-aceites-usados/13989999>. [Accessed: 05-Feb-2016].
- [7] Revista Semana, "Ciudades más pobladas de Colombia," 2013. [Online]. Available: <http://www.semana.com/especiales/los-10-mas-asi-somos/ciudades-mas-pobladas-colombia.html>. [Accessed: 11-Apr-2016].
- [8] Secretaría General de la Alcaldía Mayor de Bogotá D.C, "Proyecto de acuerdo 292 de 2012," Bogota, 2012.
- [9] C. Cardona Alzate, "Perspectives of Biofuels Production in Colombia," 2009.
- [10] W. Castro and L. Piracoca, "Estudio de prefactibilidad técnico económica para la instalación de una planta procesadora de aceite usado de cocina obtenido de las localidades de Usaquén y Chapinero en Bogotá," Universidad Santo Tomas, 2014.
- [11] R. Alarcon, "Obtención de biodiesel a partir de mezclas de aceite usado y aceite de palma," Universidad Santo Tomas, 2014.
- [12] B. Hasan, A. R. A. Aziz, W. M. A. W. Daud, and M. H. Chakrabarti, "Performance evaluation of biodiesel from used domestic waste oils : A review," *Process Saf. Environ. Prot.*, vol. 90, no. 3, pp. 164–179, 2012.
- [13] Ministerio de transporte e infraestructura, "Manual para la elaboración de estudios de prefactibilidad y factibilidad," *CEUR Workshop Proc.*, pp. 33–36, 2015.
- [14] Galeon.com, "Prueba De Factibilidad Del Proyecto," 2014. [Online]. Available: <http://eduardoumma.galeon.com/cvitae1770694.html>.
- [15] D. C. Navarro Mora and J. M. Liévano Hurtado, "Guía para estudios de prefactibilidad de pequeñas centrales hidroeléctricas como parte de sistemas híbridos," Pontificia Universidad Javeriana, 2004.
- [16] C. E. Lupano, *Los Alimentos : Cambios Químicos Y Bioquímicos Por Procesamiento Y Almacenamiento*. 2013.
- [17] M. A. Yagüe aylón, "Estudio de utilización de aceites para fritura en establecimientos alimentarios de comidas preparadas," *Obs. La Segur.*, vol.

- 2, pp. 1–34, 2003.
- [18] CESDE, “Las frituras,” p. 22, 2015.
 - [19] G. Lercker and C. Pancorbo, *El proceso culinario de fritura y el uso del aceite de oliva en el mismo*. Andalucía, España: La editorial, 2013.
 - [20] M. Gilma, “Grasas y aceites comestibles,” *Dep. Aliment. la Fac. Quim. Farm.*, vol. 53, no. 9, pp. 1689–1699, 2013.
 - [21] M. Canakci, “The potential of restaurant waste lipids as biodiesel feedstocks,” *Bioresour. Technol.*, vol. 98, no. 1, pp. 183–190, 2007.
 - [22] L. Marquez Farfan, “Diseño de un sistema para la gestión de aceites vegetales usados en cañete para producir biodiesel,” Universidad de Piura, 2013.
 - [23] Fedepalma, “Informe de Gestion Fedepalma 2013,” 2013.
 - [24] Fedepalma, “Informe de labores fondos parafiscales palmeros,” pp. 2–6, 2014.
 - [25] Fedebiocombustibles, “Distribución del porcentaje de mezcla de biodiesel en el territorio nacional,” 2016. [Online]. Available: http://www.fedebiocombustibles.com/v3/estadistica-mostrar_info-titulo-Biodiesel.htm. [Accessed: 22-Mar-2016].
 - [26] ASTM, “International - Standards Worldwide,” 2009. [Online]. Available: http://www.astm.org/SNEWS/SPANISH/SPJF09/nelson_spjf09.html. [Accessed: 10-Apr-2016].
 - [27] E. Alptekin, M. Canakci, and H. Sanli, “Biodiesel production from vegetable oil and waste animal fats in a pilot plant,” *Waste Manag.*, vol. 34, no. 11, pp. 2146–2154, 2014.
 - [28] T. H. Doğan, “The testing of the effects of cooking conditions on the quality of biodiesel produced from waste cooking oils,” *Renew. Energy*, vol. 94, pp. 466–473, 2016.
 - [29] S. C. Lishawa, T. Manuel, and A. Fernández, “Haciendo Biodiesel de Aceite Vegetal Usado.”
 - [30] F. Tessier, E. Ray, F. Cheviré, L. Lemaître, F. Bonnier, D. Bazer-Bachi, and V. Lecocq, “Transesterification of vegetable oils by AlPO_xNy heterogeneous catalysts,” *Appl. Catal. B Environ.*, vol. 185, pp. 253–264, 2016.
 - [31] D. Y. C. Leung, X. Wu, and M. K. H. Leung, “A review on biodiesel production using catalyzed transesterification,” *Appl. Energy*, vol. 87, no. 4, pp. 1083–1095, 2010.
 - [32] G. C. Castellar Ortega, E. R. Angulo Mercado, and B. M. Cardozo Arrieta, “Transesterification vegetable oils using heterogeneous catalysts,” *Prospect*, vol. 12, no. 2, pp. 90–104, 2014.
 - [33] Icontec, “NORMA TÉCNICA COLOMBIANA NTC 431,” no. 571, 2009.
 - [34] E. Viola, A. Blasi, V. Valerio, I. Guidi, F. Zimbardi, G. Braccio, and G. Giordano, “Biodiesel from fried vegetable oils via transesterification by heterogeneous catalysis,” *Catal. Today*, vol. 179, no. 1, pp. 185–190, 2012.
 - [35] L. Jaramillo, “Ácidos carboxílicos y sus derivados,” p. 94, 2002.
 - [36] J. M. Teijón, *Fundamentos de bioquímica estructural*, vol. 8. Editorial Tebar, 2006.

- [37] S. O. Córdova and P. S. Medina, "Guía Del Estudio De Mercado Para La Evaluación De Proyectos," *Univ. Chile Fac. Ciencias Econ. y Adm.*, pp. 23–32, 2010.
- [38] G. Baca Urbina, *Evaluacion de proyectos*, Cuarta edi. Mexico D.F.: Instituto Politecnico Nacional, 2001.
- [39] Gomez Lucevin, "Informe sobre desperdicio de comida en Bogotá - eltiempo.com," *El Tiempo*, 2014. [Online]. Available: <http://www.eltiempo.com/archivo/documento/CMS-13709698>. [Accessed: 06-Feb-2017].
- [40] Secretaría General de la Alcaldía Mayor de Bogotá, "PROYECTO DE ACUERDO 186 DE 2012," 2012. [Online]. Available: <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=48484>. [Accessed: 22-Mar-2016].
- [41] F. Proaño, J. R. Stuart, B. Chongo, L. Flores, M. Herrera, and Y. Medina, "Evaluación de tres métodos de saponificación en dos tipos de grasas como protección ante la degradación ruminal bovina," pp. 34–39, 2015.
- [42] FEDEBIOCOMBUSTIBLES, "Biodiésel de aceite de palma," p. 5, 2015.
- [43] Ministerio de Minas y Energia, "Decreto 4892 de 2011," p. 8, 2009.
- [44] Federación Nacional de Biocombustibles de Colombia, "Blend percentage distribution of biodiesel in national territory," 2015. [Online]. Available: http://www.fedebiocombustibles.com/v3/estadistica-mostrar_info-titulo-Biodiesel.htm. [Accessed: 08-Feb-2017].
- [45] M. de cultura y desarrollo Rural, "Resolucion 334 Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural," p. 8, 2017.
- [46] Index Mundi, "Aceite de palma - Precio Mensual (Peso colombiano por Tonelada) - Precios de Materias Primas," 2016. [Online]. Available: <http://www.indexmundi.com/es/precios-de-mercado/?mercancia=aceite-de-palma&moneda=cop>. [Accessed: 08-Feb-2017].
- [47] Federación Nacional de Biocombustibles de Colombia, "Biodiesel Production Plants in Colombia," 2016. [Online]. Available: http://www.fedebiocombustibles.com/v3/estadistica-mostrar_info-titulo-Biodiesel.htm. [Accessed: 09-Feb-2017].
- [48] EL TIEMPO, "Crecimiento económico de Colombia en 2016," 2016. [Online]. Available: <http://www.eltiempo.com/economia/sectores/crecimiento-economico-de-colombia-en-2016-dependera-de-sector-industrial/16611330>. [Accessed: 09-Feb-2017].
- [49] L. Kosaka, "Mercado mundial de biodiésel : nuevos retos y oportunidades Global biodiesel market : new challenges and opportunities Introducción," vol. 31, pp. 340–348, 2010.
- [50] H. García and L. Calderón, "Evaluación de la política de Biocombustibles en Colombia," *Biocombustibles en Colomb.*, pp. 11–13, 2012.
- [51] El Heraldo, "Industria de biodiésel en Colombia," 2017. [Online]. Available: <http://www.elheraldo.co/agropecuaria/industria-de-biodiesel-en-colombia-perdio-dinamismo-162075>. [Accessed: 09-Feb-2017].
- [52] Federación Nacional de Biocombustibles, "Evaluación beneficio - costo del

- uso del biodisel como componente en la formulación del diesel distribuido en Colombia,” 2013.
- [53] Biogras S.A.S, “Biogras S.A.S,” 2015. [Online]. Available: <http://www.biogras.com/>. [Accessed: 17-Apr-2017].
 - [54] Revista Semana, “El mercado de comidas rápidas: un negocio sabroso,” 2015. [Online]. Available: <http://www.semana.com/economia/articulo/el-mercado-comidas-rapidas-negocio-sabroso/265173-3>. [Accessed: 13-Feb-2017].
 - [55] Portafolio, “La industria gastronómica en Colombia sigue creciendo | Finanzas | Economía,” 2015. [Online]. Available: <http://www.portafolio.co/economia/finanzas/industria-gastronomica-colombia-sigue-creciendo-141936>. [Accessed: 14-Feb-2017].
 - [56] U. D. P. M. E. (Upme) Ministerio de Minas y Energía, “Biocombustibles en Colombia,” *Report*, p. 22, 2009.
 - [57] Federación Nacional de Biocombustibles, “Producción de Biodiesel en Colombia,” p. 3, 2013.
 - [58] Congreso De Colombia, “Ley 693 De Septiembre 19 De 2001,” no. 44, pp. 2–3, 2001.
 - [59] R. y D. Secretaría Distrital de Cultura, “Localidades de Bogota ficha básica,” pp. 1–86, 2008.
 - [60] Ministerio de hacienda, “Bogotá y sus localidades,” p. 2, 2015.
 - [61] Cámara de Comercio de Bogotá, “Clasificacion CIU,” 2016. [Online]. Available: <http://linea.ccb.org.co/descripcionciu/>. [Accessed: 18-Feb-2017].
 - [62] D. S. Moore and J. Comas, *Estadística aplicada básica*. Barcelona: Antoni Bosch, 2005.
 - [63] A. Hueso and M. J. Cascant, *La investigación cuantitativa*. 2012.
 - [64] Dane, “Departamento Administrativo Nacional de Estadística,” *Encuesta Calid. la Gestión Estatal para el Desarro. Empres. Inf. Result.*, vol. 3, pp. 1–40, 2008.
 - [65] Congreso De Colombia, “Ley 1259 de 2008,” vol. 209, pp. 1–12, 2008.
 - [66] Revista Portafolio, “La gastronomía como sector innovador,” 2017. [Online]. Available: <http://blogs.portafolio.co/raddar/2016/03/09/la-gastronomia-como-sector-innovador/>. [Accessed: 10-Jul-2017].
 - [67] G. Baca Urbina, *Evaluación de proyectos*, 7 Ed. Mexico D.F., 2013.
 - [68] N. Sapag Chain and R. Sapag Chain, *Preparación y evaluación de proyectos*. McGraw-Hill Interamericana, 2003.
 - [69] E. A. Bulla, “Diseño del proceso de producción del biodiesel a partir de aceites de fritura,” Universidad Nacional, 2014.
 - [70] C. Guerrero, “Diseño de una planta de fabricación de jabón a partir de aceites vegetales usados,” Universidad de Almería, 2014.
 - [71] E. y M. C. Alptekin, “Characterization of the key fuel properties of methyl ester– diesel fuel blends,” *Fuel*, vol. 88, pp. 75–80, 2009.
 - [72] Z. Y, “Biodisel production from waste cooking oil: Process design and technological assessment,” *Bioresour*, vol. 89, pp. 1–19, 2003.
 - [73] C. C. SÁNCHEZ and H. D. G. CASTRO, “Desarrollo de una propuesta para

- la adecuación de aceite usado de cocina como producto intermedio en la producción de biodiesel,” FUNDACIÓN UNIVERSIDAD DE AMÉRICA, 2015.
- [74] Q. Zhang, Y. Xu, Y. Li, T. Wang, Q. Zhang, L. Ma, M. He, and K. Li, “Investigation on the esterification by using supercritical ethanol for bio-oil upgrading,” *Appl. Energy*, vol. 160, pp. 633–640, 2015.
 - [75] P. Mazo and L. Galeano, “Esterificación de los ácidos grasos libres (FFA) del aceite crudo de palma. Calentamiento convencional vs microondas,” *Sci. ...*, no. 35, pp. 461–465, 2007.
 - [76] A. A. Cerón, “Evaluación Experimental de la Producción de Biodiesel por Destilación Reactiva,” Universidad Nacional de Manizales, 2010.
 - [77] M. K. L. K.T.Lee, “Mixed methanol–ethanol technology to produce greener biodiesel from waste cooking oil: A breakthrough for SO₄2–/SnO₂–SiO₂ catalyst,” *Fuel Process Technol*, vol. 92. pp. 1639–1645, 2011.
 - [78] IDEAM, “Ácido Sulfúrico,” pp. 79–96, 2010.
 - [79] Grupo Haiyang Yinhai España S.L., “Características del gel de sílice,” 2016. [Online]. Available: <http://www.geldesilice.com/es/gel-de-silice/caracteristicas-del-gel-de-silicesilicagel/26>. [Accessed: 14-Aug-2017].
 - [80] Tankeros S.L., “Medidas y Capacidades.” [Online]. Available: <http://www.tankeros.com/medidas-y-capacidades/>. [Accessed: 03-Jul-2017].
 - [81] PERFOMALLAS S.A, “Mallas metalicas.” [Online]. Available: <http://www.perfomallas.com/mallas.html>. [Accessed: 03-Jul-2017].
 - [82] Corel y Cia S.A., “Material utilizado en las placas.” Bogota.
 - [83] M. Soler, “Principios de las Bombas de Desplazamiento Positivo.” .
 - [84] K. J. McNaughton, *Bombas: Selección, Uso y Mantenimiento*. McGraw-Hill, 1989.
 - [85] “BOMBAS DE ENGRANAJES CON ARRASTRE MAGNETICO JM CATALOGO SERIE.”
 - [86] IDEX Corporation, “Viking SG Series External Gear Pumps.” .
 - [87] Home Center, “Bombas y Motobombas.” .
 - [88] L. J. Guzman Carreño, “Diseño Mecánico de Recipientes a Presión Bajo el Código ASME, Sección VIII, División I,” Universidad Simón Bolívar, 2006.
 - [89] J. R. Backhurst, J. H. (John H. Harker, J. F. (John F. Richardson, and J. M. (John M. Coulson, *Coulson & Richardson’s chemical engineering, J.M. Coulson and J.F. Richardson : solutions to the problems in Chemical engineering, volume 2 (5th edition) and volume 3 (3rd edition)*. Butterworth-Heinemann, 2002.
 - [90] W. McCabe, J. Smith, and P. Harriott, *Unit operations of chemical engineering*. 1991.
 - [91] “Calor Específico de Materiales - Valvías.” [Online]. Available: <http://www.valvias.com/prontuario-propiedades-materiales-calor-especifico.php>. [Accessed: 26-Jul-2017].
 - [92] S. Densidad, “Tabla de densidades.” [Online]. Available: www.vaxasoftware.com. [Accessed: 26-Jul-2017].
 - [93] D.-I. Eberhard Franz Dipl-Wirtschaftsing, M. Tuffner, and B. Industriekessel GmbH, “Comparativa de caldera pirotubular y caldera acuotubular.”

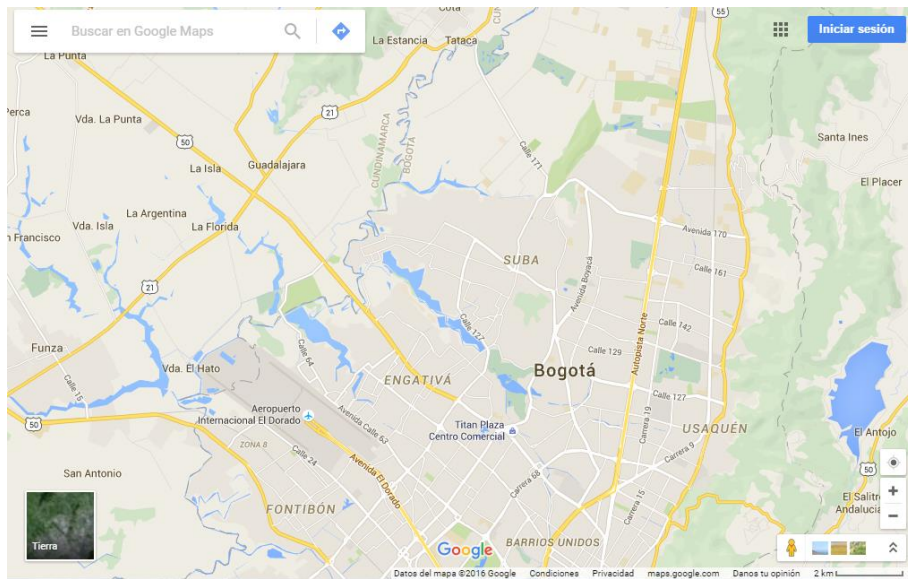
- [94] SACOME, “Condensadores industriales,” 2016. [Online]. Available: <http://www.sacome.com/portfolio-view/condensadores/>. [Accessed: 21-Feb-2017].
- [95] Inppa, “Innovaciones en la fabricación de intercambiadores de calor - Minería Chilena,” Chile, May-2015.
- [96] González Mahuli, “Intercambiadores de calor mejorado.” p. 42, 2012.
- [97] Dorwil, “Hoja de Datos de Seguridad Metanol.” [Online]. Available: <http://www.dorwil.com.ar/msds/Metanol.pdf>. [Accessed: 26-Jul-2017].
- [98] UGR, “Diseño del sistema de tuberías y cálculo de las bombas.”
- [99] J. P. Garcia-Sabater, “Distribución en planta: : Diseño de Sistemas Productivos y Logísticos,” in *Departamento de Organización de Empresas, E.F. y C.*, 2005, pp. 120–150.
- [100] “Introducción a la Producción más Limpia ONUDI – Manual de Producción más Limpia ORGANIZACION DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL DESARROLLO INDUSTRIAL.”
- [101] Camara y Comercio, “Tarifas 2017 - Cámara de Comercio de Bogotá.” [Online]. Available: <http://www.ccb.org.co/Inscripciones-y-renovaciones/Tarifas-2017>. [Accessed: 27-Sep-2017].

7. ANEXOS

ANEXO 1

Manual base de datos

1. Abrir la página Google Maps (<https://www.google.com.co/maps>)
2. Iniciar sesión con el correo de la universidad, parte superior derecha

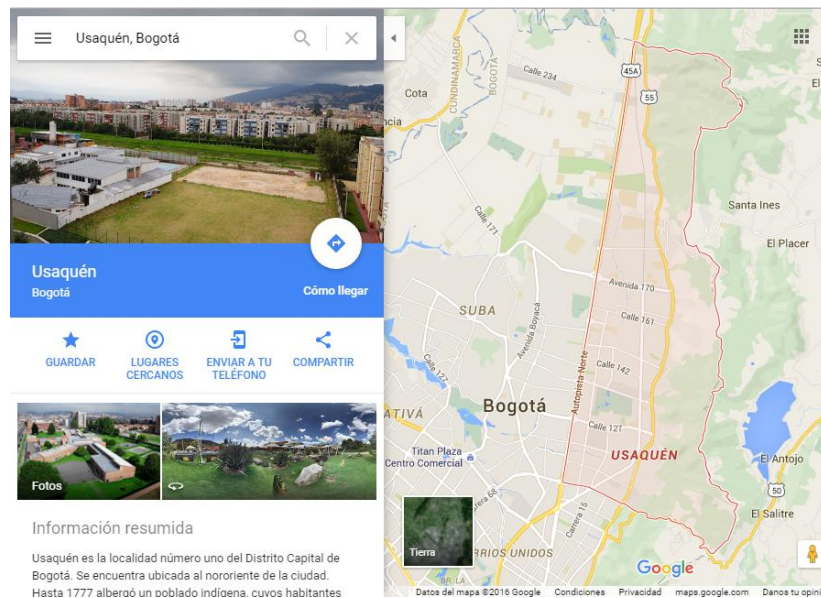


3. Acceder al buscador de la parte superior izquierda, se digitará la localidad requerida

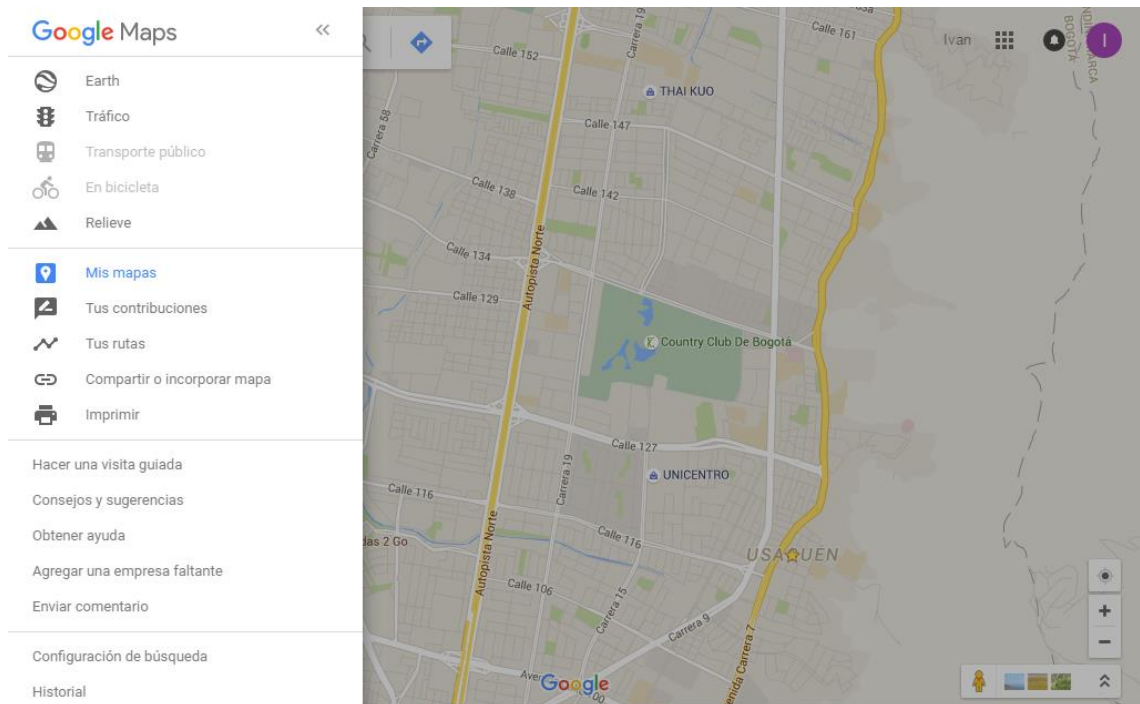
Ejemplo: “Usaquén, Bogotá”

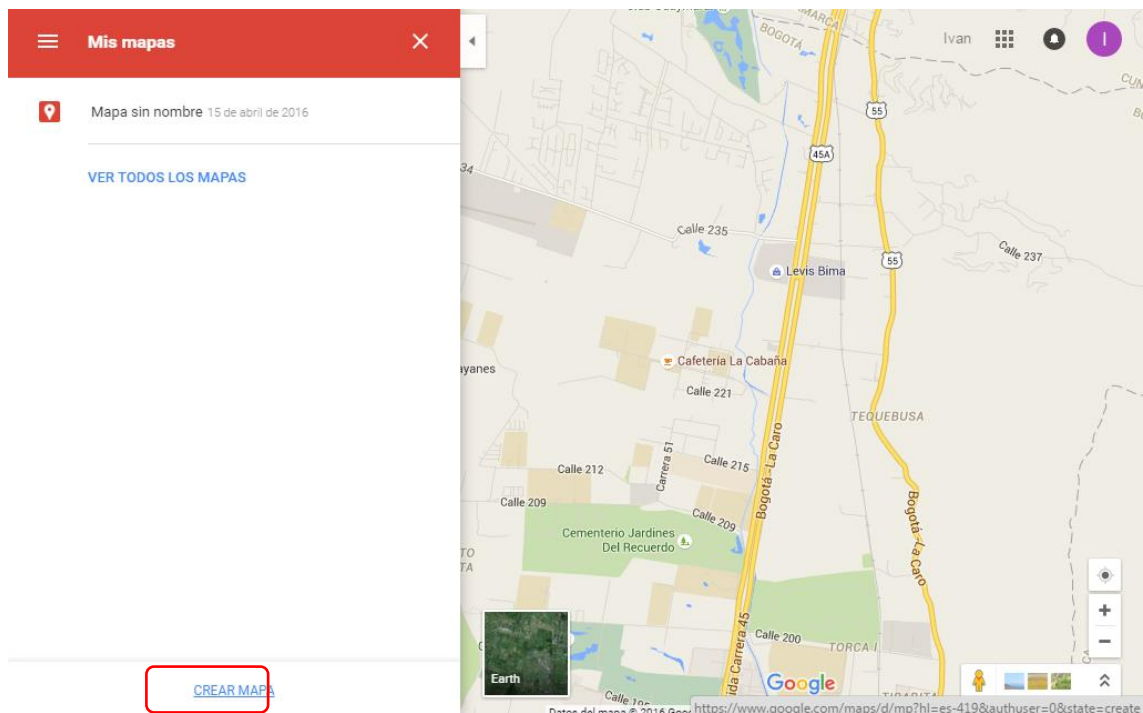


4. Para mayor facilidad se puede tomar un pantallazo de la localidad delimitada por Google Maps.

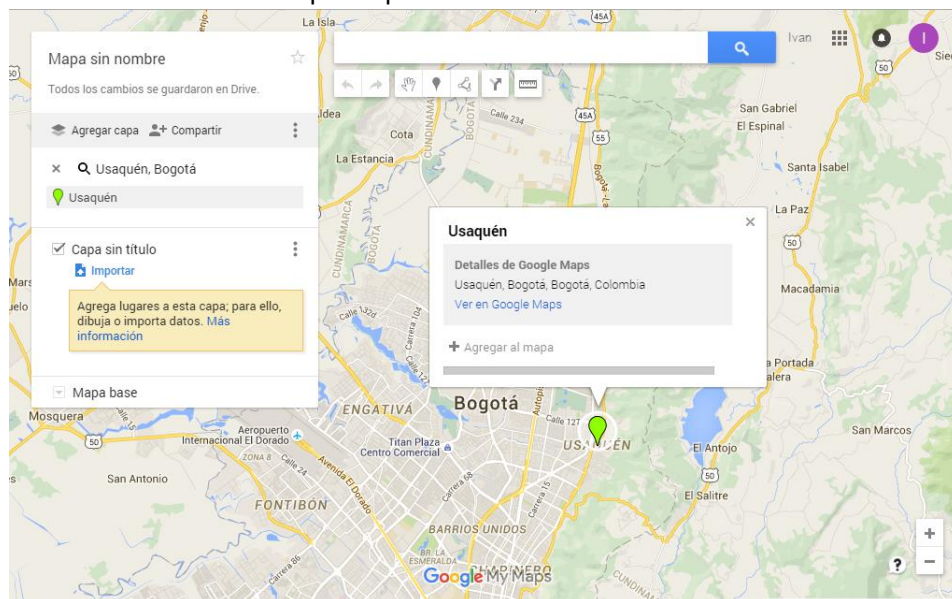


5. Ya sabiendo la delimitación iremos a al icono de menú que está al lado izquierdo del buscador (parte superior izquierda) y se seleccionara la opción mis mapas luego en la parte inferior crear mapa.





6. Se abrirá una nueva página con un nuevo mapa, en este se volverá a escribir la localidad en el buscador, y Google ubicará el centro de la localidad sin delimitarla, pero ya se conoce cuál será su delimitación por el pantallazo.



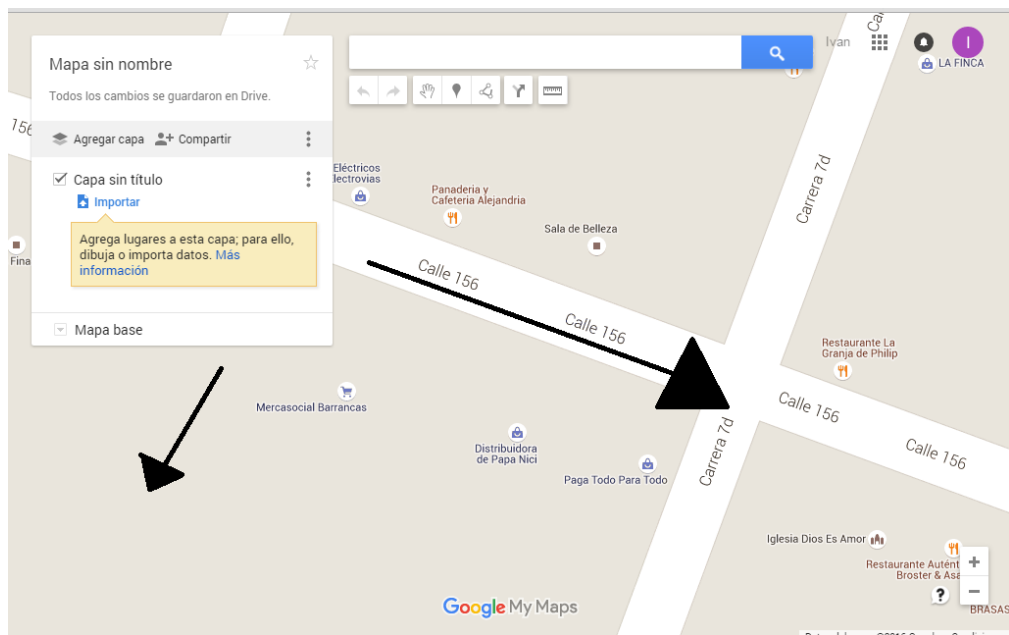
7. Se le dará el nombre y número de la localidad haciendo click a donde dice ***“Mapa sin nombre”*** y ***“capa sin título”***.



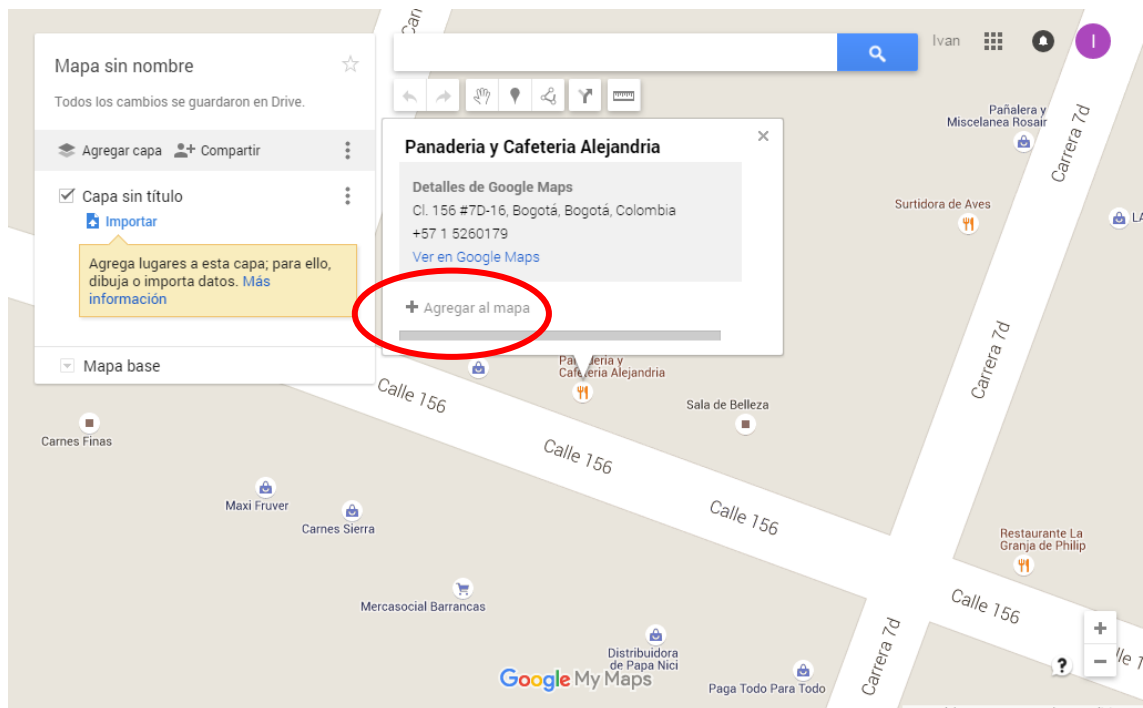
8. Manualmente se buscara la primera calle de arriba hacia abajo que está dentro de la delimitación de la localidad, y se empezara a hacer la exploración en el siguiente orden:

1. calles de arriba abajo y de izquierda a derecha.
2. carreras de arriba abajo y de izquierda a derecha.
3. por ultimo diagonales y transversales de arriba abajo.

IMPORTANTE: la exploración se debe hacer con el máximo zoom para que arroje todo los resultados existentes en el área que se está explorando

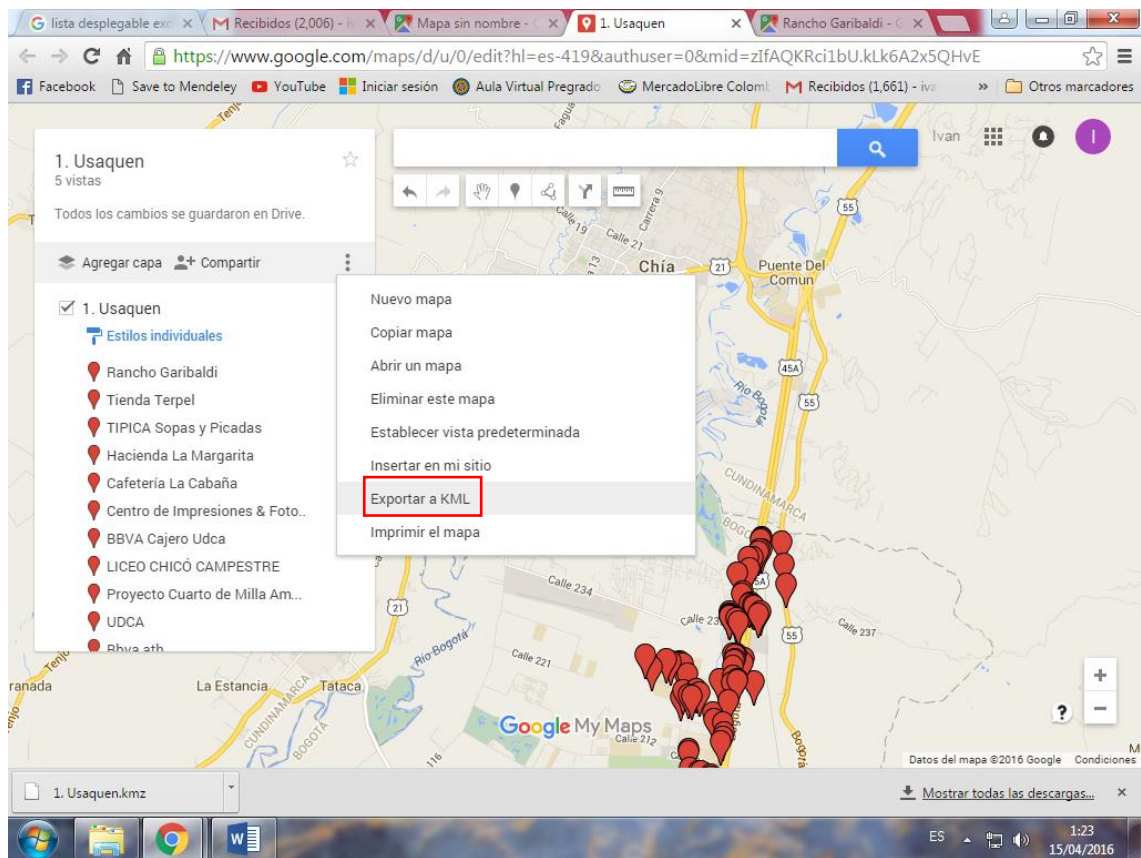


9. Cuando se empiece a encontrar la información requerida, se dará click sobre el icono y se abrirá una ventana con la información del establecimiento, daremos click en donde dice "agregar al mapa".

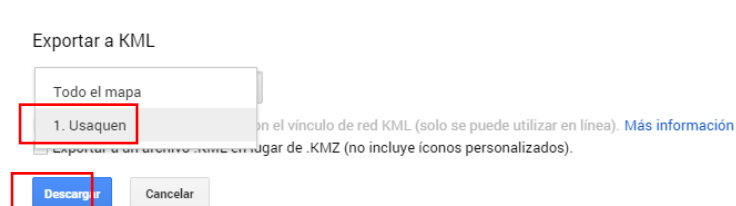


De este modo se irán agregando en la parte izquierda y marcando todos los establecimientos encontrados y se podrán distinguir de los que aún faltan, se hace este proceso hasta explorar toda la localidad

10. Cuando la localidad este completamente explorada se tendrá que abrir el menú de “agregar capa” en el cual se daraclick a “Exportar a KML”

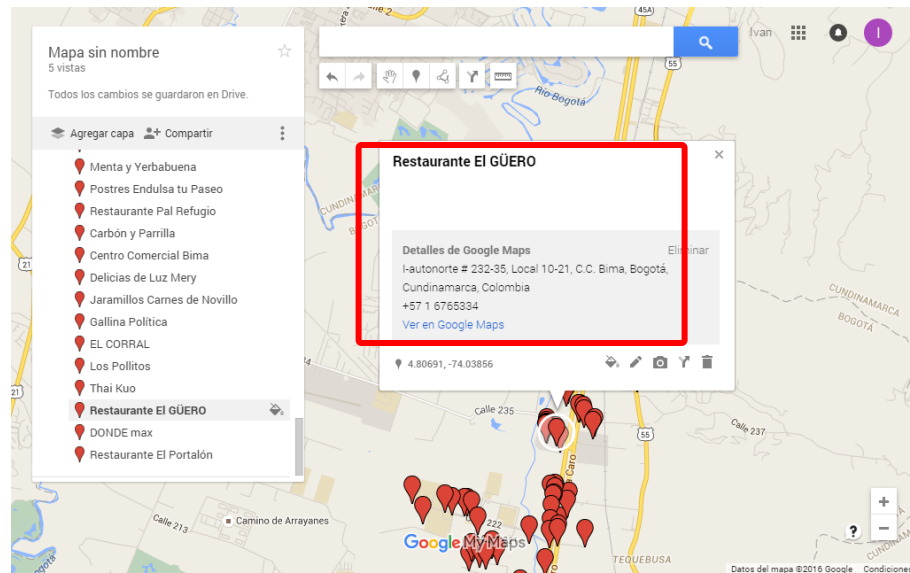


Luego de esto saldrá una pantalla donde se tiene que desplegar el menu que dice “Todo el mapa” y seleccionaremos la localidad ya terminada, luego de eso se procederá a descargar

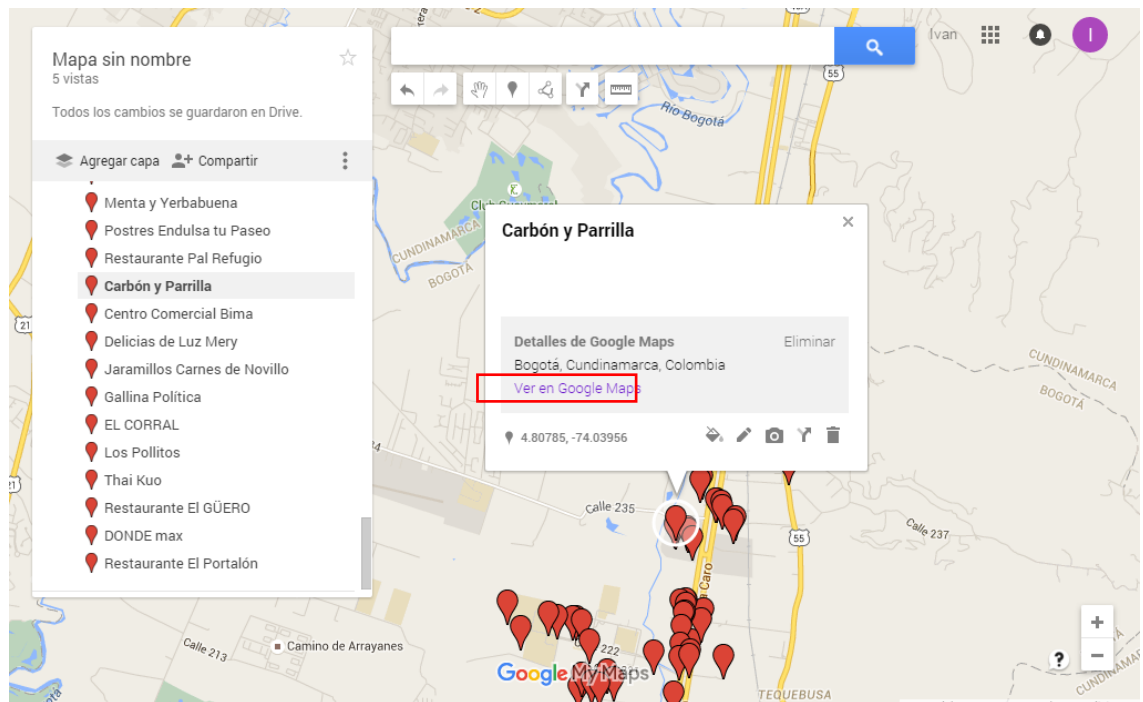


Este archivo será enviado junto con el archivo de Excel

11. Al terminar de explorar la localidad, se dará click en cada una de los establecimientos encontrados donde aparecerá la información del mismo que es lo que se necesita en el archivo de Excel



12. Para algunos casos no saldrá toda la información en la ventana, entonces se dará click en “*ver en Google Maps*” de esta manera se abrirá el establecimiento en Google Maps con toda la información existente para el mismo.

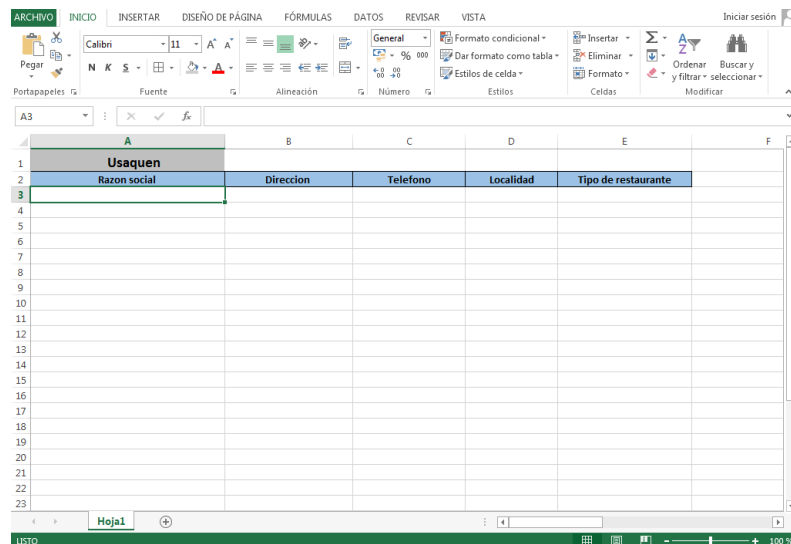


Excel

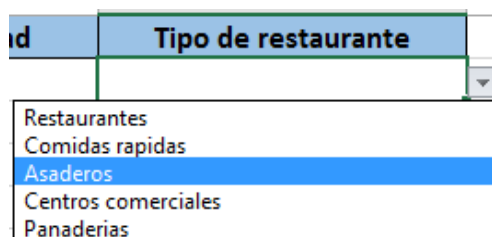
13. Para la base de datos en Excel se necesitan los datos:

1. Razón social
2. Dirección
3. Teléfono
4. Localidad
5. Tipo de restaurante

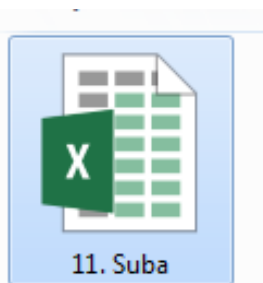
De cada uno de los establecimientos y se deberá poner el nombre de la localidad en el recuadro gris de la imagen



14. El tipo de restaurante se escogerá en base a la tabla de relaciones que se encuentra en el archivo de Excel y en base a lo dicho en clase.



15. El nombre del archivo generado en Excel debe llevar el número de la localidad y el nombre de la misma.



Este archivo junto con el archivo KML del paso 10 tendrán que ser enviados en la fecha establecida por el profesor.

Generación de mapas de establecimientos por localidad

1. Usaquéen
https://drive.google.com/a/usantotomas.edu.co/open?id=1sh1RFZZWDmhHi3Nt_O_y3kGt_pE&usp=sharing
2. Chapinero
<https://drive.google.com/open?id=1K8LYTg2o8h4EpKSMFC1kqqAAfFo&usp=sharing>
3. Santafé
<https://drive.google.com/open?id=1UzJ-sKw8VRxp-npTp71L9GnlfU4&usp=sharing>
4. San Cristóbal
https://drive.google.com/open?id=1-kw_DIJuu3WU9g1pVZQhcijtEc&usp=sharing
5. Usme
https://drive.google.com/open?id=1ytLsDBqddp1FqK366DtOdWFxw_Q&usp=sharing
6. Tunjuelito
<https://drive.google.com/open?id=1b3BgjUq0aV6dFkYqqf56g98lbqs&usp=sharing>
7. Bosa
<https://drive.google.com/open?id=1o5poaCKuzB1S60huX-Mh-B09bOQ&usp=sharing>
8. Kennedy
<https://drive.google.com/open?id=1IQ7a-tj7gKPhtwLdAexDJJticQA&usp=sharing>

9. Fontibón
https://drive.google.com/open?id=1xeGwqgggBeJxgMX_wdcsjfSrx5fo&usp=sharing
10. Engativá
https://drive.google.com/open?id=1QL2962_57q01mKAcESm9YEpLY5A&usp=sharing
11. Suba
<https://drive.google.com/open?id=1QaIXSFk58smNUsmzENemd6cOsvo&usp=sharing>
12. Barrio Unidos
<https://drive.google.com/open?id=1NaQf73EAtEF7Co6ZQQn88V4-dFA&usp=sharing>
13. Teusaquillo
https://drive.google.com/open?id=1N_MNG6MZkuj-WHpejXQN8WMDEDC&usp=sharing
14. Mártires
<https://drive.google.com/open?id=1EQgKLZtV123Z-wpQ1SDkefStKyA&usp=sharing>
15. Antonio Nariño
<https://drive.google.com/open?id=14oGSGQbjYV3fVdCluPGetRG0hjY&usp=sharing>
16. Puente Aranda
https://drive.google.com/open?id=1LaQy3_litJ-ekG1-pvwL0rjOTq0&usp=sharing
17. Candelaria
<https://drive.google.com/open?id=1Jir3tyU5ZwaxvVcR8W1PhrA-KjA&usp=sharing>
18. Rafael Uribe
<https://drive.google.com/open?id=1asqZt9fWbli4FRimTHmzNemS4oM&usp=sharing>
19. Ciudad Bolívar
<https://drive.google.com/open?id=1UVzfHOIQHRPb0UaES4lgjRz1sSI&usp=sharing>

ANEXO 2

 UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS PRIMER CENTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA	ENCUESTA SOBRE LA PRODUCCIÓN DE ACEITE DE COCINA USADO EN BOGOTÁ	No Formulario												
LA INFORMACIÓN CONSIGNADA EN TODOS LOS FORMULARIOS DE LA UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS, YA SEA EN PAPEL O POR MEDIO MAGNÉTICO, SE TRATARÁ DE MANERA CONFIDENCIAL Y SE UTILIZARÁ EXCLUSIVAMENTE CON FINES ESTADÍSTICOS, ACADÉMICOS Y CIENTÍFICOS														
Buenos días/tardes, mi nombre es _____, soy estudiante de la universidad Santo Tomás. Estamos realizando una práctica académica sobre PRODUCCIÓN DE ACEITE DE COCINA USADO EN BOGOTÁ. Por favor permítame preguntarle:														
INFORMACIÓN DEL ESTABLECIMIENTO														
NOMBRE DEL ESTABLECIMIENTO														
NOMBRE DEL ENTREVISTADO														
CARGO														
DIRECCIÓN DEL ESTABLECIMIENTO														
TELÉFONO		TIPO DE ESTABLECIMIENTO ☐ 1.CR ☐ 2.Caf ☐ 3.Rest												
PREGUNTAS														
1. ¿Cuántos litros de aceite usado genera al mes? <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 30px; text-align: center;">1</td><td>1-30 litros</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">2</td><td>31-50 litros</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">3</td><td>51-70 litros</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">4</td><td>71-90 litros</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">5</td><td>91-100 litros</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">6</td><td>101-150 litros</td></tr> </table> 5. Valor por litro \$			1	1-30 litros	2	31-50 litros	3	51-70 litros	4	71-90 litros	5	91-100 litros	6	101-150 litros
1	1-30 litros													
2	31-50 litros													
3	51-70 litros													
4	71-90 litros													
5	91-100 litros													
6	101-150 litros													
2. ¿Realizan la separación de los residuos del aceite en su establecimiento? <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 30px; text-align: center;">1</td><td>Si</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">2</td><td>No</td></tr> </table> 6. ¿La entidad recolectora le expide un certificado de uso final del aceite? <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 30px; text-align: center;">1</td><td>Si</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">2</td><td>No</td></tr> </table>			1	Si	2	No	1	Si	2	No				
1	Si													
2	No													
1	Si													
2	No													
3. ¿Qué hace con el aceite después de uso en la cocina? <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 30px; text-align: center;">1</td><td>Verterlo por el lavaplatos</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">2</td><td>Arrojalo a la basura con otros residuos</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">3</td><td>Reenvarsalo y llevarlo a un lugar de acopio</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">4</td><td>Reenvarsalo y venderlo a quien lo recoja</td></tr> </table> 7. ¿Cada cuánto la empresa realiza la recolección del aceite?			1	Verterlo por el lavaplatos	2	Arrojalo a la basura con otros residuos	3	Reenvarsalo y llevarlo a un lugar de acopio	4	Reenvarsalo y venderlo a quien lo recoja				
1	Verterlo por el lavaplatos													
2	Arrojalo a la basura con otros residuos													
3	Reenvarsalo y llevarlo a un lugar de acopio													
4	Reenvarsalo y venderlo a quien lo recoja													
4. Nombre de la empresa que lo recoge 8. ¿Tiene conocimiento sobre los productos que se pueden obtener a partir de aceite de cocina usado? <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 30px; text-align: center;">1</td><td>Si</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">2</td><td>No</td></tr> </table>			1	Si	2	No								
1	Si													
2	No													
9. Permitiría que se llevara a cabo la Recolección del aceite de cocina usado, con fines de reciclaje en su establecimiento? <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 30px; text-align: center;">1</td><td>Si</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">2</td><td>No</td></tr> </table>			1	Si	2	No								
1	Si													
2	No													

ANEXO 3

Santafé de Bogotá, Octubre de 2016

Señores
Propietarios de Establecimientos
Bogotá

Apreciado(a) señor(a):

Cordialmente me dirijo Usted para informarle que un estudiante de la Universidad Santo Tomas le estará visitando en los próximos días con el fin de plantarle unas muy pocas preguntas sobre el destino del aceite de cocina usado. La Facultad de Ingeniería Mecánica de la Universidad Santo Tomas – sede de Bogotá realiza actualmente un estudio sobre la cantidad mensual de aceite de cocina usado que se produce en la ciudad de Bogotá. Los estudiantes que lo realizan como parte de su formación académica se identificarán con el carné de la Universidad y de ninguna manera plantearán preguntas relacionadas con datos personales u otros aspectos relativos a su seguridad. Las preguntas del cuestionario se refieren única y exclusivamente a la cantidad de aceite producido y su destino.

Solicito su apoyo respondiéndole al estudiante o si lo considera pertinente acordando con él una cita en un momento o día posterior o para responder a una llamada telefónica a fin de recoger la información necesaria. En nuestras mediciones la entrevista no tarda más de tres minutos. Si tiene alguna sugerencia, queja o pregunta no dude en comunicarse conmigo al teléfono xxxxx extensión xxxx y mi dirección esxxxxxxxx - La Facultad de Ingeniería Mecánica, oficina xxxxx.

Muchas gracias por su colaboración
Atentamente,

XXXXXXXXXX.

Profesor xxxxx
La Facultad de Ingeniería Mecánica
Universidad Santo Tomas
Correo electrónico:xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx

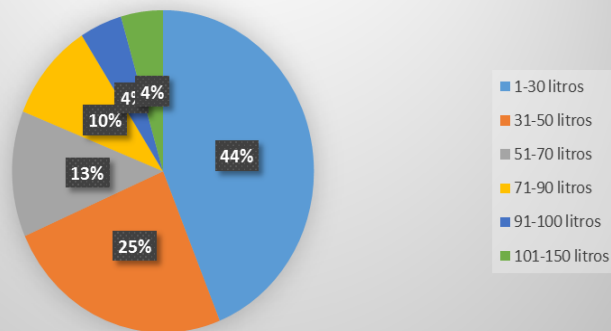
ANEXO 4

Resultados encuestas

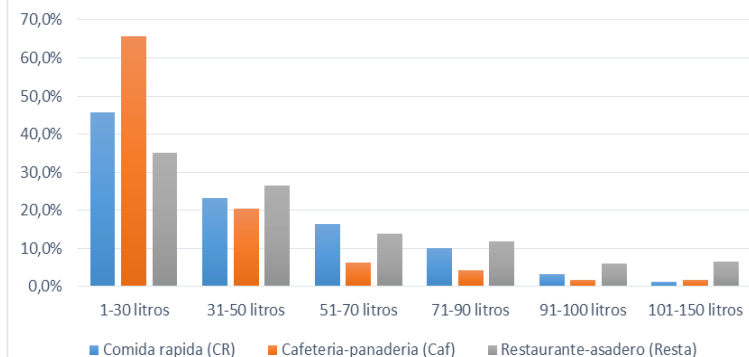
Cuadro 1. Cantidad y porcentaje de restaurantes den Bogotá por tipo de establecimiento según cuántos litros de aceite usado genera al mes.

		TIPO DE RESTAURANTE							
		Total		Comida rapida (CR)		Cafeteria-panaderia (Caf)		Restaurante-asadero (Resta)	
		Cantida	%	Cantida	%	Cantida	%	Cantida	%
¿Cuántos litros de aceite usado genera al mes?	Total	17.008	100,0%	2.997	100,0%	3.830	100,0%	10.181	100,0%
	1-30 litros	7.461	43,9%	1.372	45,8%	2.520	65,8%	3.569	35,1%
	31-50 litros	4.177	24,6%	699	23,3%	781	20,4%	2.697	26,5%
	51-70 litros	2.147	12,6%	488	16,3%	239	6,2%	1.420	13,9%
	71-90 litros	1.684	9,9%	303	10,1%	164	4,3%	1.217	12,0%
	91-100 litros	772	4,5%	101	3,4%	63	1,6%	608	6,0%
	101-150 litros	766	4,5%	34	1,1%	63	1,6%	669	6,6%

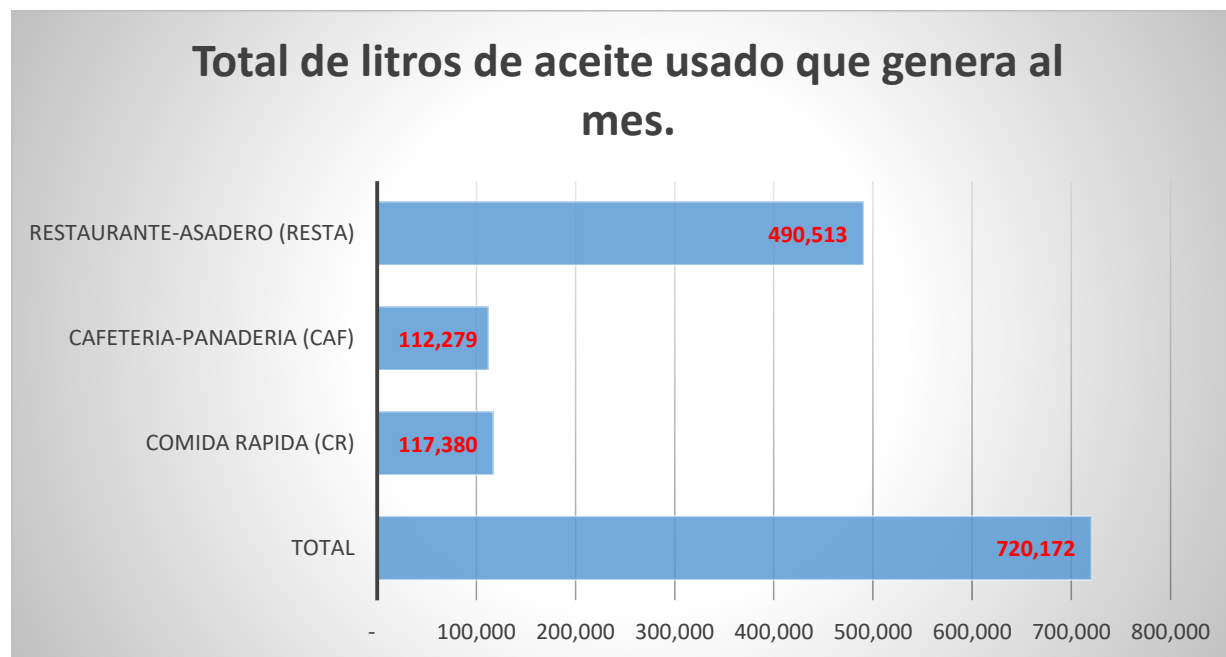
Porcentaje de restaurantes de Bogotá según cuántos litros de aceite usado genera al mes.



Porcentaje de restaurantes den Bogotá por tipo de establecimiento según cuántos litros de aceite usado genera al mes.

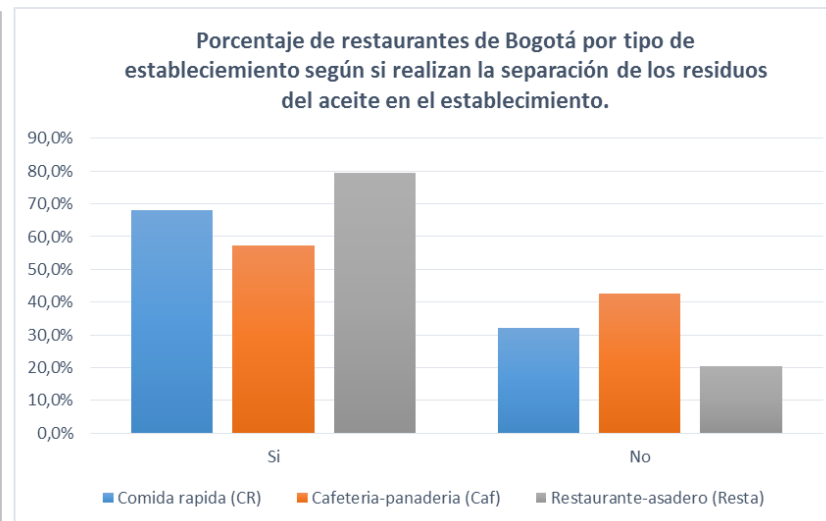


Cuadro 2. Restaurantes en Bogotá por tipo de establecimiento según total y promedio de litros de aceite usado que genera al mes.				
		Total y media de litros de aceite usados al mes		
		Total		Media
		Cantida	%	
TIPO DE RESTAURANTE	Total	720.172	100,0%	42,3
	Comida rapida (CR)	117.380	16,3%	39,2
	Cafeteria-panaderia (Caf)	112.279	15,6%	29,3
	Restaurante-asadero (Resta)	490.513	68,1%	48,2



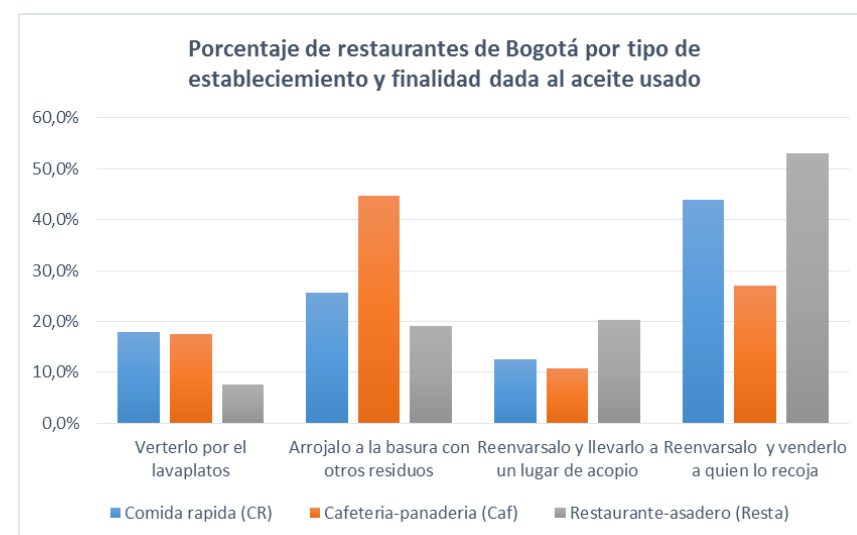
Cuadro 3. Cantidad y porcentaje de restaurantes de Bogotá por tipo de establecimiento según si realizan la separación de los residuos del aceite en el establecimiento.

		TIPO DE RESTAURANTE							
		Total		Comida rapida (CR)		Cafeteria-panaderia (Caf)		Restaurante-asadero (Resta)	
		Cantida	%	Cantida	%	Cantida	%	Cantida	%
¿Realizan la separación de los residuos del aceite en su establecimiento ?	Total	17008	100,0%	2997	100,0%	3830	100,0%	10181	100,0%
	Si	12322	72,4%	2037	68,0%	2192	57,2%	8092	79,5%
	No	4686	27,6%	960	32,0%	1638	42,8%	2089	20,5%



Cuadro 4. Cantidad y porcentaje de restaurantes de Bogotá por tipo de establecimiento según qué hace con el aceite después de uso en la cocina

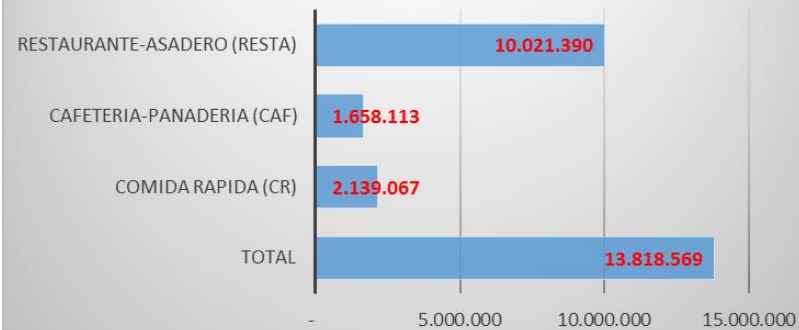
		TIPO DE RESTAURANTE							
		Total		Comida rapida (CR)		Cafeteria-panaderia (Caf)		Restaurante-asadero (Resta)	
		Cantida	%	Cantida	%	Cantida	%	Cantida	%
¿Qué hace con el aceite después de usarlo en la cocina?	Total	17008	100,0%	2997	100,0%	3830	100,0%	10181	100,0%
	Verterlo por el lavaplatos	1977	11,6%	539	18,0%	668	17,4%	771	7,6%
	Arrojalo a la basura con otros residuos	4426	26,0%	766	25,6%	1713	44,7%	1947	19,1%
	Reenvarsalo y llevarlo a un lugar de acopio	2863	16,8%	379	12,6%	416	10,9%	2069	20,3%
	Reenvarsalo y venderlo a quien lo recoja	7741	45,5%	1313	43,8%	1033	27,0%	5395	53,0%



Cuadro 5. Restaurantes en Bogotá por tipo de establecimiento según total y promedio de del valor del litros de aceite usado por mes.

		Valor por litro		
		Total	%	Media
TIPO DE RESTAURANTE	Total	13.818.569	100%	1.303
	Comida rapida (CR)	2.139.067	15%	1.264
	Cafeteria-panaderia (Caf)	1.658.113	12%	1.144
	Restaurante-asadero (Resta)	10.021.390	73%	1.343

Total del valor del litro de aceite usado por mes.

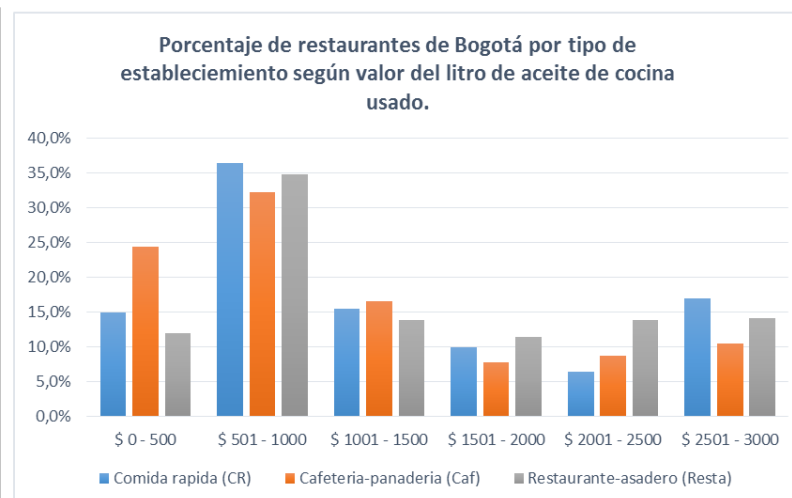


Promedio del valor del litro de aceite usado por mes.



Cuadro 6. Cantidad y porcentaje de restaurantes de Bogotá por tipo de establecimiento según valor del litro de aceite de cocina usado.

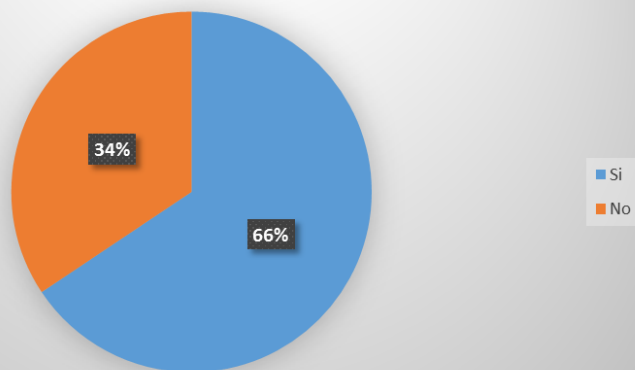
		TIPO DE RESTAURANTE							
		Total		Comida rapida (CR)		Cafeteria-panaderia (Caf)		Restaurante-asadero (Resta)	
		Cantida	%	Cantida	%	Cantida	%	Cantida	%
Valor por litro	Total	10604	100,0%	1692	100,0%	1449	100,0%	7463	100,0%
	\$ 0 - 500	1498	14,1%	253	14,9%	353	24,3%	892	12,0%
	\$ 501 - 1000	3677	34,7%	615	36,3%	466	32,2%	2596	34,8%
	\$ 1001 - 1500	1535	14,5%	261	15,4%	239	16,5%	1034	13,9%
	\$ 1501 - 2000	1134	10,7%	168	10,0%	113	7,8%	852	11,4%
	\$ 2001 - 2500	1270	12,0%	109	6,5%	126	8,7%	1034	13,9%
	\$ 2501 - 3000	1492	14,1%	286	16,9%	151	10,4%	1055	14,1%



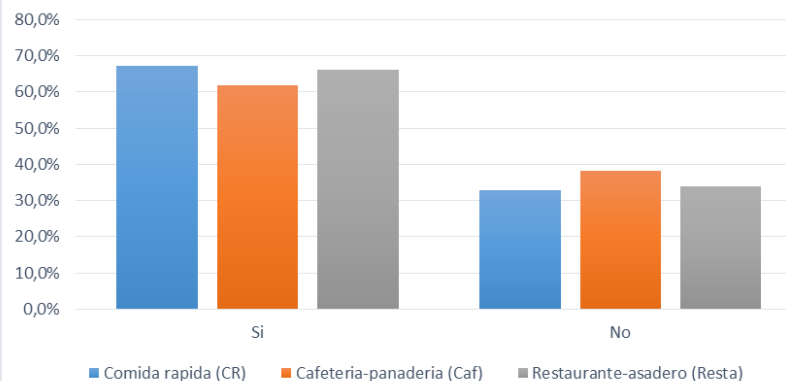
Cuadro 7. Cantidad y porcentaje de restaurantes de Bogotá por tipo de establecimiento según la entidad recolectora le expide un certificado de uso final del aceite.

		TIPO DE RESTAURANTE							
		Total		Comida rapida (CR)		Cafeteria-panaderia (Caf)		Restaurante-asadero (Resta)	
		Cantida	%	Cantida	%	Cantida	%	Cantida	%
¿La entidad recolectora le expide un certificado de uso final del aceite?	Total	10604	100,0%	1692	100,0%	1449	100,0%	7463	100,0%
	Si	6959	65,6%	1137	67,2%	895	61,7%	4928	66,0%
	No	3645	34,4%	556	32,8%	554	38,3%	2535	34,0%

¿La entidad recolectora le expide un certificado de uso final del aceite?



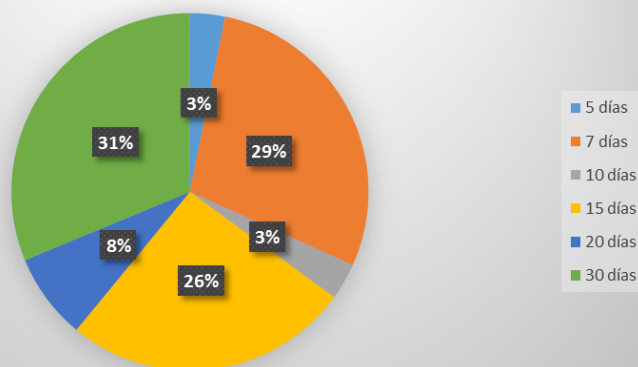
Porcentaje de restaurantes de Bogotá por tipo de establecimiento según la entidad recolectora le expide un certificado de uso final del aceite..



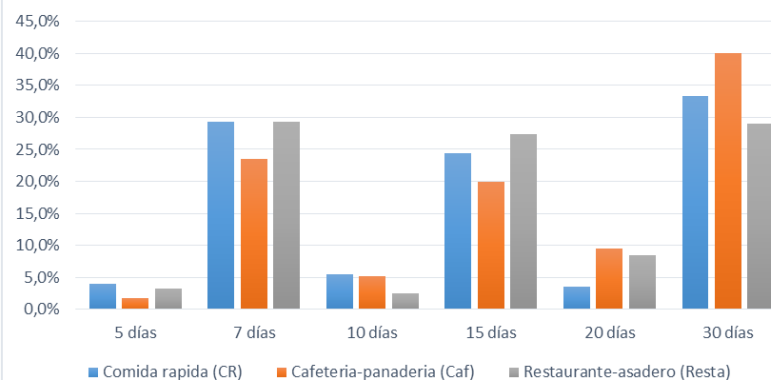
Cuadro 8. Cantidad y porcentaje de restaurantes de Bogotá por tipo de establecimiento según cada cuánto la empresa realiza la recolección del aceite.

		TIPO DE RESTAURANTE							
		Total		Comida rapida (CR)		Cafeteria-panaderia (Caf)		Restaurante-asadero (Resta)	
		Cantida	%	Cantida	%	Cantida	%	Cantida	%
¿Cada cuánto la empresa realiza la recolección del aceite?	Total	10604	100,0%	1692	100,0%	1449	100,0%	7463	100,0%
	5 días	336	3,2%	67	4,0%	25	1,7%	243	3,3%
	7 días	3027	28,5%	497	29,4%	340	23,5%	2190	29,3%
	10 días	351	3,3%	93	5,5%	76	5,2%	183	2,4%
	15 días	2751	25,9%	413	24,4%	290	20,0%	2048	27,4%
	20 días	826	7,8%	59	3,5%	139	9,6%	629	8,4%
	30 días	3314	31,2%	564	33,3%	580	40,0%	2170	29,1%

¿Cada cuánto la empresa realiza la recolección del aceite?

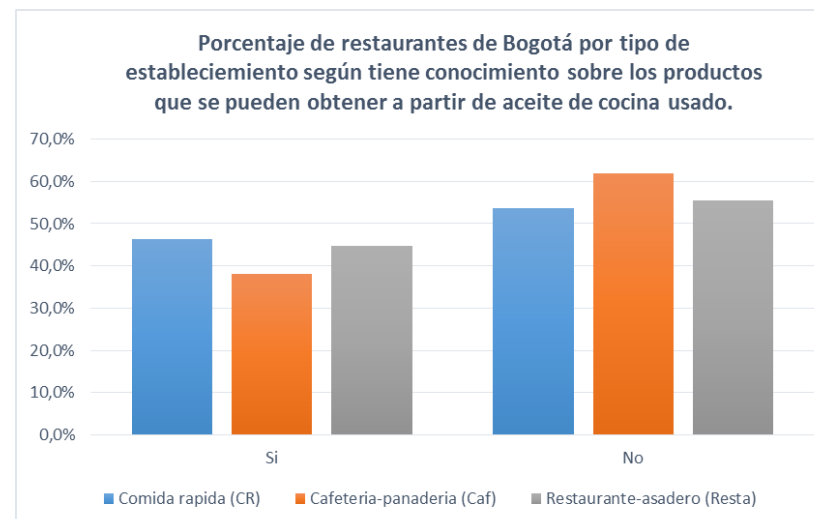
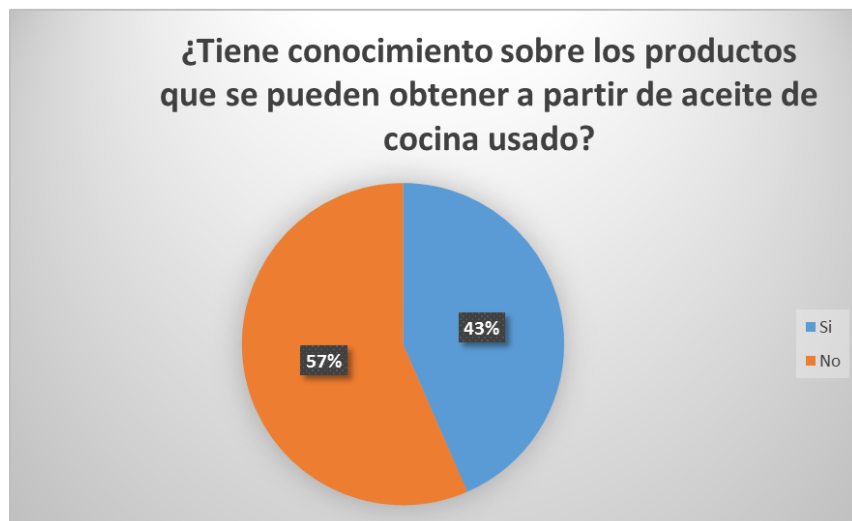


Porcentaje de restaurantes de Bogotá por tipo de establecimiento según cada cuánto la empresa realiza la recolección del aceite.

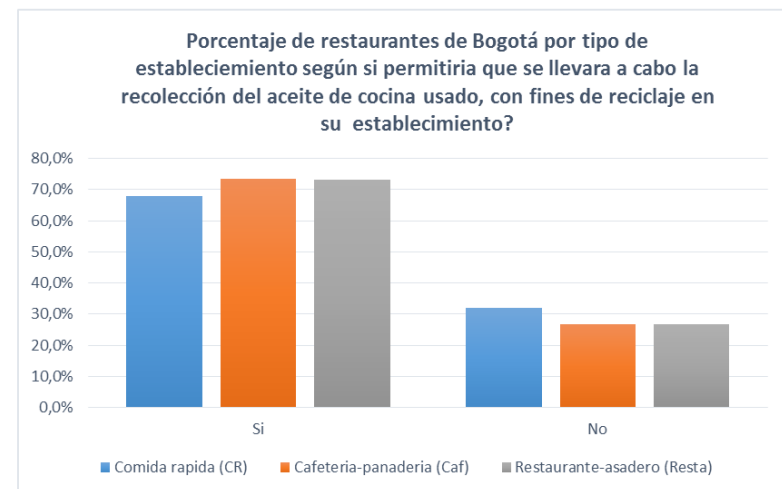
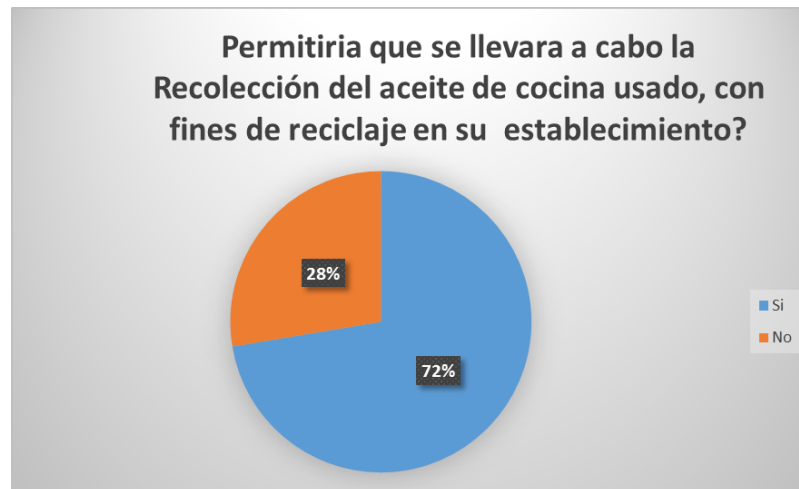


Cuadro 9. Cantidad y porcentaje de restaurantes de Bogotá por tipo de establecimiento según tiene conocimiento sobre los productos que se pueden obtener a partir de aceite de cocina usado.

		TIPO DE RESTAURANTE							
		Total		Comida rapida (CR)		Cafeteria-panaderia (Caf)		Restaurante-asadero (Resta)	
		Cantida	%	Cantida	%	Cantida	%	Cantida	%
¿Tiene conocimiento sobre los productos que se pueden obtener a partir de aceite de cocina usado?	Total	17.008	100,0%	2.997	100,0%	3.830	100,0%	10.181	100,0%
	Si	7.393	43,5%	1.389	46,3%	1.461	38,2%	4.543	44,6%
	No	9.615	56,5%	1.608	53,7%	2.369	61,8%	5.638	55,4%



Cuadro 10. Cantidad y porcentaje de restaurantes de Bogotá por tipo de establecimiento según si permitiría que se llevara a cabo la recolección del aceite de cocina usado, con fines de reciclaje en su establecimiento?									
		TIPO DE RESTAURANTE							
		Total		Comida rapida (CR)		Cafeteria-panaderia (Caf)		Restaurante-asadero (Resta)	
		Cantida	%	Cantida	%	Cantida	%	Cantida	%
Permitiría que se llevara a cabo la Recolección del aceite de cocina usado, con fines de reciclaje en su establecimiento?	Total	17.008	100,0%	2.997	100,0%	3.830	100,0%	10.181	100,0%
	Si	12.310	72,4%	2.037	68,0%	2.810	73,4%	7.463	73,3%
	No	4.698	27,6%	960	32,0%	1.020	26,6%	2.718	26,7%



ANEXO 5

FICHAS TECNICAS MATERIA PRIMAS

Ficha Técnica del Metanol

Ficha Técnica de Seguridad	
Identificador del producto	
Nombre comercial	Metanol
Forma del producto	Sustancia
Nombre químico	metanol
Fórmula química	CH ₃ OH
Uso de la sustancia/mezcla	Solvente, Materia prima, producto químico de laboratorio, uso industrial, uso profesional, formulación [mezcla] de preparados y/o reenvasado (sin incluir aleaciones). Uso en agentes de limpieza
Elementos de la etiqueta	
T Tóxico	R23/24/25 R39/23/24/25
Pictogramas de peligrosidad	
Palabra de advertencia	Peligro
Indicaciones de peligro	H225 Líquido y vapores muy inflamables. H331 Tóxico en caso de inhalación. H311 Tóxico en contacto con la piel. H301 Tóxico en caso de ingestión.

Ficha Técnica de Seguridad	
	H370 Provoca daños en los órganos
Consejos de prudencia	P280 Llevar guantes, prendas, gafas o máscara de protección. P210 Mantener alejado del calor, de superficies calientes, de chispas, de llamas abiertas y de cualquier otra fuente de ignición. No fumar. P233 Mantener el recipiente herméticamente cerrado. P309 EN CASO DE exposición o malestar: P310 Llamar inmediatamente a un CENTRO DE INFORMACION TOXICOLOGICA o a un médico. P302+P352 EN CASO DE CONTACTO CON LA PIEL: Lavar con agua y jabón abundantes.
Identificación de peligros	Incendio: Altamente inflamable Explosivo: Las mezclas vapor/aire son explosivas. Arde con una llama invisible
Exposición	
Inhalación	La inhalación es una vía importante de exposiciones industriales. El olor del metanol y sus propiedades irritantes proporcionan generalmente una alarma adecuada de concentraciones peligrosas. El metanol es ligeramente más pesado que el aire y puede causar asfixia en espacios poco ventilados, situados a nivel bajo o cerrados. Sus principales síntomas son tos, vértigo, dolor de cabeza y náuseas. Ingestión
Ingestión	La ingestión de metanol conduce a una intoxicación sistémica grave. Los signos o síntomas graves de intoxicación pueden ser

Ficha Técnica de Seguridad	
	precedidos por un período asintomático latente. La ingestión puede provocar dolor abdominal, jadeo, pérdida del conocimiento y vómitos.
Contacto con la piel	El metanol puede causar ligera irritación de la piel.

Ficha técnica de seguridad del ácido sulfúrico

Ficha Técnica de Seguridad	
Identificador del producto	
Nombre del Producto	Ácido sulfúrico
Sinónimos	Aceite de vitriolo, Acido para baterías, Sulfato de hidrógeno, Acido de decapado, Espíritus de Azufre, Acido electrolito, Sulfato de dihidrógeno
Fórmula química	H ₂ SO ₄
Usos	En la manufactura de fosfato y sulfato de amonío. Otros usos importantes incluye la producción de rayón y fibras textiles, pigmentos inorgánicos, explosivos, alcoholes, plásticos, tintas, drogas, detergentes sintéticos, caucho sintético y natural, pulpa, papel, celulosa y catalizadores. Es usado en la refinación del petróleo, acero y otros metales. En electroplateado y como reactivo de laboratorio
Elementos de la etiqueta	

Ficha Técnica de Seguridad

Pictogramas de peligrosidad



Clase de riesgo

8

Palabra de advertencia

Corrosivo

Identificación de peligros**Efectos adversos potenciales para la salud****Inhalación**

Irritación, quemaduras, dificultad respiratoria, tos y sofocación. Altas concentraciones del vapor pueden producir ulceración de nariz y garganta, edema pulmonar, espasmos y hasta la muerte.

Ingestión

Corrosivo. Quemaduras severas de boca y garganta, perforación del estómago y esófago, dificultad para comer, náuseas, sed, vómito con sangre y diarrea. En casos severos colapso y muerte. Durante la ingestión o el vómito se pueden broncoaspirar pequeñas cantidades de ácido que afecta los pulmones y ocasiona la muerte.

Piel

Quemaduras severas, profundas y dolorosas. Si son extensas pueden llevar a la muerte (shock circulatorio). Los daños dependen de la concentración de la solución de ácido sulfúrico y la duración de la exposición.

Ojos

Es corrosivo y puede causar irritación severa (enrojecimiento, inflamación y dolor) Soluciones muy concentradas producen

Ficha Técnica de Seguridad	
	lesiones irreversibles, opacidad total de la córnea y perforación del globo ocular. Puede causar ceguera.
Efectos crónicos	La repetida exposición a bajas concentraciones puede causar dermatitis. La exposición a altas concentraciones puede causar erosión dental y posibles trastornos respiratorios. El efecto crónico es la generación de cáncer.
Estabilidad y reactividad	
Estabilidad química	Descompone a 340°C en trióxido de azufre y agua. El producto reacciona violentamente con el agua, salpicando y liberando calor.
Condiciones a evitar	Calor, humedad, incompatibles.
Incompatibilidad con otros materiales	Reacciona vigorosamente en contacto con el agua. Es incompatible además con Carburos, cloratos, fulminatos, metales en polvo, sodio, fósforo, acetona, ácido nítrico, nitratos, picratos, acetatos, materias orgánicas, acrilonitrilo, soluciones alcalinas, percloratos, permanganatos, acetiluros, epiclorhidrina, anilina, etilendiamina, alcoholes con peróxido de hidrógeno, ácido clorosulfónico, ácido fluorhídrico, nitrometano, 4-nitrotolueno, óxido de fósforo, potasio, etilenglicol, isopreno, estireno.
Productos de descomposición peligrosos	Vapores Tóxicos de óxido de azufre cuando se calienta hasta la descomposición. Reacciona con el agua o vapor produciendo vapores tóxicos y corrosivos. Reacciona con carbonatos para generar gas dióxido de carbono y con cianuros y sulfuros para formar el venenoso gas cianuro de hidrógeno y sulfuro de

Ficha Técnica de Seguridad

hidrógeno respectivamente.

Fuente: Autor

Ficha técnica de seguridad del Hidróxido de Sodio**Ficha Técnica de Seguridad****Identificador del producto**

Nombre del Producto	Hidróxido de Sodio
Descripción química	Mezcla
Sinónimos	Soda cáustica (anhídrica), Soda cáustica en escamas, Cáustico blanco, Lejía, Hidrato de sodio.
Fórmula química	NaOH
Usos	Neutralización de ácidos, refinación del petróleo, producción de papel, celulosa, textiles, plásticos, explosivos, removedor de pinturas, limpiador de metales, electroplateado, limpiadores comerciales y domésticos, pelado de frutas y verduras en la industria de alimentos.

Elementos de la etiqueta

Pictogramas de peligrosidad



Etiquetado	67/548 CE o 1999/45 CE
Palabra de advertencia	(C) Corrosivo

Ficha Técnica de Seguridad	
Frase(s) R : R35	Provoca quemaduras graves.
Frase(s) S	S26: En caso de contacto con los ojos, lávense inmediata y abundantemente con agua y acúdase a un médico. S36/37/39: Use indumentaria y guantes adecuados y protección para los ojos/ la cara. S45: En caso de accidente o malestar, acúdase inmediatamente al médico (si es posible, muéstrese la etiqueta).
Contiene	Hidróxido de sodio
Componentes peligrosos	El producto es peligroso
Identificación de peligros	
Palabra de advertencia	Peligro
Indicación de peligro	H314: Provoca quemaduras graves en la piel y lesiones oculares graves. H318: Provoca lesiones oculares graves. H319: Provoca irritación ocular grave. H315: Provoca irritación cutánea.
Consejos de prudencia	Prevención: P280: Llevar guantes, prendas, gafas y máscara de protección. P260: No respirar el polvo, el humo, el gas, la niebla, los vapores o el aerosol. Respuesta: P301+P330+P331: EN CASO DE INGESTIÓN: Enjuáguese la boca. NO provoque el vómito. P332+P313: En caso de irritación cutánea: Consulte a un médico. P305+P351+P338: EN CASO DE CONTACTO CON LOS OJOS: Aclarar cuidadosamente con agua durante varios minutos. Quitar las lentes de contacto, si lleva y resulta fácil. Seguir aclarando. Consideraciones relativas a la eliminación: P501: Elimínense esta sustancia y su recipiente en un punto de recogida de residuos especiales o peligrosos, conforme a la reglamentación local, regional, nacional y/o internacional.
Efectos adversos potenciales para la salud	
Síntomas relacionados con la	Provoca quemaduras graves en la piel y lesiones oculares graves.

Ficha Técnica de Seguridad	
utilización	Provoca lesiones oculares graves. Provoca irritación ocular grave. Provoca irritación cutánea.
Estabilidad y reactividad	
Reactividad	No se ha establecido.
Estabilidad química	Estable bajo las condiciones de almacenamiento recomendadas.
Reacciones peligrosas	No se ha establecido.
Condiciones a evitar	Luz directa del sol. Temperaturas extremadamente altas o extremadamente bajas.
Materiales a evitar	Ácidos fuertes. Bases fuertes.
Productos de descomposición	Humos. Monóxido de carbono. Dióxido de carbono. peligrosos La descomposición térmica genera : Vapor corrosivo

Fuente: Autor

ANEXO 6

ESPECIFICACIONES DE EQUIPOS

6.A. BIDONES

Bidón plástico

Capacidad 20 litros



Características:

Alto: 396 mm

Ancho: 235 mm

Largo: 285 mm

Diametro de boca: 50 mm

Medidas aproximadas

Somos fabricantes, vendemos por cantidad.

Consulte por nuestra variedad de colores.

Contáctenos ahora!

6.B. TANQUES CILINDRICOS

Medidas y Capacidades de los Tanques Cilíndricos.



Altura (m):			1,250	1,790	2,438	2,978	3,626	4,166	4,814	5,354	6,002	6,542	7,190	7,730	8,378	8,918	9,566	10,106	10,754	11,294	11,942
Altura Referencia:			01	15	02	25	03	35	04	45	05	55	06	65	07	75	08	85	09	95	10
Ø (m)	Radio (m)	Ø ref.	m³	m³	m³	m³	m³	m³	m³	m³	m³	m³	m³	m³	m³	m³	m³	m³	m³	m³	m³
3,048	1,524	04	6	10	15	18	23	27	32	36	41	44	49								
3,810	1,905	05	9	15	23	29	36	42	50	56	63	69	77	83	90						
4,572	2,286	06	13	22	33	42	52	61	72	81	91	100	111	120	130	139	150				
5,334	2,667	07	18	30	44	56	71	83	98	110	124	136	151	163	177	189	204	216	230		
6,096	3,048	08	23	39	58	74	93	108	127	143	162	178	197	212	231	247	266	282	301	316	335
6,858	3,429	09	30	49	73	93	117	137	161	181	205	225	249	269	293	313	337	357	381	401	425
7,620	3,810	10	36	61	91	115	145	169	199	224	253	278	307	332	362	386	416	440	470	495	524
8,382	4,191	11	44	74	110	139	175	205	241	271	306	336	372	402	437	467	503	533	569	598	634
9,144	4,572	12	53	88	131	166	209	244	287	322	365	400	443	478	521	556	599	634	677	712	755
9,906	4,953	13	62	103	153	195	245	286	336	378	428	470	519	561	611	653	703	744	794	836	886
10,668	5,334	14	72	120	178	226	284	332	390	438	496	545	602	651	709	757	815	863	921	969	1,027
11,430	5,715	15	82	137	204	259	326	381	448	503	570	625	692	747	813	869	935	991	1,057	1,113	1,179
12,192	6,096	16	93	156	232	295	371	434	509	573	648	711	787	850	926	989	1,064	1,127	1,203	1,266	1,342
12,954	6,477	17	105	177	262	333	419	490	575	646	732	803	888	959	1,045	1,116	1,201	1,273	1,358	1,429	1,515
13,716	6,858	18	118	198	294	374	469	549	645	725	820	900	996	1,076	1,171	1,251	1,347	1,427	1,522	1,602	1,698
14,478	7,239	19	132	221	327	416	523	612	718	807	914	1,003	1,110	1,199	1,305	1,394	1,501	1,590	1,696	1,785	1,892
15,240	7,620	20	146	244	363	461	579	678	796	895	1,013	1,111	1,229	1,328	1,446	1,545	1,663	1,761	1,880	1,978	2,096
16,002	8,001	21	161	269	400	508	639	747	878	986	1,117	1,225	1,355	1,464	1,594	1,703	1,833	1,942	2,072	2,181	2,311
16,764	8,382	22	177	296	439	558	701	820	963	1,082	1,225	1,345	1,488	1,607	1,750	1,869	2,012	2,131	2,274	2,394	2,537
17,526	8,763	23	193	323	480	610	766	896	1,053	1,183	1,339	1,470	1,626	1,756	1,913	2,043	2,199	2,329	2,486	2,616	2,772
18,288	9,144	24	210	352	522	664	834	976	1,146	1,288	1,458	1,600	1,770	1,912	2,083	2,224	2,395	2,536	2,707	2,848	3,019
19,050	9,525	25	228	382	567	721	905	1,059	1,244	1,398	1,582	1,736	1,921	2,075	2,260	2,414	2,598	2,752	2,937	3,091	3,275
19,812	9,906	26	247	413	613	779	979	1,146	1,345	1,512	1,712	1,878	2,078	2,244	2,444	2,611	2,810	2,977	3,177	3,343	3,543
20,574	10,287	27	266	445	661	840	1,056	1,235	1,451	1,630	1,846	2,025	2,241	2,420	2,636	2,815	3,031	3,210	3,426	3,605	3,821
21,336	10,668	28	286	479	711	904	1,136	1,329	1,560	1,753	1,985	2,178	2,410	2,603	2,835	3,028	3,259	3,452	3,684	3,877	4,109
22,098	11,049	29	307	514	762	970	1,218	1,425	1,674	1,881	2,129	2,336	2,585	2,792	3,041	3,248	3,496	3,703	3,952		
22,860	11,430	30	328	550	816	1,038	1,304	1,525	1,791	2,013	2,279	2,500	2,766	2,988	3,254	3,476	3,742	3,963			
23,622	11,811	31	351	587	871	1,108	1,392	1,629	1,913	2,149	2,433	2,670	2,954	3,190	3,474	3,711	3,995				
24,384	12,192	32	374	626	928	1,181	1,483	1,735	2,038	2,290	2,593	2,845	3,147	3,400	3,702	3,954					
25,146	12,573	33	397	665	987	1,255	1,577	1,845	2,167	2,435	2,757	3,025	3,347	3,615	3,937						
25,908	12,954	34	422	706	1,048	1,333	1,674	1,959	2,301	2,585	2,927	3,212	3,553	3,838							
26,670	13,335	35	447	749	1,111	1,412	1,774	2,076	2,438	2,740	3,102	3,403	3,765	4,067							
27,432	13,716	36	473	792	1,175	1,494	1,877	2,196	2,579	2,898	3,281	3,601	3,984								
28,194	14,097	37	499	837	1,241	1,578	1,983	2,320	2,725	3,062	3,466	3,803									
28,956	14,478	38	527	882	1,309	1,665	2,091	2,447	2,874	3,229	3,656	4,012									
29,718	14,859	39	555	929	1,379	1,754	2,203	2,578	3,027	3,402	3,851										
30,480	15,240	40	584	978	1,451	1,845	2,317	2,711	3,184	3,578	4,051										

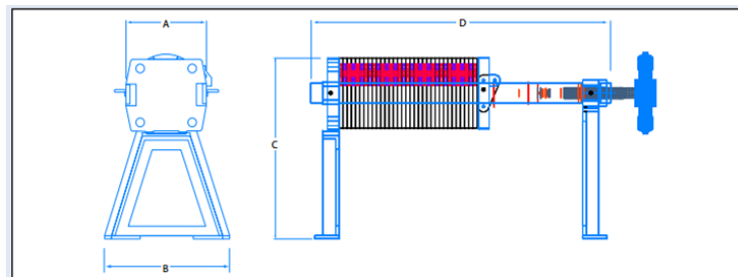
fuentes: Tankeros S.S.

fuentes: Tankeros S.L.

6.C. TAMIZ

Número Malla (U.S. STD. Sieve)	Abertura (mm)	Abertura (pulg)
4	4.76	0.187
5	4.00	0.157
6	3.35	0.132
8	2.38	0.0937
10	2.00	0.0787
12	1.68	0.0661
14	1.41	0.0555
16	1.19	0.0469
18	1.00	0.0394
20	0.841	0.0331
25	0.707	0.0278
30	0.595	0.0234
35	0.500	0.0197
40	0.420	0.0165
45	0.354	0.0139

6.D. FILTRO PRENSA ENTRE TANQUE DE TAMIZ Y TANQUE ADSORCION



DIMENSIONES GENERALES

		TAMAÑOS NOMINALES			
		12" x 12"	14" x 14"	16" x 16"	24" x 24"
		30" x 30"	35.5" x 35.5"	40" x 40"	61" x 61"
ANCHO TOTAL DE LAS MASAS	A	34	42	48	71
ANCHO TOTAL DE LA BASE	B	44	70	70	61
ALTURA TOTAL	C	65	92	96	112
LONGITUD DEL BASTIDOR	D	65	150*/175**	150*/175**	200

*Con cierre manual: 150
** Con cierre hidráulico: 175

Medidas en centímetros

TABLA DE CARACTERISTICAS

DATOS TECNICOS DE LOS FILTROS	Unidades	TAMAÑOS NOMINALES			
	Pulg.	12" x 12"	14" x 14"	16" x 16"	24" x 24"
	cm.	30 x 30	35.5 x 35.5	40 x 40	61 x 61
NUMERO NORMAL DE PLATOS Durapol	Un.	9	17	17	17
NUMERO NORMAL DE MARCOS Durapol	Un.	8	16	16	16
AREA DE FILTRACION POR PLATO	m²	0.11	0.16	0.2	0.54
AREA DE FILTRACION TOTAL	m²	0.9	2.6	3.2	8.6
VOLUMEN DE TORTA POR MARCO	Litro	1.1	1.8	2.2	6.8
VOLUMEN TOTAL DE TORTA	Litro	8.8	29	35	109
TIPO DE CIERRE: MANUAL		X	X	X	
TIPO DE CIERRE: HIDRAULICO			X	X	X
FUERZA CIERRE HIDRAULICO	Ton.		15	15	30
PRESIÓN MÁXIMA BOMBA HIDRAULICA	Lb./Pulg.²		10000	10000	10000
PRODUCCION DE FILTRADO APROXIMADO					
• Agua con baja cantidad de sólidos	m³/hr.	2.2 - 4.5	6.3 - 12.6	7.0 - 21	20 - 40
• Aceite vegetal	m³/hr.	0.1 - 0.4	0.3 - 0.1	0.4 - 1.3	1.0 - 3.5
• Jugos de frutas no cítricas	m³/hr.	0.2 - 0.6	0.5 - 1.6	0.6 - 2.0	1.7 - 5.2
PRESION NORMAL DE BOMBEO DEL LIQUIDO	Lb./Pulg.²	20	30	30	30
PRESION MÁXIMA DE BOMBEO DE LIQUIDO	Lb./Pulg.²	40	60	60	60
PESO BRUTO APROXIMADO	Kg.	110	290	350	1100

RESISTENCIA QUIMICA DEL Durapol®

Producto	Resistencia a			Producto	Resistencia a		
	20°C	60°C	90°C		20°C	60°C	90°C
Aceites Vegetales	R	R	R	Etienglicol	R	R	R

6E.BOMBAS

BOMBA PARA ACIDO SULFURICO Y HIDROXIDO DE SODIO (BOMBA 5)

Electrobombas Centrífugas Líquidos Especiales

Electrobomba centrífuga especial para el manejo de agua mezclada con líquidos especiales corrosivos como ácidos o manejo de agua pura hasta 60 grados de temperatura. Especial para el trasiego de líquidos en aplicaciones alimenticias, farmacéuticas, recirculación de líquidos, también en envasadoras de agua pura. Debido a los materiales que están en contacto con el agua son en acero inoxidable son altamente higiénicas y resistentes a la corrosión. Gracias a su motor cerrado de alta eficiencia brinda una excelente relación caudal con bajo consumo de potencia y nivel de ruido.



CENTRÍFUGAS LÍQUIDOS ESPECIALES BIFÁSICA 1HP

Modelo AL Red 135 m

Especificaciones:

- Electrobomba Bifásica , 1 HP/110/ 220 Voltios
- 3450 rpm
- Motor de alta eficiencia trabajo continuo
- Succión roscada de 1 1/4" y descarga roscada de 1"
- Carcaza, impulsor y eje en acero inoxidable AISI 304
- Caudal Máximo 180 Litros por Minuto
- Altura de descarga vertical Máxima 32 Metros (Horizontal 300 Metros Aproximadamente)
- Tolerancia de Curva certificada ISO 9906- Certificado de Calidad DNV Europa-Cidet Retie No. 04392

Tiempo de Entrega: ver página 2

Garantía: ver página 34 garantías

Líquidos Especiales Bifásica 1 HP

SELECCIÓN DE BOMBA PARA FILTROS PRENSA (BOMBA 1 Y 2)

JM-04



		CAUDAL [litros/hora]*						
		Velocidad (r.p.m)	JM-00/10	JM-00/15	JM-01	JM-02	JM-03	JM-04
Motor directo		1420	155	232	1100	2050	4100	6600
		910	100	150	700	1340	2625	4200
		690	75	113	530	1000	2000	3200
Motor reductor		494	54	81	379	713	1425	2300
		403	44	66	309	581	1150	1870
		310	34	51	238	447	900	1440
		250	27	41	192	361	720	1160
		192	21	31	147	277	550	890
Motor variador		160-940	17,5 - 103	26 - 154	123 - 721	231 - 1356	458 - 2692	741 - 4357
		117-672	13 - 76	19 - 110	90 - 515	169 - 969	335 - 1925	542 - 3115
		74-421	8 - 46	12 - 69	57 - 323	106 - 607	212 - 1206	343 - 1951
		44-266	4,8 - 29	7 - 43,5	34 - 204	63 - 383	126 - 762	204 - 1233
		21-127	2,3 - 14	3,4 - 21	16 - 97	30 - 183	60 - 364	92,7 - 588
		12-74	1,3 - 8	2 - 12	9,2 - 57	17 - 106	34 - 212	55 - 343

*Valores aproximados para líquido de 50 cps de viscosidad trabajando a 6 Kg/cm² de presión

- Presión de trabajo máxima recomendada 8 Kg/cm²:

Aunque mecánicamente estas bombas pueden aguantar presiones superiores (entre 11 y 15 Kg/cm² según el modelo, hasta que patina el acoplamiento magnético) no se recomienda pasar de los 8 Kg/cm² ya que con la sobrepresión el desgaste de la bomba aumenta de manera exponencial a la vez que su rendimiento decae.

SELECCIÓN DE EQUIPO DE BOMBEO ENTRETANQUE DE ADSORCION – REACTOR Y REACTOR - TANQUES DE ALMACENAMIENTO (BOMBA 3 Y 6)



Material of Construction	Size		Standard	Nominal Capacity at Maximum Speed		Maximum	Maximum Pressure	
			Inches	GPM	M3/Hr	RPM	PSI	BAR
STAINLESS STEEL	H		1.5	10	2	1,150	150	10
	HL		1.5	20	5	1,150	150	10
	K		2	50	11	520	150	10
	KK		2	65	15	520	150	10
	LQ		2.5	90	21	420	150	10
	LL		3	110	25	420	150	10
	LS		3	160	36	520	125	8.5
	Q		4	200	45	350	125	8.5
	QS		6	320	73	350	125	8.5
	N		6	600	138	350	200	14
	R		8	1,110	250	280	175	12
	RS		10	1,600	365	280	125	8.5

SELECCIÓN DE BOMBA PARA METANOL (BOMBA 4)



Typical Liquids Handled by Viking® External Gear Series Pumps



- Oils** (e.g. Edible Oils, Fats, Grease, Lube Oil, Mineral Oil, Synthetic Oil, Transformer Oils)
- Fuels** (e.g. Additives, Diesel, Ethanol, Fuel Oil, Gasoline, Jet Fuel, Kerosene)



- Paints, Inks and Coatings** (e.g. Dicyclopentadiene, Dyes, Inks, Ink Oil, Paint Pigments, Urethanes, Varnish)
- Petroleum** (e.g. Bitumen, Crude Oil, Naptha, Propylene, Gas Oil)

① Pump Model	Port Size	Nominal Capacity at 50 Hz Motor Speeds		Nominal Capacity at 60 Hz Motor Speeds		Maximum Continuous Pressure		Maximum Intermittent Pressure		② Maximum Recommended Temperature		Approximate Shipping Weight (Pump Only)	
		1450 RPM		1750 RPM		BAR	PSI	BAR	PSI	Deg. C	Deg. F	kg.	lb.
		LPM	GPM	LPM	GPM								
SG-0417	0.375" ③	0.19	0.05	0.23	0.06	34	500	52	750	232	450	2.7	6
SG-0418		0.44	0.12	0.53	0.14	34	500	86	1250	232	450	2.7	6
SG-0425		0.96	0.15	0.68	0.18	34	500	103	1500	232	450	2.7	6
SG-0435		0.85	0.22	1.02	0.27	34	500	121	1750	232	450	2.7	6
SG-0450		1.13	0.30	1.36	0.36	34	500	138	2000	232	450	3.2	7
SG-0470	0.5" ③	1.57	0.41	1.89	0.50	34	500	103	1500	232	450	3.2	7
③ SG-0518		2.2	0.58	2.6	0.7	34	500	103	1500	232	450	2.7	6
③ SG-0525		3.1	0.83	3.8	1.0	34	500	172	2500	232	450	2.7	6
③ SG-0535		4.4	1.16	5.3	1.4	34	500	172	2500	232	450	2.7	6
③ SG-0550		6.3	1.66	7.6	2.0	34	500	172	2500	232	450	3.2	7
③ SG-0570	0.75" ③	8.8	2.32	10.6	2.8	34	500	124	1800	232	450	3.2	7
③ SG-0510		12.5	3.31	15.1	4.0	34	500	86	1250	232	450	3.6	8
③ SG-0514		17.6	4.64	21.2	5.6	34	500	62	900	232	450	4.1	9
③ SG-0519		23.8	6.30	28.8	7.6	14	200	28	400	232	450	4.5	10
③ SG-0528		35.1	9.28	42.4	11.2	7	100	14	200	232	450	5	11
SG-0729	1.0" ③	8.8	2.3	10.6	2.8	34	500	172	2500	232	450	6.4	14
SG-0741		12.5	3.3	15.1	4.0	34	500	172	2500	232	450	6.8	15
SG-0758		17.6	4.6	21.2	5.6	34	500	172	2500	232	450	7.7	17
SG-0782		25.1	6.6	30.3	8.0	34	500	155	2250	232	450	8.2	18
SG-0711		35.1	9.3	42.4	11.2	34	500	110	1600	232	450	8.6	19
SG-0716	1.25" ③	50.0	13.0	61.0	16.0	34	500	76	1100	232	450	9.1	20
SG-0722		69.0	18.0	83.0	22.0	34	500	110	1600	232	450	18.6	41
SG-0732		100.0	26.0	121.0	32.0	34	500	76	1100	232	450	19.5	43
SG-1009		90.0	23.0	108.0	28.0	34	500	172	2500	232	450	20.5	45
SG-1013		78.0	21.0	95.0	25.0	34	500	130	1900	232	450	22.1	49
SG-1026	2.0" ③	157.0	41.0	189.0	50.0	34	500	68	1000	232	450	24.5	54
SG-1420	2.0" ③	220.0	58.0	265.0	70.0	34	500	75	1100	232	450	59.1	130
SG-1436	3.0" ③	392.0	104.0	473.0	125.0	20	290	40	580	232	450	71.5	158
SG-1456	4.0" ③	627.0	166.0	757.0	200.0	13	190	26	380	232	450	85.8	189

Viscosity Range: 0.1 to 1,000,000 cSt (28 to 1,000,000 SSU)

③ UL 343 rating (-X) for fuel oil available.

6.F.AGITADOR DEL REACTOR

HOMOGENIZADORES-MEZCLADORES HOMOGENISERS-MIXERS							
Modelo Model	Hélice Marina Marine Propeller	TAX*	TFC*	Doble Flujo Dual Flow	Radial Radial	Áncoras Anchors	Cintas Helicoidales Helical Ribbons
Imagen Image							
Relación D*/T* List D*/T*	0.12-0.5	0.25-0.6	0.3-0.7	0.5-0.95	0.4-0.8	0.8-0.95	0.8-0.95
Reynolds Reynolds	5000-500000	100-500000	100-500000	100-3000	100-500	1-500	1-200
Viscosidad Viscosity	Baja Low	Baja Low	Baja - Media Low - Medium	Media - Alta Medium - High	Media Medium	Alta High	Alta - Muy alta High - Very High
Comentarios Comments	Volúmenes pequeños-medianos Small-Medium volumes	Cualquier volumen Any volume	Grandes caudales-Bajos consumos Large flows-Low consumption	Homogenizaciones viscosidades medias Homogenising medium viscosities	Volúmenes variables Variable volumes	Posibilidad adaptar rascadores Option to adapt scrapers	Homogenizaciones productos muy viscosos Homogenising maximum viscosity products

SERIE VR3 (VELOCIDAD REDUCIDA)



AGITADORES VERTICALES - Propela curva tripala

Ø Propela: Desde 200 hasta 1.800 mm

Velocidades: Desde 40 hasta 335 RPM

Potencia: Desde 0,18 hasta 22 kW

Volumen del depósito: Hasta 150 m³

Aplicaciones: Homogeneización, preparación de aditivos, preparación de suspensiones, suspensión de lodos, mezcla rápida, preparación de polímeros, disoluciones, transferencia térmica, mezcla lenta, floculaciones, aireador de superficie.

SERIE VR4 (VELOCIDAD REDUCIDA)



AGITADORES VERTICALES - Propela gran caudal

Ø Propela: Desde 400 hasta 1.500 mm

Velocidades: Hasta 335 RPM

Potencia: Hasta 30 kW

Volumen del depósito: Hasta 500 m³

Aplicaciones: Homogeneización, preparación de aditivos, preparación de suspensiones, mezcla rápida, preparación de polímeros, disoluciones, transferencia térmica, mezcla lenta, floculaciones.

6.G. TANQUE PARA METANOL



1,500 Gallon Stainless Steel Storage Tank – Diameter: 8' Peak Height: 5'-6"

Shop built stainless steel tank.

Qty:

[REQUEST QUOTE](#)

 [Be the first to review this product](#)

 [Email to a Friend](#)



Details

1,500 Gallon Stainless Steel Storage Tank

Diameter: 8'

Peak Height: 5'-6"

TANQUE PARA ACIDO SULFURICO



Q

DARIOOLAYA     | Ver

Tanque En Acero Inoxidable 1000 Litros O Una Tonelada  Me gusta

Usado  3 vendidos







36 cuotas de \$ 222.222 con 



Más opciones



Entrega a acordar con el vendedor
Bogotá, Bogotá D.C.
[Consultar costos](#)

¡Único disponible!

Comprar



Compra Protegida con Mercado Pago
Recibe el producto que esperabas o te devolvemos tu dinero.



Q

DARIOOLAYA     | Vender

Garantía de compra con Mercado Pago



Compra Protegida con Mercado Pago:
Recibe el producto que esperabas o te devolvemos tu dinero.
En caso que surja algún problema o no recibas el producto tal como lo compraste, te devolveremos el dinero.
[Compra Protegida](#)

Descripción de la publicación

Mercado Libre no vende este artículo y no participa en ninguna negociación, venta o perfeccionamiento de operaciones. Sólo se limita a la publicación de anuncios de sus usuarios.

Tanque En Acero Inoxidable 1000 Litros O Una Tonelada

Tanques en acero inoxidable 304 grado alimenticio para almacenamiento con ménsulas para soportarlos sobre estructura resisten presión positiva dimensiones 1.50 mt *1.05 de diámetro

Medios de pago

Formas de pago ofrecidas por el vendedor

6.H. CALEFACCION Y SELECCIÓN DE SERPENTIN Y CALDERA

Material	Calor específico J/(kg·K°)
Aceite oliva	2000
Acero	460
Acero Inoxidable	510
Aire	1010
Agua	4186
Aluminio	880
Cobre	390
Estaño	230
Granito	800
Hierro	450
Madera	1760
Mercurio	138
Oro	130
Plata	235
Platino	130
Plomo	130
Sodio	1300

Tabla de densidades

www.vaxasoftware.com

Substancia	Densidad kg/m ³	Substancia	Densidad kg/m ³
Aceite	920	Iridio	22500
Acero	7850	Madera (pino)	700
Agua (4 °C)	1000	Magnesio	1740
Agua de mar	1027	Mercurio	13580
Agujero negro (valor teórico)	4×10 ¹⁷	Nieve compactada	300
Aire (25 °C, 1 atm)	1,184	Níquel	8900
Alcohol etílico	789	Núcleo interno terrestre	12000

Presión Kg/cm ²	Temperatura de saturación °C	Volumen específico		Densidad vapor saturado y seco kg/m ³	Entalpía del líquido kcal/kg	Entalpía del vapor saturado y seco kcal/kg	Calor latente de vaporización kcal/kg
		Líquido Litro/kg	Vapor saturado m ³ /kg				
1,50	110,8	1,052	1,181	0,8467	110,99	643,1	532,1
2,00	119,6	1,060	0,9018	1,109	119,94	646,3	526,4
2,50	126,8	1,067	0,7318	1,367	127,2	648,7	521,5
3,00	132,9	1,073	0,6169	1,621	133,4	650,7	517,3

Acero Inoxidable - AISI 316 (Fe/Cr18/Ni10/Mo 3)

Información sobre el Material

Propiedades Térmicas

Calor Específico a 23C (J K ⁻¹ kg ⁻¹)	502
Coeficiente de Expansión Térmica @20-100C (x10 ⁻⁶ K ⁻¹)	16-18
Conductividad Térmica a 23C (W m ⁻¹ K ⁻¹)	16,3

Propiedades Físicas

Densidad (g cm ⁻³)	7,96
Punto de Fusión (C)	1370-1400

P saturación (kg/cm ²)	T ^o saturación (°C)	Vol. específico (m ³ /kg)	Entropía del líquido, s' (Kcal/kg °K)	Entropía del vapor, s'' (Kcal/kg °K)	Entalpía liq., h' (Kcal/kg)	Entalpía vap., h'' (Kcal/kg)
2,0	119,62	0,9016	0,3638	1,7029	119,87	645,8

Tabla A2.11: Propiedades termodinámicas del vapor de agua saturado [9].

Application	Fluid	U_i	A_i
Tanks on legs, outdoors, not insulated	Oil	3.7	$0.22 A_i + A_3 + A_4$
	Water at 150°F.	5.1	$0.16 A_i + A_3 + A_4$
Tanks on legs, outdoors, insulated 1 in.	Oil	0.45	$0.7 A_i + A_3 + A_4$
	Water	0.43	$0.67 A_i + A_3 + A_4$
Tanks on legs, indoors, not insulated	Oil	1.5	$0.53 A_i + A_3 + A_4$
	Water	1.8	$0.35 A_i + A_3 + A_4$
Tanks on legs, indoors, insulated 1 in.	Oil	0.36	$0.8 A_i + A_3 + A_4$
	Water	0.37	$0.73 A_i + A_3 + A_4$
Flat-bottom tanks, f outdoors, not insulated	Oil	3.7	$0.22 A_i + A_3 + 0.43 D_i$
	Water	5.1	$0.16 A_i + A_3 + 0.31 D_i$
Flat-bottom tanks, f outdoors, insulated 1 in.	Oil	0.36	$0.7 A_i + A_3 + 3.9 D_i$
	Water	0.37	$0.16 A_i + A_3 + 3.7 D_i$
Flat-bottom tanks, indoors, not insulated	Oil	1.5	$0.53 A_i + A_3 + 1.1 D_i$
	Water	1.8	$0.35 A_i + A_3 + 0.9 D_i$
Flat-bottom tanks, indoors, insulated 1 in.	Oil	0.36	$0.8 A_i + A_3 + 4.4 D_i$
	Water	0.37	$0.73 A_i + A_3 + 4.5 D_i$

U expresado en $\text{Btu}/(\text{h} \cdot \text{ft}^2 \cdot ^\circ\text{F})$				
Fluido en el interior del serpentín	Fluido en el exterior del serpentín	Material del serpentín	Agitación	U
Vapor de agua	Agua	Plomo	Agitado	70
Vapor de agua	Disoluciones de azúcar y melazas	Cobre	Ninguna	50-240
Vapor de agua	Disoluciones acuosas en ebullición			600
Agua fría	Intermedio de tinte orgánico diluido	Plomo	Turboagitador a 95 rpm	300
Agua fría	Agua tibia	Hierro forjado	Burbujas de aire en el agua que rodea al serpentín	150-300
Agua fría	Agua caliente	Plomo	Agitador de aspas a 0.40 rpm	90-360
Salmuera	Aminoácidos		30 rpm	100
Agua fría	25 por 100 de óleum a 60 °C	Hierro forjado	Agitado	20
Agua	Disolución acuosa	Plomo	Hélice de manguito a 500 rpm	250
Agua	NaOH al 8 por 100		22 rpm	155
Vapor de agua	Ácidos grasos	Cobre (torta)	Ninguna	96-100
Leche	Agua		Agitado	300
Agua fría	Agua caliente	Cobre	Ninguna	105-180
Agua a 60 °F	Disolución acuosa de azúcar al 50 por 100	Plomo	Ligera	50-60
Vapor e hidrógeno a 150 lb/in ²	Agua a 60 °F	Acero		100-165
Vapor 110-146 lb/in ² manométrica	Aceite vegetal	Acero	Ninguna	23-29
Vapor	Aceite vegetal	Acero	Diversas	39-72
Agua fría	Aceite vegetal	Acero	Diversas	29-72

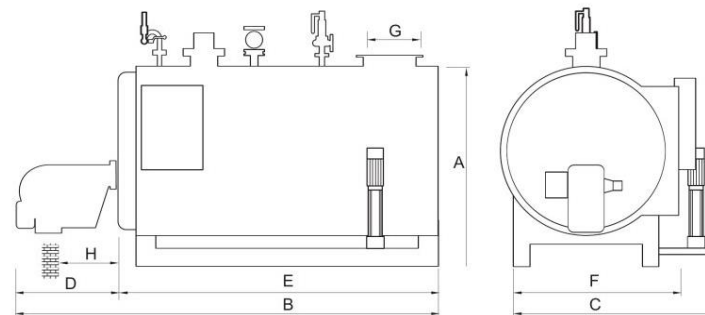
calderas de vapor RL tabla de características 1

Caldera modelo	RL	50	75	100	200	300	400	500	600	800	1.000
Producción de vapor	kg/h	50	75	100	200	300	400	500	600	800	1.000
Potencia térmica útil	BHP	3,8	5,8	7,7	15	23	30	38	46	61	77
	kW	38	57	76	153	229	305	382	459	607	758
	Kcal/h x 1.000	33	49	66	132	197	263	329	395	522	652
	Btu/h x 1.000	131	195	262	524	782	1.044	1.306	1.568	2.072	2.588
Consumo de combustible *	Gasóleo - Light Oil (8.900 Kcal/lit) (10,35 kW/l)	lts/h	3,6	5,4	7,2	14,3	22	29	36	43	57
	Fuel - Heavy Oil (9.600 Kcal/Kg) (11,16 kW/Kg)	Kg/h	3,3	5,0	6,6	13,2	20	27	33	40	53
	Gas natural (9.200 Kcal/Nm ³) (10,7 kW/Nm ³)	Nm ³ /h	3,4	5,1	6,8	13,5	20,3	27	34	40	54
	Propano - LPG (11.900 Kcal/Kg) (13,84 kW/Kg)	Kg/h	2,7	4,0	5,3	10,6	16	21	27	32	43
Peso en transporte	caldera de 8 bar	Tm	0,6	0,7	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,2
Sobrepresión hogar	mbar		1,5	1,5	1,5	1,5	2,5	3,0	3,5	4,0	5,0
	kPa		0,15	0,15	0,15	0,15	0,25	0,30	0,35	0,40	0,50
DIMENSIONES	A	mm.	1.100	1.100	1.100	1.500	1.500	1.500	1.500	1.500	1.700
	B **	mm.	1.400	1.600	1.850	1.800	2.300	2.400	2.800	3.000	3.100
	C	mm.	1.250	1.100	1.100	1.400	1.400	1.500	1.500	1.500	1.700
	D **	mm.	400	400	400	400	500	500	600	600	900
	E	mm.	1.050	1.200	1.450	1.400	1.800	1.900	2.200	2.400	2.200
	F	mm.	915	915	915	1.075	1.075	1.250	1.250	1.250	1.550
	G	mm.	100	100	100	150	150	200	200	200	250
	H (desentubado)	mm.	400	600	800	800	1.100	1.100	1.400	1.600	1.400
	V para P = 8 bar	1/2"	1/2"	3/4"	DN 25	DN 25	DN 25	DN 32	DN 32	DN 40	DN 40
	10 bar	1/2"	1/2"	3/4"	DN 25	DN 25	DN 25	DN 25	DN 32	DN 32	DN 40
Salida vapor	12 bar	1/2"	1/2"	3/4"	DN 25	DN 25	DN 25	DN 25	DN 32	DN 32	DN 32
	14 bar				DN 20	DN 20	DN 25	DN 25	DN 25	DN 32	DN 32
	16 bar						DN 20	DN 25	DN 25	DN 25	DN 32

* Producción nominal de vapor a 8 bar y agua de alimentación a 103 °C

** Variable según marca quemador y combustible

El fabricante se reserva la facultad de introducir modificaciones sin previo aviso



6I. TUBERIAS

Tubos de acero inoxidable sin soldadura

Según ASTM A312

Dimensiones Schedule según ANSI B36.19 y BS6.10
Calidades: AISI 304, 304L, 316, 316L

NPS	(O.D.) mm	5S	10S	Sch. 40S	40	XS 80S	80	XXS
1/8"	10,29		1,24	1,73	1,73	2,41	2,41	
			0,28	0,37	0,37	0,47	0,47	
1/4"	13,72		1,65	2,24	2,24	3,02	3,02	
			0,49	0,64	0,64	0,82	0,82	
3/8"	17,15		1,65	2,31	2,31	3,20	3,20	
			0,63	0,87	0,87	1,12	1,12	
1/2"	21,3	1,65	2,11	2,77	2,77	3,73	3,73	7,47
		0,81	1,02	1,29	1,29	1,64	1,64	2,59
3/4"	26,7	1,65	2,11	2,87	2,87	3,91	3,91	7,82
		1,03	1,30	1,71	1,71	2,23	2,23	3,69
1"	33,4	1,65	2,77	3,38	3,38	4,55	4,55	9,09
		1,31	2,13	2,54	2,54	3,29	3,29	5,53
1.1/4"	42,2	1,65	2,77	3,56	3,56	4,85	4,85	9,70
		1,67	2,73	3,44	3,44	4,53	4,53	7,88
1.1/2"	48,3	1,65	2,77	3,68	3,68	5,08	5,08	10,16
		1,93	3,16	4,11	4,11	5,49	5,49	9,69
2"	60,3	1,65	2,77	3,91	3,91	5,54	5,54	11,07
		2,42	3,99	5,52	5,52	7,60	7,60	13,65
2.1/2"	73,0	2,11	3,05	5,16	5,16	7,01	7,01	14,02
		3,75	5,34	8,77	8,77	11,59	11,59	20,72
3"	88,9	2,11	3,05	5,49	5,49	7,62	7,62	15,24
		4,55	7,62	11,59	11,59	15,24	15,24	25,40

Tubos de acero inoxidable sin soldadura