



**COORDINACIÓN DE TITULACIÓN ESPECIAL**

**CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**Proyecto Técnico previo a la obtención del título de  
Ingeniería Industrial**

*Título: Estudio y diseño de un sistema de recolección  
de aceite vegetal usado para el sector comercial y  
residencial del Norte de la ciudad de Guayaquil*

*Title: Study and design of a used vegetable oil collection  
system used for the commercial and residential sector in  
the north of the city of Guayaquil*

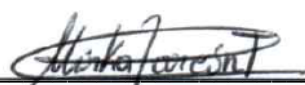
**Autores:** Mirka Alarcón Tarira  
Ronald Romero Mosquera

**Director:** Ing. Luis Caamaño Gordillo Msc.

Guayaquil, mayo 2021

## DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA

Nosotros, **Mirka Alarcón Tarira** y **Ronald Romero Mosquera** declaramos que somos los únicos autores de este trabajo de titulación titulado “**Estudio y Diseño de un sistema de recolección de aceite vegetal usado para el sector comercial y residencial del Norte de la ciudad de Guayaquil**”. Los conceptos aquí desarrollados, análisis realizados y las conclusiones del presente trabajo, son de exclusiva responsabilidad del autor.



---

**Mirka Michelsin Alarcón Tarira**  
CI: 0951676873

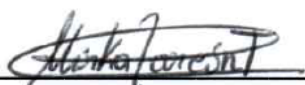


---

**Ronald Luis Romero Mosquera**  
CI: 0931436562

## DECLARACIÓN DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR

Quienes suscriben, en calidad de autores del trabajo de titulación titulado “**Estudio y Diseño de un sistema de recolección de aceite vegetal usado para el sector comercial y residencial del Norte de la ciudad de Guayaquil**”, por medio de la presente, autorizamos a la UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA DEL ECUADOR a que haga uso parcial o total de esta obra con fines académicos o de investigación.



---

**Mirka Michelsin Alarcón Tarira**  
**CI: 0951676873**



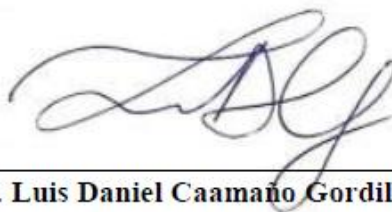
---

**Ronald Luis Romero Mosquera**  
**CI: 0931436562**

## CERTIFICADO DE DIRECCIÓN

Quien suscribe, en calidad de director del trabajo de titulación titulado “**Estudio y Diseño de un sistema de recolección de aceite vegetal usado para el sector comercial y residencial del Norte de la ciudad de Guayaquil**”, desarrollado por los estudiantes **Mirka Alarcón y Ronald Romero**, previo a la obtención del Título de Ingeniería Industrial, por medio de la presente certifico que el documento cumple con los requisitos establecidos en el Instructivo para la Estructura y Desarrollo de Trabajos de Titulación para pregrado de la Universidad Politécnica Salesiana. En virtud de lo anterior, autorizo su presentación y aceptación como una obra auténtica y de alto valor académico.

Dado en la Ciudad de Guayaquil, a los 6 días del mes de agosto de 2021



---

**Ing. Luis Daniel Caamaño Gordillo Msc.**

**CI: 0922618079**

## Resumen

En el pasado, la mayor parte de las naciones del planeta Tierra nunca se preocuparon por la contaminación que se generaba a causa del aceite vegetal usado (AVU). En Ecuador, una gran parte de estas empresas contaminaban mucho con el AVU. En la actualidad muchas empresas de varios sectores se han aliado con instituciones certificadas para entregar toda clase de desechos y así evitar la contaminación.

El objetivo general del proyecto fue diseñar un sistema de recolección de aceite vegetal usado de cocina para el sector residencial y comercial del norte de la ciudad de Guayaquil, debido a que esto ayuda a reducir la contaminación en el agua y el suelo.

La metodología que se empleó en esta investigación fue aplicar un estudio *in situ* y *online* para así poder cumplir con los objetivos propuestos en relación al consumo del aceite vegetal usado de cocina de la ciudad de Guayaquil. También se realizó una investigación descriptiva, cualitativa y cuantitativa sobre todo lo relacionado con el AVU.

El diseño del sistema de recolección del AVU comienza cuando las personas vierten el desecho en el punto de recolección y cuando el centro de acopio envía los camiones a retirar el aceite vegetal usado a los diferentes locales comerciales.

En el caso del sector comercial hubo un registro de consumo mensual de 3235lt para 79 locales comerciales y para las 92 viviendas del sector residencial se evidenció el uso de AVU por mes de 149,10lt. En cuanto a una recolección eficiente, se estableció un mínimo de 40 litros de AVU para el sector comercial, el cual debe ser envasado en canecas o bidones.

Para el transporte de los desechos se requiere un vehículo tipo camión sencillo con capacidad real de 2.2 toneladas y 1.75t homologada adaptado para transportar hasta 6 contenedores de forma segura. El recorrido de los camiones se dará en 2 rutas. La primera tendrá un recorrido por los sectores de las Orquídeas, Pascuales, la Florida y Mapasingue; mientras que la segunda pasará por los sectores de los Vergeles,

Samanes, Guayacanes y Sauces. En cuanto a la recolección de los desechos en los locales será mediante fechas programadas entre el cliente y el centro de acopio.

Para el caso del sector residencial, los residuos de aceite pueden almacenarse en botellas plásticas, posterior a esto deben ser llevados y vertidos en los puntos de recolección, los cuales poseen un sistema que permite identificar la masa del envase, lo cual genera un cierre automático cuando ocupa su capacidad de llenado.

Una de las propuestas de esta investigación es realizar una capacitación a los moradores del sector norte de la ciudad de Guayaquil sobre cómo aprovechar los residuos de aceite vegetal usado y sobre cómo se lo puede reutilizar, ya sea en el sector residencial y comercial. Por eso para la recolección de los desechos se diseñó un contenedor de basura que cuenta con una capacidad de 240lt.

**Palabras claves:** *aceite vegetal, AVU (Aceite Vegetal Usado), recolección, residuo, desecho.*

## **Abstract**

In the past, most nations on planet Earth never cared about waste vegetable oil (UVA) pollution. In Ecuador, a large part of these companies contaminated a lot with AVU. Currently many companies from various sectors have allied with certified institutions to deliver all kinds of waste and thus avoid contamination.

The general objective of the project was to design a used cooking vegetable oil collection system for the residential and commercial sector in the north of the city of Guayaquil, since this helps to reduce contamination in water and soil.

The methodology used in this research was to apply an in situ and online study in order to meet the proposed objectives in relation to the consumption of used vegetable cooking oil in the city of Guayaquil. A descriptive, qualitative and quantitative research was also carried out on everything related to AVU.

The design of the AVU collection system begins when people dump the waste at the collection point and when the collection center sends the trucks to remove the used vegetable oil to the different commercial premises.

In the case of the commercial sector, there was a monthly consumption record of 3235lt for 79 commercial premises and for the 92 homes in the residential sector the use of AVU per month of 149.10lt was evidenced. Regarding efficient collection, a minimum of 40 liters of AVU was established for the commercial sector, which must be packed in cans or drums.

To transport the waste, a simple truck-type vehicle with a real capacity of 2.2 tons and 1.75t homologated is required, adapted to transport up to 6 containers safely. The route of the trucks will take place in 2 routes. The first will have a tour of the Orquídeas, Pascuales, Florida and Mapsingue sectors; while the second will pass through the sectors of Los Vergeles, Samanes, Guayacanes and Sauces. Regarding the collection of waste in the premises, it will be through scheduled dates between the client and the collection center.

In the case of the residential sector, oil residues can be stored in plastic bottles, after which they must be taken and dumped at the collection points, which have a system that allows the mass of the container to be identified, which generates an automatic closure. when it occupies its filling capacity.

One of the proposals of this research is to train residents of the northern sector of the city of Guayaquil on how to take advantage of used vegetable oil waste and how it can be reused, either in the residential and commercial sectors. For this reason, a garbage container with a capacity of 240lt was designed for the collection of waste.

**Keywords:** vegetable oil, UVO(Used Vegetable Oil), collection, residue, disposal.



## Índice General

Glosario de Términos.....	17
<b>Introducción</b> .....	1
<b>CAPÍTULO I - PROBLEMÁTICA DE INVESTIGACIÓN</b> .....	6
1.1.- Antecedentes .....	6
1.2.- Importancia y alcances .....	8
1.3.- Delimitación Área .....	11
1.4.- Formulación del problema .....	13
1.5.- Objetivos .....	13
<b>CAPÍTULO II–FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA</b> .....	14
2.1.- MARCO TEÓRICO .....	14
2.1.1.- Aceites y lípidos .....	14
2.1.1.1.- Aceite Vegetal .....	14
2.1.2.- Aceite Vegetal Usado (AVU).....	15
2.1.2.1.-Composición físico-químicas del AVU.....	16
2.1.3.- Propiedades físico-químicas del AVU.....	18
2.1.3.1.- Índice de acidez.....	18
2.1.3.2.- Índice de peróxido.....	18
2.1.3.3.- Índice de yodo .....	19
2.1.3.4.- Índice de humedad .....	19
2.1.3.5.- Índice de saponificación .....	19
2.1.4.- Reacciones químicas del AVU.....	20
2.1.4.1.- Alteraciones del aceite durante el proceso de fritura .....	20
2.1.4.2.- Hidrolisis .....	20
2.1.4.3.- Oxidación .....	21
2.1.4.5.- Polimerización.....	21
2.1.4.6.- Termo-oxidación.....	21
2.1.5.- Triglicéridos .....	22
2.1.6.- Ácidos grasos.....	22
2.1.6.1.- Alteraciones del aceite durante el proceso de fritura .....	22
2.1.6.2.- Degradación del aceite.....	23
2.1.7.- Problemática Ambiental .....	23
2.1.7.1.- Efectos en el suelo .....	24
2.1.7.2.- Efectos en el agua .....	25
2.1.7.3.- Efectos en el aire .....	26
2.1.7.4.- Efectos en la salud humana .....	26

2.1.8.- Gestión Integral del AVU .....	27
2.1.8.1.- Alternativas de Reutilización .....	28
2.1.8.2.- Biodiesel .....	28
2.1.8.3.- Jabones.....	30
2.1.8.4.- Velas .....	31
2.2.- MARCO LEGAL .....	32
CAPÍTULO III - MARCO METODOLÓGICO .....	34
3.1.- Aspectos Metodológicos .....	34
3.2.- Tipo de investigación .....	34
3.2.1.- Descriptiva.....	34
3.2.2.- Cuantitativa.....	34
3.2.3.- Cualitativa.....	35
3.3.- Descripción del Área De Estudio .....	35
3.4.- Tamaño de la muestra .....	39
3.5.- Herramienta de investigación .....	40
3.5.1.-Diseño de la encuesta .....	40
3.6.- Aplicación de las encuestas .....	41
3.7.- Análisis de las encuestas .....	41
CAPÍTULO IV - RESULTADOS .....	43
4.1.- Análisis de datos e interpretación de resultados .....	43
4.2.- Sector Comercial .....	43
4.2.1.- Consumo de aceite .....	43
4.2.2.- Desecho de aceite vegetal de cocina usado .....	45
4.2.2.1 Considera que el AVU es desecho un peligroso .....	46
4.2.3.- Reciclaje .....	47
4.2.4.- Solución eficiente.....	48
4.3.- Sector Residencial .....	50
4.3.1.- Consumo de aceite .....	50
4.3.2.- Desecho de aceite vegetal de cocina usado .....	51
4.3.3 Se conoce que el AVU es desecho un peligroso .....	52
4.3.4.- Reciclaje.....	53
4.3.5.- Solución eficiente.....	55
4.4.- Extracto sector comercial y residencial.....	56
4.5.- Propuesta sistema de gestión de AVU. ....	60
4.5.1.- Recolección .....	64
5.1.1.1 Puntos de recolección.....	67
5.1.1.2 Diseño de contenedor .....	69

4.5.2.- Transporte .....	70
4.5.3.- Almacenamiento.....	72
4.6.- Alternativas de aprovechamiento para las industrias o comunidad.....	74
4.7.- Plan de capacitación .....	82
CONCLUSIONES .....	84
RECOMENDACIONES.....	85
ANEXOS .....	86
BIBLIOGRAFÍA.....	90

## Índice de Ilustraciones

Ilustración 1. Delimitación del área de estudio .....	12
Ilustración 2. Impactos ambientales causados por el AVU.....	24
Ilustración 3. Principales materias primas para la elaboración de biodiesel .....	29
Ilustración 4. Cuadrante noroeste Pascuales.....	37
Ilustración 5. Cuadrante noroeste Miraflores 409 .....	37
Ilustración 6. Cuadrante noroeste La Florida .....	37
Ilustración 7. Cuadrante noroeste Las Orquídeas oeste .....	38
Ilustración 8. Cuadrante noreste Vergeles .....	38
Ilustración 9. Cuadrante noreste Samanes .....	38
Ilustración 10. Cuadrante noreste Guayacanes.....	39
Ilustración 11. Cuadrante noreste Sauces 4 .....	39
Ilustración 12. Consumo mensual de aceite en litros .....	44
Ilustración 13. Lugar de desecho de AVU.....	45
Ilustración 14. Desecho peligros .....	46
Ilustración 15. Se conoce el reciclaje del AVU.....	47
Ilustración 16. Importancia del reciclaje del aceite ante otros reciclajes.....	47
Ilustración 17. Se conoce el daño ambiental del AVU .....	48
Ilustración 18. Se conoce que hay empresas que pagan por el AVU.....	49
Ilustración 19. Reciclar el AVU con una empresa calificada .....	50
Ilustración 20. Consumo de aceite de cocina de la muestra de estudio .....	51
Ilustración 21. Lugar de desecho del aceite vegetal usado .....	52
Ilustración 22. Desecho peligro el AVU.....	52
Ilustración 23. Se conoce el reciclaje del AVU.....	53
Ilustración 24. Importancia del reciclaje del aceite ante otros reciclajes.....	54
Ilustración 25. Se conoce el daño ambiental del AVU .....	54
Ilustración 26. Se conoce que hay empresas que pagan por el AVU.....	55
Ilustración 27. Reciclar el AVU con una empresa calificada .....	56
Ilustración 28. Análisis de las encuestas .....	58
Ilustración 29. Usos del AVU.....	61
Ilustración 30. Recolección eficiente de AVU .....	61
Ilustración 31. EL aceite comestible usado que llega a la planta recicladora ARC...	62
Ilustración 32. Adoptar el reciclaje del AVU .....	63

Ilustración 33. Ausencia de reciclaje .....	63
Ilustración 34. Recolección de AVU .....	64
Ilustración 35. Ubicación de los puntos de recolección de AVU .....	68
Ilustración 36. Diseño de contenedor de basura para los puntos de recolección .....	70
Ilustración 37. Gestión integral de AVU .....	73
Ilustración 38. Diagrama de flujo del proceso de obtención de biodiesel a partir de aceite de fritura usado .....	76
Ilustración 39. Procesos para la elaboración del jabón artesanal a base de aceite usado .....	79
Ilustración 40. Pesos, cantidades de CO <sub>2</sub> y horas de las velas.....	80

## Índice de tablas

Tabla 1 Sectores del norte de la ciudad de Guayaquil .....	11
Tabla 2 Ácidos grasos importantes presentes en grasas y aceite .....	17
Tabla 3 Sectores de la ciudad de Guayaquil .....	36
Tabla 4 Consumo total AVU por tipo de local .....	43
Tabla 5 Consumo de AVU aproximado.....	43
Tabla 6 Reciclar el AVU con una empresa calificada .....	49
Tabla 7 Consumo total AVU por Vivienda .....	50
Tabla 8 Lugar de desecho .....	51
Tabla 9 Resumen del sector residencial y comercial .....	56

## **Índice de anexos**

Locales comercial encuestados en sitio

## **Índice de abreviaturas**

AVU: Aceite vegetal usado

ACU: Aceite de Cocina Usado

COA: Código Orgánico Del Ambiente

INEC: Instituto de Estadística y Censo

OMS: Organización Mundial de la salud

HORECA: Hoteles, restaurantes y cafeterías

UE: Unión Europea

ARC: Aceite usado de cocina (Empresa privada)



## **Glosario de Términos**

**Aceite vegetal usado (AVU):** Son aquellos que provengan, o se produzcan, en forma continua o discontinua, a partir de su utilización en las actividades de cocción o preparación mediante fritura total o parcial de alimentos, cuando presenten cambios en la composición físico química -grado de estabilidad, características organolépticas, nivel nutricional, (Nasello, 2019).

**Residuo o desecho:** Es cualquier objeto, material, sustancia, elemento o producto que se encuentra en estado sólido o semisólido, o es un líquido o gas contenido en recipientes o de pósitos, cuyo generador descarta, rechaza o entrega porque sus propiedades no permiten usarlo nuevamente en la actividad que lo generó, (Díaz, 2016).

**Desechos peligrosos:** son una categoría de residuos definida por la legislación de cada país, que se opone a la categoría de residuos no peligrosos. Se caracterizan por su peligrosidad para el medio ambiente o la salud a través de sus efectos directos o indirectos a corto, medio o largo plazo, (Zavala, 2017).

**Impacto Ambientales** un cambio o alteración que ocurre en el ambiente por una determinada acción humana (antropogénica mente) que puede resultar positivo o negativo, (Valencia, 2017).

**Reciclaje:** Es el proceso mediante el cual los desechos se convierten en nuevos productos o en recursos materiales, para esto, los residuos se someten a un proceso de transformación eco-ambiental para poder ser aprovechados en algún proceso de fabricación, reduciendo el consumo de materias primas y ayudando a disminuir la cantidad de residuos, (Bravo, 2020).

**Recolección:** recoger residuos, con el objeto de transportarlos a una instalación intermedia, de valorización o de eliminación. Esto puede ser, de acuerdo a lo indicado en la ordenanza municipal, puerta a puerta en contenedores unifamiliares o en contenedores que dan servicio a múltiples generadores, (Bravo, 2020).

**Almacenamiento:** Es el depósito temporal de residuos o desechos peligrosos en un espacio físico definido y por un tiempo determinado con carácter previo a su aprovechamiento y/o valorización, tratamiento y/o disposición final, (Díaz, 2016).

**Transporte:** Es la fase que incluye el movimiento o traslado, dentro del territorio nacional, de sustancias puras, mezclas o sustancias contenidas en productos o materiales, para transporte propio o prestación de servicios, a través de cualquier medio de transporte autorizado, (Reglamento al Código Orgánico Ambiental, 2019).

**Disposición final:** Es el proceso de aislar y confinar los residuos o desechos peligrosos, en especial los no aprovechables, en lugares especialmente seleccionados, diseñados y debidamente autorizados, para evitar la contaminación y los daños o riesgos a la salud humana y al ambiente, (Díaz, 2016).

**Gestión de residuos:** es aquel proceso donde intervienen actividades para hacer cargo de un residuo, comienza por la recogida del mismo, hasta el traslado de las instalaciones que brindan el tratamiento, (Zavala, 2017).

## **Introducción**

Un desecho convertido en recurso es una propuesta que el hombre ha venido buscando por mucho tiempo, dada las diversas problemáticas medio ambientales con bases en la economía circular, en la gestión de residuos y en el correcto manejo de los mismos. Durante años el aceite vegetal de cocina ha sido usado en la industria de alimentos, restaurantes, hoteles, hogares, instituciones, entre otros lugares donde se lleva a cabo procesos de cocción o frituras, lo que origina un aceite quemado que al ser desechado generalmente termina en el drenaje sanitario.

Las industrias de alimentos por años han hecho uso de aceite vegetal para sus procesos de fritura y el desperdicio es desechado sin previo tratamiento, porque no se cuenta con alternativas para poder reciclar este residuo. Se estima que cada año se genera alrededor de 10 millones de toneladas AVU en el mundo, (Gujarro, 2016).

El destino después de haber utilizado aceite vegetal en procesos de fritura en restaurantes del Cercado Lima Perú, se tiene un 47,55% va directamente en la basura común, el 20,98 % lo vierte por el lava platos, el 11,89% lo vierte por el alcantarillado o desagüe, el 6,64 lo reutilizan hasta consumirse totalmente, 4,90% lo entregan a personal que recogen AVU y 2,10% lo entregan al personal de cocina, (Amorós, 2017).

En Ecuador, el 40% del aceite usado termina en el sistema de alcantarillado y el 60% de este va a la basura común. En las industrias se genera alrededor de 17'360.000 litros de aceite vegetal usado por año, de los que se recupera entre 100.000 y 120.000 litros por mes. En la ciudad de Guayaquil, en junio del 2019 firmó un convenio entre La Fabril -una proveedora de aceites de cocina- y ARC, una empresa que tiene licencia ambiental para la recolección, transporte, almacenamiento y exportación de aceite de cocina reciclado. Tal alianza consistió en recaudar aceite usado de los negocios que son parte de Horeca que incluye hoteles, restaurantes y cafeterías, (El Universo, 2019). El objetivo de ARC es recoger el aceite en los establecimientos y depositarlo en un centro de acopio para exportarlo a los Países Bajos, donde se produce biodiesel.

[Título]

Arc&Pieper S.A. con más de seis años en su campo indica que se desechan 54 millones de litros de aceite vegetal usado al año en el país. Un 70% (9,45 millones de galones) correspondiente al uso doméstico y el restante (4,05 millones) al sector automotor e industrial, (El Comercio, 2018).

En el sector residencial aproximadamente se genera entre 18 y 24 litros de aceite usado por cuatro personas al año, (Aguilar & Cuba, 2019). El consumo de aceite es diario y no se cuenta una solución enfocada en los hogares o en puntos de comida a menor escala, tanto para el sector urbano como para las comunidades rurales, donde la falta de conocimiento en temas de concientización ambiental es más escasa, estos puntos hacen que la problemática no esté resuelta, debido a la segmentación de la población.

Se propone una información argumentada donde se evidencia el concepto teórico de las terminologías relacionadas al argumento principal como aceite vegetal, aceite de cocina usado, propiedades físicas y reacciones químicas del AVU, triglicéridos, ácidos grasos, la problemática ambiental que genera el incorrecto manejo del desecho y la gestión integral que permite crear una línea hacia la sustentabilidad, todo esto fundamenta la metodología aplicada en base a la investigación descriptiva, cuantitativa y cualitativa entorno al campo real donde se evidencia la problemática.

El consumo de aceite vegetal es elevado en la población Guayaquileña, esto se conoce por una encuesta realizada en el sector Norte de la ciudad de Guayaquil, donde varios ciudadanos consideran que al culminar el ciclo de consumo del aceite deja de ser útil, por lo tanto, solo queda desecharlo. Para ejecutar esta investigación se tomó cuatro sectores del cuadrante noroeste (NO) y cuatro sectores del cuadrante noreste (NE), como muestra fueron escogidos 79 centros de comida y 92 hogares de forma aleatoria.

El periodo de tiempo estimado para la recogida y análisis de la información es de dos meses, llegando a obtener los resultados expresados en porcentajes, tablas, mapas

[Título]

mentales, diagramas de flujo y una propuesta consolidada en un diseño viable de recogida de AVU.

[Título]

El AVU tiene alta posibilidades de ser reutilizado con el fin de mejorar las condiciones que deja la eliminación inadecuada del mismo. En la actualidad existen diversas alternativas para acabar con esta problemática, una es generar biodiesel, la cual está posicionada a nivel mundial como una solución para el sector industrial-comercial; otra opción es la elaboración de jabón, que al igual que el biodiesel es amigable con el medio ambiente por la transformación del aceite reciclado en una sustancia biodegradable que no daña al ecosistema, estas son alternativas existentes para industrias establecidas en el mercado y entidades académicas que las han planteado.

La técnica de saponificación artesanal, la cual consiste en la elaboración de jabón, podría contribuir a disminuir el volumen de aceite usado que es vertido al sistema de alcantarillado, dado que es fácil de realizar y no tiene mayor costo por lo que puede ser manejada por personas naturales, (Arias, 2017).

En Ecuador no existe una normativa específica, políticas o estrategias que regulen el manejo del aceite vegetal residual, esto representa una problemática ambiental al momento de realizar la disposición final de este residuo. Sin embargo, existen herramientas legales que hacen énfasis en la preservación del ambiente mediante una gestión adecuada de residuos, (Serrano, 2019).

El proyecto es una visión orientada a la sustentabilidad de una comunidad para promover la gestión de desechos en especial del AVU, presentado un diseño de recolección, transporte y reaprovechamiento del desecho. Una propuesta enfocada en el beneficio a la salud social y ambiental de los seres humanos donde los hogares, restaurantes o negocios de comida, que emplean aceite de cocina eviten después de su uso la eliminación de este desecho a la basura común o que se vierta por la tubería que drena el agua ocupada por los ciudadanos.

La importancia radica en prevenir y controlar el impacto que genera el manejo inadecuado de AVU para la salud y el ambiente. El estudio presenta un esquema donde se argumenta la solución a un problema visible, por los mismos actos desmedidos del hombre, el desconocer no nos deja excepto de nuestros errores, más cuando estos ocasionan consecuencias negativas, está claro, que la problemática es el

[Título]

inadecuado manejo del aceite vegetal usado por toda una comunidad, aunque somos  
sensatos del desgaste que tiene el planeta Tierra, son pocos los que buscan un cambio  
permanente. El presente trabajo es una brecha que brinda conocimiento, información  
y alternativas entorno al desecho del aceite vegetal.

## **CAPÍTULO I - PROBLEMÁTICA DE INVESTIGACIÓN**

### **1.1.- Antecedentes**

La sociedad actual es consciente de los problemas ambientales vigentes, pero ¿qué acciones realmente están en marcha para mitigar esta problemática? El consumo del aceite vegetal se maneja a escala mundial para llevar a cabo diferentes procesos de frituras, todo esto trae como resultado la generación de AVU, un residuo que aporta a la contaminación del suelo y agua.

El mundo ha presenciado diversas consecuencias debido al incorrecto manejo de este desecho tóxico. En Taiwán, años atrás se dio a conocer un fallo en la seguridad alimentaria entorno al AVU, ya que al caer en manos erróneas este desecho puede ser limpiado y posteriormente comercializado a empresas de alimentos; en este caso fue por parte de varios proveedores de petróleo,(Tsai, 2019).

Por otra parte, están los altos costos de depuración para las plantas de tratamiento de aguas residuales, debido que al verter AVU directamente al sistema de alcantarillado, trae como consecuencia paralizar el proceso por atascos a causa del bajo índice de biodegradabilidad que tiene el aceite. Asimismo, en los cuerpos de agua se produce una capa en la superficie, la cual obstruye el ingreso de luz solar y oxígeno, dando paso al crecimiento de microorganismo que terminan afectando negativamente al medio acuático,(Jarquín, Lacayo, López, & González, 2020). En el suelo se produce un decrecimiento de la productividad de la tierra porque se crea un recubrimiento impermeable destruye el humus vegetal y, por tanto, la fertilidad del suelo.

En cambio, países desarrollados como Japón, Estados Unidos y la Unión Europea (UE), donde sus tasas anuales de aceite usado vegetal son enormes practican el reciclaje. Por ejemplo, en la UE se generan aproximadamente entre 700.000 y 1.000.000 de toneladas al año de AVU. En Reino Unido alrededor de 270.000 toneladas al año solo por establecimientos de comida o restauración y fabricantes de alimentos, para el sector doméstico es de 258.000 a 400.000 toneladas al año, esto demuestra las grandes cantidades de este desecho, el cual tiende a ignorarse junto con los problemas ambientales que causa,(Yahyaa, Razalia, & Harun, 2019).



[Título]

En Ecuador, este desecho se evidencia con mayor fuerza en el sector industrial alimenticio. Actualmente, muchas de estas industrias y el sector comercial forman parte de una solución conjunta con empresas calificadas, sin embargo, en los domicilios pasa a no ser tan evidente, debido a que el consumo de aceite vegetal por familia es menor, de forma consciente o inconsciente el ser humano es parte de esta problemática al desechar el aceite por las cañerías o en bolsas al recolector de basura.

En el año 2016, cerca del 1% de hogares ecuatorianos recolectaron el aceite para entregarlo a un centro de acopio o colocarlo en un contenedor especial, (cifras similares se registraron en 2014 y 2015, de acuerdo a datos de la Información Ambiental en Hogares del Instituto Nacional de Estadística y Censos INEC). El 54% lo arrojó con el resto de la basura, el 24% lo quemó, enterró, botó o al desagüe. En tanto que el restante 21% lo guardó, vendió regaló o lo utilizó como alimento para animales, (Valencia, 2017).

La Secretaría de Ambiente del Municipio de Quito en 2014, bajo un estudio realizado encontró que el 50% de negocios registran los productos adquiridos, esto llevo a deducir que un consumo cerca de 10 millones de litros anual, de los cuales 3 millones aproximadamente fueron echados como residuo y 5 millones se recolecta por gestores ambientales o por personas informales, (Comercio de Camara de Quito, 2021).

El origen de esta problemática se presenta debido a la falta de conocimiento y conciencia ambiental por parte de los ciudadanos, a su vez el hecho de que no exista un sistema de gestión de AVU para los hogares y locales comerciales del sector Norte, que garantice el manejo adecuado y el desarrollo sostenible con el objetivo de preservar los recursos naturales.

## **1.2.- Importancia y alcances**

De acuerdo con cifras de la Organización Mundial de la Salud (OMS), un litro de residuos de aceites usados de cocina contamina el consumo de agua de una persona durante 1,5 años, (Nasello, 2019). Manejar sistemáticamente el desecho del AVU es fundamental porque aporta al sistema de gestión de desechos que necesita el país, las generalidades de la problemática reside en el impacto a la salud pública y ambiental por el inadecuado control y manejo de este desecho.

En el Norte de Guayaquil, se evidencia múltiples puntos donde la eliminación del aceite usado se da en las alcantarillas contaminado el agua y en el suelo contribuyendo a la pérdida de fertilidad, asimismo la reutilización excesiva de los aceites de fritura genera elementos cancerígenos como los radicales libres y acrilamidas debido a la pérdida de sus propiedades iniciales, por tal razón, después de ser utilizado tres o más veces, se torna potencialmente nocivo en la salud humana, (Villabona, Iriarte, & Tejada, 2017), adicional considerar que al desecharlo incorrectamente puede ser reutilizado y envasado como el caso Taiwán, las consecuencias se relacionan con trastornos cardíacos y problemas en el sistema inmunológico, alzhéimer, y párkinson.

Se proyecta un beneficio social y ambiental de una comunidad que puede llegar a conocer y maneja el desecho del aceite vegetal correctamente, del mismo modo es importante por el conocimiento generado y las alternativas que se brinda durante las encuestas y entrevistas realizadas a los ciudadanos del sector norte.

Fomentar conceptos como los de ARC & PIEPER RECOLECTORA Y EXPORTADORA S.A. es una Empresa Ecuatoriana, que se dedica a la recolección de aceite usado de cocina que es posteriormente exportado a Europa para transformarlo en biodiesel, evita que el aceite de cocina usado contamine el agua y bloquee el sistema de alcantarillado de nuestras ciudades; evita que se filtre en el mercado negro donde puede ser adulterado y se vende como nuevo o mezclar alimentos para animales o varios productos que son un riesgo negligente para la salud del consumidor humano.

[Título]

[Título]

La investigación se centra en el estudio y diseño de un sistema de recolección de aceite usado vegetal, para que la comunidad del sector norte de la ciudad de Guayaquil aproveche del mismo y conozca que el crecimiento de este desecho es evidente por los problemas ambientales que genera al no contar con una solución efectiva en cuanto a la correcta eliminación, traslado, almacenamiento y reaprovechamiento. Es por esta razón que surge la necesidad de transmitir el conocimiento de la correcta manipulación y desecho de este residuo, enfocado en el sector residencial y comercial.

Para el reconocimiento de esta problemática se tomó en cuenta características cualitativas y cuantitativas de las especificaciones del desecho contaminante y de los encuestados, tanto para los dueños de locales de comida, donde se hicieron encuestas y entrevistas in situ; como para las viviendas, en las cuales se realizaron encuestas de forma online. Es así como lograremos identificar el manejo real del AVU por parte de los entes mencionados, también como es eliminado, cantidades del desecho, si es reutilizado o si se conoce del impacto ambiental negativo de este desecho tóxico.

El fin de solucionar esta problemática, es ver las alternativas que ofrece la reutilización de este desecho y transmitir el conocimiento del correcto manejo del aceite quemado, principalmente esta es la forma en que busca originar un diseño funcional con una visión aplicable en la comunidad.

[Título]

### 1.3.- Delimitación Área

El grupo objetivo es sector norte de la ciudad, ubicado en la Provincia Guayas con 3.645.483 habitantes, del Cantón Guayaquil con 2.350.915 habitantes,(INEC, 2010).

El sector norte está dividido en el cuadrante noroeste y cuadrante noreste, para el estudio se escogió aleatoriamente 4 sectores por cuadrante, estos son: Pascuales, Miraflores, La florida, Las orquídeas, Vergeles, Samanes, Guayacanes, Sauces.

*Tabla 1 Sectores del norte de la ciudad de Guayaquil*

<b>Cuadrante Noroeste</b>	<b>Cuadrante Noreste</b>
<b>Pascuales</b>	Vergeles
<b>Miraflores</b>	Samanes
<b>Florida</b>	Guayacanes
<b>Orquídeas Oeste</b>	Sauces

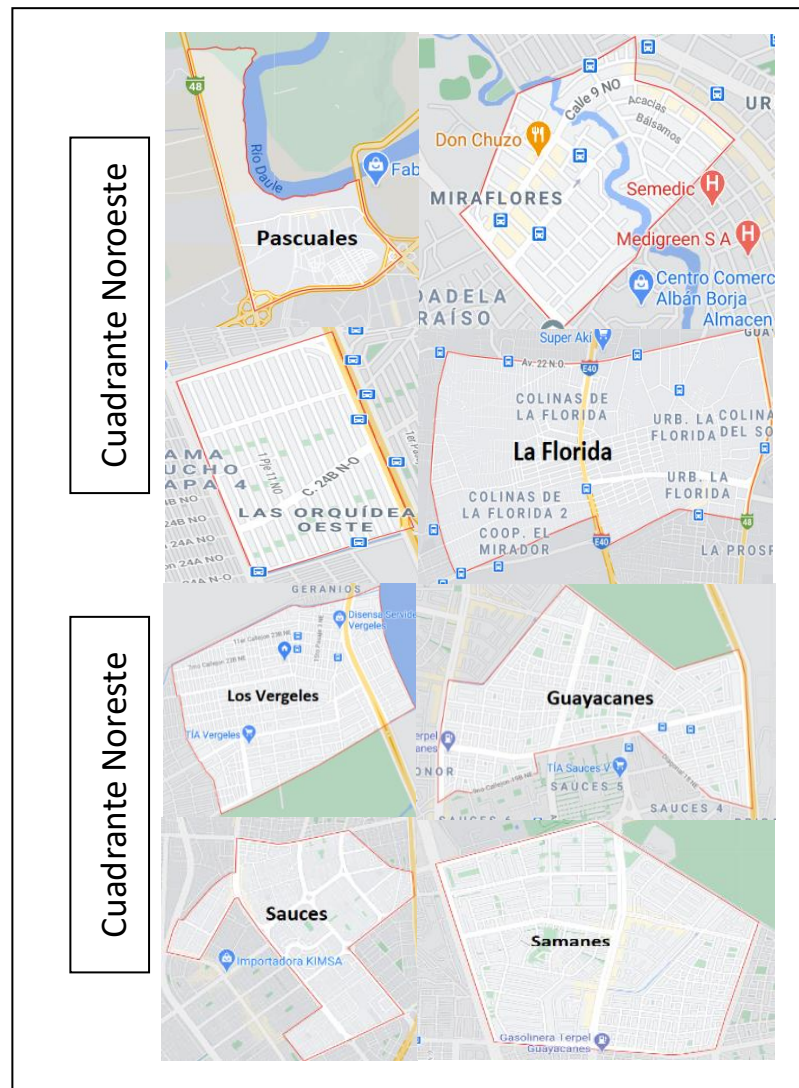


Ilustración 1. Delimitación del área de estudio

La comunidad evidencia un sector comercial muy concurrido por los moradores, en especial el área de alimentos de diferentes tipos, entre ellos restaurantes, comida rápida, para llevar, como se ha indicado y se conoce en estos puntos de comida emplean aceite vegetal, la cantidad de AVU varía según sus preparaciones y la disposición final del desecho varía según el lugar de comida.

Este proyecto busca crear contenido a favor de contar con propuestas en beneficio ambiental, social y económico ante una necesidad urgente que no es tomada en cuenta como se debe, al contar con más ciudadanos que conozcan y sean conscientes que son parte del impacto ambiental negativo actualmente, este hecho puede cambiar a un equilibrio sustentable para la comunidad.

[Título]

#### **1.4.- Formulación del problema**

¿Cómo la falta de un sistema de gestión de aceite vegetal usado conjunto al desconocimiento e inadecuado manejo de este desecho afecta la calidad ambiental y la salud humana del sector norte de la ciudad de Guayaquil?

#### **1.5.- Objetivos**

##### **Objetivo General**

Diseñar un sistema de recolección de aceite vegetal usado de cocina para el sector comercial y residencial del norte de la ciudad de Guayaquil.

##### **Objetivos específicos**

- . Analizar el manejo del aceite vegetal usado al ser desechado de los locales de comida y de los hogares del sector norte.
- . Determinar la cantidad generada de aceite vegetal usado por la comunidad del sector norte.
- . Disponer de un sitio adecuado para almacenar los aceites vegetales usados en el sector norte.
- . Desarrollo de un diseño de recolección de aceite vegetal usado que permita establecer un sistema eficiente para el sector residencial y comercial.
- . Proponer alternativas de aprovechamiento y manejo del aceite vegetal usado para los locales de comida y de los hogares.
- . Concientizar a los moradores del sector Norte mediante un plan de capacitación sobre el correcto manejo de los aceites vegetales usados.

## **CAPÍTULO II–FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA**

### **2.1.- MARCO TEÓRICO**

#### **2.1.1.- Aceites y lípidos**

##### **2.1.1.1.- Aceite Vegetal**

El aceite vegetal se define como un triglicérido, por lo cual, es una de las grasas más abundantes en la naturaleza, tanto a nivel vegetal como animal. La principal fuente de obtención de esta materia se obtiene a partir de semillas, frutos y otras partes de las plantas, en cuyos tejidos internos se produce naturalmente y se acumula progresivamente este compuesto orgánico como fuente de energía.

“El aceite es una sustancia líquida a temperatura ambiente, mientras que las grasas son una mezcla sólida, o de consistencia pastosa, a temperatura ambiente (20°C)”. Un almacenamiento idóneo de este residuo puede ayudar a que sea menos costoso el tratamiento del aceite de cocina. Además, puede ser provechoso para el ambiente, dado que a partir de la generación de estos desechos se puede obtener biodiesel. Este último es una especie de biocombustible menos peligroso para el ecosistema, dado que contiene menos derivados contaminantes que el petróleo, (Preciado, 2017).

Cabe mencionar que el aceite vegetal está constituido por glicerina y tres ácidos grasos. Este puede obtenerse de plantas oleaginosas como el girasol, palma elaeis, olivo, soja, maíz, lino, sésamo, maní y otros, (Nasello, 2019). La extracción del aceite de cualquiera de estas plantas varía según la visión del producto terminado, por el hecho de que son distintos tipos de materia prima.

Básicamente, un producto que se desarrolla en la agricultura, extraído de elementos de la naturaleza para obtener como resultado una materia prima, la cual pasa a ser transformada en un producto de consumo masivo. Aquel es utilizado diariamente en las cocinas para procesos de cocción o frituras; es decir, una vez procesado, distribuido y vendido se convierte en el aceite de cocina consumido por muchos.



[Título]

La producción de aceites pasó de casi 160 millones de toneladas en el periodo 2011-2012 a un estimado de poco más de 203 Mt en el periodo 2017-2018, evidenciando un incremento de 43 Mt. Este aumento en la producción mundial de aceites vegetales se presencié por el crecimiento de los aceites de palma y soja, cuya evolución es particularmente relevante, dado que son los de mayor volumen a nivel mundial, (Sigaudó & Terre, 2018).

Las características o propiedades generales de los aceites principalmente son sustancias hidrofóbicas y viscosa, por lo cuales son insolubles en el agua, (Preciado, 2017). Esto indica que el aceite tiene mayor densidad que el agua. Cabe mencionar que es una sustancia inflable por ende nocivo al ambiente y seres humanos.

### **2.1.2.- Aceite Vegetal Usado (AVU)**

El Aceite Vegetal Usado (AVU) -denominado también como Aceite de Cocina Usado (ACU) o Aceite Residual de Cocina (ARC)- es todo aceite que se origina en establecimientos comerciales de comida o residencias, por la elaboración de productos fritos aptos para el consumo humano.

El aceite se lo utiliza como combustible directo en hornos y calderas, los cuales, a altas temperaturas, así como en procesos de incineración incompletos, generan dioxinas, que van directamente a la atmósfera. Entre los posibles efectos de las dioxinas en el aire, podemos mencionar: toxicidad dérmica, inmunotoxicidad, efectos reproductivos negativos y teratogenicidad, así como perturbadores del sistema endocrino, (Villabona Ortíz et al., 2017). Esto resulta de la etapa de fritura del aceite, debido al proceso térmico que este sufre donde se transforman las propiedades la materia prima y el aceite de cocina se transforma a aceite de usado de cocina.

El AVU es un desecho con un potencial grado de contaminación, lo que representa un cambio perjudicial en las características físicas, químicas y biológicas del aire, tierra, agua y la de las especies que habitan en ellos. Se conoce que un litro de aceite de cocina contamina 1.000 litros de agua, lo que equivale a la ingesta de agua de una persona en el periodo de un año, (Nasello, 2019).

[Título]

Es un desperdicio o residuo generado del aceite de cocina común, cuando este ha sido usado determinadas veces, un concepto avalado por muchos ciudadanos y hasta cierto punto asertivo. Al definir el AVU como desecho, residuo o desperdicio se genera la idea de que es una sustancia inservible, cuya única solución es desechar, sin conocer las múltiples opciones de reutilización sostenible que existen.

Al aceite vegetal reciclado, se lo considera como una materia prima renovable y de bajo costo para la producción o recuperación del desecho, como por ejemplo para la elaboración de biodiesel y productos de base biológica, es como se puede recolectar y reciclar de manera económica y eficiente este desecho que contiene muchas sustancias nocivas, que causan riesgos para la salud cuando las personas lo consumen, (Tsai, 2019).

Uno de los principales problemas que enfrenta la población por el aceite vegetal usado, es la contaminación ambiental. Este producto de la mala disposición de residuos que han mermado la calidad de vida, por lo que este desecho se vierte en las fuentes de agua, proveniente de los hogares siendo esta la principal causa de contaminación ambiental, (Valencia, 2017).

En definitiva, los aceites vegetales y grasas de fritura usados (AVUs), son aquellos que provienen, o se producen en forma continua o discontinua, a partir de su utilización en las actividades de cocción o preparación mediante fritura total o parcial de alimentos, (Nasello, 2019). Se obtiene una sustancia que debe ser desechada, porque ha pasado por procesos térmicos a varias temperaturas y el producto ha sufrido cambios sus propiedades originales.

#### **2.1.2.1.-Composición físico-químicas del AVU**

Las características físicas finales de la composición de los aceites vegetales residuales van a depender de diversos factores como el tipo de aceite, temperatura, tiempo de cocción, tipo de alimento, presencia de partículas contaminantes, tiempo de almacenamiento, la exposición al aire y humedad, (Serrano, 2019).

[Título]

El aceite es un producto orgánico y, como tal, va experimentando cambios con el tiempo, esto modifican sus características físico-químicas. Las reacciones que puede sufrir el aceite por los procesos de fritura son muy diversas, con lo que su calidad disminuye la hidrólisis, oxidación y formación de radicales libres nocivos para nuestro organismo, entre otros, (Díaz, 2016).

Las características son de gran valor ya que a partir de ciertos resultados se puede predecir el comportamiento de dicho residuo durante su proceso para reutilizarlo, dentro de los parámetros que se evalúan se encuentran los siguientes (Ramírez, 2018). Esto permite medir y analizar la calidad de los aceites usados.

Es importante para determinar la estructura del aceite y evaluar la calidad, la marcha antes y durante su uso, entre otras variables químicas del aceite.

Los componentes principales son triésteres de ácidos grasos y el glicerol, se les denomina como “triglicéridos” las moléculas que componen los aceites en su mayoría son lípidos (grasas) las mismas que cumple la función de aportar un valor energético al cuerpo humano, un aceite puede estar formado por un solo tipo de triglicérido, o por una mezcla de triglicéridos, (Preciado, 2017). Es decir, los aceites son lípidos simples creados por compuestos de ácidos grasos con glicerol, específicamente líquido que se encuentra en todos los tipos de aceites, en un contexto simple los aceites se refieren a los lípidos de origen vegetal, (Castañeda, 2018).

En la mayor parte de casos, la composición química de los aceites vegetales contiene una aleación de 95% de triglicéridos y 5% de ácidos grasos libres, ceras y demás componentes de menor escala.

En su investigación, (Díaz, 2016) menciona la división de los ácidos grasos. A continuación, se muestra la siguiente tabla:

*Tabla 2 Ácidos grasos importantes presentes en grasas y aceite*

<b>Ácidos grasos importantes presentes en grasas y aceite</b>				
<b>Ácido graso</b>	<b>Átomos de carbono</b>	<b>Dobles enlaces</b>	<b>Punto de fusión °C</b>	<b>Aceites y grasas donde se encuentran</b>
Butírico	4	0	-8	Mantequilla

[Título]

Laúrico	12	0	44	Aceite de coco
Mirístico	14	0	54	Mantequilla, aceite de coco, aceite de palma
Palmítico	16	0	63	Aceite de palma, mantequilla y grasas animales (pollo, manteca de cerdo y sebo)
Esteárico	18	0	69	Sebo, manteca de cacao, manteca de cerdo y mantequilla
Oleico	18	1	14	Aceite de oliva, maní, manteca de cerdo, aceite de palma, maíz, semilla de colza y canola
Linoleico	18	2	-5	Soja, cárcamo, girasol, maíz y semilla de algodón
Linolénico	18	3	-11	Soja y canola

(Díaz, 2016)

### 2.1.3.- Propiedades físico-químicas del AVU

#### 2.1.3.1.- Índice de acidez

El índice de acidez es la presencia natural de la acidez libre en las grasas, lo que es la suma de los ácidos grasos no combinados, originados por la hidrólisis de algunos triglicéridos.

En su investigación, (Ramírez, 2018) menciona que “un indicador de calidad como el índice de acidez permite determinar una medida, la cantidad en miligramos de hidróxido de potasio necesario para neutralizar los ácidos grasos libres en 1.0 g de aceites o grasa”. En definición, vale indicar que el contenido de ácidos grasos presentes en el aceite está representado por el porcentaje de ácido oleico; esto se determina mediante la valoración del aceite disuelto en alcohol con una solución estándar de KOH, dado que este es fundamental para neutralizar los ácidos grasos libres.

#### 2.1.3.2.- Índice de peróxido

Permite evaluar el estado de oxidación inicial de un aceite, la composición de este se altera con el tiempo, generando un cambio en las propiedades organolépticas, entre otras cosas, (Ramírez, 2018). Comúnmente se lo denomina rancidez por la oxidación del aceite, lo cual se genera de forma progresiva y natural con el tiempo, el índice de

[Título]

peróxido, básicamente mide el grado de oxígeno que tiene el producto, entre las características físicas fundamentales que interviene son la temperatura y el tiempo de fritura del aceite.

#### **2.1.3.3.- Índice de yodo**

Es una propiedad química que mantiene afinidad con la insaturación, también con el índice de refracción y con la densidad. Por lo general, los aceites vegetales de consumo tienden a contener un alto índice de ácidos grasos insaturados.

El IY (Índice de yodo) dispone la cantidad de agua presente en el aceite, lo que puede causar la hidrólisis de los triglicéridos, generando ácidos grasos libres, mono glicéridos, di glicéridos y/o glicerol". Este proceso se acelera en el aceite por un aumento de altas temperaturas y presión, (Ramírez, 2018).

#### **2.1.3.4.- Índice de humedad**

El índice de humedad determina la cantidad de agua presente en el aceite, lo que puede causar la hidrólisis de los triglicéridos, esto a la vez genera ácidos grasos libres, mono glicéridos, di glicéridos y/o glicerol. Este proceso se acelera en el aceite, ya que produce altas temperaturas y una alta presión, así como una cantidad excesiva de agua, (Ramírez, 2018).

Por otra parte, la coloración y la transparencia del aceite son indicadores de la calidad, al mantener nexos con el nivel de purificación y proceso de refinación al que se lo somete. Un aceite apto para el consumo del ser humano debe poseer un índice de humedad menor al 0,5%, y tampoco superar el 1% de ácidos grasos libres.

#### **2.1.3.5.- Índice de saponificación**

Básicamente es el número de miligramo o de gramo de hidróxido de potasio (KOH) o NaOH requeridos para saponificar un gramo de grasa; cabe indicar que el índice de saponificación es un dato específico para cada grasa. En cuanto, al cálculo de la

[Título]

cantidad de ácidos grasos libres presentes en el aceite, este se obtiene a partir del índice de saponificación multiplicado por la cantidad de aceite en gramos. Si en la mezcla de aceites reciclados existen dos o más aceites, se realiza la misma operación y se suman todos los aceites.

Estos parámetros nos otorgan la pauta y el conocimiento técnico, de si el aceite usado es apto para reutilizarse en los diferentes procesos de economía circular, a su vez determina los tratamientos que debe recibir el a los aceites para recuperarlos y conocer en si se puede emplear para generar biodiesel, jabón, velas entre otros productos que aporte a la sustentabilidad del planeta.

## **2.1.4.- Reacciones químicas del AVU**

### **2.1.4.1.- Alteraciones del aceite durante el proceso de fritura**

La fritura es uno de los procesos de preparación de comida más comunes, como se ha mencionado manera natural los aceites vegetales sufren cambios durante el proceso de cocción, debido a las altas temperaturas (superiores a 180°C) (Lázaro, 2018).

Esto produce las reacciones o alteraciones químicas que producen sustancias dañinas a la salud humana por la degradación de la calidad en los aceites. Las reacciones que se producen durante este proceso son: la hidrólisis, oxidación, termo-oxidación y polimerización, estas reacciones alteran las propiedades físicas y químicas del aceite, (Serrano, 2019).

### **2.1.4.2.- Hidrolisis**

Esto representa la etapa inicial de la degradación del aceite, el mismo se encuentra en presencia de humedad o agua, el calor o las altas temperaturas a las que el aceite es sometido.

Químicamente se producirán transformaciones que consiste en la ruptura del enlace éster de los triacilglicéridos en donde se obtienen diacilglicéridos, monoacilglicéridos, glicerol y finalmente ácidos grasos libres. Cabe mencionar que

[Título]

todo el proceso de hidrólisis es mayor cuando el alimento tiene un alto contenido de agua, esto ocasiona que aumente cuando es sumergido en agua o humedad por un tiempo considerable previo a la fritura, (Ávila &Ordóñez, 2017).

#### **2.1.4.3.- Oxidación**

Esta es la segunda transformación evidente en los aceites al momento de su uso para frituras, es evidente la auto-oxidación o ya conocida rancidez oxidativa, antes mencionado como el parámetro del índice de peróxido que permite determinar el grado de oxidación.

Ávila & Ordóñez (2017) citan que la oxidación es una de las reacciones más importantes entorno a los ácidos grasos (aceites), especialmente de los insaturados, dado que se considera como una problemática del consumo de aceites que han sido expuestos a tratamiento térmico. Químicamente, el resultado de la reacción es a partir de la formación de compuestos hidroperóxidos o peróxidos y radicales libres en la etapa inicial, mismos que conducen a etapas posteriores de degradación.

#### **2.1.4.5.- Polimerización**

Para Lázaro 2018, “la polimerización es una reacción que principalmente se origina con el aceite mismo, las moléculas relativamente pequeñas de aceite se combinan para formar moléculas más grandes, ocurre que el aceite polimeriza”, es decir enlaza las moléculas a un nivel considerado y su viscosidad aumenta, el agua del alimento forma pequeñas burbujas durante la fritura. Esta es la alteración que produce la polimerización, es un proceso químico donde se agrupan moléculas, las mismas que forman una mayor.

#### **2.1.4.6.- Termo-oxidación**

Durante la fritura, la velocidad de la oxidación es mucho más compleja y rápida, ya que abarca tanto las reacciones de oxidación como las térmicas. A consecuencia de las altas temperaturas, la formación de nuevos compuestos es muy rápida, la presión del oxígeno disminuye y por tanto las reacciones de iniciación pasan a ser

[Título]

protagonistas dando lugar a un aumento en la concentración de radicales alquiloscon respecto a los alquiperóxidos, (Lázaro, 2018). Esto se refiere a las transformaciones que tiene el aceite por la interacción que se da en el proceso de fritura entre oxígeno y las altas temperaturas.

#### **2.1.5.- Triglicéridos**

Los aceites están compuestos por triglicéridos que representa el 95% al 99% de su composición total. Los triglicéridos son el componente principal de las grasas ingeridas y que está formado por lípidos, colesterol y fosfolípidos. También son triésteres formados por la reacción de ácidos grasos sobre las tres funciones como alcohol del glicerol, (Aguilar & Cuba, 2019).

#### **2.1.6.- Ácidos grasos**

Los ácidos grasos son ácidos monocarboxílicos de cadena larga. Estos contienen un número par de átomos de carbono, que van entre 12 y 24.

Los ácidos grasos contienen pequeñas cantidades de lípidos que naturalmente están presentes en los aceites y en las grasas. También contienen cadenas de átomos de carbono que están enlazados por átomos de hidrogeno. El ácido graso es la materia prima para poder producir el biodiesel y así ayudar a reducir la contaminación.

##### **2.1.6.1.- Alteraciones del aceite durante el proceso de fritura**

El proceso de la fritura consiste en cocinar los alimentos por medio de aceites o grasas a muy elevadas temperaturas (160- 180°C), básicamente es un medio de deshidratación debido a la rápida transmisión de calor en un corto período de tiempo, (Serrano, 2019).

Durante la fritura, el calor es transferido a los alimentos lo que propicia que estos sufran cambios y reacciones entre sus componentes, evaporándose el agua de las



[Título]

capas superficiales, absorbiéndose aceite, que es el que les imparte el sabor y la textura. Cabe recalcar que las reacciones que se originan durante el proceso de fritura son las siguientes:

#### **2.1.6.2.- Degradación del aceite**

Es un proceso que se origina con una reacción en cadena. Por ejemplo, un aceite nuevo que se vea sujeto a una combinación de calor, diversos contaminantes y oxígeno, traerá como consecuencia la aparición de ácidos producto de la oxidación. Todo esto hace que se acelere más el proceso de degradación, debido a ciertos aditivos que incorpora el aceite.

El nivel de degradación del aceite es el grado de deterioro de las propiedades iniciales y depende de diferentes factores que son muy importantes como son la calidad del aceite, los diferentes aditivos y el mantenimiento del motor.

Las características finales de los aceites vegetales residuales van a depender de diversos factores como el tipo de aceite, temperatura, tiempo de cocción, tipo de alimento, presencia de partículas contaminantes, tiempo de almacenamiento y la exposición al aire, (Serrano, 2019).

#### **2.1.7.- Problemática Ambiental**

El aceite vegetal de cocina es uno de los contaminantes más peligrosos para el medio ambiente debido a que este tiene un manejo incorrecto puede producir diversos problemas ambientales. Los aceites vegetales se demoran varios años en degradarse aproximadamente 150 años en los que contaminan de gran manera el agua, aire, suelo y salud humana, provocando algunos de los problemas o impacto ambiental en la siguiente imagen 2.

RECURSO	ACCIÓN	IMPACTOS AMBIENTALES
SUELO	DERRAMES ADJUNTAR A LA BASURA	PÉRDIDA FERTILIDAD DESTRUCCIÓN DE HÁBITATS EROSIÓN AUMENTO DE LIXIVIDADOS EN RELLENOS SANITARIOS
AGUA	VERTER EN DRENAJE DEPOSITAR EN CUERPOS AGUA	AFECTACIONES EN LA FAUNA Y FLORA REDUCCIÓN DE OXÍGENO EN EL AGUA DISMINUCIÓN EN ACTIVIDAD FOTOSINTÉTICA TAPONAMIENTO DE TUBERÍAS AUMENTO COSTOS TRATAMIENTO DE AGUAS AFECTACIONES FAUNA MARÍTIMA
AIRE	QUEMA ACEITE	ALTERACIÓN DE LA CALIDAD DE AIRE POR DIOXINAS

*Ilustración 2. Impactos ambientales causados por el AVU  
(Serrano, 2019)*

La mayoría de las personas no conocen el debido proceso para desechar este aceite así que optan por botarlo en el desagüe de la cocina. Cuando el aceite vegetal usado desechado llega a los ríos o a los mares esto produce una correlación de oxígeno y agua, esto crea una capa y evita que circule correctamente el oxígeno. A la larga esto daña los ecosistemas acuáticos poniendo en peligro miles de especies de animales y de plantas por eso es importante crear un sistema de recolección de aceite vegetal usado.

Cuando el aceite vegetal usado es desechado por el desagüe de los lavaplatos esto puede causar graves problemas a los sistemas de alcantarillado, entre ellos encontramos obstrucción de las tuberías y reducción de la misma debido a la formación de una capa en las paredes internas. En los sistemas de tratamiento de aguas residuales pueden ocasionar alteraciones en los procesos y operaciones normales, causando costos de mantenimiento,(Arias, 2017).

#### **2.1.7.1.- Efectos en el suelo**

Las consecuencias ambientales originadas por el aceite residual en todos los tipos de suelos existentes aún deben ser indagados con profundidad. La convergencia que se da entre los diversos tipos de superficies y los contaminantes presentes hacen que la labor de evaluación se vea dificultada por el comportamiento del medio.

[Título]

El AVU afecta gravemente a las semillas por ejemplo de una plantación, a causa de que el aceite vegetal de cocina usado crea una capa y esto evita la transferencia de agua y oxígeno, así como la absorción de nutrientes,(Serrano, 2019).

Investigaciones han determinado los efectos del aceite vegetal residual en el sistema suelo-planta, básicamente influye negativamente en la morfología de la planta en todos sus parámetros físicos, por otra parte, la presencia del aceite resultó tóxica para las lombrices de tierra, independientemente del tipo de suelo, (Filho, S. T., Figueiredo, E., Corrêa, L., Rocha, M., Marinho, R., Pereira, R., & Franco, 2017). En el suelo se produce un decrecimiento de la productividad de la tierra, crea un recubrimiento impermeable que destruye el humus vegetal, por tanto, la fertilidad del suelo, es un daño lento pero real donde los efectos negativos son más evidentes con el pasar de los años.

Los aceites usados de cocina cuando son desechados directamente en los rellenos sanitarios, contribuye a la generación y proceso permeabilidad de los lixiviados en las superficies donde este se encuentre. Esto origina un problema mayor, pues al no controlarse adecuadamente, los lixiviados pueden contaminar los suelos y aguas superficiales y subterráneas, (Villabona Ortíz et al., 2017).

#### **2.1.7.2.- Efectos en el agua**

El AVU desechado en el agua es la principal fuente de contaminación, porque la presencia del aceite usado en cuerpos de agua conduce a la formación de una película en la superficie, lo que reduce la penetración de la luz para realizar la fotosíntesis. También dificulta la transferencia de oxígeno, lo que promueve la disminución de la cantidad de oxígeno disuelto en el fondo del agua y aumenta la demanda química de oxígeno, afectando negativamente a la supervivencia de los organismos en el medio acuático, (Serrano, 2019). Debido a la densidad del aceite y al ser una sustancia formada por moléculas no polar, contrario del agua que es un disolvente polar, esto presenta que se forme una capa flotante por encima del agua, es decir el aceite no es soluble en el agua. Todo esto por ser desechado de forma inadecuada eliminando, por la tubería ocasionado una serie de problemas como atasco en las tuberías, malos olores, altos costos para las depuradoras, destrucción del ecosistema acuático etc.

### **2.1.7.3.- Efectos en el aire**

En la actualidad hay ciertos países que utilizan el aceite usado de cocina como combustible en calderos de baja temperatura o directo en hornos. La combustión incompleta del aceite en el proceso de incineración, provoca la producción de dioxinas que son emitidas directamente a la atmósfera, (Serrano, 2019). Provocando la contaminación ambiental en unos de los recursos vitales para el ser humano.

### **2.1.7.4.- Efectos en la salud humana**

En la actualidad muchas personas y negocios de comida usan numerosas veces el aceite vegetal para freír sus alimentos es decir antes de botarlo o desecharlo al primer uso lo reutilizan para seguir friendo alimentos, algunos por reducir sus costos o evitar el gasto de tiempo que origina el cambio a aceite nuevo.

Cuando el aceite vegetal es muy reutilizado este genera toxinas peligrosas representado un riesgo para la salud humana, así mismo si el aceite expuesto a muy altas temperaturas puede ser dañino a las personas.

La Organización para la agricultura y los alimentos (FAO) junto a la organización mundial de la salud (OMS), informan que al momento de freír los alimentos esto puede producir compuestos químicos tóxicos como son las acrilamidas y las dioxinas dañinos para la salud humana. La acrilamida es una toxina perjudicial para el ser humano, se origina en alimentos que son de origen vegetal rico en hidratos de carbono, al ser cocinados a elevadas temperaturas (120 °C), (Serrano, 2019).

La dioxina se encuentra en todo nuestro entorno por la combustión que generan las industrias que manejan Cl, por consiguiente, está presente la mayoría de alimentos, a su vez se forman en procesos de combustión incompleta, presente en los aceites quemados. Este compuesto químico permanecer por un largo periodo dentro del organismo, la exposición elevada es potencialmente tóxica por lo que puede provocar problemas de reproducción y desarrollo, afectar el sistema inmunitario, interferir con hormonas y causar cáncer, (Organización mundial de la salud, 2016).

[Título]

Existen personas que desconocen estos conceptos y almacén el AVU, para después mezclarlo con la comida que alimentan a animales de granja como cerdos, gallinas, etc.,(Castañeda, 2018). Por si estos animales están expuestos a la dioxina principalmente por el entorno contaminado en el que habitan, sumado a eso el hecho de que se les provean la ingesta de AVU que contiene acrilamida y dioxina, al momento de consumir carne animal existen mayores posibilidades de afecciones a la salud humana.

### **2.1.8.- Gestión Integral del AVU**

El tratamiento y uso inadecuado de aceites vegetales usados es el principal causante de contaminación en sistemas de alcantarillado. Esto provoca el aumento del costo en la disposición de aguas residuales. Además, existen problemas en cuanto a la salud, como también daños colaterales en los diferentes tipos de suelos y organismos vivos.

La gestión integral del aceite vegetal usado sirve para aprovechar este residuo y así evitar el vertimiento del aceite en el sistema de alcantarillado, (Díaz, 2016). El objetivo principal del sistema es mejorar la eficiencia de la gestión ambiental, disminuyendo el impacto al medio ambiente y ecosistemas, proveniente de este desecho mal administrado. Además, esto ayudará a que las personas desarrollen una conciencia social para así cumplir con los objetivos ambientales de la comunidad, de manera eficiente, (Zavala, 2017).

La gestión integral del aceite residual está compuesta por cuatro parámetros necesarios, primero la generación corresponde a todas las personas que generan desechos especiales luego del consumo, el almacenamiento consiste en ser correctamente envasados y almacenados en recipientes herméticos para evitar derrames, el transporte debe ser realizado de tal forma que no cause afectaciones a la salud humana ni al ambiente y la eliminación se debe eliminar la peligrosidad, para lograr su aprovechamiento, a través de la recuperación de materiales o energía, reciclaje, regeneración, reutilización, (Serrano, 2019).

### **2.1.8.1.- Alternativas de Reutilización**

Es importante reutilizar los residuos de AVU para poder aprovecharlos, ya que no solo minimiza el impacto que causa la eliminación de los desechos, sino que también proporciona una alternativa para aliviar la presión sobre la escasez de ciertos recursos, (Serrano, 2019).

Por eso es importante concientizar a las personas para que puedan llevar sus aceites de cocina usados a un centro de acopio ya que así podremos reciclar este desecho para obtener varios objetos como por ejemplos: Velas, jabones, biodiesel, etc., (Castañeda, 2018).

De darse un adecuado tratamiento del aceite vegetal usado se puede conseguir lo siguiente:

- Disposición y depuración de aguas residuales
- Menos costos en mantenimiento de redes de alcantarillado
- Creación otras fuentes de energía
- Reducción del uso de combustibles fósiles

Los AVU utilizados reiteradamente empiezan a crear una serie de radicales libres y acrilamidas que son dañinas para los seres humanos. Cabe mencionar, que los aceites para frituras tienen un tiempo máximo para ser usado nuevamente.

### **2.1.8.2.- Biodiesel**

La producción de biodiesel a partir de aceites vegetales refinados ha sido ampliamente explorada a nivel mundial, por lo que es una estrategia que genera inquietud debido a que no se conoce el efecto que pueda producir sobre el sector agropecuario. Se estima que el crecimiento acelerado de la industria de biocombustible impondrá importantes demandas sobre otros recursos, (Ramírez, 2018).

La opción de emplear el aceite vegetal usado obtenido de hogares y restaurantes en la creación de biodiesel, aún es muy subjetiva. Esto se debe a que a los aceites residuales poseen características diferentes a las de los aceites refinados. Estos

[Título]

últimos se degradan por un proceso hidrolítico y oxidativo que se dan en su tiempo de uso.

Según Alvarado et al. (2020) el proceso de transesterificación de los ácidos grasos contenidos en AVUs origina un producto con características similares a un biodiesel, como la densidad de 0.8750g/ml, lo cual ayuda en la disminución de emisión de gases de efecto invernadero.

La definición acertada de transesterificación consiste en reemplazar el glicerol por un alcohol más ligero comúnmente empleado el metanol o etanol, esto produce moléculas más pequeñas ésteres mono-alquílicos o más conocido como biodiesel, (Campos Chris; Delgado Hermes; Esquivel Juan; Samamé Jorge; Sirlupú, 2017).

En la actualidad el biodiesel es uno de los combustibles más renovables ya que no es tóxico y es biodegradable. La obtención de biodiesel a partir del aceite vegetal residual es una alternativa energética sostenible, debido a que con 1.1 litros de aceite usado se puede producir 1 litro de biodiesel, (Dávila, & Cortés, 2017).

El biodiesel es producido a partir de los aceites vegetales usados, esto no solo disminuye la contaminación ambiental, sino que también produce un ahorro de energía fósil del 21% en relación con el uso de aceites crudos y un ahorro del 96% de energía fósil respecto a la producción del diésel, (Díaz, 2016).

<b>Aceites vegetales convencionales</b>	<b>Aceite vegetales alternativos</b>	<b>Otras fuentes</b>
Aceite de girasol	Aceite de Brassica carinata	Aceite de semillas modificadas genéticamente
Aceite de colza	Aceite de Cynara curdunculus	Grasas animales
Aceite de soya	Aceite de Camelina sativa	Aceites de fritura usados
Aceite de coco	Aceite de Crambe abyssinica	Aceites producidos por microorganismos y microcroalgas
Aceite de palma	Aceite de Pogianus	
	Aceite de Jatropha curcas	

*Ilustración 3. Principales materias primas para la elaboración de biodiesel*

### **2.1.8.3.- Jabones**

Se conoce que el jabón es un agente limpiador o detergente que se fabrica utilizando grasas animales y/o aceites vegetales, es soluble en agua y por sus propiedades detergentes, se lo emplea en productos destinados a la higiene personal y para lavar determinados objetos, este se presenta en forma de pastilla, en polvo, en crema o en líquido, aunque es sólido en estado natural a temperatura ambiente, (Villabona Ortíz et al., 2017).

Para la producción de jabón el aceite vegetal de cocina usado es la nueva alternativa de forma amigable con el medio ambiente, generando economía circular con un desecho que termina en las alcantarillas provocando contaminación del agua, bloqueando el sistema de alcantarillado, pero sobre todo afectando la salud humana.

La producción de jabón casero a partir de aceite vegetal usado es una opción innovadora, a la hora de aprovechar los desechos que se produce el ser humano consumista. En la actualidad se dan diversas investigaciones para ver si es factible la producción de jabón en barra obtenido del AVU.

El hidróxido de sodio es un elemento alcalino que al momento de unirse con grasa de origen animal o vegetal produce una reacción química llamada saponificación básicamente es convertir una grasa en jabón, cabe indicar que dicha obtención se puede utilizar sosa -hidróxido de sodio, NaOH o soda caustica- (Ramos, 2016).

El aceite usado es reciclado para la elaboración de jabones a través de los siguientes procesos:

1. Filtrado inicial para separar residuos grandes provenientes de las frituras.
2. Almacenamiento y decantación.
3. Filtrado final con carbón activado y/o bentonita, para quitarle olores y colores innecesarios.
4. Saponificación en frío con soda cáustica.
5. Moldeado, envasado y etiquetado.



[Título]

La elaboración de jabón a partir de aceites vegetales usados, aparte de eliminar el olor del aceite su uso eficiente de los aceites esenciales de la naranja, extraído directamente de la cáscara, aunque no es indispensable y no altera su eficacia, la adición de esta fragancia natural puede aumentar la aceptabilidad del jabón, (Félix; Araújo; Pieres; Sausa, 2017).

#### **2.1.8.4.- Velas**

Estas velas de aceite son alternativas a las velas de cera. Ambos tipos de velas utilizan una fuente de combustible y una mecha, pero en lugar de derretir la cera y quemar la mecha, las velas de aceite usan la mecha como conductor, quemando solo el aceite, (Serrano, 2019). El punto de fusión de la cera es bajo -menos de 70 grados-. Por eso, si se realiza una buena elaboración es muy difícil que se pueda quemar rápidamente el aceite.

## **2.2.- MARCO LEGAL**

Art. 14.- Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, *sumak kawsay*. Se declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados, (República de Ecuador, 2008).

Art. 71.- La naturaleza o *Pacha Mama*, donde se reproduce y realiza la vida, tiene derecho a que se respete integralmente su existencia y el mantenimiento y regeneración de sus ciclos vitales, estructura, funciones y procesos evolutivos, (República de Ecuador, 2008).

Art. 83.- Son deberes y responsabilidades de las ecuatorianas y los ecuatorianos, sin perjuicio de otros previstos en la Constitución y la ley:

6. Respetar los derechos de la naturaleza, preservar un ambiente sano y utilizar los recursos naturales de modo racional, sustentable y sostenible, (República de Ecuador, 2008).

Art. 411.- El Estado garantizará la conservación, recuperación y manejo integral de los recursos hídricos, cuencas hidrográficas y caudales ecológicos asociados al ciclo hidrológico. Se regulará toda actividad que pueda afectar la calidad y cantidad de agua, y el equilibrio de los ecosistemas, en especial en las fuentes y zonas de recarga de agua, (República de Ecuador, 2008).

Art. 413.- El Estado promoverá la eficiencia energética, el desarrollo y uso de prácticas y tecnologías ambientalmente limpias y sanas, así como de energías renovables, diversificadas, de bajo impacto y que no pongan en riesgo la soberanía alimentaria, el equilibrio ecológico de los ecosistemas ni el derecho al agua, (República de Ecuador, 2008).

[Título]

Art. 226.- La gestión de residuos y desechos deberá cumplir con la siguiente jerarquización en orden de prioridad: 1. Prevención; 2. Minimización de la generación en la fuente; 3. Aprovechamiento o valorización; 4. Eliminación; y, 5. Disposición final, (Codigo Organico Ambiental, 2017).

Art. 238.- Toda persona natural o jurídica definida como generador de residuos y desechos peligrosos y especiales, es el titular y responsable del manejo ambiental de los mismos desde su generación hasta su eliminación o disposición final, de conformidad con el principio de jerarquización y las disposiciones de este Código, (Codigo Organico Ambiental, 2017).

## **CAPÍTULO III - MARCO METODOLÓGICO**

### **3.1.- Aspectos Metodológicos**

Para el desarrollo de esta investigación se procedió a realizar un estudio in situ y online que permitió determinar las variables claves, para alcanzar los objetivos propuestos entorno al aceite vegetal usado en el sector residencial y comercial norte de la ciudad de Guayaquil, se realizó un investigación descriptiva, cualitativa y cuantitativa, analizado la cantidad de desecho, como se elimina, si se conoce del desecho, que se conoce y si la comunidad formaría parte de una solución.

### **3.2.- Tipo de investigación**

#### **3.2.1.- Descriptiva**

Este tipo de investigación permite conocer la naturaleza actual de la muestra de estudio, por ende, se limita a describir la situación del mismo. Busca determinar el problema, como es, que está ocurriendo en determinado segmento, alejándose de indagar por qué ocurre la problemática.

Conocer la muestra de estudio del norte de la ciudad de Guayaquil de los sectores como Pascuales, Miraflores, La florida, Las orquídeas, Vergeles, Samanes, Guayacanes, Sauces, otorga el conocimiento para generar un sistema eficiente del manejo de aceite vegetal usado y a determinar que está ocurriendo con el manejo de este desecho, esto representa una ayuda para discernir la descripción del problema de estudio y llegar a soluciones beneficiosas para la comunidad.

#### **3.2.2.- Cuantitativa**

Es fundamental un estudio cuantitativo de lo que ocurre con la muestra de estudio, acorde con las variables necesarias a destacar como la cantidad de aceite consumida y el uso generado, con el propósito de evaluar la cantidad de aceite en los hogares y locales comerciales al mes, claramente la metodología de investigación cuantitativa, permite la recopilación y tabulación de los datos para establecer tablas estadísticas que indican el análisis de una comunidad.

[Título]

Nos permite separar y a la vez comparar los distintos sectores de estudio a través de métodos matemáticos simples con el fin de diferenciar la cantidad de consumo, mayor punto de eliminación del desecho, cuantifica el conocimiento población y aceptación para mejorar el manejo actual de esta sustancia toxica.

En definitiva, proporciona datos numéricos y estadísticos con cifras exactas u promedios de la muestra de estudio (variable aleatoria), lo cual nos permite generar conclusiones sencillas de los hechos.

### **3.2.3.- Cualitativa**

La investigación cualitativa radica en la observación del estudio a realizar, la muestra de estudio en este caso fue la población del sector norte, quienes participaron de este método de obtención de la información mediante entrevistas y encuestas. Permitiendo conocer la mentalidad ambiental y social de la comunidad de estudio.

Comprende la realidad de la problemática a través de la información disponible para posteriormente implementar propuesta entorno a la reutilización del AVU, con ello están presente diversas utilidades para generar economía circular con este desecho y así evitar los problemas terribles que ocasionan el mal manejo del aceite usado. Este enfoque se expone tanto en sector residencial y comercial una recopilación de datos donde se miden únicamente las cualidades evaluables para generar un sistema solido de aceite vegetal en el norte de Guayaquil.

### **3.3.- Descripción del Área De Estudio**

El Puerto Marítimo de Guayaquil está localizado en la costa occidental de América del Sur, en un brazo del mar en el Estero Salado, a diez Kilómetros al Sur del centro comercial de la ciudad del mismo nombre. Guayaquil, su principal puerto comercial, está ubicado dentro del golfo mismo nombre; siendo éste el más importante punto geográfico de la costa oeste de Sudamericana, (Autoridad portuaria del Guayas, n.d.).

Ciudad de Guayaquil

Latitud: 2°16'51" S

Longitud 79°54'49" O

[Título]

El Guayas es una la provincia con 25 cantones, cuya ciudad es Guayaquil uno de los mayores centros comerciales e industriales del país, se encuentra ubicado en una de las mejores zonas costeras, con alrededor de 2350.915 habitantes en base al censo del 2010.

Esta ciudad está dividida en cuadro cuadrantes principales Noroeste, Noreste, Suroeste, Sureste conformados por 75 sectores aproximadamente:

Tabla 3 Sectores de la ciudad de Guayaquil

<b>Sectores de la ciudad de Guayaquil</b>							
<b>Divididos por cuadrantes</b>							
<b>#</b>	<b>Noroeste</b>	<b>#</b>	<b>Noreste</b>	<b>#</b>	<b>Suroeste</b>	<b>#</b>	<b>Sureste</b>
1	Tarquí	19	Pedro Carbo	37	9 de Octubre	60	La Fortuna
2	Los Álamos	20	Roca	38	Chongón	61	Bolívar
3	Alborada Oeste	21	Acuarela	39	Puerto Azul Sur	62	Olmedo
4	Bastión Popular	22	Alborada Este	40	Abel Gilbert	63	Rocafuerte
5	Los Ceibos:	23	La Atarazana	41	Batallón del Suburbio	64	9 de Octubre Este (ciudadela)
6	El Cóndor	24	Cerro del Carmen	42	Estero Salado	65	Los Almendros
7	La Florida	25	La FAE	43	Puerto Lisa	66	Las Américas
8	Juan Montalvo	26	Martha Bucaram de Roldòs	44	García Moreno	67	Centenario
9	Ciudadela Kennedy	27	La Garzota	45	Letamendi	68	Cuba
10	Lomas de Prosperina	28	Guayacanes	46	Garay	69	Del Astillero
11	Mapasingue	29	Las Orquídeas Este	47	Sucre	70	Floresta
12	Miraflores	30	Los Vergeles	48	Bellavista	71	Guasmo Este
13	Monte Bello	31	Las Peñas	49	Paraíso	72	La Pradera
14	Las Orquídeas Oeste	32	Quinto Guayas Este	50	San Eduardo	73	Río Guayas
				51	Urdaneta		
15	Pascuales	33	Samanes	52	Ximena,	74	La Saiba
				53	Los Esteros		
16	Urdesa	34	Los Sauces	54	Guangala	75	Unión
				55	Guasmo Oeste		
17	Quinto Guayas Oeste	35	Simón Bolívar	56	Huancavilca		
				57	Isla Trinitaria		
18	Urdenor	36	Mucho Lote 2	58	Luz del Guayas		
				59	Sopeña		

[Título]

La presente investigación tuvo lugar en cuatro lugares del sector noroeste y cuatro del sector noreste:

Cuadrante noroeste: Pascuales, Miraflores, La florida, Las orquídeas oeste.



*Ilustración 4. Cuadrante noroeste Pascuales  
Calle 28 N-O*



*Ilustración 5. Cuadrante noroeste Miraflores 409  
Av. Dr. Adolfo Alvear Ordoñez*



*Ilustración 6. Cuadrante noroeste La Florida  
Eduardo Solá Franco*

[Título]



*Ilustración 7. Cuadrante noroeste Las Orquídeas oeste  
2 Pje 8 NO*

Cuadrante noreste: Vergeles, Samanes, Guayacanes, Saucés.



*Ilustración 8. Cuadrante noreste Vergeles  
Calle 23 NE*

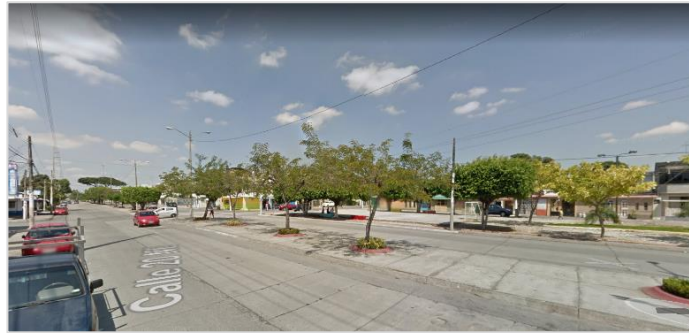


*Ilustración 9. Cuadrante noreste Samanes  
1 Isidro Ayora Cueva*



[Título]

*Ilustración 10. Cuadrante noreste Guayaquines*



*Calle 20 NE*



*Ilustración 11. Cuadrante noreste Sauces 4  
Rodrigo Icaza Cornejo*

Sectores comerciales del norte de Guayaquil muy concurridos por los ciudadanos, para realizar diversas actividades, entre estas dirigirse a los distintos puntos de comida situados en esta localidad. Nuestro principal objetivo son aquellos restaurantes y residencias donde hacen uso del aceite vegetal de cocina para tomarlos como nuestra de estudio, posteriormente tabular y generar un análisis, conjunto a la creación de un diseño que permita la gestión adecuada de este desecho.

### **3.4.- Tamaño de la muestra**

La muestra será seleccionada por el método de muestreo simple aleatorio, que consiste en escoger de las unidades muestrales un total de "n" viviendas, de modo que cada una tenga la misma posibilidad de ser escogida. La fórmula para calcular el tamaño de muestra cuando se conoce el tamaño de la población es la siguiente: (Valencia, 2017).

$$n = \frac{Z_{1-\alpha/2}^2 N \sigma^2}{(N - 1)E^2 + Z_{1-\alpha/2}^2 \sigma^2}$$

Donde:

n= es la muestra de las viviendas.

[Título]

N = tamaño de la población.  
Z = nivel de confianza 95%.  
 $\sigma$  = desviación estándar.  
E = error permisible.

Se escoge una sección de la población de forma representativa entre de los 8 cuadrantes del sector noroeste y noreste previamente seleccionados. Puntos comerciales de comida que principalmente corresponde a restaurantes, puntos de comida rápida, locales de comida variada, entre otros, donde se evidencie el uso del aceite vegetal para sus cocinas.

Para el sector residencial las encuestas se realizaron de forma aleatoria en la ciudad de Guayaquil, bajo la aceptación del encuestado, posteriormente se seleccionó a la población del sector norte para el respectivo análisis estadístico.

### **3.5.- Herramienta de investigación**

Se emplearon encuesta y entrevistas una in situ para el sector comercial y otra online para el sector residencial con preguntas dirigido a las personas encarga del hogar o los encargados de los establecimientos de comida, que permitieron recoger la información de manera clara y precisa en ambos puntos de estudio, las preguntas estipuladas fueron cerradas, donde el encuestado tuvo que elegir entre sí/no, a su vez, preguntas abiertas que reflejaron el conocimiento real de los evaluados con fines de conocer su manejo en temas ambientales, desechos y eliminación de los mismos, es decir mediante una investigación descriptiva con un enfoque cualitativo y cuantitativo, con fuentes de información primaria a través de un trabajo de campo en los lugares correspondiente se generó un análisis de los encuestados principalmente en temas de eliminación y reaprovechamiento de AVU.

#### **3.5.1.-Diseño de la encuesta**

Para recopilación y análisis de datos ante la problemática propuesta, se realizó una encuesta con 10 interrogantes para el sector comercial que responde al nombre del local, el tipo de establecimiento, consumo de aceite en litros, eliminación, conocimiento y reutilización del desecho.

[Título]

Correspondiente al sector residencial se realizaron un total de 12 preguntas por cada uno los hogares encuestados, se priorizo un sector de la ciudad en el que vive, edad, que miembro del hogar es, por consiguiente, se exponen las mismas interrogantes que el sector comercial como el consumo de aceite en litros, eliminación, conocimiento y reutilización del desecho.

En efecto muchas preguntas se repiten en ambos encuestas para los distintos sectores, pero el grado de conocimiento, manejo y volumen del desecho varia. En este punto, es donde el estudio se centra en analizar cada una de las partes por separado debido a que se evidencian necesidades completamente diferentes.

### **3.6.- Aplicación de las encuestas**

La aplicación de las encuestas al sector residencial como restaurantes, puntos de comida rápida, centros de comida entre otros centros donde se comercializa alimentos, en los cuales se emplea aceite de cocina para sus preparaciones se ejecutó en los meses de febrero y marzo del 2021.

Se procedió a visitar cada uno de los lugares en cuestión y acceder a cada instalación de comida que nos permitirá el paso, para realizar la respectiva encuesta u entrevista, el proceso se dio de forma aleatoria por lo que recibimos bastante aceptación por los residentes u propietarios, fueron realizadas un total de 79 encuesta a pequeños y medianos negocios de comidas del sector norte de la ciudad, las encuestas fueron realizadas a tres puntos de comida en específicos, estos son, asaderos, comida rápida y restaurantes.

En el sector residencial se procedió con él envío de las encuestas de forma online, en cual se indicaba de primer lugar a que sector perteneces para así analizar únicamente muestra de estudio y realizó un total de 92 encuestas.

### **3.7.- Análisis de las encuestas**

[Título]

Una vez realizados los dos procesos de encuestas, se desarrollará la tabulación de datos para proceder a la elaboración de tablas, gráficos, y anexos que permiten la obtención de resultados estadísticos verídicos, esto atribuye a identificar como es eliminado el aceite vegetal usado por los encuestados, a su vez determinar la cantidad generada por familia o local del área de estudio, con ellos surgen las ideas de las diferentes alternativas de aprovechamiento del AVU, así como de los lugares adecuados para almacenar los aceites usados en el sector norte.

Parte de este proceso permite concientizar a los moradores el correcto manejo del desecho, conjunto al desarrollo de este argumento, también permite crear la estructura de un diseño de recolección, en base a la información recogida de todas las personas encuestadas y entrevistada con el fin de cubrir las necesidades que deja esta problemática tanto en el sector comercial como residencial, las herramientas a utilizar para este diseño son diagramas para indicar el proceso que engloba el sistema de recolección y un software de diseño para ejecutar el modelo.

## CAPÍTULO IV - RESULTADOS

### 4.1.- Análisis de datos e interpretación de resultados

Presenta los resultados de las encuestas y entrevistas realizadas a la muestra de estudio, identificados como puntos claves de generación del Aceite vegetal usado.

### 4.2.- Sector Comercial

#### 4.2.1.- Consumo de aceite

Se establece un consumo de aceite de cocina muy variado entre los diferentes puntos de comida, esto se da porque la encuesta se realizó tanto en medianos y pequeños negocios, entre estos 19 Asaderos, 26 puntos de comida rápida y 34 restaurantes.

*Tabla 4 Consumo total AVU por tipo de local*

# Locales	Tipo de Local	Consumo mensual total de AVU / Lt
19	Asadero	810
26	Comida rápida	979
34	Restaurantes	1476
<b>Total 79</b>		3235

- ¿Qué cantidad de aceite de cocina usa al mes? (litros)

Esta interrogante se desarrolló como pregunta abierta, lo requerido fue la cantidad de aceite de cocina que utilizan durante un mes para la elaboración de sus productos, las cantidades en litros consumida por el sector residencial van desde los 15 litros hasta los 80 litros mensuales.

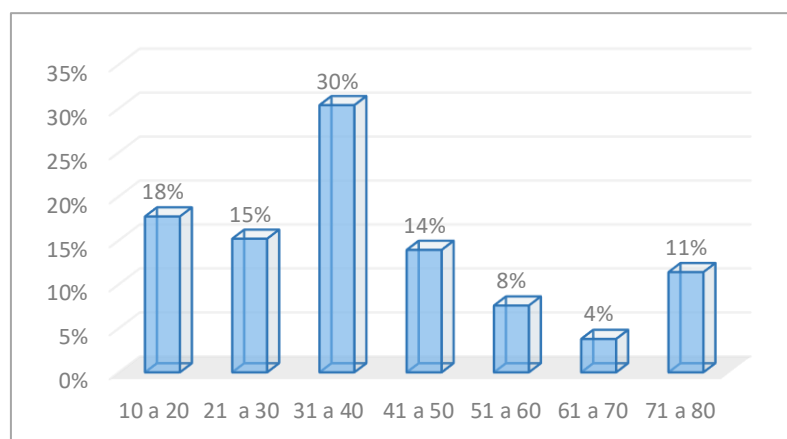
*Tabla 5 Consumo de AVU aproximado*

Cant. Lt	Locales de comida
Entre 15 a 20	14
Entre 21 a 30	12
Entre 31 a 40	24

[Título]

<b>Entre 41 a 50</b>	11
<b>Entre 51 a 60</b>	6
<b>Entre 61 a 70</b>	3
<b>Entre 71 a 80</b>	9

De acuerdo a la tabla 5 e Imagen 12, El 30% de la muestra de estudio utilizan entre 31 a 40 litros de aceite mensual. El 18% de los locales de comida utilizan entre 15 a 20 litros de aceite mensual. El 15% de los locales utilizan entre 21 a 30 litros de aceite mensual, a su vez el 14% de los locales utilizan entre 41 a 50 litros de aceite mensual. El 11% de los locales utilizan entre 71 a 80 litros de aceite mensual. El 8% de los locales utilizan entre 51 a 60 litros de aceite mensual y el 4% restante de los locales utilizan entre 61 a 70 litros de aceite mensual.



*Ilustración 12. Consumo mensual de aceite en litros*

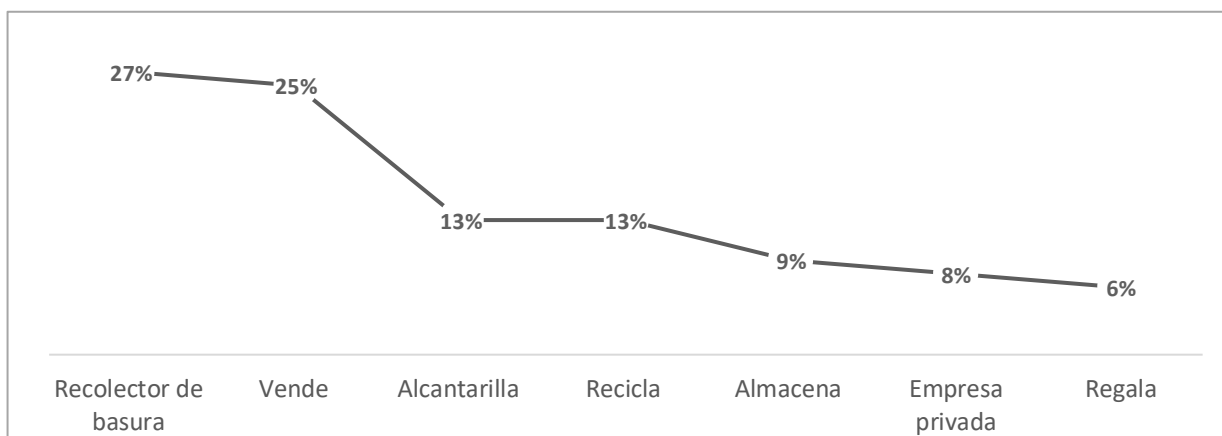
Como parte de las entrevistas realizadas a algunos de estos los locales de comida se obtuvo que cubren una jornada laboral de 7 a 8 horas y los días van de 5 a 7 semanales. Esto demuestra que el sector comercial consume alrededor de 3235 litros de aceite de cocina al mes, siendo los mayores consumidores el 11% con 71 a 80 litros, del cual 6% corresponde a restaurantes 4% comida rápida y el 1% asadero. El 18% representa el menor consumo que va desde 10 a 20 litros, donde predomina los locales de comida rápida con un 14%, 8 % asaderos y 6% restaurantes. Aproximadamente la tercera parte representa un consumo de 31 a 40 Litros mensuales.

#### 4.2.2.- Desecho de aceite vegetal de cocina usado

A los encuestados se les presento una serie de opciones, están fueron: recolector de basura, alcantarilla, empresa privada, almacena y otros mencionados por los ciudadanos como se vende, regala o recicla.

Según los datos obtenidos en la imagen 13 el 27% de AVU es desechado al recolector de basura, el 25% se vende, dividido en partes iguales el 26% va al sistema de alcantarillado y se recicla, el 9% lo almacenan, 8% se lo entregan a una empresa privada, el 6% se regala.

*Cant. de locales %47*



*Ilustración 13. Lugar de desecho de AVU*

Las entrevistas realizadas posterior a la encuesta permitió aclarar el porqué de la misma encuesta e identificar el manejo del aceite después de su uso.

El 40% de los locales encuestados contaminan directamente al medio ambiente, el 27% elimina este residuo al recolector de basura almacenado en bolsas plásticas en su forma líquida o sólida, el 13% lo drena en la alcantarilla directamente, algunos lugares lo pasan por un filtro que retiene únicamente los residuos sólidos que puede tener el aceite. El otro 40% desconoce lo que ocurre con el AVU porque un 25% lo vende a compradores informales con el único fin de obtener un ingreso de esta basura, el 6% lo regala, algunos lo hacen con la intención dárselo a personas que lo necesitan y otros simplemente por deshacerse del residuo, el 9% restante no tiene un

[Título]

fin claro y desconoce totalmente lo tóxico que puede llegar a ser el aceite usado, si no se almacena en las condiciones apropiadas. Solo el 20% busca generar un nuevo uso, por ellos mismo, o por terceros, por lo que un 8% lo vende a una empresa privada calificada en el manejo de AVU y el 13% lo emplea para la elaboración de velas u jabón de trastes.

Se entiende que el 80% de la muestra de estudio carece de interés ambiental, porque ni mezclar el aceite usado con la basura, menos echarlo a la alcantarilla, incluso vender sin saber para qué, peor almacenarlo sin un fin claro y por último simplemente regalarlo no es el correcto manejo que debería tener este residuo.

#### 4.2.2.1 Considera que el AVU es desecho un peligroso

El 53% de las personas encuestadas consideran que el aceite usado es un desecho peligroso, por lo que tratan de guardarlo en un lugar alejado de los demás productos del centro de comida, a su vez lo eliminan regularmente, evitando la acumulación de este desecho. El 33% no tiene conocimiento de que el aceite usado es un desecho peligroso, nocivo para la salud humana y el medio ambiente más aun cuando es desechado de formas inapropiadas comprometiendo al desgaste mundial, solo el 14% de 79 locales encuestados desconoce si es o no un desecho peligroso, esto en base a los datos de la imagen 14.

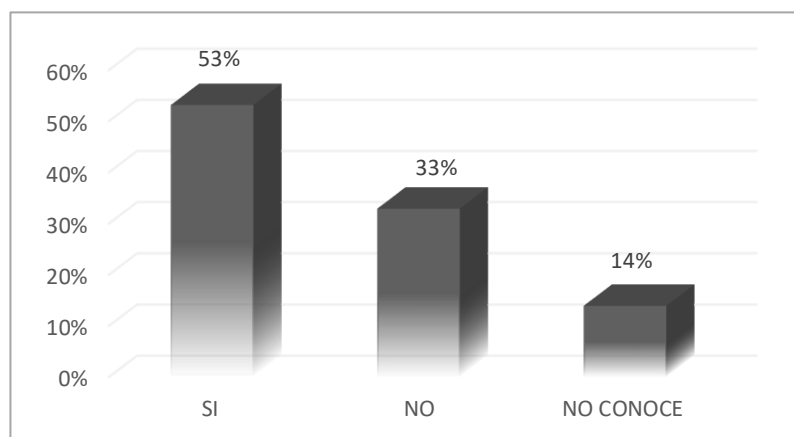


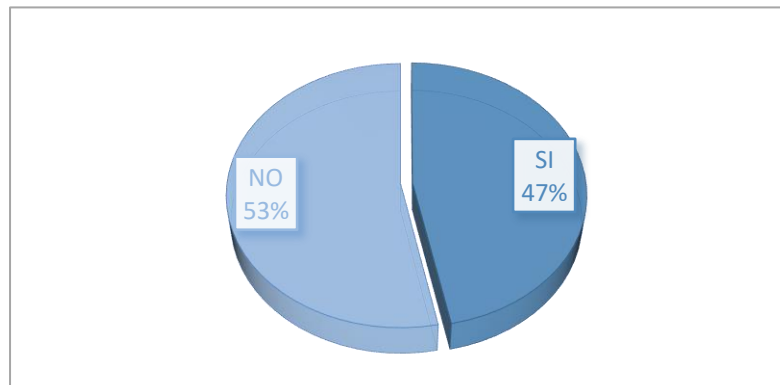
Ilustración 14. Desecho peligros



### 4.2.3.- Reciclaje

- **¿Conoce o ha oído hablar sobre el reciclaje de aceite vegetal usado?**

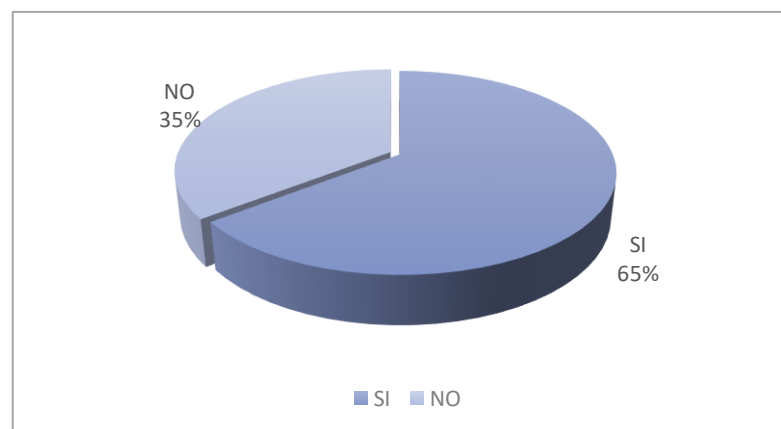
De acuerdo a la imagen 15. La mayor parte de los puntos de comida, no conoce sobre el reciclaje del aceite usado lo que equivale al 53% de la muestra de estudio, Solo un 47% conoce o ha oído hablar sobre el reciclaje del AVU.



*Ilustración 15. Se conoce el reciclaje del AVU.*

- **¿Considera que el reciclaje de aceite vegetal usado tiene la misma importancia que otro tipo de reciclaje (plástico, cartón, papel, etc)?**

En base a los datos obtenidos, la imagen 16 indica que el 35% de los encuestados consideran que el reciclaje del AVU no es igual de importante que otro tipo de reciclaje, a su vez la mayoría entiende o asume que ambos reciclajes tienen la misma importancia.

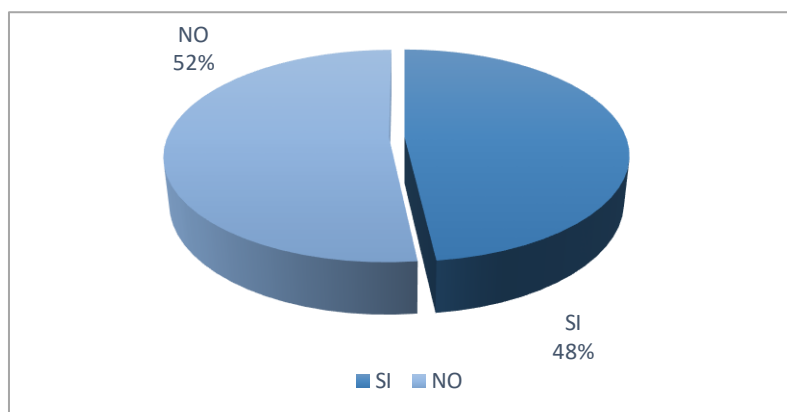


*Ilustración 16. Importancia del reciclaje del aceite ante otros reciclajes*

A pesar de que el 53% de la muestra de estudio carece de conocimiento sobre el reciclaje del AVU, al asociarlo con otro tipo de reciclaje como el plástico, cartón u papel, más de la mitad consideran que tiene la misma importancia, por ende, debería ser reciclado el desecho del aceite, realidad que no se vive por la pobre cultura ambiental que tiene la comunidad.

- **Usted conoce el daño medio ambiental que produce el incorrecto manejo de los desechos en este caso del aceite vegetal usado.**

De acuerdo a la imagen 17, el 52% no conoce el daño medio ambiental que produce el incorrecto manejo del AVU, Solo un 48% entiende algunos de los efectos negativos que se producen en al agua, suelo, aire y salud humana.



*Ilustración 17. Se conoce el daño ambiental del AVU*

#### **4.2.4.- Solución eficiente**

- **Conoce usted que existen empresas que pagan por este desecho**

Según los datos obtenidos en la imagen 18. El 53% de las muestras de estudio conoce la existencia de empresas certificadas que pagan por este desecho, pero solo el 8% elimina este desecho con una empresa privada y el resto se le es más fácil eliminarlo en la basura común, alcantarilla, regalarlo u venderlo a informales, imagen 13, por consiguiente, de este mismo grupo, se tiene un 47% que no conoce

[Título]

las empresas que pagan por este desecho y es por falta de conocimiento que eliminan

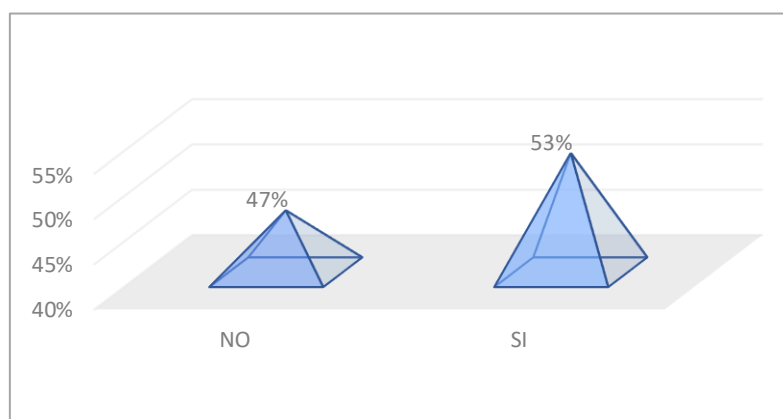


Ilustración 18. Se conoce que hay empresas que pagan por el AVU

de manera inadecuada el AVU.

- **En el supuesto caso que una empresa recicladora, le propone reciclar su aceite. ¿Cuál sería su decisión reciclaría el aceite de cocina?**

En base a los datos obtenidos en la Tabla 6, imagen 19. El 52% si reciclaría el AVU con una empresa recicladora certificada. El 29% no lo haría, por el hecho que no confía en el proceso de reutilización que va a tener el desecho, solo un 19% comentó que tal vez porque se encuentra en duda de que organización les brindaría este servicio.

En específico este proyecto brinda la información de algunas empresas a nivel nacional e internacional una de ellas certificadas con alrededor de 7 años en el mercado, actualmente con más de 1800 clientes nacionales con volúmenes de 100.000 litros, esta organización indica en su perfil que trabajan con negocios pequeños y grandes, otorgando la oportunidad a cualquier punto que genere este desecho a escala comercial sea participe de una solución ambientalmente viable a la sustentabilidad.

Tabla 6 Reciclar el AVU con una empresa calificada

Detalle	%
SI	52%
NO	29%
TAL VEZ	19%

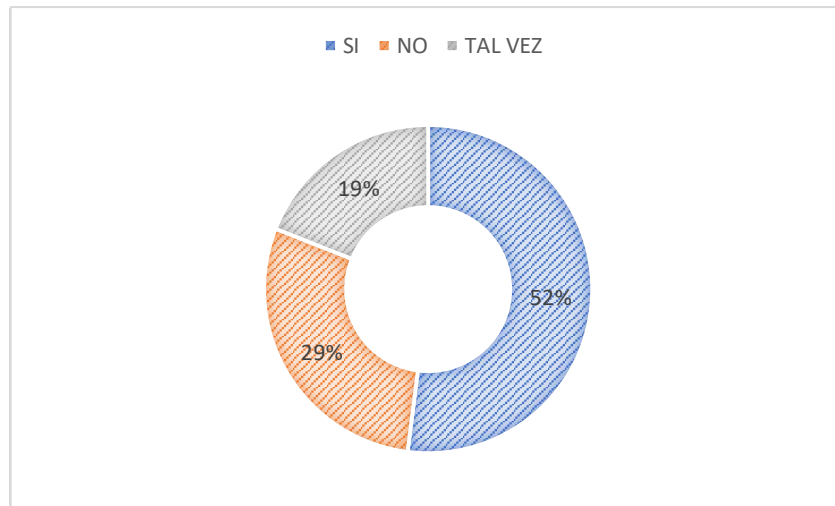


Ilustración 19. Reciclar el AVU con una empresa calificada

### 4.3.- Sector Residencial

#### 4.3.1.- Consumo de aceite

Se establece un consumo de aceite de cocina variable entre las diferentes viviendas, esto se da, porque se realizaron encuestas de manera online a todo el sector norte de la ciudad de Guayaquil.

- ¿Qué cantidad de aceite de cocina usa al mes? (litros)

Esta interrogante se desarrolló como pregunta abierta, lo requerido fue la cantidad de aceite de cocina que utilizan durante un mes para la elaboración de sus productos que requieren procesos de fritura, las cantidades en litros consumidos por el sector residencial van desde los 0,3 litros hasta los 15 litros mensuales, la tabla 7 indica que el consumo mensual de todas las viviendas encuestadas que hace uso de hace vegetal de cocina es de 149,10 litros.

Tabla 7 Consumo total AVU por Vivienda

# Vivienda	Consumo mensual total de AVU / Lt
------------	-----------------------------------

[Título]

<b>79</b>	149,10
<b>13</b>	0
<b>92</b>	Total

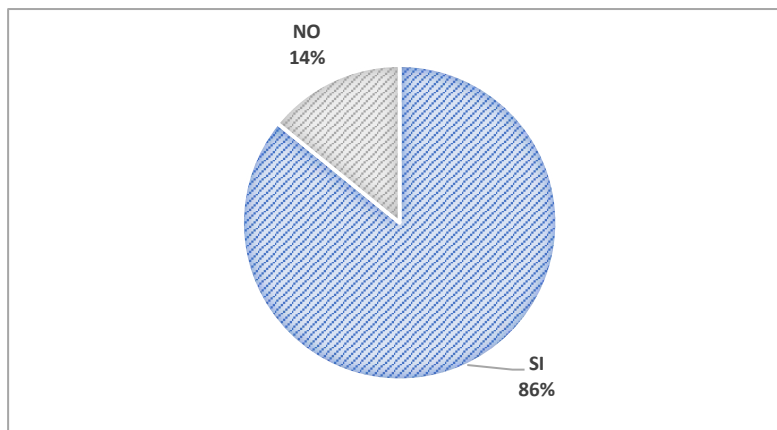


Ilustración 20. Consumo de aceite de cocina de la muestra de estudio

#### 4.3.2.- Desecho de aceite vegetal de cocina usado

A los encuestados se les presento una serie de opciones, éstas fueron: recolector de basura, alcantarilla, empresa privada, almacena y otros.

Según los datos obtenidos en la imagen 21, el 47% de las encuestas online indica, que el aceite vegetal usado es desechado al recolector de basura, esto demuestra que la mayor cantidad de los encuestados lamentablemente impacta negativamente al medio ambiente, de igual manera el 28% que desecha el AVU por la alcantarilla, el 14% no hace uso de este producto por ende no generan este desecho y el 11% lo almacena sin conocer que están expuestos a una sustancia toxica, si no es correctamente almacenada.

Tabla 8 Lugar de desecho

<b>Cant. de personas</b>	<b>Lugar de desecho</b>
<b>10</b>	Almacena
<b>13</b>	No uso
<b>26</b>	Alcantarilla
<b>43</b>	Recolector de basura
<b>92</b>	<u>Total de encuestados</u>

[Título]

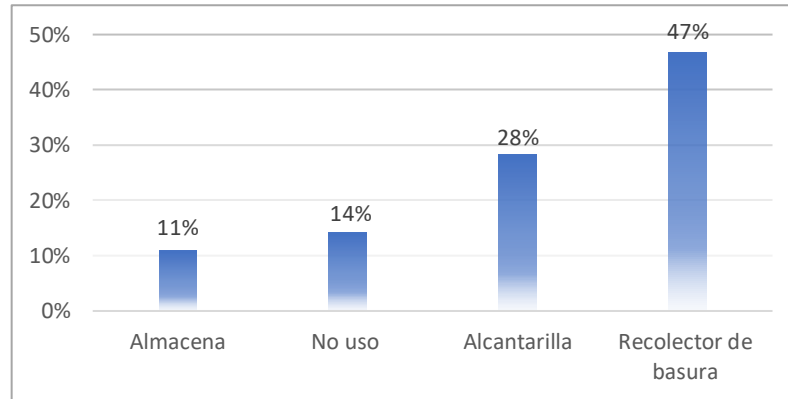


Ilustración 21. Lugar de desecho del aceite vegetal usado

### 4.3.3 Se conoce que el AVU es desecho un peligroso

El 49% de las encuestas online si conoce que el aceite usado es un desecho peligroso, pero a pesar de que se conocen que es un desecho peligroso aun así lo desechan de formas contaminantes para el medio ambiente. Del 49% el 26% lo desecha recolecto de basura, el 17% alcantarilla y el 5% almacenan. El 51% no tiene conocimiento de que el aceite usado es un desecho peligroso por ende no es de interés el cómo eliminar este desecho, esta información es obtenida en base a los datos de la imagen

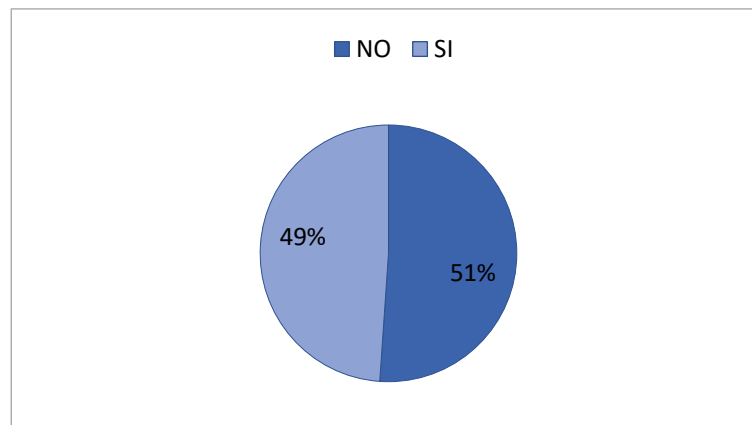


Ilustración 22. Desecho peligro el AVU

22.

#### 4.3.4.- Reciclaje

- **¿Conoce o ha oído hablar sobre el reciclaje de aceite vegetal usado?**

De acuerdo a la imagen 23. La mayor parte de los encuestados no conoce sobre el reciclaje del aceite usado, un equivalente 65%, solo el 35% conoce o ha oído hablar sobre el reciclaje del aceite vegetal usado de cocina, estos datos que demuestran que la población del sector residencial carece del conocimiento sobre el reciclaje del

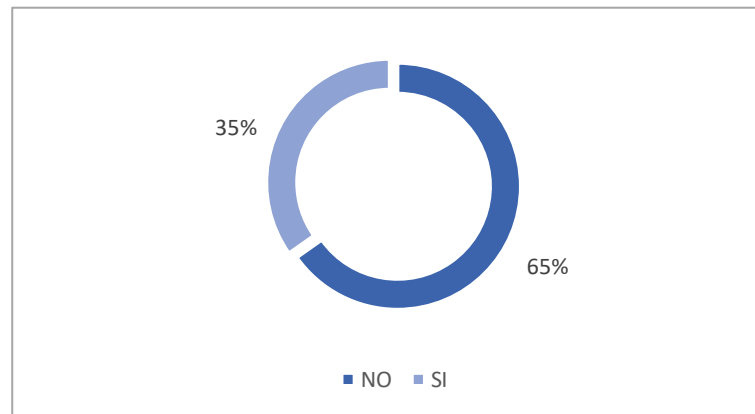


Ilustración 23. Se conoce el reciclaje del AVU

AVU.

- **¿Considera que el reciclaje de aceite vegetal usado tiene la misma importancia que otro tipo de reciclaje (plástico, cartón, papel, etc)?**

En base a los datos obtenidos, la imagen 24 indica, que el 37% de las encuestas online consideran que el reciclaje del aceite vegetal usado no es igual de importante que otro tipo de reciclaje, el 63% entiende o asume que ambos reciclajes tienen la misma importancia. Es interesante como al asociar el reciclaje del aceite vegetal usado a otros tipos de reciclaje como el cartón, papel y plástico, más de la mitad de la muestra de estudio considera que si es importante, mientras que en el anterior cuestionamiento un 65% no había oído hablar de este tipo de reciclaje.

[Título]

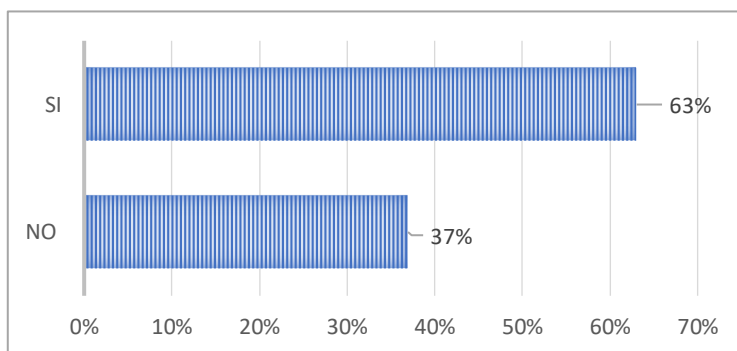


Ilustración 24. Importancia del reciclaje del aceite ante otros reciclajes

- **Se conoce el daño medio ambiental que produce el incorrecto manejo de los desechos en este caso del aceite vegetal usado**

De acuerdo a la imagen 25, el 58% no conoce el daño medio ambiental que produce el inadecuado manejo del aceite vegetal usado y solo un 42% de los encuestados entienden algunos de los efectos negativos que se producen en el agua, suelo, aire y salud humana. Al generar un comparativo, más de la mitad de las respuestas de los encuestados fue negativa en temas de si ha escuchado hablar sobre el AVU y antes los daños que presenta su incorrecto manejo, estos datos son preocupantes, por lo que la sociedad carece de información valiosa para la gestión de un sistema de este desecho, pero existen estrategias de asación como se presenta en la imagen 24, una mayor aceptación al reciclaje al mancomunar otros tipos reciclajes mayormente comunes.

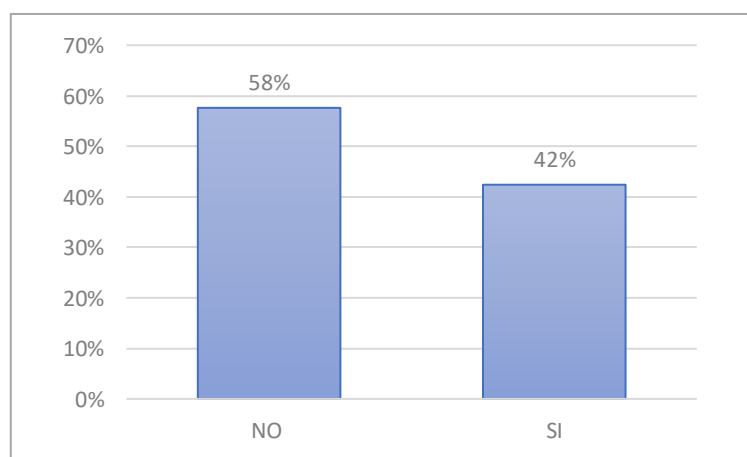


Ilustración 25. Se conoce el daño ambiental del AVU



#### 4.3.5.- Solución eficiente

- **Conoce usted que existen empresas que pagan por este desecho**

Según los datos obtenidos en la imagen 26. El 24% de las muestras de estudio conoce la existencia de algunas empresas certificadas que pagan por este desecho, por otro lado, el 76% de las encuestas online desconoce sobre las empresas que pagan por este desecho y por ende que realizan toda una gestión para generar economía circular de un desecho considerado como basura.

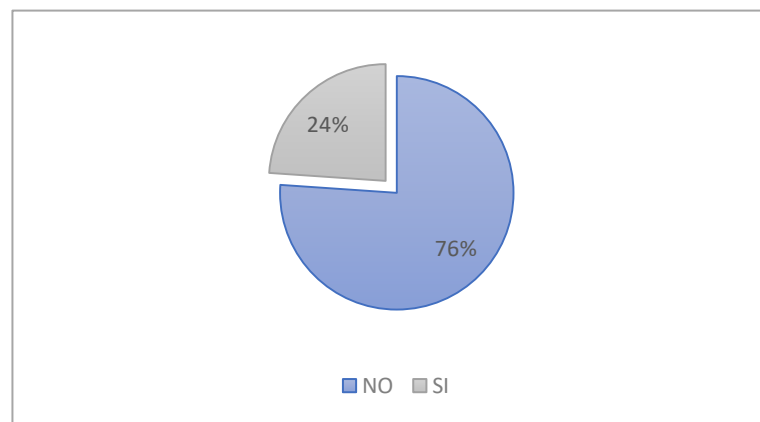


Ilustración 26. Se conoce que hay empresas que pagan por el AVU

- **En el supuesto caso que una empresa recicladora, le propone reciclar su aceite. ¿Cuál sería su decisión reciclaría el aceite de cocina?**

En base a las encuestas online obtuvimos que el 86% si reciclaría el aceite vegetal usado con una empresa recicladora certificada. El 14% de las encuestas online no lo haría, ya que no confían en esa empresa recicladora, ni en el proceso de transformación que va a tener este desecho. Las personas dudan del reciclaje AVU porque piensan que la empresa recicladora va a reutilizar este mismo aceite o la puedan envasar para volverla a vender en el mercado.

[Título]

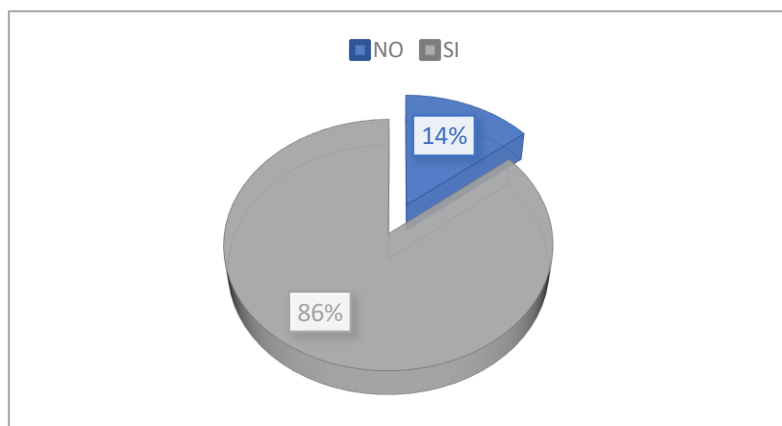


Ilustración 27. Reciclar el AVU con una empresa calificada

#### 4.4.- Extracto sector comercial y residencial

De acuerdo a la tabla 9, la muestra de estudio que comprende 171 encuestados, el 54% corresponde al sector residencial y el 46% restante al sector comercial. El consumo mensual de aceite vegetal es de 3384,1 litros. Se evidencia que el 37% de los encuestados desecha el AVU al recolector de basura, el 21% lo vierte a la alcantarilla, 10% lo almacena, un 8% corresponde únicamente al sector residencial no genera este desecho, del 24% restante correspondiente al sector comercial, el 12% lo vende, 6% lo recicla, 4% lo entrega a una empresa privada y por último el 3% lo regala.

El 55% del sector residencial y comercial conoce que el aceite usado es un desecho peligroso, aun así, solo un 9% lo reutiliza o elimina de forma adecuada, el 6% correspondiente al reciclaje y 4% a empresa privada. El 39% no conoce que el desecho del aceite usado es peligroso y 6% restante que pertenece a los centros de comida no tiene conocimiento si es un desecho peligroso.

Tabla 9 Resumen del sector residencial y comercial

Ítem	Detalle		
1	¿Qué cantidad de aceite de cocina usa al mes? (litros)	Cantidad de encuestados	Cantidad (Lt)
	Sector Residencial	92	149,1
	Sector Comercial	79	3235
	Muestra de estudio	171	3384,1
2	Como desecha el aceite vegetal usado de cocina	Cantidad de encuestados	%

	Recolector de basura	64	37%
	Alcantarilla	36	21%
	Almacenan	17	10%
	No generan este desecho	13	8%
	Vende	20	12%
	Recicla	10	6%
	Empresa privada	6	4%
	Regala	5	3%
<b>3</b>	Considera usted que el aceite vegetal usado es un desecho peligroso	Cantidad de encuestados	%
	SI	94	55%
	NO	66	39%
	NO CONOCE	11	6%
<b>4</b>	¿Conoce o ha oído hablar sobre el reciclaje de aceite vegetal usado?	Cantidad de encuestados	%
	SI	68	40%
	NO	103	60%
<b>5</b>	¿Considera que el reciclaje de aceite vegetal usado tiene la misma importancia que otro tipo de reciclaje (plástico, cartón, papel, etc.)?	Cantidad de encuestados	%
	SI	109	64%
	NO	62	36%
<b>6</b>	Conoce usted que existen empresas que pagan por este desecho	Cantidad de encuestados	%
	SI	69	40%
	NO	102	60%
<b>7</b>	En el supuesto caso que una empresa recicladora, le propone reciclar su aceite. ¿Cuál sería su decisión reciclaría el aceite de cocina?	Cantidad de encuestados	%
	SI	120	70%
	NO	36	21%
	TAL VEZ	15	9%
<b>8</b>	Usted conoce el daño medio ambiental que produce el incorrecto manejo de los desechos en este caso del aceite vegetal usado	Cantidad de encuestados	%
	SI	77	45%
	NO	94	55%

Es evidente que la comunidad no conoce o no ha oído hablar sobre el reciclaje del AVU, porque el 60% de los encuestados respondió negativamente en la pregunta 4, tabla 9, solo un 40% dio una respuesta positiva. Por consiguiente, ante la pregunta 5, considera que el reciclaje de aceite vegetal usado tiene la misma importancia que otro tipo de reciclaje plástico, cartón, papel, etc. El 64% indicó que sí y un 36% que no, esto quiere decir que más de la mitad a pesar que no conoce el reciclaje del aceite indica que es igual de importante. Por ende, un 24% del 60% que no ha oído hablar sobre el reciclaje de aceite, considera que el reciclaje de aceite vegetal usado tiene la misma importancia que otro tipo de reciclaje.

El 40% si conoce la existencia de empresa recicladoras de AVU, el 60% no conoce que existan empresas que pagan por el desecho del aceite usado, a pesar de eso 70% considera la propuesta de que una empresa recicladora, indica la predisponían de la población recicle su aceite, solo un 21% no está convencido y el 9% indicó que tal vez. Entre los datos más importantes se encuentra si la comunidad realmente conoce el daño ambiental que produce el incorrecto manejo de los desechos en este caso del aceite vegetal usado, la realidad es un 55% no y 45% dice si conocer.

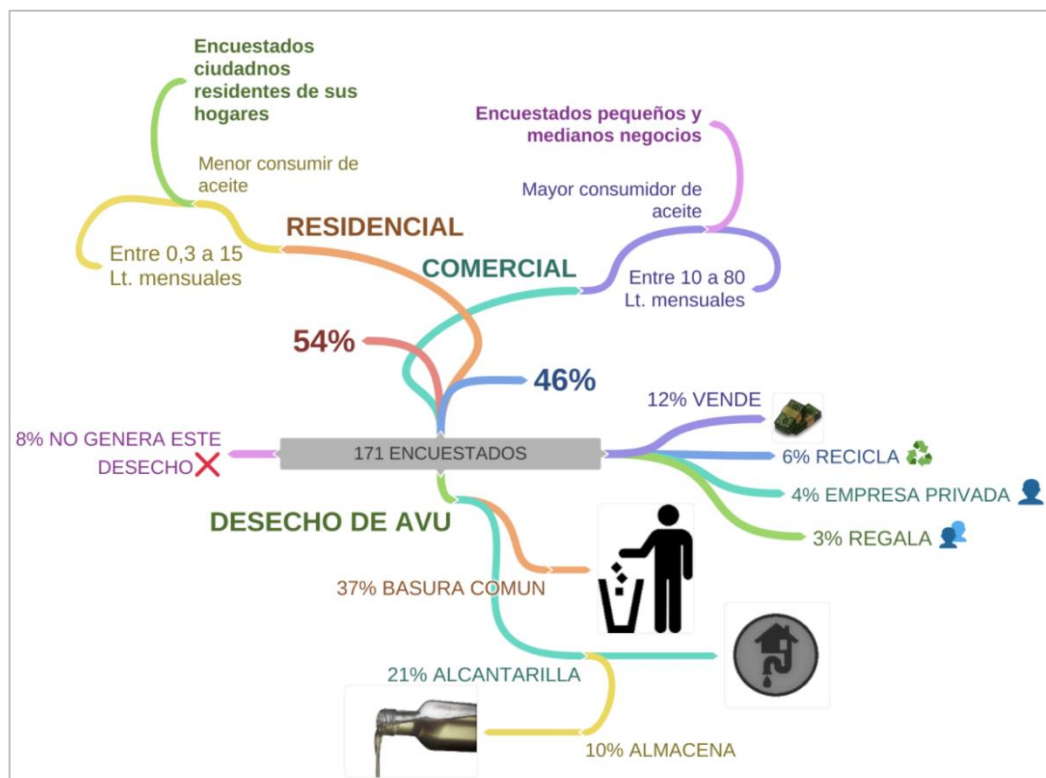


Ilustración 28. Análisis de las encuestas

[Título]

#### **4.5.- Propuesta sistema de gestión de AVU.**

La gestión de un sistema de aceite usado vegetal representa una visión dirigida hacia la sustentabilidad y a su vez, una fuente de ingreso de aquello que muchos consideran basura. Aprovechar este desecho convirtiéndolo en recurso, para satisfacer necesidades evidentes de manera eco amigable con el medio ambiente, mediante un centro de acopio y puntos de recolección para la eliminación y posterior reaprovechamiento del AVU. Hacer notar este desecho silencioso, pero altamente contaminante es una pauta para que la sociedad esté informada a través de medios escritos o hablados, posterior a esto vincular ese conocimiento con el deber de gestionar una correcta eliminación de este desecho, con una proyección al aprovechamiento del aceite reciclado.

En otros países ya existe esta estrategia de poner en funcionamiento puntos de recolección de aceite para asegurar una correcta disposición final de este desecho,(Serrano, 2019). Entre algunas organizaciones que reutilizan el aceite usado de cocina tenemos como referencia internacional a Bioils y Biogras. Progedeoil-natura y Arc como referencias nacionales.

Bioils empresa recicladora de aceites vegetales usados en frituras, conforma parte de un holding con más de 10 años de experiencias. Opera en Chile con una extensión en algunos países de latinoamérica, la recolección obtenida de los aceites, son acondicionados y transformados en insumos para la industria química, utilizados para la elaboración de jabones, detergentes, velas, aceites industriales, agentes desmoldantes, masillas y biocombustibles, tanto en el mercado nacional como en el internacional, (Bioils, n.d.).

[Título]



Ilustración 29. Usos del AVU  
(Bioils, n.d.)

Biogras es una empresa colombiana dedicada a recolección de AVU con la finalidad de producir biodiesel, cuenta con un servicio de recolección eficiente para restaurantes, casinos o industrias, asegurando la recogida, transportación y reciclaje del aceite usado, (Biogras, 2017)



Ilustración 30. Recolección eficiente de AVU  
(Biogras, 2017).

Progedeoil-natura empresa Quiteña que se dedica a reciclaje y recuperación del aceite vegetal usado, para transformarlo en una materia prima de alta calidad, utilizando el desecho para la producción de combustible ecológico. Ofrecen el servicio de recogida, transporte y gestión del aceite vegetal usado en las Provincias de, Pichincha, Manabí, Guayas, Oriente y Galápagos (ámbito nacional), (Progedeoil Natura, n.d.)

Reportes presenta que la iniciativa de emplear este producto de consumo humano, como materia prima para producir derivados surgió en el 2012 en Ecuador, tras un estudio que realizó BesselPieper, gerente de Arc y Pieper, empresa antes mencionada, con alrededor de seis años en la ciudad de Quito, su sistema parte desde

[Título]

la compra del aceite comestible usado. El desecho llega en canecas de diversos tamaños, es filtrado y almacenado para luego exportarlo a Holanda, donde se lleva a cabo la producción de biodiesel,(Pacheco, 2018).



*Autor: Galo Paguay 2018*

*Ilustración 31. EL aceite comestible usado que llega a la planta recicladora ARC (Pacheco, 2018)*

Desde el año 2002 hasta el 2010 la situación a nivel nacional en tema eliminación de desechos no había variado significativamente, de un total de 221 municipios 160 disponían sus desechos en botaderos a cielo abierto, perjudicando y contaminando los recursos suelo, agua, aire y por consiguiente a la salud de toda una comunidad y en especial de los grupos de minadores que trabajaban en condiciones inadecuadas. Los restantes 61 municipios, presentaban un manejo de sus desechos con insuficientes criterios técnicos, en sitios de disposición final parcialmente controlados, una realidad de más de 20 años que se vivió en Ecuador,(Ministerio del Ambiente, n.d.).

En Ecuador, la generación de residuos está directamente relacionada con la población y la densidad poblacional. Las ciudades con mayor producción de residuos urbanos totales y densidad poblacional son Pichincha, Guayaquil, Cuenca, (Solíz, María Fernanda; Durango, Juan; Solano, 2020).

Gestionar propuestas viables para el control y manejo desechos es enfoque que brinda opciones para mejorar la disposición final de los desechos.

Un estudio realizado en 441 hogares de ciudad de Guayaquil demuestra que la



[Título]

generación diaria promedio de aceite de cocina usado per cápita es 5,11 gramos con una desviación estándar de 4,18 gramos. Equivalente a casi 5.036 toneladas de aceite de cocina usado para la ciudad en el tiempo de un año, desecho contaminante que termina en la basura común o en las plantas de tratamiento de agua,(Hidalgo et al., 2020)

El objetivo es disponer de un sitio adecuado para almacenar el desecho del aceite vegetal usado y diseñar sistema de recolección de aceite vegetal usado que va desde el consumidor que deposita el desecho en un punto de recolección estratégico para el sector residencial o el centro de acopio que dispone de su gestión para retirar el AVU del sector comercial.

Una propuesta con bases en el tema del reciclaje tradicional orgánico, plástico, vidrio, papel, debido a que las encuestas reflejan, que al asociar el reciclaje del aceite usado vegetal con otro tipo de reciclaje hay mayor aceptación (64%), desde el punto de vista de que este reciclaje del AVU es de igual de importante que los demás, aunque la realidad en ejecución no sea evidente como pasa con la basura común, por ende se plantea el concepto que se ha buscado desde década ya implementado en otros países, dejaras de eliminar los desechos de manera conjunta y adoptar los filtros de clasificación porque la basura son recursos útiles.



Ilustración 33. Ausencia de reciclaje



Ilustración 32. Adoptar el reciclaje del AVU

#### 4.5.1.- Recolección

El aceite de cocina posterior a su consumo se convierte en un desecho conocido como aceite vegetal usado, el cual debe ser eliminado, por ello es necesario el desarrollo de un diseño de recolección que parte desde el centro de acopio hacia la población. El sistema de recolección para el sector residencial varía del comercial, lo único en común es el centro de acopio donde se deceptona y se almacena el AVU de manera clasificada para los dos sectores de estudio.



Ilustración 34. Recolección de AVU

El sector comercial al contar con un mayor volumen del desecho requiere un servicio de recogida frecuente en base a las necesidades del cliente, se programa fechas de recolección conjunto al centro de acopio. Para gestionar una recolección eficiente, se establece un mínimo de 40 litros de AVU por local comercial de comida, el cual debe ser envasado en canecas o bidones. El valor por litro de aceite reciclaje es de \$1 dólar, si el cliente solicita embaces para de reposición por los entregados se debe indicar y realiza la entrega el día de la recolección del aceite cocina usado.

El proceso comienza desde el centro de acopio con él envío de una unidad vehicular, a los diferentes puntos de comida ya registrados, únicamente se solicita confirmación

[Título]

previa, dirección, día y hora aproximada con el cliente.

En base a los 79 locales encuestados la tabla 5, indica la cantidad promedio mensual en litros de AVU, que puede generar un determinado número de locales. El centro de acopio, al contar con un número de locales recurrentes por litros constantes, sea semanal o mensual, facilita establecer un cronograma que favorezca al cliente y este no tenga que indicar constantemente para realizar la recolección.

Los centros de comida no deben almacenar en su establecimiento más de 40 Litros de aceite si no cuenta con un espacio de almacenamiento adecuado, lo correcto es proceder con la eliminación a través de las unidades del centro de acopio.

Los comerciantes de comida que participen del sistema de gestión de aceite vegetal usado, debe pasar por un proceso de registro con la entidad mencionada como centro de acopio, quienes deben proveer toda la información entorno al aceite reciclado, toxicidad, almacenamiento, transporte, contaminación ambiental y a la salud humana, a su vez, debe promover los beneficios de reciclar como bajo costos de limpieza en las depuradoras, reduce la contaminación, genera economía circular, satisface otras necesidades comerciales de forma ecológica. Por consiguiente, se debe realizar la entrega de un certificado que avale al centro de acopio como una entidad capaz para la gestión de este desecho y otro que reconozca que el local comercial de comida elimina correcta este desecho.

El sector residencial en base a las encuestas realizadas a 92 hogares, 79 viviendas generan este desecho con un total de 149,10 litros mensuales, estos datos demuestran que el consumo total de los hogares representa aproximadamente un 5% del consumo total del sector comercial, es decir el volumen de AVU es menor, por consiguiente, no puede ser tratado bajo los mismos parámetros de recolección que los centros de comida, debido a que no sería eficiente para el sector.

Se propone establecer varios puntos de recolección con una capacidad de 240 litros por punto, donde la comunidad debe acercarse y depositar el desecho del AVU dentro de un basurero.

[Título]

El desecho eliminado por los hogares de se debe almacenarse en botellas plásticas, posterior debe ser depositado en el basurero de los puntos de recolección, el cual se presenta con sistema que permite identificar la masa del envase, lo cual genera un cierre automático cuando su capacidad está a tope, esto lo puede evidenciar el cuidado porque el color de la tapa de seguridad, por lo que esta cambia de verde a rojo. El centro de acopio registra esto a través de recorridos periódicos acorde al consumo y posterior desecho del aceite de cocina en cada zona.

El sistema consiste en el recorrido de una unidad o más dependiendo de la demanda, adaptada a las condiciones para la de recogida de AVU en todos los puntos de recolección, una vez realizada la recolección, en el centro de acopio, se puede proceder de dos formas, la primera hacer uso de las múltiples alternativas de economía circular que propone el reciclaje de este desecho o bien vender el aceite usado vegetal a industrias que gestionan la reutilización ya sea para biocombustibles, velas, jabón, fertilizantes etc.

Se debe manipular correctamente el desecho para evitar daño a la persona y al medio, para ello es necesario antes de recibir el AVU realizar una inspección para garantizar que el aceite reciclado tenga un traslado seguro y llegue en buen estado al centro de acopio el cual debe estar ordenado por zonas de recepción y almacenamiento, adicional es fundamental proteger el aceite de los estados climáticos como la luz solar, lluvia y humedad y la utilización elementos de protección personal, adecuados a los riesgos que implican el manejo del aceite reciclado.

Los gestores del sistema de AVU deben considerar los siguientes puntos:

Aspecto a considerar por el centro de acopio

- . Certificación como Gestor Calificado
- . Cronograma para la recolección
- . Conocer las rutas apropiadas para la recolección
- . Brinda información de la gestión entregada
- . Conocer la cantidad máxima de carga de AVU por camión

[Título]

Los ciudadanos residentes de hogares como de los puntos de comida y

Aspecto a considerar por el consumidor directo o centro de comida

- . Informarse sobre la operación y finalidad del centro de acopio
- . Almacenar correctamente el AVU antes de ser desechado o entregado
- . Contar con embaces como bidones, canecas o botellas.
- . Entregar en condiciones adaptas el bidón o botella de AVU (sin filtraciones).

Otros aspectos fundamentales para el buen funcionamiento del sistema de gestión que maneja Progedeoil-natura son:

- . Se debe reciclar sólo aceites vegetales: El aceite para reciclar deberá ser vegetalcomo, por ejemplo, aceite de oliva, aceite refinado, aceite de girasol, de semillas, aceite de latas en conserva, etc. Recuerde NO UTILIZAR aceites minerales (como por ejemplo aceite de carro), ni tampoco pinturas o derivados.
- . Verter el aceite en un envase de plástico: Espere a que se enfríe el aceite antes de verterlo y evitemos que incluya sustancias sólidas que pueda contener. Los envases de vidrio pueden romperse en el contenedor colocado, lo que implicaría molestias y olores a los vecinos de su comunidad,(Progede oil Natura, n.d.)

#### **5.1.1.1 Puntos de recolección**

Para la zona de estudio se propone establecer un mínimo de 4 puntos de recolección por sector, en total la propuesta estima un total de 32 punto de recolección por los 8 sectores en lugares accesibles y comunes para la mayor parte de la población.

El precio del AVU del sector residencial se maneja igual que el comercial, valor de \$1 dólar por litro de aceite reciclado, por razones evidentes no se puede gestionar el pago por litro de dicho precio a cada ciudadano, porque no se conoce los respetivos datos de cada uno de los recicladores, por ende, la visión del reciclaje del aceite de cocina se fundamenta en la cultura ambiental que se debe inducir a la

[Título]

comunidad, para que el reciclar no sea un deber si no una labor socio-ambiental. El objetivo con el dinero sería mejorar la calidad medio ambiental del sector.

La muestra de estudio del sector residencial mensualmente consume un total de 149,1 litros de AVU correspondiente a 79 viviendas, de las cuales el 86% si reciclaría el aceite vegetal usado con una empresa recicladora certificada, al suprimir el 14% que no lo haría, en litros representa 18 lt, es decir el valor reciclado de AVU sería de 131,1 lt, dicho de otro modo, se generan \$131 dólares en 79 viviendas.

El centro de acopio debe ser una entidad apegada a la sustentabilidad ambiental, por ello el dinero recaudado por el reciclaje residencial debe ser empleado de forma mensual, trimestral o semestral en acciones para mejorar sectores verdes o aportar en soluciones para otros desechos en beneficio de las comunidades que sean partícipes.

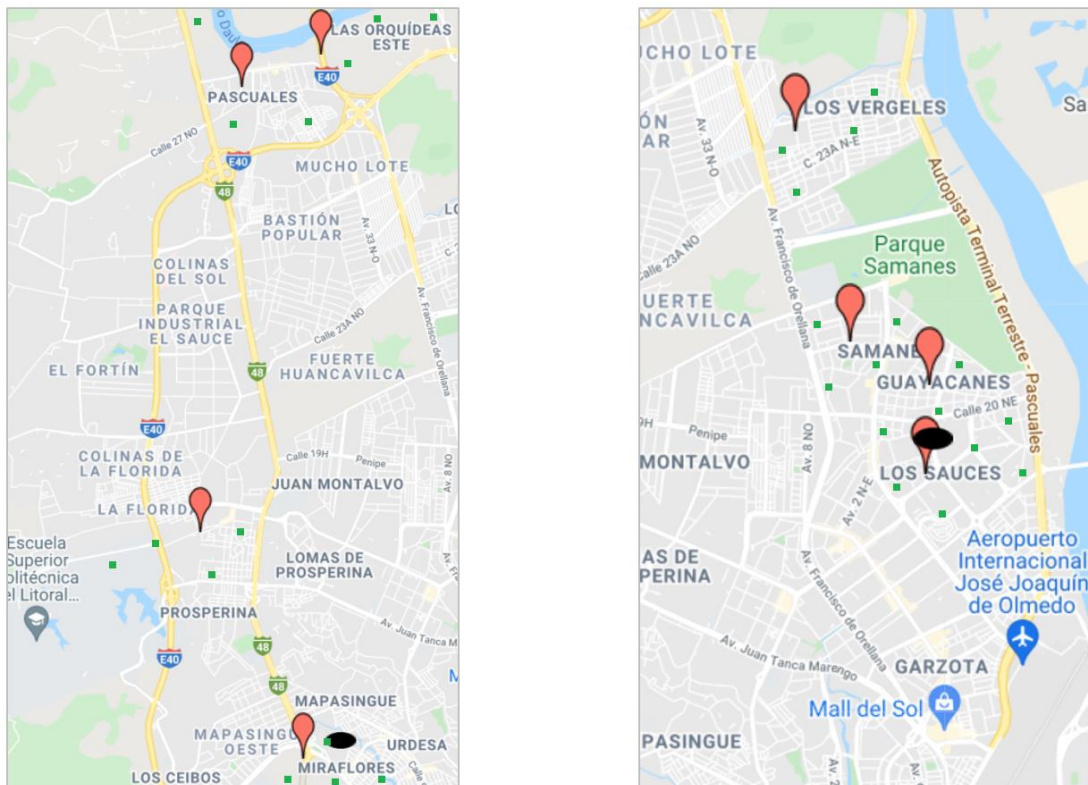


Ilustración 35. Ubicación de los puntos de recolección de AVU

### 5.1.1.2 Diseño de contenedor

Por eficiencia del sistema de gestión lo ideal es contar con un diseño adaptable que puede estar en el punto de recolección, realizando la función de contener el aceite usado reciclado por los ciudadanos y a su vez, que este pueda ser traslado cuando se encuentre en su máxima capacidad de carga.

En contenedor de basura se debe desechar el aceite usado vegetal de cocina de manera eficiente, para ello cuenta con un mecanismo de abrir la tapa de seguridad al realizar presión con la planta del pie, tapa semihermética para evitar derrames o malos olores alrededor, así se garantiza el estado ambiental de la comunidad.

El diseño del contenedor de basura permite que una unidad de 2.2 toneladas de carga pueda transportar 6 contenedores de basura como máximo, las dimensiones del contenedor de basura son 0.780 m en ancho y 1.080 m en alto, con un peso de 12.9kg, capacidad en litros de 240lt, carga nominal 96kg y diámetro de ruedas de 200/250 mm. Para este análisis se tomó en cuenta la densidad del aceite más alta 0,960 kg/lteste datovaría según el tipo de aceite, conjunto a la carga nominal del contenedor, la cual se conoce, se calcula el volumen que este puede almacenar con la fórmula de densidad:

$$d = \frac{m}{v}$$
$$v = \frac{m}{d}$$
$$v = \frac{96\text{kg}}{0,960\text{kg/lt}}$$
$$v = 100 \text{ lt}$$



*Ilustración 36. Diseño de contenedor de basura para los puntos de recolección*

Es decir, en un contenedor como el propuesto en la imagen 36, puede almacenar 100 litros de AVU, equivalente a 96kg.

#### **4.5.2.- Transporte**

El sistema de transporte deberá cumplir con las condiciones establecidas en la Norma INEN 2266 sobre el Transporte, Almacenamiento y Manejo de Materiales Peligrosos, en el cual el vehículo debe cumplir con las siguientes características:

- . La capacidad y el tipo del vehículo debe disponer de una estructura que posibilite la contención del material peligroso de tal manera que no se derrame.
- . Disponer de un kit básico de emergencia para control de derrames y extintor.
- . Incluir un mecanismo de rastreo satelital por GPS, que permita monitorear los datos de operación del vehículo,(Serrano, 2019).

El concepto del vehículo para el transporte de los contenedores de basura de AVU es un camión tipo sencillo con capacidad real de 2.2 toneladas y 1.75 homologada adaptado para transportar hasta 6 contenedores de forma segura, para este análisis se



[Título]

conocen las dimensiones del vehículo 3.40 m de largo, 2.15 de ancho y 2.20 alto, considerando los 95kg del AVU, más los 13kg del tacho, esto representa 108kg por contenedor de desecho equivalente a 0,108t, es decir que por cantidad en toneladas el camión de 2.2t podría almacenar sugerido 1.728t aprox. 16tachos y tope 2.16t aprox. 20tachos, pero por la capacidad en metros lineales de largo y ancho del camión es posible transportar hasta 6 contenedores de AVU de 0,780x1080m.

Estructuralmente en la base del camión se debe implementar unos soportes por cada contenedor para evitar el movimiento durante el traslado desde los puntos de recolección hasta el centro de acopio, de tal forma contar con todo los certificados u autorizaciones para la carga y transporte del aceite de cocina usado por parte del centro de acopio y demás autoridades ambientales pertinentes.

A los locales de comida no se realiza el mismo análisis de cálculo, porque la cantidad de AVU variar en base a la demanda del cliente, se puede contar con dos tipos o más de vehículos con autorización sanitaria operativos; por ejemplos camionetas operativas para los locales de comida que manejan bidones o canecas de fácil traslado y camiones para la recolección adecuada de los tachos de 240lt que manejan un diseño peculiar para mayor almacenamiento y transportación segura del diseño propuesto.



*Ilustración 37. Entidades de reciclaje que operan en la comuna de Algarrobo Chile Transporte de aceite vegetal usado (Bravo, 2020).*

#### **4.5.3.- Almacenamiento**

El almacenamiento dependerá del sector, para las residencias se debe hacer uso de botellas plásticas para almacenar el desecho y para los locales de comida se recomienda bidones.

Es fundamental conocer qué clase de desecho es el aceite vegetal usado, catalogado como un desecho peligroso en la normativa ecuatoriana por los problemas ambientales que genera cuando su disposición final es inadecuada,(Valencia, 2017). Este concepto permite gestionar un almacenamiento apropiado a dicho desecho.

El 39% de la muestra encuestada consideran que el aceite vegetal usado no es un desecho peligroso, por ende, no manejan ni almacenan el desecho de manera correcta poniendo el riesgo su vida y la de todos, del restante 6% no conoce y 55% si, pero igualmente no maneja adecuadamente el desecho. Es fundamental conocer que el AVU es un desecho peligroso y como debe ser almacenado correctamente

Se debe tener presente algunas recomendaciones para almacenamiento de AVU como:

- . Evitar la emisión de polvo, húmeda, particular, etc. para contar con un óptimo estado del desecho para su reutilización.
- . Contar con envases de almacenamiento para el aceite en buen estado, para así evitar roturas en sus envolturas, lo cual si se presenta generaría costos innecesarios.
- . Almacenar los materiales inflamables en depósitos con adecuada ventilación.
- . En los puntos de comida con gran aforo identificar cantidad y tipo de extintores o dispositivos para control del fuego dentro del sector de almacenamiento y conocer el procedimiento de emergencias ante incendios,(Preciado, 2017).

El 9% del sector comercial almacena el AVU y en el residencial un 11% de la muestra de estudio, lo que es equivalente a un 10% del total de la muestra que almacena este desecho ya sea en sus casas o locales de comida, su gran mayoría sin

[Título]

conocer de manera puntal algunas de las recomendaciones antes mencionadas.

El análisis de la encuesta permitió determinar que son necesarios varios puntos de recolección para el almacenamiento adecuado del AVU del sector norte residencial de la ciudad de Guayaquil, en especial de las áreas de estudio con una visión a futuro, donde toda una comunidad sea parte de un sistema de gestión de aceite usado vegetal.

La gestión de los residuos es una competencia de los Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales. La implementación de un sistema de gestión de aceites usados de cocina permitiría reducir los impactos ambientales asociados a la mala gestión de este residuo, (Valencia, 2017). Porque se evitará el desecho inadecuado del mismo a las dos fuentes principales que son basura común 37% y alcantarilla 21% en base a las encuestas realizadas y reaprovechar este desecho con propuesta basadas en el equilibrio ambiental.

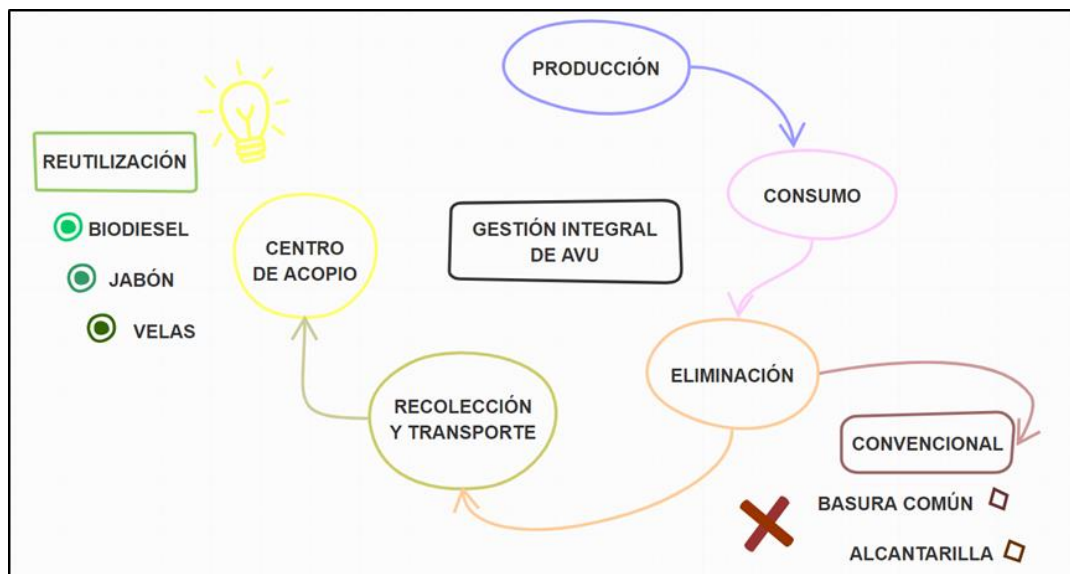


Ilustración 37. Gestión integral de AVU

[Título]

#### **4.6.- Alternativas de aprovechamiento para las industrias o comunidad**

El aceite vegetal usado puede ser utilizado como una materia prima para la producción de diversos productos con potencial de industrialización, tales como: biocombustible (biodiesel), betún, surfactantes, jabón, velas, espuma de poliuretano, fertilizantes. De esta forma, se disminuye el impacto ambiental y se aprovecha el valor agregado de un residuo considerado actualmente como desperdicio, (Villabona Ortíz et al., 2017).

[Título]

Alternativas de aprovechamiento para el aceite reciclado:

. **Biodiesel**

Trasformación de AVU en un combustible líquido conocido como el biodiesel, por lo que este puede ser producido a partir de los aceites vegetales usados de cocina. El biodiesel es una alternativa biodegradable para reemplazar al combustible tradicional ya que emite menos monóxido de carbono e hidrocarburos quemados.

El biodiesel es una fuente de energía renovable, reduce aproximadamente en un 80% las emisiones de CO<sub>2</sub>, y casi 100% las de SO<sub>2</sub>. La combustión de biodiésel disminuye entre un 75 y 90% los hidrocarburos aromáticos,(Bravo, 2020).

El proceso para la obtención de biodiésel, varía de según el productor en base a los estándares que determine para el producto terminado, el método popularmente empleado para la obtención de biocombustibles es la transesterificación.

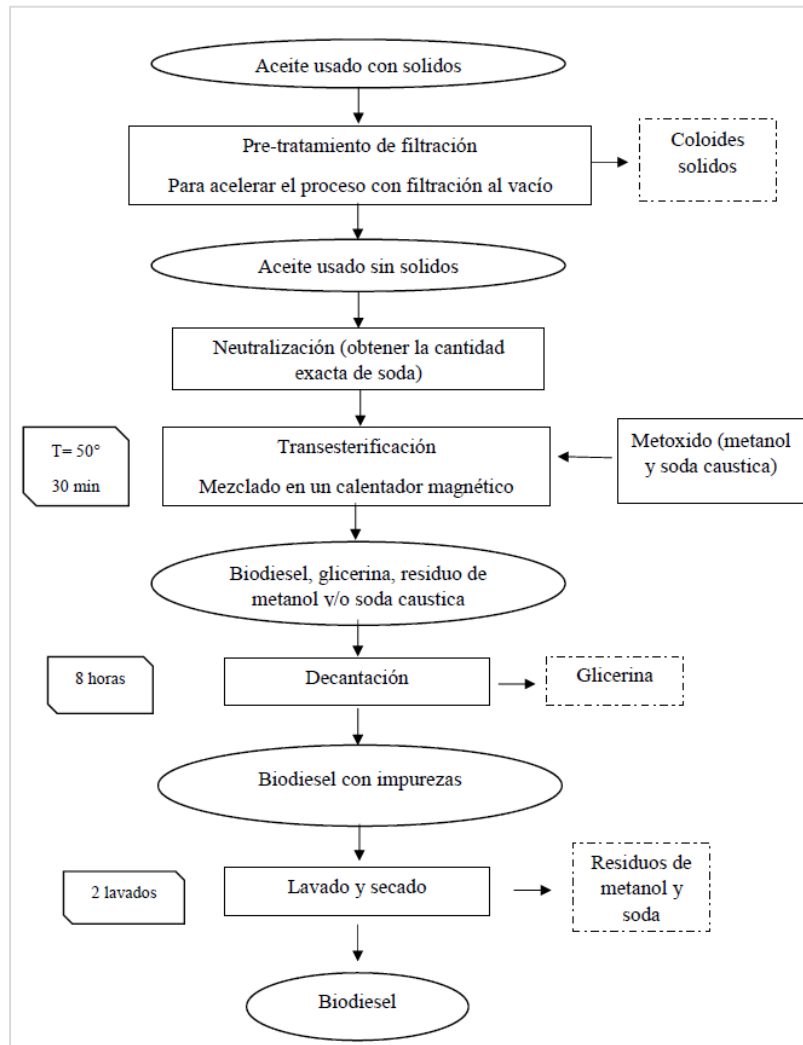


Diagrama de flujos del proceso para la obtención del biodiesel:

*Ilustración 38. Diagrama de flujo del proceso de obtención de biodiesel a partir de aceite de fritura usado (Campos et al, 2017)*

La actividad operacional que se lleva a cabo para la producción de biodiesel a base de AVU comienza en el reciclaje, recolección u recepción, almacenamiento y proceso productivo. Para convertir un desecho en recurso u materia prima, para a su vez generar un producto de consumo masivo se debe contar con aceite reciclado en buen estado el cual pasa por una serie de pruebas para determinar si este es o no adecuado para la producción de biodiesel, posterior se presenta una o varias etapas de filtración, decantación y sedimentación, la neutralización y transesterificación.

Un proceso de experimentación representa la imagen 38 donde para la elaboración de biodiesel se empleó aceite residual de fritura de chifles y otro con aceite residual de

[Título]

fritura de un restaurante. El aceite se calienta hasta 50 °C y se realizó la mezcla entre el metanol y la soda caustica hasta que se disuelvan, y obtener el metoxido, esta mezcla se debe realizar en un recipiente hermético. Una vez obtenido el metoxido se mezcla con el AVU tratado para que se produzca la reacción de transesterificación,(Campos et al, 2017).

El biodiesel como alternativa sustentable para el reemplazo de los combustibles tradicionales es la más común y mayormente viable por los múltiples procesos ya efectuados a nivel mundial, considerada como fuente de energía renovable, se considera así hasta cierto punto porque al conocer que la aceite de palma para cocinar o freír acarrea una serie de complicaciones a la salud humana, se debería disminuir sus consumo, pero la posibilidad de que la sociedad culturalmente cambie o reemplace esa necesidad a gran escala es difícil.

#### . **Jabón**

La producción comercial de jabón a gran escala comenzó hace varios siglos con grasas de animales y aceites vegetales, posteriormente surgen nuevos desarrollos, donde el jabón comprende bases de sodio o potasio así mismo varios ácidos grasos, lo cual permite una producción de jabón a bajo costo convirtiéndose así en un producto mundialmente utilizado, que actualmente puede ser producido a base de aceite vegetal usado.

El aceite reciclado debe pasar por un proceso de purificación o limpieza antes de volverse usar, este puede ser de diferentes maneras según las necesidades que se buscan cubrir. Para una planta que elabora este producto interviene operaciones mecánicas de solido-fluido donde el objetivo es obtener el material requerido, para ello interviene la aplicación de fuerzas lo cual permite la separación de materiales solidos que pueden llegar a encontrarse en una fase liquida o cuando se tiene dos fases liquidas con densidades diferentes como es el agua en el aceite. Entre las operaciones más usadas industria y artesanalmente tenemos sedimentación, filtración, desbaste, lavado, desodorización y centrifugación.

Posterior al tratamiento, se debe generar la reacción de saponificación o también conocida como hidrólisis alcalina de triglicéridos, primero se pesa el AVU y se

[Título]

calienta ligeramente para completar la homogeneización, posteriormente se pesa el álcaliNaOH y se disuelve en agua desionizada, cuando la sustancia allí alcanzado una temperatura entre 50-80°C de forma industrial, , artesanalmente puede estar en los 27°C, esto puede ser agregado directamente al aceite caliente o realizarlo por etapas agitando la mezcla de forma constante hasta que espese.

Mezclar la esencia de naranja con la solución acuosa (jabón y glicerina), el proceso de curación consiste en dejar reposar los jabones durante un tiempo promedio de 6 semanas para que la reacción de saponificación se complete el jabón pierda el exceso de agua y vaya endureciendo y adquiriera un pH menos básico, (Távora, Geana; Córdova, Eddy; Navarro, 2018).

Materiales y métodos comúnmente usados en la elaboración de jabón:

- Materia prima (residuo): aceite vegetal usado
- Elemento álcali: hidróxido de potasio (KOH) o hidróxido de sodio (NaOH)
- Agua desionizada: para evitar que los iones disueltos en el agua produzcan reacciones secundarias no deseadas en contacto con el álcali y el jabón.
- Aditivos: la sal o salmuera que permite precipitar los coágulos del jabón, polvo y aceite esencial de naranja.
- Tratamiento de los AVU: Filtrado (Desbaste), lavado, (sedimentación, desodorización), centrifugación
- Método: saponificación
- Tipo: saponificación heterogénea
- Proceso de obtención: proceso en caliente o caliente

El jabón a base de AVU puede ser producido de forma industrial o artesanal de forma muy sencilla, cabe destacar que el proceso en frío es más común en la elaboración artesanal de jabón, mientras que el proceso en caliente es más complicado y requiere procesos originales que se han seguido para la elaboración del jabón de mayor temperatura, (Reyes, 2018). El rendimiento aproximado obtenido por cada 100 gramos de aceite reciclado fue de 132 gramos de jabón.



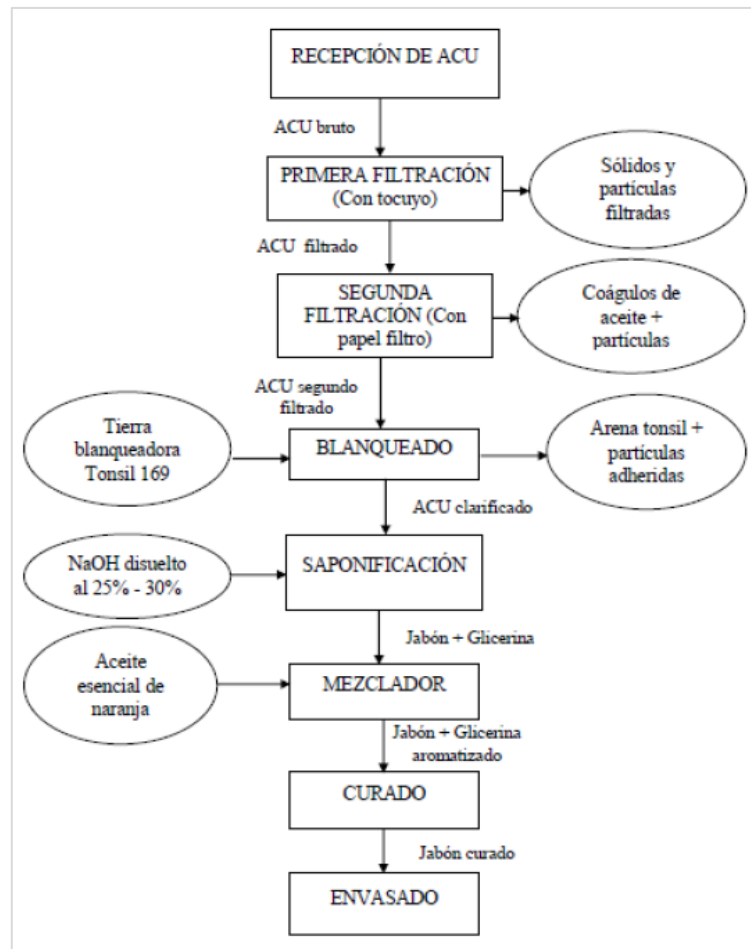


Ilustración 39. Procesos para la elaboración del jabón artesanal a base de aceite usado (Távora, Geana; Córdova, Eddy; Navarro, 2018)

## . Velas

Al pasar los años fue cambiando la materia prima para la producción de las velas, abase de cera de abejas las cuales no eran tóxicas ni malolientes como las de cera de animal, pero si costosas, luego aparecieron otras clases de velas como la de esperma de ballenas las cuales era más resistentes al calor y firmes a la temperatura presente, en 1850 la parafina se comenzó a utilizar en la fabricación de velas a un costo sumamente bajo, pero a un precio ambiental alto. Cálculos realizados a la vela de cera de abeja y parafina imagen 500, resultan que la cera de abeja tiene menos emisiones de CO2 que la vela de parafina,(Preciado, 2017).

Tipo de velas	Peso de las velas (g)	Peso del residuo de las velas (g)	Cantidad de CO <sub>2</sub> (g)	Tiempo (h)
Vela de cera de abeja	113	100	13	5
Vela de parafina	115	28	87	5

*Ilustración 40. Pesos, cantidades de CO<sub>2</sub> y horas de las velas (Preciado, 2017)*

Las velas son otra alternativa para reciclar y transformar el aceite vegetal usado. A continuación, los pasos para crear las velas con aceite vegetal usado:

1. Hay que dejar reposando el aceite durante unas horas para quitar la suciedad que tenga el aceite.
2. Luego pasa por un filtro para que no quede ningún residuo para eso podemos usar una media limpia.
3. Para el siguiente paso podemos escoger cualquier tipo de esencia que nos guste.
4. Para finalizar le añadimos un poco de colorante para darle color a la vela, (Velada, 2017).

#### . **Engrasar bisagras**

El aceite vegetal usado se lo puede reutilizar como un desengrasante de bisagra mediante un correcto filtrado y se lo puede aplicar mediante una jeringa en todo tipo de goznes, charnelas, pernos y todo tipo de cerraduras para así reducir el roce entre los herrajes.

#### . **Betún**

El betún es otra alternativa ecológica donde se puede reutilizar el aceite vegetal usado, para obtenerlo es necesario combinarlo con otros productos químicos que son: cera, grasa, disolventes y pigmentos. Luego se calienta todos los productos químicos y se lo mezcla para obtener la cantidad adecuada. Luego es traspasado a unos recipientes para que se produzca un cambio de estado y pase de líquido a sólido. Al

[Título]

final obtenemos el betún y ya se lo puede empezar a vender,(Villabona Ortíz et al., 2017).

. **Cera para muebles**

La cera para muebles es otra alternativa ecológica donde se puede reutilizar el aceite vegetal usado, para obtenerlo es necesario mezclarlo con grasas, cera de abejas, aceite mineral y trementina. Luego se lo disuelve, se lo calienta y se lo expone a la temperatura normal para que este en un estado sólido. Al final obtenemos la cera con un buen brillo y una buena consistencia, (Villabona Ortíz et al., 2017).

. **Espuma rígida de poliuretano**

La espuma rígida de poliuretano es otra alternativa ecológica donde se puede reutilizar el aceite vegetal usado, para obtenerlo es necesario filtrar el aceite. Luego es absorbido utilizando un bagazo de caña de carbón activado para limpiar el aceite. Luego se utiliza el aceite para sintetizar polioliol a través de una transesterificación (mezcla de reactivos). Al final el polioliol se lo combina con otros productos químicos para obtener la espuma rígida de poliuretano, (Villabona Ortíz et al., 2017).

. **¿Cuál es la mejor alternativa ecológica a partir del aceite vegetal usado?**

En la actualidad hay muchas alternativas para reutilizar el aceite vegetal usado como, por ejemplo: Biodiesel, engrasar bisagras, jabón, velas, Betún y cera para muebles. La mejor alternativa ecológica para reutilizar el aceite vegetal usado es el biodiesel ya que cuenta con muchos beneficios como, por ejemplo:

1. El biodiesel es un combustible que no contamina y que se lo puede utilizar en cualquier vehículo y maquinaria.
2. Es un combustible que ayuda a lubricar los motores y a funcionar de manera más eficiente.
3. Es de fácil elaboración ya que puede ser fabricado de manera casera.
4. Es un combustible que no emite gases nocivos y que tiene buen aroma.

[Título]

5. Genera mano de obra ya que este combustible es elaborado a partir de aceites vegetales usados obtenidos de las semillas.

#### **4.7.- Plan de capacitación**

El plan de capacitación sobre el correcto manejo de los aceites vegetales usados es una propuesta que está dirigida a la población del sector norte de la ciudad de Guayaquil. La capacitación es muy importante ya que esto no solo ayudara a concientizar a los moradores del sector norte, sino que también aprenderán a como ser más amigables con el medio ambiente, esto ayudara a que se reduzca la contaminación en los ríos o lagos producido por el mal manejo de los desechos de aceite vegetales usados.

En la capacitación se les podrá indicar a las personas de que existe diferentes formas de desechar el aceite vegetal usado como, por ejemplo: el aceite vegetal usado puede ser almacenado para luego entregarlo a una empresa ecológica, también pueden llevarlo al centro de acopio más cercano o se lo pueden entregar al recolector de basura. Las personas podrán conocer todos los beneficios que conlleva desechar correctamente estos desechos y todos sus impactos ambientales ya se a corto o a largo plazo sino se desecha correctamente este desecho.

Los moradores del sector norte de la ciudad de Guayaquil podrán conocer sobre el reciclaje del aceite vegetal usado y sobre las alternativas en los que se puede reutilizar este desecho, por ejemplo: el aceite vegetal usado puede ser reutilizado para crear el biodiesel y así reducir la contaminación causado por el combustible fósil. Otra alternativa es reutilizar el aceite vegetal usado para crear jabones, velas y así muchas otras alternativas más para ayudar al medio ambiente.

El plan de capacitación podrá ser transmitido por las redes sociales ya sea vía Facebook, Instagram, twitter o twitch. También podrá ser transmitido desde diferentes plataformas educativas como son Microsoft teams o Zoom donde se mostrará un croquis a los moradores sobre qué sector del norte en específico es la que más consume y genera el aceite vegetal usado.

[Título]

Otra propuesta es que se haga una campaña por todo el sector norte de la ciudad de Guayaquil dando pequeñas charlas puerta a puerta a los moradores realizadas por expertos en el tema del reciclaje del aceite vegetal usado y sobre cómo se lo puede reutilizar ya sea en el sector residencial como en el sector comercial.

## CONCLUSIONES

- . El diseño del sistema de recolección de aceite vegetal fue realizado exitosamente y es viable para todo el sector norte de la ciudad de Guayaquil. Los habitantes de este sector podrían beneficiarse de este sistema si se llegará a construir en relación al diseño.
- . Las personas del sector residencial no desechan correctamente los aceites vegetales usados ya que mediante una encuesta online obtuvimos que muchas personas optan por eliminar el aceite usado por la alcantarilla y no conocen todo el problema ambiental que esto produce. El sector comercial tiene un mejor manejo de este desecho ya algunos locales optan por almacenar y vender este desecho a empresas que lo reciclan.
- . La muestra seleccionada del sector norte generada alrededor de unos 3000 litros mensuales de aceite vegetal usado.
- . El aceite vegetal usado se lo puede reutilizar o transformar en varias alternativas como son el Combustible biodiesel, jabones, velas, engrasar bisagras y etc.
- . Nuestra propuesta se centra en generar un mínimo de 4 puntos de recolección por sector, lo cual representa un total de 32 puntos de recolección por los 8 sectores encuestados.
- . El plan de capacitación para los moradores del sector norte de la ciudad de Guayaquil es importante ya que así podrán conocer la forma correcta de desechar el aceite vegetal usado y sobre los beneficios ecológicos que esto conlleva.

## **RECOMENDACIONES**

- . Se recomienda que se lleve a cabo el sistema de recolección de aceite vegetal usado ya que va a beneficiar a miles de familias del norte de la ciudad de Guayaquil.
- . Se recomienda dar charlas al sector residencial para que puedan conocer otras maneras de desechar el aceite vegetal usado.
- . Se recomienda reutilizar el aceite vegetal usado en combustible biodiesel, ya que es un combustible mucho más limpio y ecológico para el medio ambiente.
- . Para lograr una mayor audiencia se recomienda que el plan de capacitación sea realizado a través de las diferentes redes sociales para así abarcar una gran parte del sector norte de la ciudad de Guayaquil.

## ANEXOS

- . Locales comerciales encuestados en sitio





[Título]



[Título]



[Título]





## BIBLIOGRAFÍA

- Aguilar, G., & Cuba, P. (2019). Diseño y propuesta de un sistema de gestión de aceites vegetales usados, para la elaboración de jabones en el distrito de Santiago de Chuco.
- Amorós, G. (2017). Razones de los Administradores de Restaurantes Menú en el Cercado de Lima, para no Reciclar Aceite Vegetal Usado.
- Arias, M. (2017). Evaluación de técnicas de saponificación artesanal de aceites de cocina usados provenientes del municipio de Charalá.
- Autoridad portuaria del Guayas. (n.d.). Ubicación Geográfica. Puertodeguayaquil. <http://www.puertodeguayaquil.gob.ec/ubicacion-geografica/>
- Ávila, Edwin ; Ordóñez, K. (2017). Evaluación del grado de degradación primaria del aceite vegetal usado en el proceso de preparación de papas fritas mediante la medición de la formación de peróxidos.
- Biogras. (2017). Biogras aceite vegetal usado.
- Bioils. (n.d.). Los desechos son recursos en las manos correctas. <https://www.bioilslatam.com/>
- Bravo, R. (2020). Diagnóstico del sistema de gestión de reciclaje de aceites vegetales usados en la comuna de algarrobo.
- Campos Chris; Delgado Hermes; Esquivel Juan; Samamé Jorge; Sirlupú, J. (2017). Diseño de la línea de Producción para la Elaboración de biodiesel a Partir de aceite residual Recolectado de la industria Chiflera piurana.
- Castañeda, J. (2018). Análisis de la generación de residuos de aceite de uso domiciliario para promover la correcta gestión y sensibilización ambiental de la población del Cantón Esmeraldas.
- Código Orgánico Ambiental. (2017). Código Orgánico Del Ambiente. In Registro Oficial Suplemento.
- Comercio de Cámara de Quito. (2021). La Fábrica continúa apostando por el cuidado del medioambiente con el reciclaje de aceite usado de cocina y su

[Título]

transformación en biocombustible. AGENDA DEL SOCIO. <https://ccq.ec/la-fabril-continua-apostando-por-el-cuidado-del-medioambiente-con-el-reciclaje-de-aceite-usado-de-cocina-y-su-transformacion-en-biocombustible/>

Dávila, J. D., & Cortés, C. C. (2017). Obtención de biodiesel a partir de aceite de fritura.

Díaz, A. (2016). Programa de gestión integral de residuos de aceite vegetal usado (AVU) y grasa animal (GA) generados en el parque recreativo y zoológico Piscilago.

El Comercio. (2018). Convenios en cinco ciudades del Ecuador para reciclar aceites usados. El Comercio. <https://www.elcomercio.com/actualidad/convenios-ciudades-ecuador-reciclar-aceites.html>

El Universo. (2019). Alternativa para el reciclaje del aceite usado de cocina en Ecuador. El Universo Ecología. <https://www.eluniverso.com/noticias/2019/06/16/nota/7377933/alternativa-reciclaje-aceite-usado-cocina-ecuador>

Félix, Sandra; Araújo Joana; Pieres, A. S. A. (2017). Producción de jabón: una perspectiva verde.

Filho, S. T., Figueiredo, E., Corrêa, L., Rocha, M., Marinho, R., Pereira, R., & Franco, H. A. (2017). Evaluation of the impact of vegetable oils on the germination of lettuce seeds (*Lactuca sativa* L.). *Revista Electrónica de Gestión, Educación y Tecnología Ambiental.*, Santa Marí.

Guijarro, G. (2016). Aprovechamiento del aceite residual y las cenizas provenientes de restaurantes (asaderos de pollos) en el sector carapungo de la ciudad de Quito, para la obtención de productos de aseo personal (Vol. 13, Issue 1).

Hidalgo, J., Coello, S., Crespo, V., López, A., Borja, D., & Martínez, H. (2020). Domestic waste cooking oil generation in the city of Guayaquil and its relationship with social indicators. *LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education, and Technology*, 1–5.

Instituto Nacional de Estadística y Censos. (2010). Población y Demografía. <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/censo-de-poblac>

[Título]

- Jarquín, M., Lacayo, R., López, M., & González, C. (2020). Sistematización de experiencias en las capacitaciones realizadas en el uso y manejo del aceite vegetal usado. UNAN-Managua, 1, 23–28.
- Lázaro, M. (2018). Alteraciones de los aceites vegetales durante la fritura.
- Ministerio del Ambiente. (n.d.). Programa Nacional para la Gestión Integral de Desechos Sólidos – PNGIDS ECUADOR. <https://www.ambiente.gob.ec/programa-pngids-ecuador/>
- Nasello, M. E. (2019). Tratamiento de los Aceites Vegetales Usados y evaluación de su factibilidad técnica como materia prima en una planta de biodiesel en la ciudad de Tandil.
- Organización mundial de la salud. (2016). Las dioxinas y sus efectos en la salud humana. Who.Int. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/dioxins-and-their-effects-on-human-health>
- Pacheco, M. (2018). Reciclan aceite de cocina para generar biodiésel. Revista Líderes.
- Preciado, A. (2017). Evaluación del Aceite Reciclado de Cocina para su Reutilización.
- Progede oil Natura. (n.d.). Aceite reciclado de cocina Progede oil Natura. <http://www.progedeon.com/empresa/>
- Ramírez, T. (2018). Evaluación de las propiedades fisicoquímicas de aceites y grasas residuales potenciales para la producción de biocombustibles.
- Ramos, J. (2016). Cómo hacer jabones: Aprende a formular recetas de jabón por saponificación, Kindle Edition.
- Reglamento al Codigó Organicó Ambiental. (2019). Reglamento al Código Orgánico Ambiental (Vol. 752).
- República de Ecuador. (2008). Constitución del Ecuador. In Registro Oficial.
- Reyes, H. (2018). Descripción: Estudio de la generación de aceites usados en los diferentes establecimientos de comida y su reutilización industrial.
- Serrano, D. (2019). Evaluación Del Uso Y Disposición Final Del Aceite Vegetal

[Título]

Residual Proveniente De Comedores En General Villamil Playas, Ecuador.

Sigauco, D., & Terre, E. (2018). El mercado mundial de aceites vegetales: situación actual y perspectivas. *Bolsa de Comercio de Rosario*, 1–4.

Solíz, María Fernanda; Durango, Juan; Solano, J. Y. M. (2020). Cartografía de los residuos sólidos en Ecuador.

Távora, Geana; Córdova, Eddy; Navarro, V. P. F. S. E. (2018). Diseño de un sistema productivo artesanal de jabón aromatizado con esencia de naranja a base de aceite de cocina usado en el restaurante salomé ii del centro poblado Jibito, Sullana.

Tsai, W. T. (2019). Mandatory recycling of waste cooking oil from residential and commercial sectors in Taiwan. *Resources*, 8, 2–11.

Valencia, X. (2017). Diseño de un sistema de recolección de aceite usado de cocina para el Barrio Propicia #2.

Velada, G. (2017). Velas con aceite usado. *Velas Con Aceite Usado*.

Villabona Ortíz, A., Iriarte Pico, R., & Tejada, C. (2017). Alternativas para el aprovechamiento integral de residuos grasos de procesos de fritura. *Teknos Revista Científica*, 17(1), 21. <https://doi.org/10.25044/25392190.890>

Yahya, S., Razali, F. H., & Harun, F. W. (2019). Physicochemical Properties of Refined Palm Cooking Oil and Used Palm Cooking Oil. *Materials Today: Proceedings*, 19, 1–7. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2019.11.010>

Zavala, J. (2017). Diseño de un Sistema de Gestión Ambiental, basado en la norma ISO 14001:2015, para una Empresa productora de papel higiénico y servilletas.