



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

**Manejo de Aceites de Cocina Usados (ACU) en Pollerías para su
Valorización en el Distrito de Ayacucho, 2020**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERA AMBIENTAL**

AUTOR:

Aparicio Vivanco, Angelli Dayana (ORCID: 0000-0003-3458-3585)

ASESOR:

MSc. Quijano Pacheco, Wilber Samuel (ORCID: 0000-0001-7889-7928)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Tratamiento y Gestión de los Residuos

LIMA - PERÚ

2021

Dedicatoria

Dedico este trabajo a mi pequeño hijo Sammael,
mi más grande motivación para salir adelante,
te amo infinitamente mi vida.

Angelli

Agradecimiento

Agradezco en primer lugar a Dios y a la vida por permitirme seguir aquí.

A mis padres Elena y Saúl por ser mis guías y estar conmigo siempre, los amo.

A mi gran familia, por alentarme siempre a no dejar de seguir mis metas y objetivos, y darme tanto amor incondicional.

A Walker y Sammael, mis más grandes amores, que me acompañaron desde el día uno de este proyecto.

A mi alma mater, Universidad Alas Peruanas y a todos sus docentes por permitir formarme como una gran profesional a lo largo de los 5 años de universidad.

A la Universidad César Vallejo por darme la oportunidad de alcanzar un objetivo más en mi carrera profesional.

A mi asesor MSc. Wilber Samuel Quijano Pacheco, por brindarme su asesoría en la elaboración de este trabajo, muchas gracias.

Índice de contenidos

Carátula	i
Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Resumen	vii
Abstract	viii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	6
III. METODOLOGÍA	19
3.1. Tipo y diseño de investigación	20
3.2. Variables y operacionalización	21
3.3. Población, muestra, muestreo, unidad de análisis	21
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	22
3.5. Procedimientos	23
3.6. Método de análisis de datos	28
3.7. Aspectos éticos	28
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	30
V. CONCLUSIONES	66
VI. RECOMENDACIONES	69
REFERENCIAS	71
ANEXOS	79

Índice de Tablas

Tabla 1. Bitácora de búsqueda con las variables de investigación.....	23
Tabla 2. Bitácora de búsqueda de las variables de estudio utilizando los operadores booleanos comillas ("") y AND.....	24
Tabla 4.1.1. Porcentaje de consumo de aceite de cocina en pollerías del distrito de Ayacucho	31
Tabla 4.1.2. Estimación del consumo de aceite de cocina en las pollerías del distrito de Ayacucho según clasificación de pequeños, medianos y grandes consumidores	32
Tabla 4.1.3. Frecuencia de uso del aceite de cocina en pollerías	35
Tabla 4.1.4. Porcentaje de filtrado del aceite de cocina usado en pollerías.....	37
Tabla 4.1.5. Porcentaje del tipo de recipiente de almacenamiento	38
Tabla 4.1.6. Porcentaje de disposición final del aceite de cocina usado en pollerías	39
Tabla 4.1.7. Porcentaje del nivel de conocimiento de los daños causados por el aceite de cocina usado.....	41
Tabla 4.3.1. Porcentaje de volumen de generación de aceite de cocina usado	43
Tabla 4.3.2. Estimación de la generación de aceite de cocina usado en las pollerías del distrito de Ayacucho según clasificación de pequeños y grandes generadores	45
Tabla 4.6.1. Porcentaje del nivel de conocimiento de reaprovechamiento del aceite de cocina usado.....	52
Tabla 4.6.2. Porcentaje de disposición del aceite de cocina usado a empresas recicladoras	54
Tabla 4.6.3. Porcentaje de aceptación de trabajar con una empresa recicladora formal ..	57

Índice de Gráficos y Figuras

Figura 1. Composición química del aceite de cocina usado	15
Figura 2. Diagrama de flujo del manejo de aceite de cocina usado	16
Figura 3. Diagrama de flujo de la información a través de las diferentes etapas de una revisión sistemática.	25
Figura 4. Mapa de ubicación de la zona de estudio	26
Figura 5. Procedimiento de la aplicación de la encuesta	27
Figura 6. Consumo de aceite de cocina en pollerías del distrito de Ayacucho	31
Figura 7. Consumo de aceite de cocina en pollerías encuestadas del distrito de Ayacucho (consumo diario/semanal/mensual)	34
Figura 8. Volumen de consumo promedio diario/semanal/mensual de las pollerías encuestadas del distrito de Ayacucho	34
Figura 9. Consumo total estimado de aceite en las pollerías del distrito de Ayacucho.....	35
Figura 10. Frecuencia de uso del aceite de cocina en pollerías	36
Figura 11. Filtrado del aceite de cocina usado	37
Figura 12. Tipos de recipientes de almacenamiento de aceite de cocina usado	39
Figura 13. Disposición final del aceite de cocina usado en pollerías.....	40
Figura 14. Nivel de conocimiento de los daños causados por el aceite de cocina usado..	42
Figura 15. Volumen de aceite de cocina usada generada semanalmente	44
Figura 16. Generación de aceite de cocina usado en las pollerías encuestadas del distrito de Ayacucho (consumo diario/semanal/mensual).....	46
Figura 17. Volumen de generación promedio diario/semanal/mensual de las pollerías encuestadas del distrito de Ayacucho	46
Figura 18. Volumen de generación total estimada de aceite de cocina usada en las pollerías del distrito de Ayacucho	47
Figura 19. Nivel de conocimiento de reaprovechamiento del aceite de cocina usado.....	53
Figura 20. Disposición del aceite de cocina usado a empresas recicladoras.....	54
Figura 21. Aceptación de trabajar con una empresa recicladora formal	58

Resumen

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo evaluar el manejo de aceites de cocina usados (ACU) en pollerías para su valorización en el distrito de Ayacucho, 2020. El enfoque fue mixto, diseño no experimental, tipo aplicada con un nivel descriptivo, para el cuál se utilizó el método de narrativa de tópicos y la toma de encuesta. La muestra fue 15 pollerías del distrito de Ayacucho donde se realizó un diagnóstico del manejo del aceite de cocina usado. Los resultados evidencian las alternativas de manejo de este residuo, estableciendo Buenas Prácticas de Fritura e impulsando hábitos de consumo saludable; sistemas de recolección como el sistema de entrega y el sistema en la acera con diferentes métodos para elevar las tasas de participación y recolección como los incentivos económicos, puntos de abastecimientos, sistemas de información simple, sensibilización y educación ambiental; y alternativas de reaprovechamiento como la producción de biodiésel con un rendimiento de 83.22% y de jabón con 96%. La generación del aceite de cocina usado en el distrito de Ayacucho es de 2,418.0 litros/mes donde el 73.4% realiza una inadecuada disposición final. En conclusión, el distrito de Ayacucho no cuenta con un sistema de manejo, recolección y aprovechamiento del aceite de cocina usado ya que existe una falta o limitado conocimiento del impacto que genera este residuo (66%) y el reaprovechamiento que se le puede dar (46.7%) por lo que se recomienda la implementación de un Programa de Reciclaje de aceites de cocina usado en el distrito de Ayacucho.

Palabras clave: *Aceites de cocina usados, Pollerías, Ayacucho*

Abstract

The objective of this research work was to evaluate the waste cooking oils management (WCO) in pollerías for their valorization in the district of Ayacucho, 2020. The approach was mixed, non-experimental design, applied type with a descriptive level, for which the narrative method of topics and the survey was used. The sample consisted of 15 pollerías in the district of Ayacucho where a diagnosis of the waste cooking oil management was carried out. The results show the alternatives for managing this waste, establishing Good Frying Practices, and promoting healthy consumption habits; collection systems such as the delivery system and the curbside system with different methods to increase participation and collection rates such as economic incentives, supply points, simple information systems, awareness, and environmental education; and reuse alternatives such as the production of biodiesel with a yield of 83.22% and soap with 96%. The generation of waste cooking oil in the district of Ayacucho is 2,417.90 liters/month, 73.4% of which is disposed of improperly. In conclusion, the district of Ayacucho does not have a system for the management, collection, and reuse of waste cooking oil because there is a lack or limited knowledge of the impact generated by this waste (66%) and the reuse that can be made of it (46.7%), which is why the implementation of a recycling program for waste cooking oil in the district of Ayacucho is recommended.

Keywords: *Waste cooking oils, Pollerías, Ayacucho*

I. INTRODUCCIÓN

Según un informe del Banco Mundial (Kaza, et al., 2018) los residuos generados en el planeta en 2016 alcanzaron los 2,010 millones de toneladas, esta cifra se disparará hasta llegar a los 3,400 millones de toneladas en el año 2050. Es decir, que en poco más de tres décadas generaremos casi un 70% más de residuos. América latina y el Caribe generaron 231 millones de toneladas en 2016, con un promedio de 0,99 kg per cápita por día en donde el 52% de los residuos sólidos urbanos generados se clasifican como residuos alimentarios y verdes. Dentro de estos residuos se encuentran los aceites de cocina usados.

Esta investigación hace referencia al aceite de cocina usado (ACU), clasificado según su origen como residuo domiciliario y comercial; según su gestión como residuos de ámbito municipal y según su peligrosidad como residuos no peligrosos.

Estos residuos están siendo un tema de gran relevancia para el medio ambiente, porque son capaces de producir graves impactos ambientales y afectaciones en la salud de las personas por su inadecuado manejo y disposición final. Mujica (2018) afirma que, al verter el aceite de cocina usado por la alcantarilla, éste origina el deterioro de tuberías y alcantarillado por obstrucciones y elevaciones de los costos de tratamiento en las plantas de aguas residuales. El Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI) señala que un litro de aceite puede contaminar 1,000 litros de agua. Éstos pueden generar también un impacto negativo a la flora y fauna marina ya que, al ser un residuo con una densidad mayor al agua crea una película superficial que impide la oxigenación aumentando la aparición de microorganismos y generando la muerte de animales y plantas acuáticas.

Del mismo modo, los aceites de cocina usados también pueden causar impactos negativos en el suelo; Solís & Neira (2018) refieren que es un compuesto que no se degrada en el ambiente destruye los componentes importantes para la fertilidad del suelo, comprometiendo por ende el sistema suelo-planta. También puede originar un daño a la salud por procesos de frituras incorrectos y el desconocimiento del punto de descarte del aceite. En el diario Publímetro (2016) Reborn, una empresa dedicada al reciclaje del aceite de cocina usado señala que entre 500,000 y 800,000 galones de este residuo terminan en el mercado negro cada mes, estos son

adquiridos por chancherías clandestinas para el engorde de los cerdos y son adquiridos también por personas que limpian y reenvasan el aceite de cocina usado para vendérselos a establecimientos comerciales poco confiables.

De acuerdo con Aquafondo (2019) la población de Lima consumen en promedio 10 litros de aceite al año, en donde el 25% termina vertiéndose a la alcantarilla es decir que 25 mil metros cúbicos al año son vertidos directamente al río.

En el Perú los aceites de cocina usados procedentes del sector gastronómico, hotelero e industrial representan un serio problema medioambiental. El Comercio (2017) indica que hay cerca de 50,000 establecimientos de comidas formales funcionando en la capital y que con los informales se duplicaría este número, en donde cada establecimiento de comida produce mensualmente entre 10 a 15 galones de aceite de cocina usado. Es decir, todos los establecimientos de comida generarían entre 25,000 a 50,000 galones de este residuo diariamente. Sólo un pequeño porcentaje se recolecta por empresas dedicadas al reciclaje de este residuo, utilizándolo como materia prima para la obtención de biocombustibles y jabones (Harte, 2017). Sin embargo, la mayor parte de los aceites de cocina usados presentan un inadecuado manejo dado que la población en su mayoría, vierten estos residuos por la alcantarilla o lo desechan junto a otros residuos que generan sin tomar ningún tipo de precauciones, debido a la falta de información, conciencia y cultura ambiental acerca del manejo y valorización que tiene el aceite de cocina usado, esto sumado a la carencia de sistemas formales de almacenamiento, recolección y aprovechamiento del aceite de cocina usado (Flores, 2011). Siendo estos residuos un serio problema de impacto ambiental y un potente recurso que se deja de aprovechar en muchos lugares de nuestro país. (De Souza et al., 2019)

Es por ello por lo que surge la necesidad de conocer y analizar las diferentes alternativas de manejo y gestión de los aceites de cocina usados para minimizar los vertidos incontrolados de éstos y así evitar impactos negativos ambientales y a la salud humana, analizando al mismo tiempo alternativas de reaprovechamiento y valorización de este como materia prima para la obtención de nuevos productos (MINAMBIENTE-COLOMBIA, 2017). (Castro et al., 2016) afirman que son pocos los

estudios respecto a la disposición final de los aceites de cocina usados en las zonas urbanizadas. Por tal motivo, se realiza este trabajo de investigación que pretende sistematizar la información respecto al manejo del aceite de cocina usado para su valorización y realizar un diagnóstico en las pollerías del distrito de Ayacucho para conocer el manejo que se le brinda a este residuo.

La presente tesis busca emplear una revisión sistemática acerca del manejo de aceites de cocina usados para su valorización, esperando demostrar la utilidad y beneficio que proporciona una revisión sistemática para hallar más información de calidad sobre estudios realizados acerca del tema y así proponer alternativas de manejo, disposición final y aprovechamiento del aceite usado de cocina. Al mismo tiempo, busca realizar un diagnóstico de la generación, manejo y disposición final del aceite de cocina usado en pollerías del distrito de Ayacucho para que permita a las autoridades en la toma de decisiones sobre la importancia del manejo y disposición adecuada que se le puede dar al aceite de cocina usado para garantizar una calidad de vida del distrito y la preservación del ambiente.

Por lo antes expuesto, se tiene a la interrogante como problema general: ¿Cuál será el manejo de aceites de cocina usados (ACU) en pollerías para su valorización en el distrito de Ayacucho, 2020?, así mismo se plantearon los siguientes problemas específicos: ¿Cuáles serán los procesos de manejo de aceites de cocina usados en pollerías en el distrito de Ayacucho?, ¿Cuáles son los componentes de los aceites de cocina?, ¿Qué volumen de aceites de cocina usados se generan en pollerías del distrito de Ayacucho?, ¿Cuáles son las fuentes de generación de aceites de cocina usados?, ¿Cuáles serán las características fisicoquímicas de los aceites de cocina usados?, ¿Cómo se pueden reaprovechar los aceites de cocina usados?. Como respuesta a las preguntas de investigación se plantea como objetivo general: Evaluar el manejo de aceites de cocina usados (ACU) en pollerías para su valorización en el distrito de Ayacucho, 2020. Entre los objetivos específicos se tiene: Determinar los procesos de manejo del aceite de cocina usado en pollerías en el distrito de Ayacucho, Conocer los componentes de los aceites de cocina, Determinar el volumen de aceites de cocina usados que se generan en pollerías del

distrito de Ayacucho, Conocer las fuentes de generación de aceites de cocina usados Conocer las características fisicoquímicas de aceites de cocina usados, Conocer las alternativas de reaprovechamiento de los aceites de cocina usados.

El trabajo de investigación tiene una justificación teórica, en Perú existen pocos estudios con relación al manejo adecuado de aceites de cocina para su valorización tanto en el entorno domiciliario como en el comercial, conocer diferentes alternativas del manejo de aceites de cocina usado será de gran beneficio para las municipalidades provinciales, distritales, pequeños y grandes generadores. Así mismo, se justifica desde el punto de vista práctico, ya que otorgará comprobar en los estudios científicos las diferentes alternativas del manejo de aceites de cocina usados, así como también las diferentes alternativas de valorización que tiene este residuo con el fin de entender los vacíos teórico y legales existentes para que nos permitan plantear nuevas investigaciones e ir incrementando el conocimiento respecto este tema. Tiene una justificación económica, ya que se busca impulsar el aprovechamiento y valorización del aceite de cocina usado para empresas e industrias que usan como materia prima este residuo para la obtención de otros productos, con las diferentes alternativas de valorización de este residuo que traerían no sólo beneficios económicos, sino también beneficios sociales y ambientales. Por último, tiene una justificación socioambiental, ya que a nivel nacional no se desarrolla una mayor información acerca del impacto ambiental y social que puede generar este residuo, si no se maneja adecuadamente. La información, educación y concientización ambiental son un pilar importante para el manejo adecuado de residuos.

II. MARCO TEÓRICO

Se realizaron diversos estudios e investigaciones a cerca del manejo del aceite de cocina usado para su valorización, en donde la mayoría de éstos fueron desarrollados en el ámbito internacional de las cuales se exponen a continuación:

De Souza et al., (2019) desarrollaron una investigación donde plantean como objetivo evaluar la gestión de residuos de aceite de cocina en tres establecimientos de la ciudad de Lavras-Brasil. Llevaron a cabo una investigación exploratoria que involucró a tres restaurantes y a los recolectores de residuos de aceite de cocina, recogieron información mediante entrevistas. Con sus resultados revelaron la gestión actual de los residuos de aceite de cocina, los implicados en la cadena de gestión, la forma en que los procesos de fritura y almacenamiento influyen en la calidad del residuo para su reutilización y reciclaje. Concluyeron resaltando la falta de control de la reutilización del aceite; la necesidad de una gestión eficaz de las empresas con una recolección eficiente y optimizada con la colaboración de los generadores; tuvieron variaciones considerables en algunas propiedades del residuo del aceite analizados, no obstante, afirmaron que no representa un problema a la producción de biodiesel, ya que se lleva a cabo la etapa de pretratamiento en el proceso.

Lopez et al., (2018) llevaron a cabo un estudio en cinco sodas estudiantiles del Campus Omar Dengo de Costa Rica, tuvieron como objetivo elaborar un sistema de gestión integral de los aceites de cocina usados que permita evaluar su calidad y asegurar un buen manejo por parte de los actores en toda la cadena de gestión, así como generar alternativas de aprovechamiento sostenible. Realizaron un diagnóstico del manejo de los residuos de aceites vegetales, basados en los procedimientos establecidos por el Manual de buenas prácticas (MBP) y el Reglamento 37308-S para los servicios de alimentación pública respecto al actuar de los colaboradores de las sodas como parte importante de su cumplimiento. Así mismo, determinaron las principales características organolépticas y fisicoquímicas del aceite de cocina usado. Concluyeron evidenciando las practicas incorrectas en las diferentes sodas (filtración, vida útil, temperaturas de uso y disposición),

evidencian también una necesidad de capacitación del manejo adecuado de este residuo al personal de las sodas.

De Feo et al., (2020) realizaron un estudio donde plantearon como objetivo la investigación de las razones de la baja recuperación de aceite de cocina usado en la localidad de Angri-Italia haciendo una comparación en los periodos de gestión. Llegaron a la conclusión que el año 2015 fue el año con mayor eficiencia de recolección en donde la gestión estaba a cargo de una cooperativa social que realizaba campañas de información junto con estrategias adecuadas para aumentar la conciencia y la participación de los ciudadanos. Sin embargo, la eficiencia de recolección disminuyó significativamente en los años (2016-2017), analizaron la principal razón que fue el cambio de gestión de servicio de recogida que pasó a una empresa privada menos comprometida con el involucramiento ciudadano en el programa de recolección y en las actividades de control. Por último, resaltan la importancia del trabajo realizado por la empresa o asociación encargada del servicio de recogida, así como la capacidad del gobierno local para garantizar la estabilidad de los servicios de gestión de residuos.

Pérez et al., (2017) desarrollaron una estrategia para la recuperación del aceite de cocina usado usando la metodología de logística inversa en las instalaciones de la Universidad del Valle de Puebla y el diseño del proceso de producción para la transformación del residuo en barras de jabón. Realizaron un diagnóstico de generación, la recolección del residuo, inspección, el reproceso, proceso de producción, redistribución, y finalmente las pruebas de calidad del producto obtenido. Obtuvieron un producto de pH 10, demostrando que la recuperación para la producción del producto es factible, con 140 L (mensual) de aceite de cocina usado recolectado se obtiene 140 kg mensuales de producto.

Benavides & Lozano, (2018) tuvieron como objetivo analizar diferentes estrategias para la recolección de aceite de cocina usado con el fin de utilizarlo como materia prima para la producción de biodiésel. Seleccionaron el modelo de Programación Lineal Mixta (MILP) con una estrategia de recolección puerta a puerta, tomando como caso de estudio una planta piloto en Cali para validar el modelo. Los

resultados evidenciaron la baja cantidad de aceite de cocina usado recolectado para satisfacer la demanda de la planta de biodiésel. Sin embargo, propusieron un escenario mejorado considerando una estrategia para satisfacer la capacidad de la planta con la densificación de recolección en los Puntos de abastecimiento (SPs). Concluyeron que la producción sustentable de biodiésel a base de aceite de cocina usado es posible si se implementan estrategias sociales dirigidas a cambios de prácticas de disposición final del aceite de cocina usado para el incremento de la eficiencia del sistema de recolección a través de la densificación de los puntos de abastecimiento.

Carnevale et al., (2017) tuvieron como objetivo evaluar mediante un estudio de caso la viabilidad técnica y económica del reemplazo de cultivos energéticos (ECs) por el aceite de cocina usado en una planta de biogás a gran escala. Realizaron la recolección del aceite de cocina usado de 17 pequeños municipios de la ciudad de Bolonia. Desarrollaron tres escenarios para evaluar el impacto energético y ambiental, así como evaluar la rentabilidad y potencial de la introducción del aceite de cocina usado en la planta de biogás donde fue monitoreada por dos años. Tuvieron como resultados el ahorro de tierra de hasta un 50% por la introducción del aceite de cocina usado a los procesos de la planta de biogás, esto permitió mantener una producción estable de energía, mitigar el impacto ambiental de la producción de biogás, beneficios económicos para los agricultores, y costos reducidos de recolección de biomasa. Llegaron a la conclusión que la sustitución de cultivos energéticos por aceite de cocina usado es factible técnicamente y viable económicamente.

Cho et al., (2015) plantearon como objetivo examinar la participación de los hogares coreanos en la recolección de aceite de cocina usado cuando se proporciona un incentivo comparando dos sistemas de recolección: el sistema de entrega y el sistema en la acera. Seleccionaron como muestra mediante muestreo aleatorio a 420 amas de casa coreanas de entre 20 a 65 años. Sus resultados indican que el sistema de entrega es más efectivo que el sistema en la acera sin la alternativa de incentivos. Sin embargo, si se proporcionan incentivos el sistema en la acera supera

hasta siete veces más la tasa de participación del sistema de entrega. Concluyen que los efectos potenciales que genera un incentivo para la participación en la recolección del aceite de cocina usado son importantes y que los factores que influyen en la participación de la recolección del aceite de cocina usado son factores socioeconómicos, el conocimiento de la recolección del aceite de cocina usado (concientización), el monto de la oferta inicial y el sistema de recolección del aceite de cocina usado.

Tsai, (2019) plantea como objetivo revisar antecedentes científicos del reciclaje del aceite de cocina usado en relación con las medidas regulatorias y promocionales en Taiwán bajo la autorización de un sistema legal de gestión de residuos. Los resultados mostraron que el 2015, la Administración de Protección Ambiental enumeró al aceite de cocina usado como un recurso de reciclaje obligatorio en los residuos sólidos urbanos bajo un Programa de reciclaje 4 en 1. Con este programa las cantidades recolectadas de aceite de cocina usado de los sectores residencial y comercial en Taiwán aumentaron significativamente de 1,599 toneladas en 2015 a 12,591 toneladas. Aproximadamente dos tercios del aceite de cocina recolectado fue procesado como fuentes de energía y fuentes de materiales, el resto del aceite recolectado se exportó al extranjero con el fin de producir biodiésel. Concluyen que la reutilización del aceite de cocina usado como fuentes de energía y materiales supondrá una valiosa minería urbana con el fin de perseguir los objetivos de cero eliminaciones de residuos sólidos urbanos y una economía circular.

Liu et al., (2018) tuvieron como objetivo averiguar qué hacer para que los restaurantes envíen los aceites de cocina usados a empresas recicladoras formales en lugar de los recolectores informales. La investigación se llevó a cabo en 6 distritos urbanos de Beijing, determinaron el tamaño de muestra de 1804 establecimientos. Sus resultados mostraron la cantidad de aceite de cocina usado generado por los restaurantes de 90,000.14 toneladas en 2016, el 24% de los restaurantes no entregan el aceite de cocina usado a los recolectores formales y aproximadamente 21,000 toneladas de aceite de cocina usado no se contabilizan. Llegaron a la conclusión que las regulaciones obligatorias e incentivos económicos

son factores dominantes que afectan las decisiones de eliminación de los restaurantes. Recomiendan que el gobierno debe considerar la creación de incentivos económicos, mejorar la regulación obligatoria, diseñar diferentes métodos para administrar diferentes tipos de restaurantes y fortalecer la supervisión y educación para garantizar la disposición segura del aceite de cocina usado y promover su valorización.

Kamilah et al., (2015) realizaron un estudio que tuvo como objetivo realizar un diagnóstico del manejo de aceite de cocina usado en Malasia. Realizaron una encuesta en una zona rural y una zona urbana. Tuvieron como resultados de generación de aceite de cocina usado hasta 6-10 L / mes y 1 L / mes en Kampung Nelayan y Gurun, respectivamente. El análisis de la encuesta también mostró que el 2-3% de los encuestados utilizó el aceite de cocina repetidamente hasta que se utilizó por completo. Cuando se analizaron los métodos de descarte, el 39-40% de los encuestados descartó el aceite de cocina usado en el alcantarillado. Llegaron a la conclusión que la mayoría de los encuestados tiene un conocimiento limitado sobre la gestión del aceite de cocina usado que podría afectar la salud de un consumidor y contaminar el medio ambiente. Por último, propusieron una campaña de sensibilización que tuvo los siguientes puntos: a) Utilizar el aceite de cocina usado para producir energía y otros productos de valor agregado, b) Propósito educativo: aumentar la conciencia de las comunidades sobre el peligro del aceite de cocina usado para la salud y el medio ambiente, c) Ayudar a las comunidades a desechar el aceite de cocina usado de manera adecuada. La campaña tiene como principal objetivo en disminuir la generación de los aceites de cocina usado incrementar la promoción de la dieta saludable reduciendo el consumo de frituras.

Con respecto a los estudios de ámbito nacional referente a esta investigación tenemos a **Castro et al., (2014)** tuvieron como objetivo identificar las condiciones requeridas que hagan viable técnica, económica, social, legal y ambientalmente la producción de biodiesel a pequeña escala en zonas urbanas del Perú. Los avances de esta investigación incluyen el diseño y puesta en marcha de un sistema de reaprovechamiento permanente de los aceites usados del comedor universitario de

la UNALM para la producción de biodiesel y su uso como combustible ecológico en uno de los buses de la universidad; un estudio de oferta de aceites usados en Lima, en particular de establecimientos de comida rápida, fábricas de bocaditos fritos, cadenas de supermercados, pollerías y restaurantes en general; el diseño y próximo establecimiento de una planta piloto para producción de 1tn/día de biodiesel en Lima con fines de difusión y transferencia de tecnología.

Sanaguano et al., (2019) plantearon como objetivo determinar los componentes presentes en el aceite de cocina usado, generado en 3 restaurantes en la ciudad de Guaranda, Ecuador antes de convertirlo en Biodiesel. Realizaron análisis fisicoquímicos (densidad, acidez, humedad, índice de refracción; comparándolos con parámetros normativos. Como resultado obtuvieron un valor de densidad promedio entre 0.918-0.920 gr/ml; 3.066% y 3.293% de acidez; humedad promedio de 0.099%; promedio de índice de refracción de 1.459. Concluyeron que los valores estimados son superiores a los valores máximos de la norma INEN, por lo que se les considera no aptos para consumo humano, no obstante, estos aceites de cocina usados fueron aprovechados para su conversión a biodiesel.

Gabriel & Pérez, (2019) realizaron la cuantificación de los puntos generadores de aceites usados determinando el volumen de 4,253 ml de aceite domiciliario en un periodo de 14 días, proyectándose a un consumo per cápita de 1.4 ml/día x hab. Así mismo, para los generadores no domiciliarios se cuantificaron 3,615 ml y 2,838 ml para restaurantes y pollerías. Se caracterizaron las propiedades de los aceites usado con los siguientes valores promedio: densidad 0.844, pH 7.3, %humedad 0.11, acidez de 0.725. Diseñaron un Programa de información y educación ciudadana; elaboraron un Programa de manejo de AVU, basado en las siguientes etapas: generación, almacenamiento, recolección, transporte y aprovechamiento para transformarlo en jabón; finalmente evaluaron el rendimiento por cada 100g de AVU consiguieron 132 g de jabón de buena calidad. Concluyendo que les fue posible diseñar un sistema de gestión de aceites de cocina para minimizar su impacto y reaprovechando el residuo para transformarlo en jabón.

Moya & Moya, (2020) quienes evaluaron la eficiencia de biodegradación in vitro de residuos de aceites usados de cocina (RAUC) mediante 3 géneros de hongos lipolíticos con capacidad de degradar aceites (*Penicilium* sp, *Aspergillus* sp. y *Amorphoteca* sp.). El estudio se desarrolló en el Hospital Docente Madre Niño San Bartolomé aplicando la investigación experimental. Demostraron la capacidad y eficiencia de biodegradación de residuos de aceites usados de cocina por los 3 géneros luego de 8 días de incubación a 27°C.

Con respecto a las **bases teóricas; el aceite comestible** se define como producto de origen vegetal o animal que son utilizados por los humanos como parte de su alimentación, son compuestos principalmente por ácidos grasos saturados y triglicéridos, cuando es sólido o pastoso se le llama “grasa” y cuando está líquido “aceite”, de esta manera las grasas y aceites son iguales químicamente, pero con distinta apariencia física (Durán et al., 2015; Ping & Hua, 2017). El aceite sirve como transmisor de calor para la cocción de alimentos por los 160-180°C (Montes et al., 2016). Los tipos de aceites de cocina más usados en América Latina son los de soja, girasol, palma, oliva, maíz y canola (Durán et al., 2015).

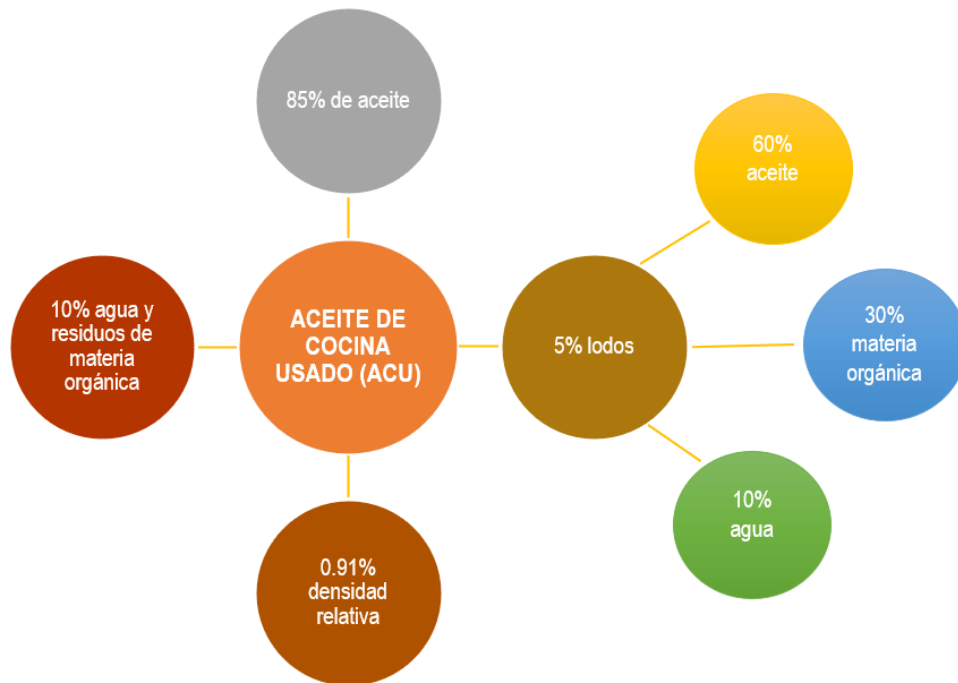
Durante el freído el aceite experimenta cambios fisicoquímicos que hacen que el aceite se degrade según el punto de temperatura en donde el aceite presenta tres tipos de alteraciones químicas: termolíticas, oxidativas e hidrolíticas (Villabona et al., 2017). Estos cambios alteran las propiedades químicas iniciales del aceite de cocina, degradándose y convirtiéndose en no aptas para su consumo (Gurbuz & Ozkan, 2019; Pérez et al., 2017; Vidal et al., 2018). Los componentes que resultan de estas alteraciones son componentes o grasas TRANS como la acroleínas y compuestos cancerígenos como la acrilamida y radicales libres, benzopireno y benzoantraceno que son perjudiciales para la salud humana (Benavides & Lozano, 2018; Gurbuz & Ozkan, 2019; Sanaguano et al., 2019; Vidal et al., 2018), ya que pueden acumularse en el cuerpo humano y causar enfermedades como cáncer, hipertensión arterial, aterosclerosis, entre otros (De Souza et al., 2019; Kamilah et al., 2015).

Se conoce como **Residuos Sólidos** a todo objeto, material, sustancia, o elemento residual después del uso o consumo de un bien o servicio de donde su generador tenga la intención u obligación de desecharlo para que se maneje primando su valorización o disposición final (DL N°1278, 2017).

El Aceite de Cocina Usado (ACU) se define como aquel aceite y grasa comestible, donde sus características fueron alteradas después de haber sido sometido a elevadas temperaturas en los procesos de fritura de alimentos (Mujica, 2018; Sanaguano et al., 2019, Pérez et al., 2017), considerándose no aptos para el consumo humano (Britton et al., 2018; Pérez et al., 2017). Se considera en el Reglamento del DL N°1278 a los aceites de cocina usados incluidos en la Lista B3: Residuos que contengan principalmente constituyentes orgánicos, que pueden contener metales y materiales inorgánicos; con el numeral B3065: “Grasas y aceites comestibles de origen animal o vegetal para desecho (por ejemplo. Aceite de freír), siempre que no exhiban las características del Anexo IV lista de características peligrosas” (DS 014, 2017, p.49). Es por ello por lo que el aceite de cocina usado son residuos líquidos regulados por la ley y son considerados residuos no peligrosos (Mujica, 2018). Son residuos que, aunque no reciben la calificación de peligrosos representan un gran problema medioambiental si no son manejados adecuadamente (Apro et al., 2010).

La composición química de un litro de aceite de cocina usado está formada por diferentes compuestos señalados en la Figura 1.

Figura 1. Composición química del aceite de cocina usado



Nota. La figura muestra la composición fisicoquímica del aceite de cocina usado con: 85% de aceite; 10% de agua con restos de aceite y materia orgánica; 5% de lodos que tienen 60% de aceite, 30% de materia orgánica y un 10 % de agua; y una densidad relativa de 0.91. Tomado de *Biogeneración de energía utilizando un residuo* (p. 15), por Bautista et al., (2018), Revista de diseño innovativo.

Se conoce como **manejo de residuos sólidos**, “toda actividad técnica operativa de residuos sólidos que involucre al barrido y limpieza, segregación, almacenamiento, recolección, valorización, transporte, transferencia, tratamiento, y disposición final” (DL N°1278, 2017, p.15). MINAMBIENTE-COLOMBIA (2017) refiere al manejo de aceite de cocina usado como un conjunto de actividades dirigidas a prevenir y aprovechar el residuo de aceite de cocina, con el objetivo de evitar daños al ambiente y riesgos para la salud. Gioia, (2013) señala que el manejo del aceite de cocina usado comprende las siguientes acciones como se señala en la Figura 2.

Figura 2. Diagrama de flujo del manejo de aceite de cocina usado



Tomado de *Gestión integral de aceites vegetales usados (AVU's)* (p. 10), por Gioia, G., (2013).

Generación y almacenamiento: Prevenir la generación del aceite de cocina usado es primordial, para ello se sensibiliza a las personas de las cantidades adecuadas de uso de aceite y hábitos de consumo saludable (Kamilah et al., 2015; MITECO, s.f.). Se almacenan en botellas de vidrio o plástico, contenedores, baldes, entre otros, para luego ser recogidos (Gioia, 2013).

Recolección y transporte: Recojo del aceite de cocina usado para transportarlos a las plantas de tratamiento (Benavides & Lozano, 2018). La recolección se da por sistemas llamados “puntos limpios”, se trata de la recolección del aceite de cocina usado en contenedores que están ubicados en parques, centros comerciales, mercados, supermercados, entre otros (Benavides & Lozano, 2018; Cho et al., 2015), o sistemas de recolección en la acera, en donde se recolecta el aceite de cocina usado puerta a puerta (Benavides & Lozano, 2018; Cho et al., 2015).

Tratamiento y eliminación: Son las operaciones para el reaprovechamiento o a la disposición final del residuo (Gioia, 2013), a través de métodos físicos, químicos y bioquímicos (Gurbuz & Ozkan, 2019).

Valorización: Es el aprovechamiento de las propiedades del aceite de cocina usado para convertirlos en nuevos productos y subproductos (MITECO, s.f.). Existen diferentes alternativas de valorización o reaprovechamiento para la obtención de productos y subproductos como: biocombustibles, lubricantes, ceras, jabones, surfactantes o tensoactivos, espumas rígidas de poliuretanos, betunes, pinturas, piensos, entre otros (De Souza et al., 2019; Lopez et al., 2018; Vidal et al., 2020; Villabona et al., 2017).

Con referencia a la **valorización de residuos sólidos**; el DL N°1278 (2017) la define como, “cualquier operación cuyo objetivo sea que el residuo, uno o varios de los materiales que lo componen, sea reaprovechado y sirva a una finalidad útil al sustituir otros materiales o recursos en los procesos productivos” (p.18). En este sentido, se puede definir a la **valorización del aceite de cocina usado** como todo proceso u operación de reaprovechamiento para producir nuevos productos y subproductos (De Souza et al., 2019; Gurbuz & Ozkan, 2019; Lopez et al., 2018, Vidal et al., 2020).

El Ministerio de transición ecológica y el reto demográfico del gobierno de España (MITECO, s.f.) señala que, los aceites usados de cocina pueden tratarse luego de ser recogidos por separado, en donde se pueden producir biocombustibles, jabones y otros productos de la industria química (ceras, barnices, entre otros), ayudando a la reducción del uso de recursos procedentes de materias primas e impulsando la económica y empleo verde.

Los biocombustibles se refieren a la biomasa vegetal y a los productos refinados que se queman para obtener energía” (Guo et al., 2015, p.713). Atabani et al. (2019) indica que el aceite de cocina usado se puede transformar en biocombustibles como el biodiesel, el biogás y el biohidrógeno. Souza et al. (2019) define al biodiesel como, un combustible hecho de aceites vegetales o grasas animales que pasa por la reacción de transesterificación. La sustitución del diésel por el biodiesel ayuda a

evitar la contaminación ambiental y al mismo tiempo ayudar a la demanda energética mundial (Britton et al., 2018; Kumar et al., 2018; Liu et al., 2018; Tsai, 2019).

El aceite usado de cocina también se utiliza como materia prima para la manufactura de jabón bajo la reacción de saponificación. Con esta transformación se logra revertir el aceite de un residuo contaminante a un producto que se biodegrada (Maotsela et al., 2019; Pérez et al., 2017; Solís y Neira, 2018). De la misma manera, Cajan, (2020) refiere que la producción de detergentes ecológicos a base de aceite de cocina usados es rentable. El lavavajilla ecológico tiene como materia prima principal el aceite de cocina usado; su producción abre paso para conocer distintas alternativas de fabricación y comercialización de otros productos y subproductos a base de este residuo (Aldana y Pineda, 2015). La producción de velas aromáticas a base de aceite usado de cocina es amigable con el medio ambiente por el reciclaje de aceite de cocina usado; el aceite usado de cocina se mezcla con la parafina caliente, se adiciona la anilina, la esencia aromática y arcilla; se espera a que la mezcla endurezca en el molde para ser retirado (Beltrán, 2019).

Según Ramadhansyah et al., (2020) y Ma et al., (2019) coinciden en que la modificación del aglutinante del aceite de cocina usado en el material de pavimentación tiene un gran potencial para mejorar el rendimiento comparado con un aglutinante convencional. Se requiere mayor investigación para demostrar la superioridad de la aplicación del aceite de cocina usado en material de pavimento. Mohd et al., (2016) mediante el proceso de transesterificación sinterizaron el polioli usando aceite de cocina usado ya filtrado, combinado con diversos productos químicos formaron la espuma rígida de poliuretano, demostrando el potencial del aceite de cocina usado para la fabricación de dicho producto. El aceite de cocina usado es reutilizado también en la fabricación para piensos para animales ya que aportan alto valor energético (De Souza et al., 2019; Gurbuz & Ozkan, 2019; Struffaldi et al., 2019). Sin embargo, muchos afirman que la composición de los aceites de cocina usados presenta compuestos nocivos como las dioxinas e hidrocarburos aromáticos pese a pasar por etapas de pretratamiento (Tsai, 2019).

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

Tipo de investigación

El trabajo de investigación tiene como enfoque mixto. Es cualitativo ya que se realiza una revisión sistemática relacionada al manejo del aceite de cocina usado para su valorización (Hernández et al., 2014), y cuantitativo ya que se analizan estadísticamente y describen los resultados de la generación, el manejo y la disposición final del aceite de cocina usado por parte de los generadores en el distrito de Ayacucho (Hernández et al., 2014). Es de tipo aplicada puesto que se aplica una encuesta y se realiza una revisión sistemática que permite determinar a través del conocimiento del tema de investigación diferentes alternativas para el manejo y valorización del aceite de cocina usado (Baena, 2017).

Diseño de investigación

El diseño de investigación es no experimental descriptivo, cuya metodología es narrativa de tópicos, donde se enfoca en una temática, suceso de hechos, situación, fenómeno, proceso o evento para poder entenderlo (Hernández et al., 2014) ya que se realizó la búsqueda de investigaciones anteriores con respecto al manejo del aceite de cocina usado para su valorización para que pueda permitirnos conocer más alternativas de manejo y valorización del aceite de cocina y pueda serle útil a los generadores de este residuo. Es por ello por lo que este diseño aplicó una revisión sistemática, “una revisión sistemática parte de la exploración de la literatura científica que responde también a una pregunta haciendo uso de métodos sistemáticos para identificar, seleccionar, y analizar críticamente investigación relevante ya publicada en libros, documentos o revistas especializadas” (Páramo, 2020, p.2).

Así mismo se realizó un diagnóstico del manejo del aceite de cocina usado en cuatro establecimientos de comida en el distrito de Ayacucho mediante una encuesta con el fin de conocer la generación, el manejo y la disposición final del aceite de cocina usado por parte de los generadores.

3.2. Variables y operacionalización

Las variables de estudio de este trabajo de investigación son los siguientes:

X₁: Manejo de aceites de cocina usados

X₂: Valorización de aceites de cocina usados

La matriz de operacionalización de variables se incluye en el anexo A.

3.3. Población, muestra, muestreo, unidad de análisis

Población

Se tiene dos poblaciones; la primera son los lugares en donde se desarrollaron las diferentes investigaciones encontradas de donde se obtuvo la información para el presente estudio.

La segunda población seleccionada para el estudio son los establecimientos de expendio de comida ubicadas en el distrito de Ayacucho que tienen como giro de negocio el de “pollerías”. Según registro obtenidos de la Sub gerencia de comercio, licencias y control sanitario de la Municipalidad Provincial de Huamanga, existen en el distrito 63 pollerías que cuentan con licencia de funcionamiento actualmente.

Muestra

Siendo esta investigación una revisión sistemática, la muestra son las fuentes de estudios publicados en revistas indizadas, se seleccionaron como base de datos científicos a: Ebsco, Redalyc, Google académico, Scopus y ScienceDirect.

Del mismo modo, la segunda muestra está conformada por 15 pollerías ubicadas en el distrito de Ayacucho que cuentan con licencia de funcionamiento.

Muestreo

Se realizó el un muestreo probabilístico donde el cálculo del tamaño de muestra de la investigación se obtuvo a través de la fórmula estadística para población finita, usando el margen de error de 0.05%. y con un nivel de confianza de 95%. La fórmula es la siguiente:

$$n = \frac{Z^2 P Q N}{(N - 1)E^2 + Z^2 P Q}$$

En donde:

n = *Tamaño de muestra*

Z =*Valor Z curva normal (1.96)*

P = *Probabilidad de éxito (0.50)*

Q = *Probabilidad de fracaso (0.50)*

N = *Población (63)*

E = *Error muestral (0.05)*

$$n = \frac{((1.96)^2 0.5 * 0.5 * 63)}{(63 - 1)(0.05)^2 + (0.5 * 0.5)}$$

$n = 14.24 = 15$ *pollerías como muestra.*

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Se utilizó la técnica de observación indirecta y directa; la observación indirecta basada en los datos recolectados de otros trabajos de investigación para la revisión sistemática, teniendo como instrumento la ficha de revisión de contenidos (ver Anexo C), y la observación directa basada en la aplicación de una encuesta a los establecimientos de comida del distrito de Ayacucho que tienen como giro de negocio de pollería, esta encuesta se basa a los objetivos específicos de la investigación para determinar el diagnóstico del manejo del aceite de cocina usado en el distrito, utilizando como instrumento la ficha de encuesta (ver Anexo D).

Para la obtención de datos confiables, los instrumentos fueron sometidos a una evaluación por método de juicio de expertos, para que permita obtener la opinión de profesionales expertos en el tema de estudio el cual posibilita la validación de los instrumentos. Este análisis se realizó por medio de una matriz de validación que se encuentra en anexos.

3.5. Procedimientos

Procedimiento de revisión sistemática

En la revisión sistemática se define el proceso de muestreo de información; considerando las variables de estudio como palabras claves en español e inglés para la búsqueda de información en la base de datos como: Ebsco, Redalyc, Google académico, Scopus y ScienceDirect, considerando estudios desde el 2015 hasta el 2020. Se escribieron los términos de las variables usando el operador booleano comillas (“”) y AND para agilizar las búsquedas y hacerlas más específicas y de mayor calidad. Se usaron las variables en español: “manejo de aceites de cocina usado”, “valorización de aceites de cocina usado”; y en inglés: “waste cooking oil management”, “waste cooking oil valorization”, dependiendo de la fuente. En la búsqueda se tuvieron criterios de inclusión de las publicaciones como: a) estudios publicados en revistas indizadas; b) estudios nacionales e internacionales con respecto al tema de investigación; c) estudios publicados entre el 2015-2020; d) escritos en inglés o español.

Sistematización de la información

Al realizar la búsqueda de información con el título de la investigación en español y en inglés con los criterios de búsqueda de año (2015-2020), tipo de documento (artículos) y texto completo en la base de datos de EBSCO, Scopus, Google académico, Redalyc y ScienceDirect, se obtuvieron en total 14,150 resultados como se observa en la primera bitácora de búsqueda de la Tabla 1.

Tabla 1. Bitácora de búsqueda con las variables de investigación

BITÁCORA DE BÚSQUEDA				
EBSCO	Scopus	Google Académico	Redalyc	ScienceDirect
1,462	37	12,200	0	451
14,150				

Fuente: Elaboración propia

Se escribieron los términos de las variables usando los operadores booleanos comillas ("") y AND para agilizar las búsquedas y hacerlas más específicas y de mayor calidad, teniendo como resultado el total de 464 artículos como se observa en la Tabla 2.

Tabla 2. *Bitácora de búsqueda de las variables de estudio utilizando los operadores booleanos comillas ("") y AND*

BITÁCORA DE BÚSQUEDA				
EBSCO	Scopus	Google Académico	Redalyc	ScienceDirect
1,462	37	12,200	0	451
14,150				
85	27	246	21	85
464				

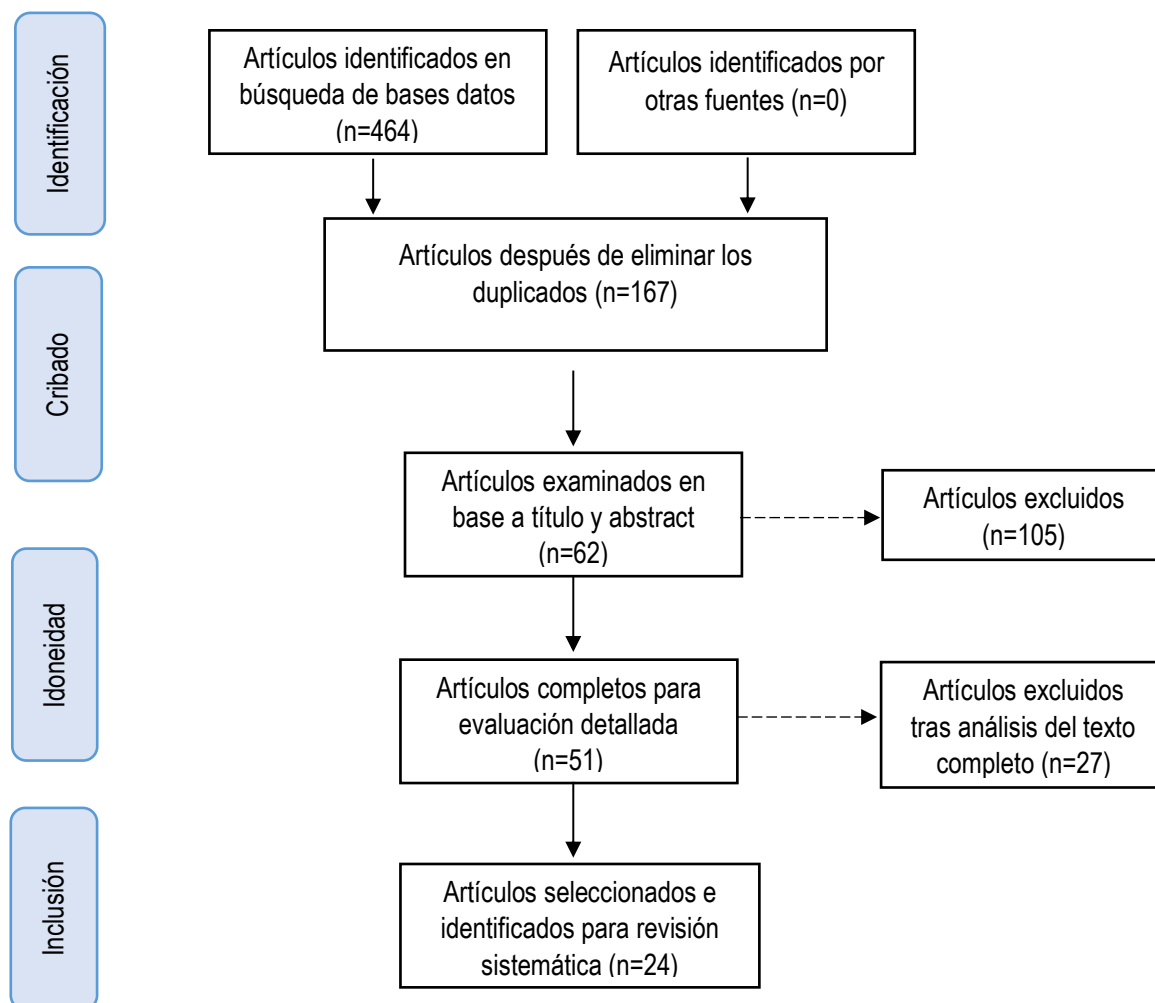
Fuente: Elaboración propia

Se cribaron los artículos que estaban duplicados llegando a obtener un total de 167 artículos. Posterior a ello se excluyeron también los artículos al leer el título y abstract para seleccionar aquellos que cumplen con el tema que se desea investigar seleccionando 62 artículos. Se realizó una evaluación detallada de 51 artículos, se excluyeron 27 artículos, seleccionando finalmente para revisión sistemática a 24 artículos.

Para realizar una representación gráfica de flujo de los documentos revisados y seleccionados se aplicó el modelo del diagrama de flujo PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and a Meta-Analyses) (Páramo, 2020); este diagrama de flujo describe todo el proceso de sistematización desde la identificación de los estudios potencialmente relevantes hasta la selección definitiva de éstos (Urrútia y Bonfill, 2010). Mediante el diagrama de flujo PRISMA se facilita el número de estudios cribados, evaluados para su elegibilidad e incluidos en la revisión, detallando las razones para su exclusión en cada etapa que se detalla en la Figura 3.

Identificación: Se identifican los estudios en las búsquedas realizadas en las diferentes bases de datos u otras fuentes usadas; **Cribado:** Es el número total de los estudios únicos después de eliminar los duplicados; y el número total de estudios luego de excluir al leer los títulos y resúmenes; **Idoneidad:** Es el número total de estudios completos para ser evaluados detalladamente para que se excluyan los que no reúnen las condiciones necesarias y optimas; **Inclusión:** Finaliza con los estudios individuales incluidos en la síntesis cualitativa (Urrútia y Bonfill, 2010).

Figura 3. Diagrama de flujo de la información a través de las diferentes etapas de una revisión sistemática.



Adaptado de: *Declaración PRISMA: una propuesta para mejorar la publicación de revisiones sistemáticas y metaanálisis* (p. 511), por Urrútia & Bonfill, (2010), Medicina Clínica.

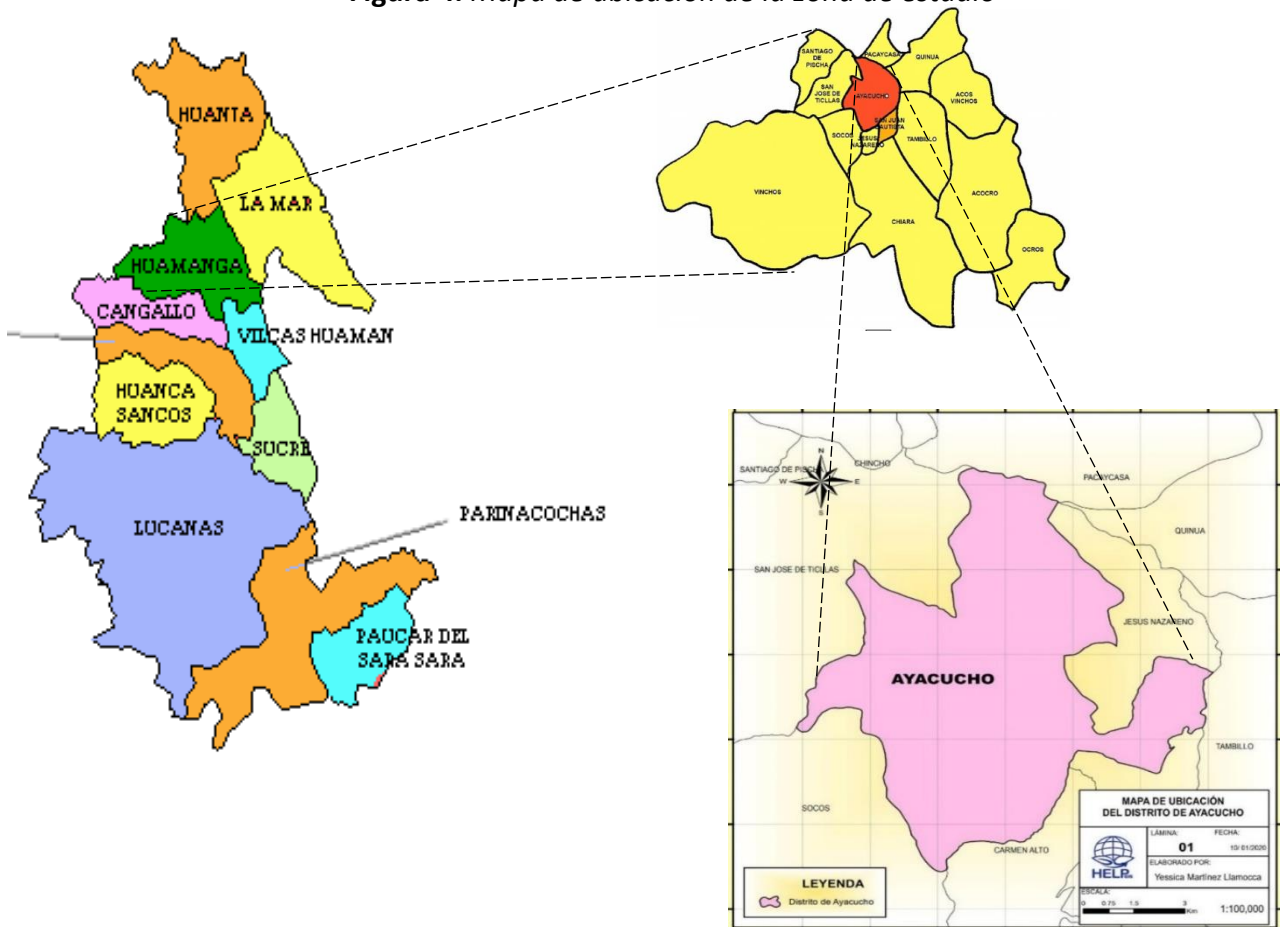
Posterior a ello, se pudo realizar un registro de los estudios encontrados en la Ficha de revisión de contenidos usando el programa Microsoft Excel con información relevante de cada uno; por último, se realizó el análisis e interpretación de los resultados.

Procedimiento de la encuesta

Ubicación de la zona de trabajo

El distrito de Ayacucho se encuentra ubicado en la región Sur Centra de los Andes, entre las coordenadas: Latitud Sur 13°09'26" y Longitud Oeste 74°13'22" del meridiano de Greenwich; a una altitud de 2,746 m.s.n.m., como se muestra en el mapa de la Figura 4.

Figura 4. Mapa de ubicación de la zona de estudio

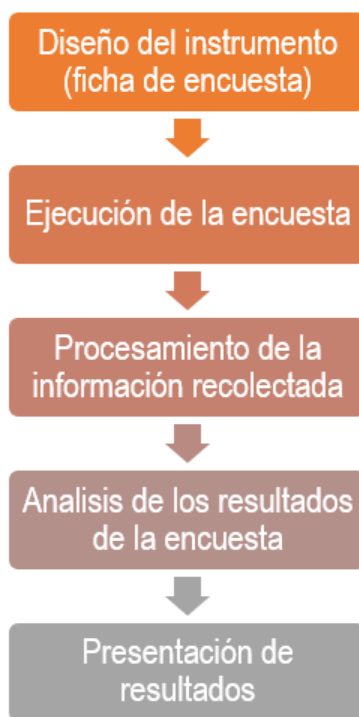


Tomado de *Help Gis*, elaborado por Yessica Martínez Llamocca, 2020

Procedimiento de aplicación de la encuesta

El procedimiento para aplicar la encuesta se refleja en la Figura 5.

Figura 5. *Procedimiento de la aplicación de la encuesta*



Fuente: Elaboración propia

Diseño de la encuesta: En la encuesta, se diseñó la ficha de encuesta formulada a los establecimientos de comida (pollerías) del distrito de Ayacucho. La encuesta está dividida en dos partes, la primera parte consta de la información general del establecimiento como: nombre del establecimiento, nombre del entrevistado, cargo, dirección del establecimiento y tipo de establecimiento; la segunda parte consta de 10 preguntas cerradas formuladas para determinar el diagnóstico del manejo del aceite de cocina usado en los establecimientos de comida del distrito de Ayacucho enfocado primordialmente en: a) conocer el manejo y disposición final que le dan al aceite de cocina usado; b) conocer la cantidad de aceite de cocina usado generado; c) conocer la fuente generadora del aceite de cocina usado; d) conocer el nivel de

información y conocimiento del impacto ambiental y reaprovechamiento con respecto al aceite de cocina usado.

Ejecución de la encuesta: Se realizó una preentrevista a las pollerías del distrito de Ayacucho para darles a conocer el objetivo de la investigación y pactar fechas para la aplicación de la encuesta. La encuesta se aplicó a los dueños y/o administradores de cada local en el mes de enero del 2021 con un tiempo máximo de diez minutos, respetando los protocolos de bioseguridad por el COVID-19.

Procesamiento de la información recolectada: Una vez terminada la aplicación de las encuestas se realizó el trabajo en gabinete para sistematizar los datos recolectados.

Análisis de los resultados: Se analizaron los datos a través de los programas SPSS y Microsoft Excel.

Presentación de los resultados: Se presentan los resultados en el capítulo IV del trabajo de investigación.

3.6. Método de análisis de datos

Para el análisis de la revisión sistemática se analizan las dimensiones con descripciones de criterios diferentes, dimensiones de mayor frecuencia, dimensiones con menor frecuencia.

En el caso de análisis de los datos recolectados de la encuesta, se recibieron los datos y se codificaron en el programa estadístico SPSS para obtener resultados de manera estadística y así facilite su interpretación. Se realizó también la tabulación de los datos en el programa estadístico Microsoft Excel para presentar los resultados mediante graficas.

3.7. Aspectos éticos

La información presentada fue realizada con fuentes verídicas, citadas cuidadosamente con suscripciones de su autenticidad y el respeto hacia los autores, Así mismo, la investigación se basa a las normas éticas del CONCYTEC, que serán respaldadas a través de la plataforma TURNITIN.

El estudio se basa en una ética ambiental, ya que con esta investigación se espera contribuir a una reflexión de los deberes y responsabilidades del hombre para con el ambiente, los seres vivos y nuestras generaciones futuras, creando una perspectiva de los problemas que conciernen al medio ambiente y que tienen cada vez mayor relevancia para la humanidad. Este estudio es amigable con el medio ambiente ya que se busca conocer las alternativas del manejo del aceite de cocina usado, desde la compra de los aceites de cocina por parte de los generadores, la optimización del proceso de fritura, su correcto almacenamiento, las opciones de recolección del residuo y el reaprovechamiento o valorización del mismo, para evitar la contaminación del agua, suelo, aire y la afectación de la flora, fauna y salud de las personas; dándoles al mismo tiempo alternativas de valorización del aceite de cocina usado para la obtención de nuevos productos y subproductos, reduciendo así el uso de recursos procedentes de materias primas e impulsando la actividad económica y empleos más eco amigables. Al mismo tiempo se busca que con el diagnóstico del manejo de los aceites de cocina usados se pueda obtener información que permita a los generadores, autoridades, y empresas recicladoras a tomar decisiones acerca del manejo adecuado de este residuo.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Procesos de manejo del aceite de cocina usado

Los resultados del análisis de las encuestas acerca de los procesos de manejo del aceite de cocina usado en pollerías del distrito de Ayacucho se presentan en la Tabla 4.1.1.

Tabla 4.1.1. *Porcentaje de consumo de aceite de cocina en pollerías del distrito de Ayacucho*

<i>¿Qué cantidad de aceite consume el establecimiento a la semana?</i>					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	1-50 litros	5	33.3	33.3	33.3
	51-100 litros	5	33.3	33.3	66.7
	101-150 litros	2	13.3	13.3	80.0
	> 150 litros	3	20.0	20.0	100.0
	Total	15	100.0	100.0	

De la tabla 4.1.1. se observa de acuerdo con las respuestas dadas por los propietarios y personal responsable de las pollerías, que el 33.3% de éstas consume entre 1-50 litros de aceite de cocina, el 33.3% consume entre 51-100 litros de aceite de cocina, el 13.3% consume entre 101-150 litros de aceite de cocina, y el 20% consume >150 litros de aceite de cocina.

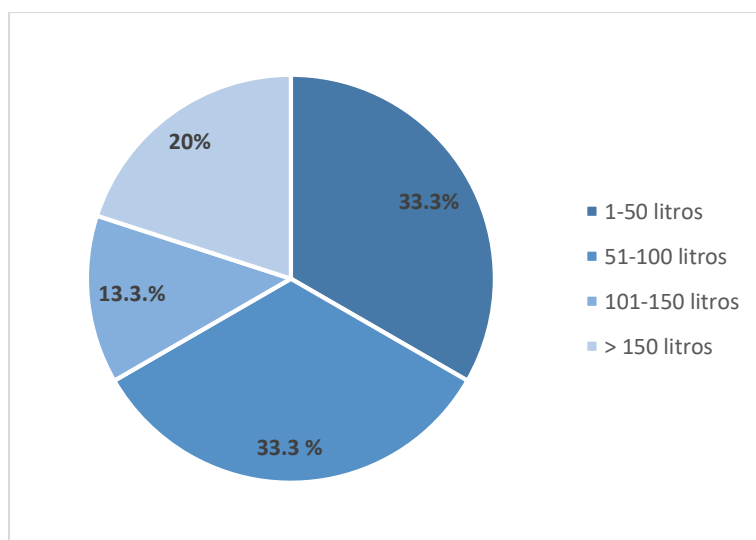


Figura 6. *Consumo de aceite de cocina en pollerías del distrito de Ayacucho*

De la Figura 6 se observa que el consumo de aceite de cocina con mayor porcentaje es de 1-50 litros que se clasifican como pequeños consumidores y el de 51-100 litros que se clasifican como medianos consumidores, ambos son representados principalmente por las pollerías que tienen menor demanda. Por otro lado, se puede evidenciar que existe un menor porcentaje de pollerías que usan entre 101-150 litros y el de más de 150 litros que se clasifican como grandes consumidores ya que corresponde a las pollerías que tienen mayor demanda de la población.

Tabla 4.1.2. *Estimación del consumo de aceite de cocina en las pollerías del distrito de Ayacucho según clasificación de pequeños, medianos y grandes consumidores*

Establecimientos	Consumo de aceite		
	Litros estimados		
	Día	Semana	Mes
Pollería 1	5.1	36.0	159.4
Pollería 2	5.1	36.0	159.4
Pollería 3	7.1	50.0	221.4
Pollería 4	7.1	50.0	221.4
Pollería 5	5.1	36.0	159.4
Suma total	29.7	208.0	921.1
Media	5.94±1.10	41.6±7.67	184.22±33.96
Desv. Estándar	1.10	7.67	33.96

(a)

Establecimientos	Consumo de aceite		
	Litros estimados		
	Día	Semana	Mes
Pollería 6	10.0	70.0	310.0
Pollería 7	14.3	100.0	442.9
Pollería 8	11.4	80.0	354.3
Pollería 9	11.4	80.0	354.3
Pollería 10	8.6	60.0	265.7
Suma total	55.7	390.0	1,727.1
Media	11.14±2.12	78.0±14.83	345.42±65.69
Desv. Estándar	2.12	14.83	65.69

(b)

Establecimientos	Consumo de aceite		
	Litros estimados		
	Día	Semana	Mes
Pollería 11	28.6	200.0	885.7
Pollería 12	42.9	300.0	1,328.6
Pollería 13	28.6	200.0	885.7
Pollería 14	20.0	140.0	620.0
Pollería 15	20.0	140.0	620.0
Suma total	140.0	980.0	4,340.0
Media	28.0±9.35	196.0±65.42	868.0±289.72
Desv. Estándar	9.35	65.42	289.72

(c)

Nota: (a) consumo <50 litros de aceite: pequeños consumidores; (b) consumo 51-100 litros de aceite: medianos consumidores; (c) consumo >100 litros: grandes consumidores.

De la Tabla 4.1.2. (a) correspondiente a pequeños consumidores se observa el consumo promedio de aceite de 5.94 ± 1.10 litros/día, 41.6 ± 7.67 litros/semana y 184.22 ± 33.96 litros/mes, teniendo un consumo total mensual de 921.1 litros; (b) correspondiente a medianos consumidores se observa el consumo promedio de aceite de 11.14 ± 2.12 litros/día, 78.0 ± 14.83 litros/semana y 345.42 ± 65.69 litros/mes, teniendo un consumo total mensual de 1,727.1 litros; (c) correspondiente a grandes consumidores se observa el consumo promedio de aceite de 28.0 ± 9.35 litros/día, 196.0 ± 65.42 litros/semana y 868.0 ± 289.72 litros/mes, teniendo un consumo total mensual de 4,340.0 litros.

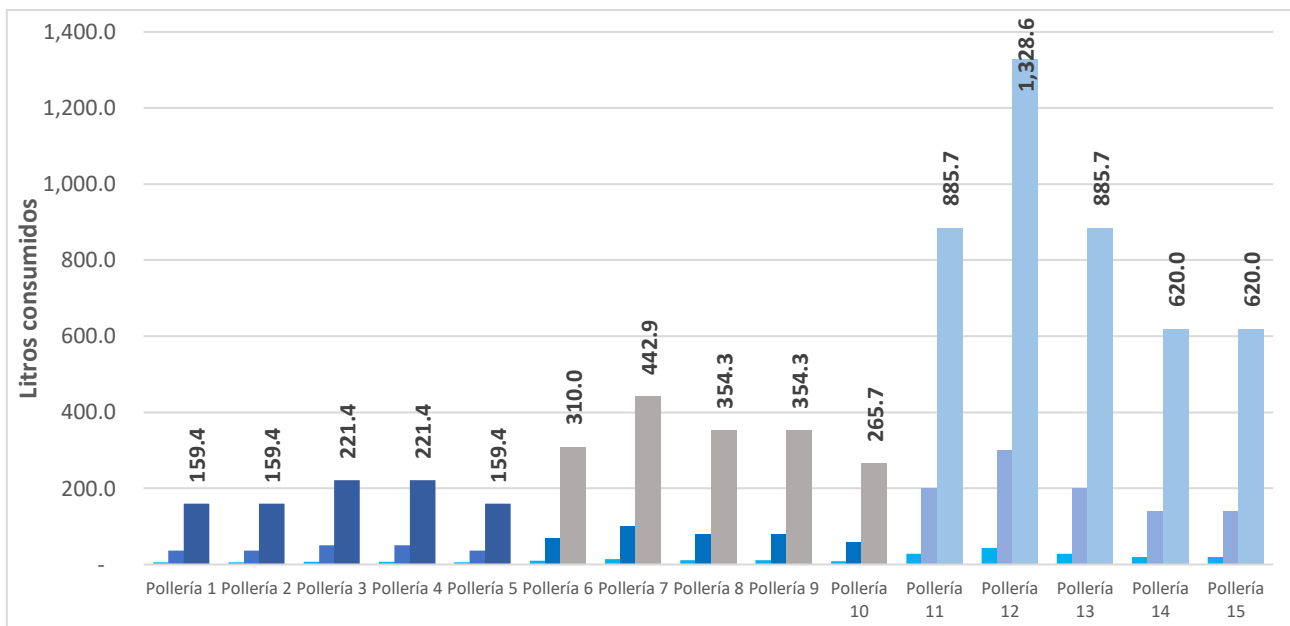


Figura 7. Consumo de aceite de cocina en pollerías encuestadas del distrito de Ayacucho (consumo diario/semanal/mensual)

De la Figura 7 se observa la estimación de consumo diario, semanal y mensual del aceite de cocina en las 15 pollerías encuestadas del distrito de Ayacucho, en donde llegarían a consumir un total de 6,988.29 litros/mes de aceite de cocina.

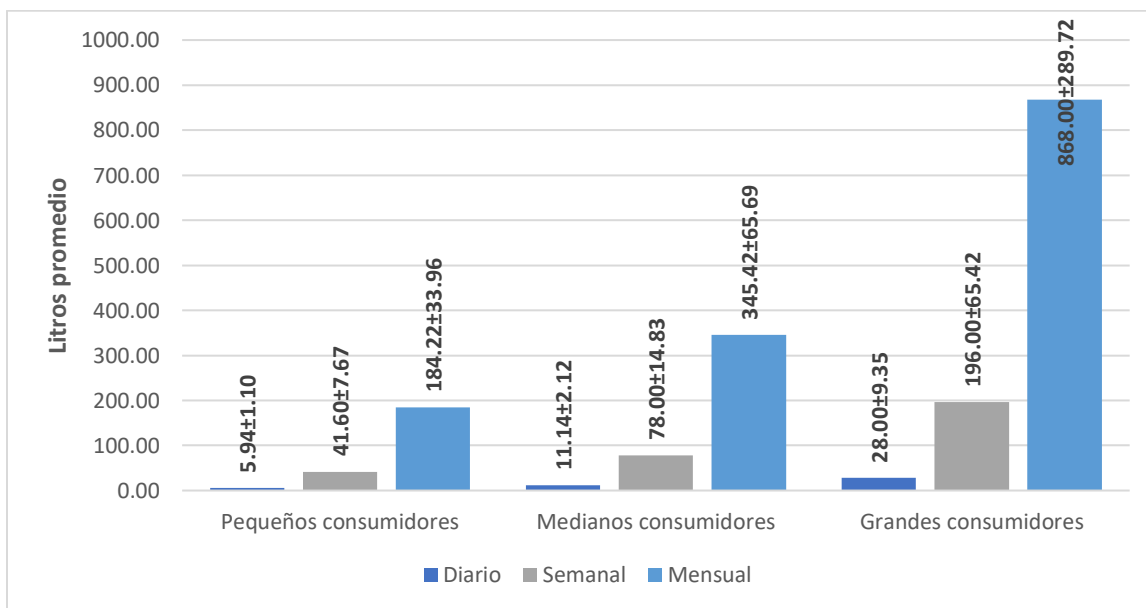


Figura 8. Volumen de consumo promedio diario/semanal/mensual de las pollerías encuestadas del distrito de Ayacucho

De la Figura 8 se observa la estimación del promedio del consumo del aceite de cocina de las 15 pollerías encuestadas donde los pequeños consumidores tienen un consumo de 184.22 ± 33.96 litros/mes, los medianos consumidores 345.42 ± 65.69 litros/mes, y los grandes consumidores 868.0 ± 289.72 litros/mes.

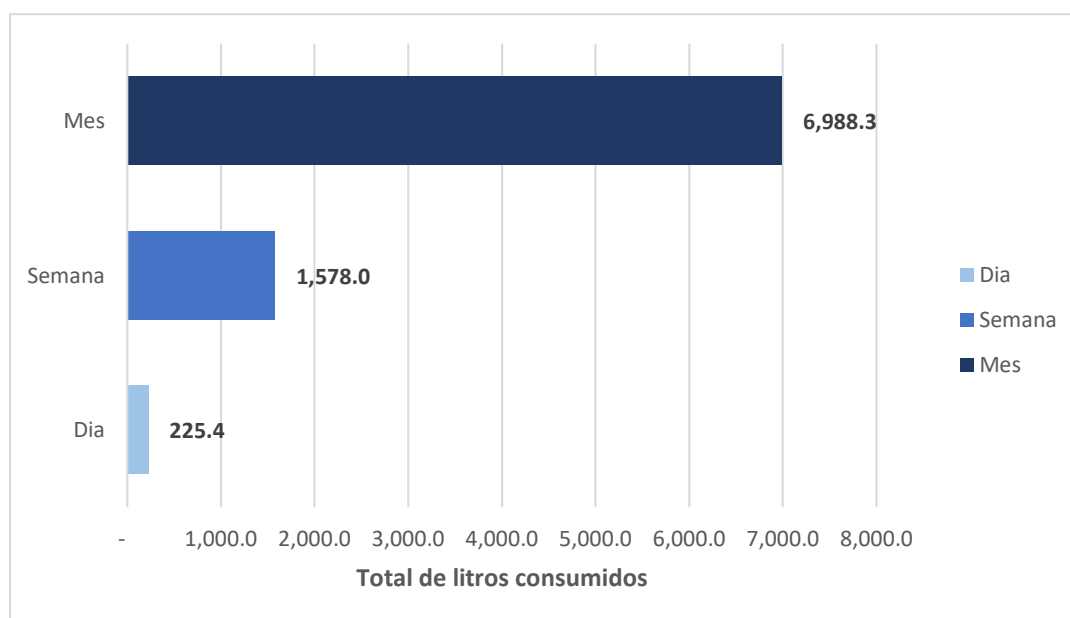


Figura 9. Consumo total estimado de aceite en las pollerías del distrito de Ayacucho

De la Figura 9 se observa la estimación del consumo total de aceite de las pollerías encuestadas del distrito de Ayacucho. Teniendo un consumo total de aceite de 225.4 litros/día, 1,578.0 litros/semana y 6,988.30 litros/mes.

Tabla 4.1.3. Frecuencia de uso del aceite de cocina en pollerías

¿Con qué frecuencia cambia el aceite de cocina usada en el proceso de fritura?

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
diario	3	20.0	20.0	20.0
tres veces por semana	3	20.0	20.0	40.0
Válidos 2 veces por semana	4	26.7	26.7	66.7
1 vez por semana	5	33.3	33.3	100.0
Total	15	100.0	100.0	

De la Tabla 4.1.3. se observa de acuerdo con la encuesta realizada a las pollerías que el 20% de las pollerías encuestadas cambian el aceite diariamente, el 20% cambia el aceite tres veces por semana, el 26.7% cambia el aceite dos veces por semana y el 33.3% cambia el aceite una vez por semana.

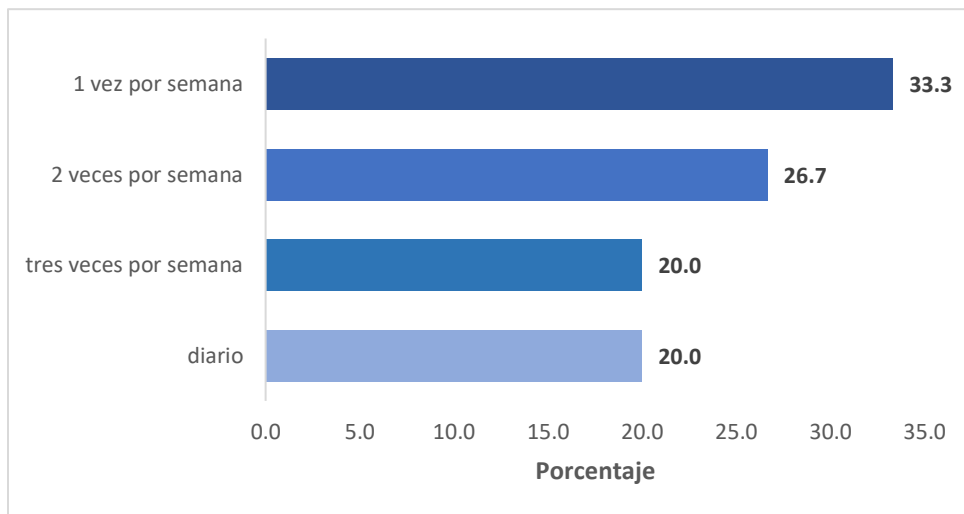


Figura 10. Frecuencia de uso del aceite de cocina en pollerías

Según la Figura 10, se tiene que la mayoría de las pollerías (33.3%) cambian el aceite una vez por semana, lo que indica que se reutiliza el aceite 7 veces aproximadamente, esto puede resultar perjudicial ya que se recomienda reutilizar el aceite de tres a cinco veces según el tipo de alimento y las condiciones de fritura (Lopez et al., 2018); a comparación del resultado de De Souza et al., (2019) que el aceite es reemplazado en RA y RB cada 3 días y 2 días respectivamente; mientras que en RC se reemplaza cada 15 días. Kumar et al., (2018) muestra que el 66% de los encuestados reutiliza el aceite de cocina y el 34% no lo reutiliza. Mientras que Vidal et al., (2018) determinaron que el mayor porcentaje (31%) reutilizan el aceite una sola vez, el 5% reutilizan el aceite hasta cuatro veces y un 26% omitieron esta pregunta. Debe existir el manejo del aceite de cocina usado desde su generación con el fin que el residuo sea una materia prima de calidad para la producción de diversos productos (Lopez et al., 2018). La población debe contar con buenas prácticas de fritura para que el aceite de fritura sea de buena calidad y no afecte la salud del consumidor (Kamilah et al., 2015; Lopez et al., 2018).

Tabla 4.1.4. Porcentaje de filtrado del aceite de cocina usado en pollerías

¿Filtran el aceite de cocina usado antes de almacenarlo para ser desechado?						
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado	
Válidos	si	2	13.3	13.3	13.3	
	no	13	86.7	86.7	100.0	
	Total	15	100.0	100.0		

De la Tabla 4.1.4 se observa de acuerdo con la encuesta realizada a las pollerías que sólo un 13.3% filtran el aceite de cocina usado, y un 86.7% no realizan este procedimiento.

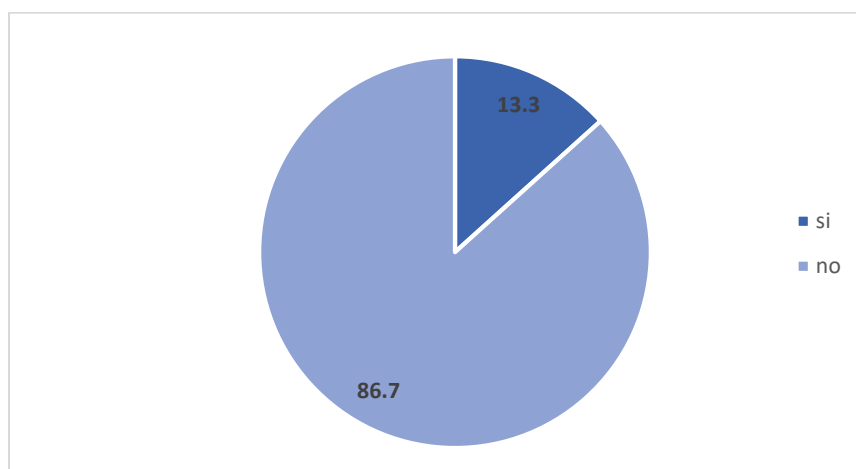


Figura 11. Filtrado del aceite de cocina usado

De la Figura 11 que la mayoría de las pollerías (86.7%) no filtra el aceite de cocina usado, lo que indica que el aceite contiene partículas de alimentos anteriormente fritos. Sólo un 13.3% realiza el filtrado del aceite para volver a reutilizarlo en la fritura. No obstante, no realizan este proceso antes de su disposición final, esto resulta perjudicial para la calidad de fritura y la calidad como materia prima para la obtención de nuevos productos. Esto concuerdan con De Souza et al., (2019) y Lopez et al., (2018) que indican que se debe filtrar el aceite después de cada uso para evitar su degradación y prolongar su vida útil.

Lopez et al., (2018); Sheinbaum et al., (2015); Vidal et al., (2018) indican que se deben establecer campañas informativas, de capacitación y sensibilización ambiental referente a los daños al ambiente y a la salud que ocasiona el manejo inadecuado del aceite de cocina usado en hogares y establecimientos de comida, así como campañas informativas de las buenas prácticas de fritura (temperaturas óptimas de fritura, vida útil del aceite, filtración del aceite). Sin embargo la generación del aceite de cocina usado también se puede evitar, Kamilah et al., (2015) indica que en Malasia existen campañas cuyo objetivo es disminuir la generación de aceites de cocina usados impulsando los hábitos de consumo saludables.

Tabla 4.1.5. Porcentaje del tipo de recipiente de almacenamiento

¿En qué tipo de recipiente almacena el aceite de cocina usado antes de ser desechado?

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	balde	5	33.3	33.3	33.3
	bidón de plástico	7	46.7	46.7	80.0
	recipiente de metal	0	0	0	0
	recipiente de vidrio	0	0	0	0
	otros	3	20.0	20.0	100.0
	Total	15	100.0	100.0	

De la tabla 4.1.5 se observa de acuerdo con las respuestas dadas por los propietarios y personal responsable de las pollerías que el 33.3% almacena el aceite de cocina usado en baldes, el 46.7% almacena el aceite de cocina usado en bidones de plástico, y el 20% indicaron en otros.

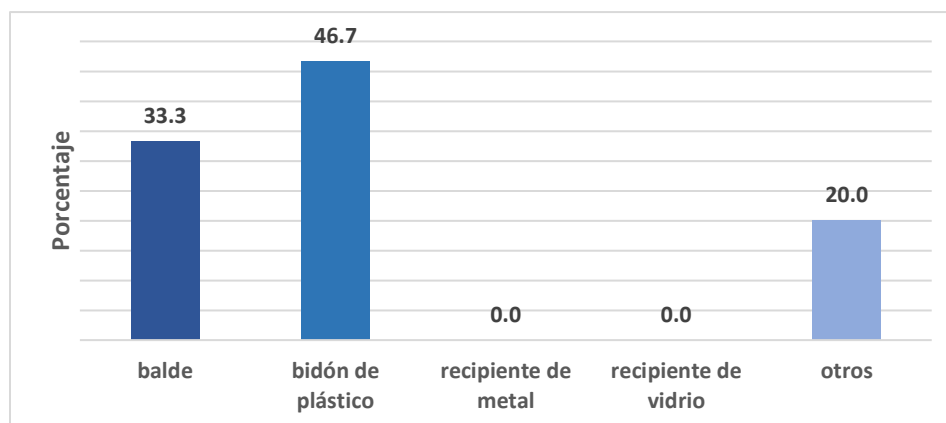


Figura 12. *Tipos de recipientes de almacenamiento de aceite de cocina usado*

De la Figura 12 se observa que la mayor parte de pollerías almacena el aceite de cocina usado en bidones de plástico y baldes de aceite, ninguna de las pollerías almacena el aceite de cocina usado en recipientes de metal y vidrio. Un 20% indicó que no almacenan el aceite de cocina usado ya que son eliminados inmediatamente después de su uso, esto coincide con los resultados de De Feo et al., (2020) que indica que el 76% de la muestra desechó incorrectamente el aceite de cocina usado, principalmente en el lavadero de la cocina o inodoro, ya que consideran una forma sencilla de verter el aceite de cocina usado a comparación con la mayor atención y paciencia que se necesita para verterlo a una botella o tanque con la ayuda de un embudo.

Tabla 4.1.6. *Porcentaje de disposición final del aceite de cocina usado en pollerías*

Normalmente, ¿Dónde desechan los aceites de cocina usado que generan?						
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado	
Válidos	vierten directamente por la alcantarilla	4	26.7	26.7	26.7	
	arroja a la basura con otros residuos	1	6.7	6.7	33.3	
	lo regalan	5	33.3	33.3	66.7	
	lo venden	1	6.7	6.7	73.3	
	otro	4	26.7	26.7	100.0	
	Total	15	100.0	100.0		

De la Tabla 4.1.6 se observa de acuerdo con las respuestas dadas por los propietarios y personal responsable de las pollerías que el 26.7% vierten el aceite de cocina usado directamente por la alcantarilla, el 6.7% lo arroja a la basura con otros residuos, el 33.3% lo regala, el 6.7% lo vende, y el 26.7% le dan otro tipo de disposición.

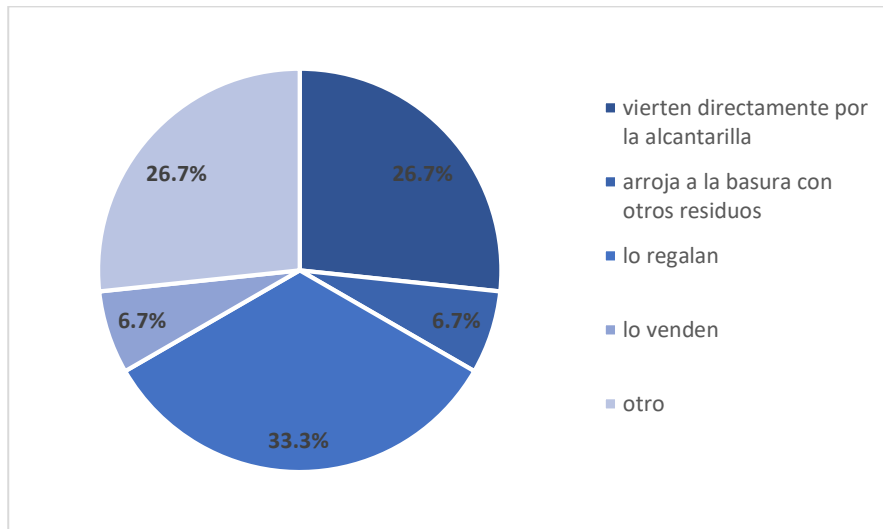


Figura 13. Disposición final del aceite de cocina usado en pollerías

Según la Figura 13, el 26.7% de las pollerías encuestadas vierten el aceite de cocina usado directamente por la alcantarilla, el 6.7% lo arroja a la basura, el mayor porcentaje 40% lo regalan o venden y el 26.7% le dan otro tipo de disposición; de la misma forma determinó Kumar et al., (2018) teniendo el mayor porcentaje (48.3%) a una disposición final del aceite de cocina usado de una manera desconocida, que puede resultar peligroso. Liu et al., (2018) determinó que el 24% de los restaurantes desecha el aceite de cocina junto a otros residuos, el 6% lo vierten al desagüe, y el 18% lo eliminan de otra manera, como vender el aceite a recolectores ilegales.

Los aceites de cocina usados finalmente son dispuestos de la manera incorrecta en muchos países debido a que no cuentan métodos sistemáticos de recolección de este tipo de residuos o son muy incipientes aún (Britton et al., 2018). Estos manejos inadecuados causan daños a la salud humana y animal, y la contaminación del medio ambiente (Britton et al., 2018; Maotsela et al., 2019; Moya & Moya, 2020; Struffaldi et al., 2019; Tsai, 2019; Villabona et al., 2017).

Es por ello que surge la necesidad de la implementación de una serie de normas orientadas a la adecuada disposición final de los aceites de cocina usados que han sido empleados previamente en la preparación de alimentos, de tal forma que puedan ser reaprovechados en la elaboración de diversos productos (Britton Acevedo et al., 2018; Struffaldi et al., 2019; Villabona Ortíz et al., 2017).

Otra forma de disposición final es la de eliminación del aceite de cocina usado, es la que describen Moya & Moya, (2020), propusieron un método sencillo de remediación para la eliminación del aceite de cocina usado en cuerpos de agua, demostraron la capacidad de eficiencia de biodegradación in vitro de los aceites de cocina usados usando tres géneros de hongos lipolíticos.

Tabla 4.1.7. Porcentaje del nivel de conocimiento de los daños causados por el aceite de cocina usado

¿Tiene conocimiento de los daños que causan los aceites de cocina usados al ser manejados inadecuadamente?					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	tengo conocimiento	5	33.3	33.3	33.3
	tengo poco conocimiento	5	33.3	33.3	66.7
	desconocimiento	5	33.3	33.3	100.0
	Total	15	100.0	100.0	

De la Tabla 4.1.7 se observa de acuerdo con las respuestas dadas por los propietarios y personal responsable de las pollerías que el 33.3% tiene conocimiento de los daños ocasionados por el aceite de cocina usado, el 33.3% tiene poco conocimiento y el 33.3% desconoce del tema.

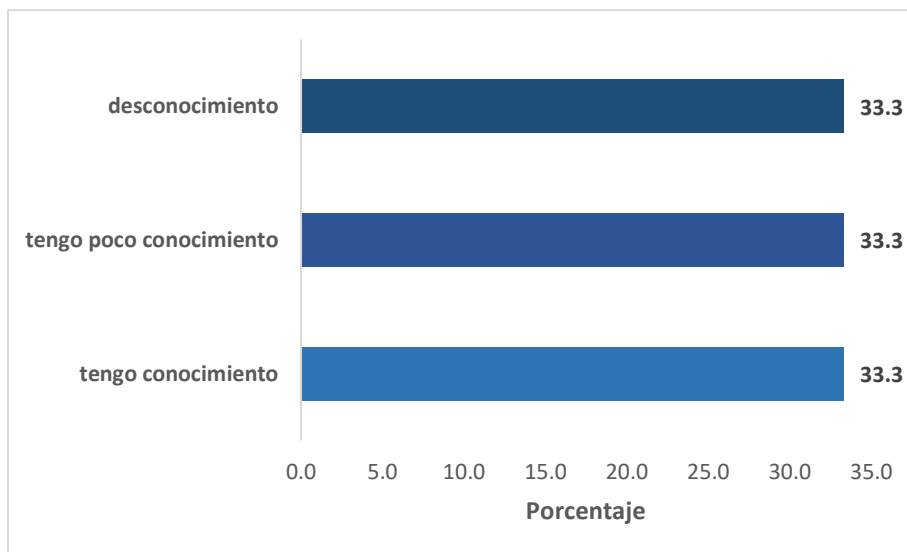


Figura 14. Nivel de conocimiento de los daños causados por el aceite de cocina usado

De la Figura 14 se observa que el 66.6% de encuestados desconocen o tienen un conocimiento limitado acerca de los daños que causa el manejo inadecuado del aceite de cocina usado, estos resultados concuerdan con los estudios de Kumar et al., (2018) donde concluye que el aceite de cocina usado no es un gran problema en India, ya que la población no es consciente de las consecuencias negativas que genera. De la misma manera Gurbuz & Ozkan, (2019) determinaron que el 57.3% no estuvo de acuerdo con que los residuos líquidos tengan un impacto negativo en el ambiente y el 49.2% no estuvo de acuerdo con la afirmación de que los estos residuos podrían dañar los recursos hídricos, concluyendo que a pesar del alto nivel educativo, los participantes no tenían conocimiento sobre el aceite de cocina usado y sus impactos en el medio ambiente. Sin embargo, en el estudio de (De Feo et al., 2020) determinaron un 100% de conciencia en encuestados con un nivel educativo superior, destacando la importancia del nivel educativo como factor clave que influye en el comportamiento y la actitud sobre el reciclaje del aceite de cocina usado.

4.2. Componentes del aceite de cocina

El aceite de cocina se compone de grasas vegetales, animales y sintéticas que se usan para el proceso de fritura, horneado y otros tipos de cocción (Ping & Hua, 2017). Científicamente hablando, los aceites de cocina son productos compuestos

principalmente por triglicéridos (95%), estos están formados por moléculas de glicerina y ésteres de ácidos grasos de cadena larga, cantidades pequeñas de vitaminas, fosfátidos, esteroides, colorantes y agua (Maotsela et al., 2019; Ping & Hua, 2017; Tsai, 2019; Villabona et al., 2017). Dependiendo de las estructuras químicas de los ácidos grasos, los aceites de cocina pueden ser saturados o insaturados, los aceites saturados en su mayoría derivado de grasas de animales, aceite de coco, aceite de palma y aceite de palmiste son más estables que los aceites insaturados, es decir que los aceites saturados tienen una vida útil más larga y son sólidos a temperatura ambiente (Ping & Hua, 2017; Tsai, 2019).

4.3. Volumen de generación

Los resultados de las encuestas acerca del volumen de generación del aceite de cocina usado en las pollerías del distrito de Ayacucho se presentan a continuación:

Tabla 4.3.1. *Porcentaje de volumen de generación de aceite de cocina usado*

		¿Qué cantidad de aceite usado generan a la semana?			
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	menos de 10 litros	6	40.0	40.0	40.0
	entre 11 a 30 litros	4	26.7	26.7	66.7
	entre 51 a 70 litros	3	20.0	20.0	86.7
	>70 litros	2	13.3	13.3	100.0
	Total	15	100.0	100.0	

De la Tabla 4.3.1. se observa de acuerdo con las respuestas dadas por los propietarios y personal responsable de las pollerías que el 40% genera menos de 10 litros de aceite de cocina usado, el 26.7% genera entre 11 a 30 litros de aceite de cocina usado, el 20% genera entre 51-70 litros de aceite de cocina usado y el 13.3 genera >70 litros semanalmente.

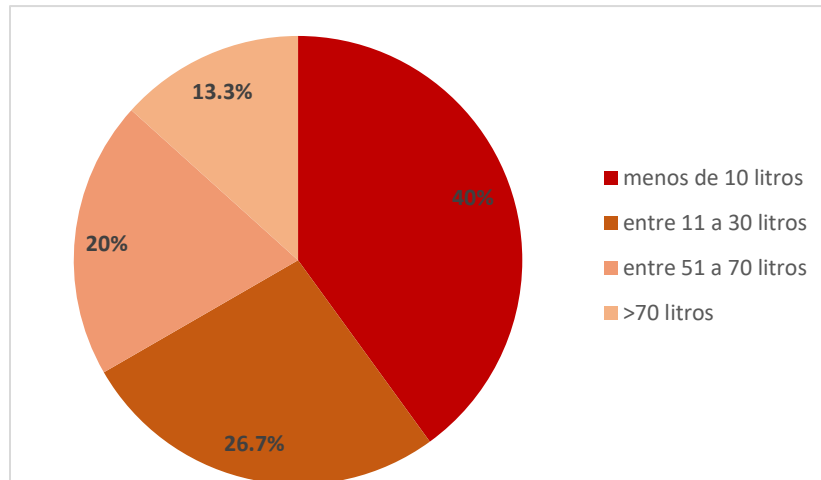


Figura 15. *Volumen de aceite de cocina usada generada semanalmente*

Según la Figura 15, se observa que la mayoría de las pollerías generan menos de 10 litros semanales. Sin embargo, estos resultan ser significativos debido a que la frecuencia de generación de las cantidades pequeñas va acumulando mayores volúmenes. La generación de los rangos de menos de 10 litros, 11-30 litros y 31-50 litros corresponden a pollerías pequeñas con menor demanda que son categorizados como pequeños generadores, el 20% genera entre 51-70 litros y el 13% corresponde a las pollerías que generan >70 litros que son categorizados como grandes generadores.

Tabla 4.3.2. *Estimación de la generación de aceite de cocina usado en las pollerías del distrito de Ayacucho según clasificación de pequeños y grandes generadores*

Establecimientos	Generación de aceite usado		
	Litros estimados		
	Día	Semana	Mes
Pollería 1	0.7	5.0	22.1
Pollería 2	1.4	10.0	44.3
Pollería 3	1.3	9.0	39.9
Pollería 4	1.1	8.0	35.4
Pollería 5	0.6	4.0	17.7
Pollería 6	2.1	15.0	66.4
Pollería 7	2.6	18.0	79.7
Pollería 8	1.4	10.0	44.3
Pollería 9	2.1	15.0	66.4
Pollería 10	3.1	22.0	97.4
Suma total	16.6	116.0	513.7
Media	1.65±0.82	11.6±5.76	51.37±25.50
Desv. Estándar	0.82	5.76	25.50

(a)

Establecimientos	Generación de aceite usado		
	Litros estimados		
	Día	Semana	Mes
Pollería 11	11.4	80.0	354.3
Pollería 12	21.4	150.0	664.3
Pollería 13	10.0	70.0	310.0
Pollería 14	8.6	60.0	265.7
Pollería 15	10.0	70.0	310.0
Suma total	61.4	430.0	1,904.3
Media	12.28±5.21	86.0±36.47	380.85±161.51
Desv. Estándar	5.21	36.47	161.51

(b)

Nota: (a) generación <50 litros de aceite de cocina usado: pequeños generadores; (b) generación >50 litros de aceite de cocina usado: grandes generadores.

De la tabla 4.3.2. (a) correspondiente a pequeños generadores, se observa la generación promedio de aceite de cocina usado de 1.65±0.82 litros/día, 11.6±5.76 litros/semana y 51.37±25.50 litros/mes, teniendo una generación de aceite de cocina usado total mensual de 513.70 litros; (b) correspondiente a grandes

generadores, se observa la generación promedio de aceite de cocina usado de 12.28 ± 5.21 litros/día, 86.0 ± 36.47 litros/semana y 380.85 ± 161.51 litros/mes, teniendo una generación total de aceite de cocina usado mensual de 1,904.3 litros.

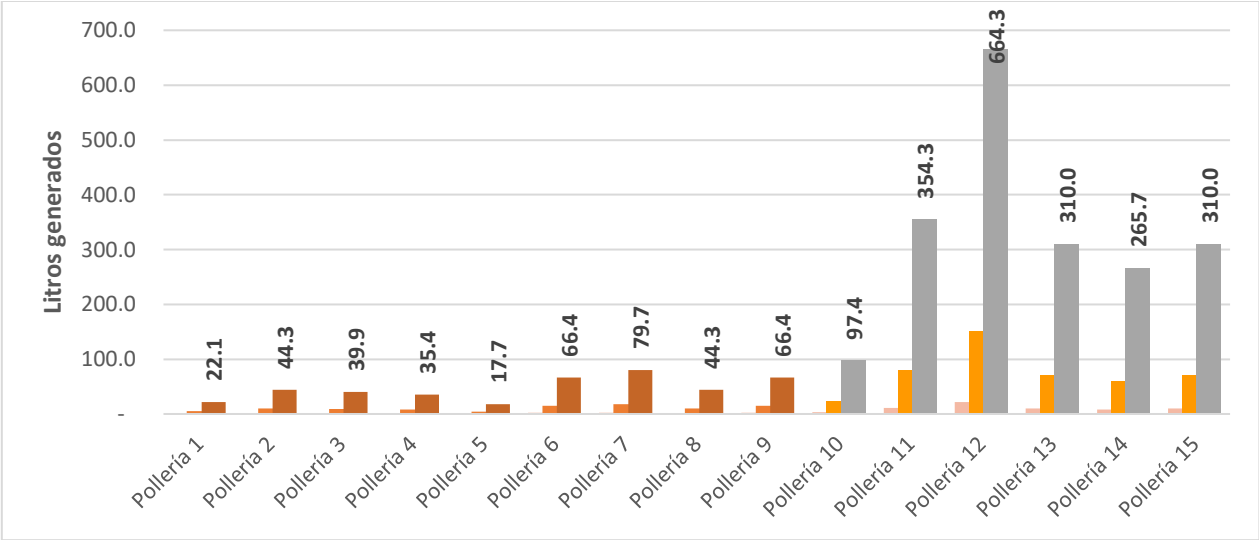


Figura 16. Generación de aceite de cocina usado en las pollerías encuestadas del distrito de Ayacucho (consumo diario/semanal/mensual)

De la Figura 16 se puede observar la estimación de generación diaria, semanal y mensual del aceite de cocina usado en las 15 pollerías encuestadas del distrito de Ayacucho donde se llega a generar un total de 2,418. 0 litros/mes.

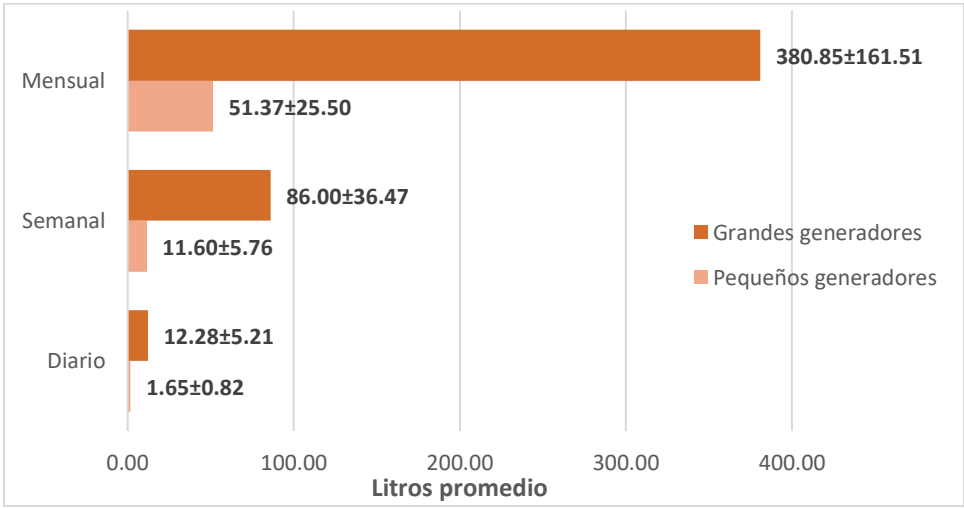


Figura 17. Volumen de generación promedio diario/semanal/mensual de las pollerías encuestadas del distrito de Ayacucho

De la Figura 17 se observa la estimación del volumen promedio de generación del aceite de cocina usado de las 15 pollerías encuestadas, donde los pequeños generadores tienen una generación promedio de 51.37 ± 25.50 litros/mes y los grandes generadores tienen una generación promedio de 380.85 ± 161.51 litros/mes.

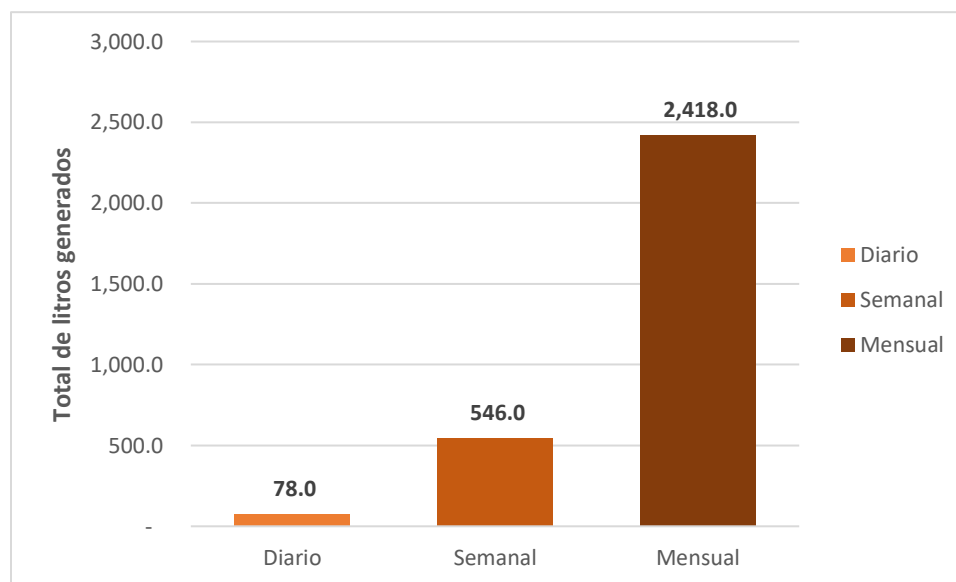


Figura 18. *Volumen de generación total estimada de aceite de cocina usada en las pollerías del distrito de Ayacucho*

De la Figura 18 se puede observar la estimación del volumen total de generación del aceite de cocina usado en las pollerías encuestadas del distrito de Ayacucho. Teniendo una generación total de 78.0 litros/día, 546.0 litros/semana y 2,418.0 litros/mes.

De los resultados obtenidos del volumen de generación del aceite de cocina usado en las pollerías del distrito de Ayacucho se tiene que llegan a generar un total de 78.0 litros/día de aceite de cocina usado, 546.00 litros/semana de aceite de cocina usado y 2,418.0 litros/mes de aceite de cocina usado. Este resultado se asemeja a la generación en establecimientos de comida rápida en donde se genera aproximadamente 2,240 litros/mes Vidal et al., (2018). En el caso de restaurantes la tasa de generación de aceite de cocina usado es relativamente pequeña, es el caso del estudio de De Souza et al., (2019) que determinó la tasa de generación de RA=120 litros/mes, RB= 130 litros/mes. Sin embargo, RC tuvo un promedio de

generación mensual mayor a las pollerías encuestadas que es de 540 litros/mes. Esto es debido a que es un restaurante con mayor demanda, y que utilizan mayores cantidades de aceite para la preparación de los alimentos. Lopez et al., (2018) determinó que el promedio de generación en cafeterías de una Universidad de Costa Rica es de 0.686 litros/día, 4.112 litros/ semana y 16.448 litros/mes, estos valores se encuentran por debajo de la generación en las pollerías del distrito de Ayacucho.

El volumen de generación del aceite de cocina usado varía de un país a otro, ya que depende del uso de aceites vegetales y animales para preparar alimentos. Sin embargo, cada año la cantidad producida de aceite de cocina usado es mayor debido que se incrementa la población mundial y por tanto se también aumenta el consumo de alimentos (Britton et al., 2018).

En el continente Americano, el país de Colombia, consumen alrededor de 162 millones de aceite de cocina, el 35%, es decir 57 millones de estos se convierten en aceites de cocina usados (Britton et al., 2018; Villabona et al., 2017). En São Paulo Macrometrópolis- Brasil la cantidad total de aceites de cocina usados que se generan es alrededor de 20 millones de litros anuales (Struffaldi et al., 2019). En Estados Unidos se generan 10 millones de toneladas de aceite de cocina usada al año y en Canadá alrededor de 120,000 toneladas al año de aceite de cocina usado. (Britton et al., 2018; Gurbuz & Ozkan, 2019).

En el continente Asiático, el país de China se generan alrededor de 5 millones de toneladas de aceite de cocina usado cada año (Britton et al., 2018; De Feo et al., 2020). En Beijing se consumen aproximadamente 600 mil toneladas de aceite de cocina al año y se generan aproximadamente 90 mil toneladas de aceite de cocina usado al año (Liu et al., 2018). Malasia genera 0.5 millones de toneladas de aceite de cocina usado al año, Japón genera entre 0.45-0.57 millones de toneladas de aceite de cocina usado al año y Taiwán genera 0.07 millones de toneladas de aceite de cocina usado al año (Britton et al., 2018; Tsai, 2019).

En el continente Europeo, la Unión Europea genera alrededor de 700,000 a 1 millón de toneladas anuales de aceite de cocina usado, Inglaterra genera 1.6 millones de

toneladas de aceite de cocina usado al año, Irlanda 0.153 millones de toneladas al año, (Britton et al., 2018; Gurbuz & Ozkan, 2019).

Los resultados de las encuestas acerca del volumen de aceite de cocina usado generado en las pollerías del distrito de Ayacucho se presentan a continuación:

4.4. Fuentes de generación

Como se mencionó anteriormente, las fuentes de generación de los aceites de cocina usados provienen principalmente de hogares (urbanas y rurales), actividades comerciales (cadenas de comida rápida, restaurantes, hoteles, cafeterías, universidades, casinos, puestos callejeros, etc.) y actividades industriales (Chuangbin & Haisong, 2019; Maotsela et al., 2019; Tsai, 2019).

En cuanto a las actividades comerciales; Vidal et al., (2018) estimó el potencial de generación de aceites y grasas de cocina usados de diferentes tipos de establecimientos de comida (comida a la carta, comida rápida, marisquerías, taquería, antojos mexicanos, carnitas, churrerías) que es de 6,981.35 litros mensuales y 83,776.2 litros por año. De Souza et al., (2019) calculó la generación de aceite de cocina usado en tres establecimientos gastronómicos de Lavras, Minas Gerais en Brasil, en donde en RA se generó 120 L/mes de aceite usado, en RB 130 L/mes y en RC 540 L/mes.

La cantidad anual de aceite de cocina usado es de 239,375 toneladas de centros de servicio de alimentos institucional; 94,960 toneladas del negocio de restaurantes y 11,926-77,459 toneladas del sector residencial en Corea de Sur (Cho et al., 2015). Las cantidades recolectadas de aceites de cocina usados de los sectores residencial y comercial en Taiwán aumentaron significativamente de 1,599 toneladas en 2015 a 12,591 toneladas (Tsai, 2019).

Los aceites de cocina usado se generan también en establecimientos institucionales (escuelas, colegios, universidades); Pérez et al., (2017) estimaron la generación de laboratorios gastronómicos y cafeterías de una universidad mexicana, teniendo los valores de generación promedio 10 L/semana y 40 L/mes en laboratorios gastronómicos y 25 L/semana y 100 L/mes en cafeterías. Lopez et al., (2018)

estableció también la tasa de generación de aceite de cocina usado de 41.13 L/semana y 82,26 L/ mes de 5 sodas estudiantiles de una universidad de Costa Rica.

Del total de aceite de cocina usado generado el 80% es por parte de los hogares (Britton et al., 2018). Kamilah et al., (2015), estimó la producción de aceite de cocina usado en hogares rurales en Kampung Nelayan y hogares suburbanos en Gurun Kedah de Malasia, teniendo valores de generación de hasta 6-10 L/mes y 1 L/mes respectivamente. El sector residencial (hogares) en Corea del Sur genera aproximadamente anualmente 11,926-77,459 toneladas de aceite de cocina usado (Cho et al., 2015). En los hogares de Angry- Italia se recolectaron 7,730 kg. De aceite de cocina usado en el 2015, y 3,800 kg de aceite usado de cocina en periodo 2016-2019 teniendo una pérdida de más de 15,000 kg de aceites de cocina usados desechados indebidamente con el consiguiente daño ambiental y económico, esto debido a un cambio de gestión en el sistema de recolección de este residuo (De Feo et al., 2020). Sperandio et al., (2018) realizó una prueba de un sistema tecnológico e innovador de recolección de aceites de cocina de los hogares de Italia donde estimó la tasa de recolección del aceite de cocina usado el primer mes de prueba de 80 kg de aceites usados recolectados a 150 kg de aceites de cocina usados en el segundo mes de prueba.

4.5. Características fisicoquímicas del aceite de cocina usado

Durante el proceso fritura el aceite de cocina es sometido a temperaturas entre 160 y 190°C, y por diversas condiciones como de la humedad del recipiente de cocción y el oxígeno del aire; estas condiciones causan tres tipos de cambios químicos: termolíticas, oxidativas e hidrolíticas (Villabona et al., 2017). Estos cambios alteran las propiedades químicas iniciales del aceite de cocina, degradándose y convirtiéndose en no aptas para su consumo (Gurbuz & Ozkan, 2019; Pérez et al., 2017; Vidal et al., 2018). Los componentes que resultan de estas alteraciones son componentes o grasas TRANS como la acroleínas y compuestos cancerígenos como la acrilamida y radicales libres, benzopireno y benzoantraceno que son perjudiciales para la salud humana (Benavides & Lozano, 2018; Gurbuz & Ozkan,

2019; Sanaguano et al., 2019; Vidal et al., 2018), ya que pueden acumularse en el cuerpo humano y causar enfermedades como cáncer, hipertensión arterial, aterosclerosis, entre otros (De Souza et al., 2019; Kamilah et al., 2015).

Existen países como Ecuador que controlan la calidad del aceite de cocina sea apta para el consumo bajo una Norma Técnica Ecuatoriana (NTE INEN) donde establecen valores máximos de propiedades como densidad, humedad y materia volátil, acidez e índice de refracción (Sanaguano et al., 2019; Villabona et al., 2017). Brasil cuenta con una norma de la Agencia Nacional de Vigilancia Sanitaria (ANVISA) donde se establece los estándares de calidad de aceites y grasas vegetales al consumo humano (De Souza et al., 2019). Costa Rica cuenta con un Reglamento 37308-S para los servicios de alimentación pública donde establecen análisis sensoriales del aceite de cocina: color, sabor, olor (Lopez et al., 2018). De la misma forma, Perú cuenta también con la Norma Técnica Sanitaria N°142-MINSA/2018/DIGESA, que establece los principios generales de higiene que deben cumplir los restaurantes y servicios afines (DIGESA, 2018).

Cuando el aceite de cocina deja de ser apta para el consumo, este puede ser aprovechado para su conversión en otros productos (Sanaguano et al., 2019). Sin embargo, es de importancia señalar que un criterio clave para aprovechar el aceite de cocina usado como materia prima en la conversión a otros productos es su composición química. Por lo tanto, el aceite de cocina usado recolectado de hogares, actividades económicas y actividades industriales, debe pasar por procesos de pretratamientos químicos con el objetivo de obtener una materia prima de calidad para ser usada en la fabricación de diversos productos (Britton et al., 2018; De Souza et al., 2019; Vidal et al., 2020).

Sanaguano et al., (2019) determinaron los componentes presentes en aceites de cocina usados previos a su conversión a biodiésel como: la densidad, punto de inflamación, índice de cetano, viscosidad cinemática, estos valores fueron comparados con los parámetros normativos de la ASTM D6751, resultando dentro de los rangos establecidos para poder convertirlos a biodiésel. Lopez et al., (2018) de la misma manera determinó propiedades organolépticas (olor y color) y

fisicoquímicas (densidad, poder calorífico y compuestos polares) del aceite de cocina usado para su poder reaprovecharlo como materia prima, considerándose dentro de los valores límites de calidad. De Souza et al., (2019) determinó la calidad de aceite de cocina usado según el método AOCS Cd 3d-63 en Brasil mediante los niveles de ácido, yodo, peróxido y valor de saponificación, teniendo como resultado las variaciones en algunas propiedades analizadas como el índice de acidez y el índice de peróxido. No obstante, la mezcla de estos residuos no representó un problema en la producción de biodiésel ya que se llevó a cabo una etapa de pretratamiento en el proceso. Vidal et al., (2020) determinaron los índices de saponificación de grasas y aceites de cocina usado para indagar los parámetros de calidad siguiendo el procedimiento de norma mexicana NMX-F-174-S-1981.

4.6. Reaprovechamiento

Los resultados de las encuestas acerca del reaprovechamiento del aceite de cocina usado en las pollerías del distrito de Ayacucho se presentan a continuación:

Tabla 4.6.1. *Porcentaje del nivel de conocimiento de reaprovechamiento del aceite de cocina usado*

¿Sabe usted que el aceite de cocina usado puede ser reutilizado para elaborar nuevos productos?					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	si	8	53.3	53.3	53.3
	no	7	46.7	46.7	100.0
	Total	15	100.0	100.0	

De la Tabla 4.6.1. se observa de acuerdo con las respuestas dadas por los propietarios y personal responsable de las pollerías que el 53.3% si sabe que el aceite de cocina usado se reutiliza para elaborar nuevos productos, y el 46% indica que no sabe acerca este tema.

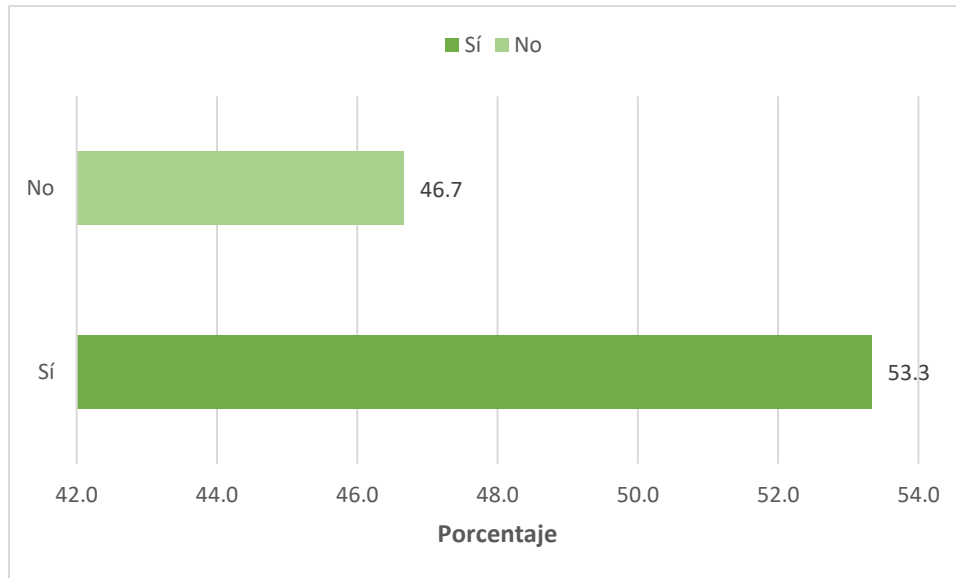


Figura 19. Nivel de conocimiento de reaprovechamiento del aceite de cocina usado

Según la Figura 19 se observa que casi la mitad de los propietarios o personas encargadas de las pollerías encuestadas desconoce completamente que el aceite de cocina usado puede reutilizarse para la elaboración de nuevos productos, esto debido a la falta de educación y cultura de reciclaje en el distrito de Ayacucho que hace que la población ignore el valor del aceite de cocina usado como materia prima para la obtención de nuevos productos y subproductos.

De los resultados se tiene que el nivel de conocimiento e información acerca reciclaje del aceite de cocina usado se tiene que un 46.7% desconocía que el aceite de cocina usado se podía reciclar. Este resultado también surgió en el estudio de Liu et al., (2018), donde los autores declararon que el 65% de los encuestados no tenían conocimientos sobre el uso del aceite de cocina para la producción de biocombustibles. De la misma manera lo determinaron De Feo et al., (2020) y Vidal et al., (2018) donde los propietarios de los establecimientos de comida manifiestan que no hacen usos de los sistemas de recolección y reciclaje del aceite de cocina usado por desconocimiento de las posibilidades de reciclaje de estos residuos. Por lo tanto, es cada vez más importante apoyar campañas de información y educación ambiental para promover la conciencia ambiental de los consumidores. No obstante, no todos los autores tuvieron los mismos resultados, Cho et al., (2015) donde determino que la mayoría (71.5%) de los encuestados afirmó que sabía que el aceite

de cocina usado era un recursos designado como reciclaje como el papel, el metal y el plástico.

Tabla 4.6.2. *Porcentaje de disposición del aceite de cocina usado a empresas recicladoras*

¿Alguna vez su establecimiento dispuso el aceite de cocina usado a una empresa recicladora de este residuo?					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	si	8	53.3	53.3	53.3
	no	7	46.7	46.7	100.0
Total		15	100.0	100.0	

De la Tabla 4.6.2. se observa de acuerdo con las respuestas dadas por los propietarios y personal responsable de las pollerías que el 53.3% si dispuso el aceite de cocina usado generado a empresas recicladoras y el 46.7% no dispusieron nunca el aceite de cocina usado generado a empresas recicladoras.

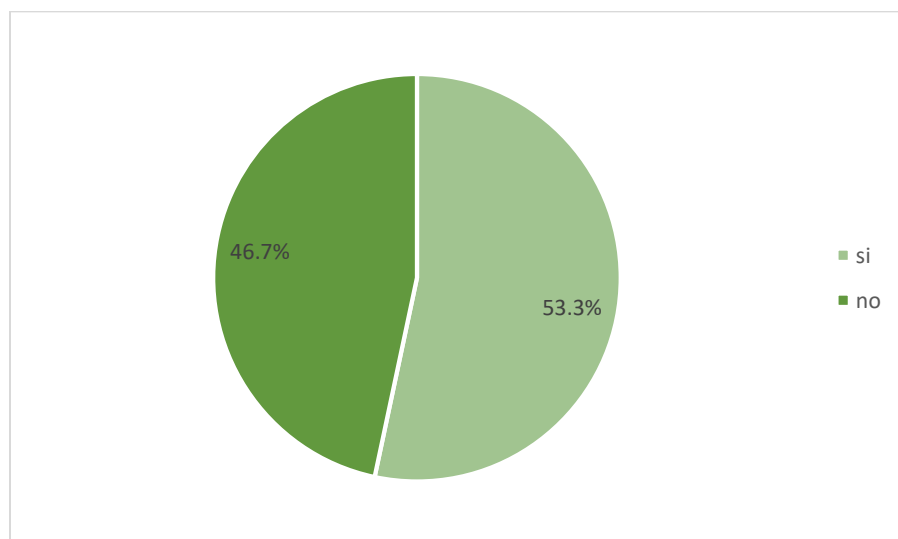


Figura 20. *Disposición del aceite de cocina usado a empresas recicladoras*

Según la Figura 20, se observa que el 46.7% indicaron que no dispusieron nunca el aceite de cocina usado que generan a empresas recicladoras y el 53.3% de las pollerías encuestadas indicaron que alguna vez dispusieron el aceite de cocina usado que generaron a empresas recicladoras. No obstante, la mayoría indicaron que ignoran el nombre de la empresa y el uso que se le brinda al residuo, lo que

puede suponer que las empresas son informales. Los resultados del estudio de Liu et al., (2018) muestran que el 24% de los restaurantes no entregan el aceite de cocina usado a recolectores formales y aproximadamente 21,000 toneladas no se contabilizan. Gurbuz & Ozkan, (2019) determinaron que el 48.3% no recolecta el aceite de cocina usado y Cho et al., (2015) mostraron que sólo el 6.9% participaba en la recolección del aceite de cocina usado por una empresa formal.

Existen diferentes alternativas de sistemas de recolección de los aceites de cocina usados desarrollados en diferentes países para recolectar eficientemente estos residuos (Benavides & Lozano, 2018). Dos de estos sistemas de recolección es el que mencionaron Cho et al., (2015) y Benavides & Lozano, (2018), el primero es el sistema de entrega en donde se recoge el aceite de cocina usado en puntos específicos más poblados de las ciudades (parques, restaurantes, hoteles, supermercados, entre otros), De Feo et al., (2020) este sistema consta de grandes contenedores rotulados para depositar el aceite de cocina usado generados en los hogares y establecimientos de comida. El segundo es el sistema en la acera o “puerta a puerta” en donde los recicladores recolectan los aceites de cocina usado a través de visitas in situ.

Benavides & Lozano, (2018) validaron el modelo de Programación Lineal Entera Mixta (MILP) con el sistema de recolección de puerta a puerta, calculando el costo mínimo de recolección y establecer las rutas de recolección del aceite de cocina usado. Realizaron una evaluación logística y ambiental de la viabilidad de producción de biodiésel teniendo en cuenta los Puntos de Abastecimiento (SPs), esto para llegar a una gestión eficaz, ya que es necesario una recaudación eficiente y optimizada (De Souza et al., 2019).

Por su parte Cho et al., (2015), adicionó a los dos sistemas de recolección mencionadas anteriormente los Incentivos económicos, ya que tienen efectos potenciales de aumentar la participación de la población en la recolección del aceite de cocina usado lo que causa también el aumento considerable de la tasa de recolección del aceite de cocina usado (Liu et al., 2018; Sheinbaum et al., 2015). La implementación de incentivos económicos sería una forma eficaz de hacer frente a

las regulaciones que no tienen éxito. Por eso es importante no sólo implementar reglas y regulaciones, sino también generar alternativas e incentivos para la gestión del aceite de cocina usado (Liu et al., 2018; Sheinbaum et al., 2015).

Las empresas e instituciones de recaudación deben elaborar un plan logístico para gestionar la recolección del aceite de cocina usado (De Souza et al., 2019; Pérez et al., 2017; Struffaldi et al., 2019); la implementación de un sistema de información simple sobre la producción del aceite usado en los establecimientos de comida podría mejorar la recolección de ésta estableciendo las frecuencias de recogida más adecuada se podría determinar la ruta más eficiente, teniendo en cuenta la cantidad del residuo producido en cada lugar y la distancia entre ellos (De Souza et al., 2019).

Otra solución sería desarrollar una aplicación móvil, donde permite al generador ingresar datos sobre la cantidad de residuos producidos, la ubicación de contenedores y cuando se alcance cierto volumen el recolector sería notificado y configuraría la recolección (De Souza et al., 2019; Sperandio et al., 2018).

Un caso de diseño innovador y ecológico para la recolección del aceite de cocina usado en hogares es el que menciona Sperandio et al., (2018), greenBag es una solución innovadora de manejo del aceite de cocina usado para hogares que tiene como objetivo permitir la recolección de esta materia prima satisfaciendo las necesidades las familias y empresas recolectoras, explotando la trazabilidad de la disposición no sólo para saber cuántos residuos se generan sino también para cuantificar sus esfuerzos y concientizarlos sobre el proceso de disposición general. GreenBag está formado por tres elementos principales: a) El contenedor greenBag, que consta de tres tanques interiores, el primer tanque tiene un sistema de reducción de olores y sensores para analizar los aceites de cocina usados (segundo tanque de aceite de cocina) y separarlos de los que son considerados chatarra (tanque chatarra), b) La greenBag C2R (sala de mando y control), es un módulo de control de los contenedores greenBag, recibe los datos del contenedor greenBag y c) La aplicación greenBag, permite al generador saber dónde están los contenedores greenBag, la proporción de aceite de cocina usados, se pueden

enviar mensajes de alerta (compuestos por imágenes y textos) a los recolectores del aceite de cocina usado (Sperandio et al., 2018).

Cho et al., (2015) y Liu et al., (2018) mencionan que los factores que influyen en la participación de recolección del aceite de cocina usado son factores socioeconómicos, regulaciones, el conocimiento de la recolección del aceite de cocina usado (información y educación ambiental), el monto del incentivo inicial y el sistema de recolección del aceite de cocina usado. Es importante plantear cambios en la regulaciones para potenciar la intensidad de las multas hacia los establecimientos que venden aceite de cocina usado a recolectores informales o lo vierten directamente por los desagües con la supervisión de su cumplimiento (Chuangbin & Haisong, 2019; Liu et al., 2018).

Tabla 4.6.3. *Porcentaje de aceptación de trabajar con una empresa recicladora formal*

Si tuviera la oportunidad de trabajar con una empresa recicladora que se encargue del recojo y reciclado del aceite de cocina que se genera en el establecimiento para dar un manejo adecuado al residuo y contribuir con el cuidado del medio ambiente y la salud de las personas, ¿Lo harían?

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Por supuesto que sí	12	80.0	80.0	80.0
	Lo pensaría	2	13.3	13.3	93.3
	No estoy interesado	1	6.7	6.7	100.0
	Total	15	100.0	100.0	

De la Tabla 4.6.3. se observa de acuerdo con las respuestas dadas por los propietarios y personal responsable de las pollerías que el 80% está dispuesto a trabajar con una empresa recicladora formal de aceite de cocina usado, el 13.3% pensaría está oportunidad, y el 6.7% no está interesado en trabajar con una empresa formal de reciclaje del aceite de cocina usado.

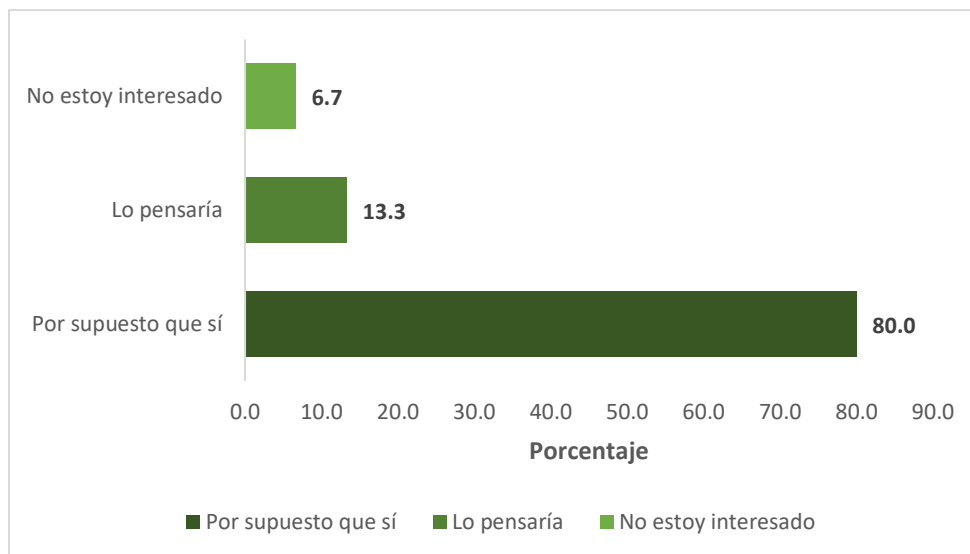


Figura 21. *Aceptación de trabajar con una empresa recicladora formal*

Según la Figura 21, un gran porcentaje de pollerías está dispuesto a trabajar y disponer el aceite de cocina usado que generan a una empresa recolectora y recicladora formal ya que quieren colaborar con el cuidado del medio ambiente y la salud de las personas. Un pequeño porcentaje evaluaría esta oportunidad y sólo un 6.7% no está interesada en trabajar con ninguna empresa recicladora formal, ya que disponen el aceite de cocina usado a su beneficio, estos resultados concuerdan con los resultados del estudio de Kumar et al., (2018) que determinaron que más del 70% están dispuestos a reciclar el aceite de cocina usado y Liu et al., (2018) indicaron que el 100% de los encuestados expresaron su disposición a enviar el aceite usado que generan a fabricantes de biocombustibles.

Una recolección exitosa del aceite de cocina usado no sólo requiere reglas y regulaciones adecuadas, sino también el conocimiento, la aprobación y la cooperación del consumidor. La participación de toda la sociedad, de las autoridades gubernamentales y empresas recolectoras es muy importante para lograr una adecuada gestión y funcionalidad de la cadena de gestión del aceite de cocina usado (De Souza et al., 2019; Gurbuz & Ozkan, 2019; Sheinbaum et al., 2015). Es necesaria resaltar la importancia y sugerir campañas de información y educación ambiental para promover la conciencia ambiental de la ciudadanía ya que son importantes en los sistemas de recolección (De Feo et al., 2020), para

concientizar a los hogares y establecimientos de comida en recolectar los aceites de cocina usados y entregarlos a recolectores formales para su reaprovechamiento (Gurbuz & Ozkan, 2019; Liu et al., 2018).

Los aceites de cocina usados pueden originar severos daños al ambiente y a la salud pública si no se manejan adecuadamente. No obstante, el correcto manejo en toda la cadena de gestión (desde la compra hasta la disposición final) de este residuo permite su reutilización y reciclaje (aprovechar las propiedades de los residuos y convertirlos en otros productos o energía a través de métodos físicos, químicos y bioquímicos) es imprescindible para frenar esta amenaza y al mismo tiempo representando un beneficio social, económico y ambiental (De Souza et al., 2019; Gurbuz & Ozkan, 2019; Lopez et al., 2018, Vidal et al., 2020).

Se considera al aceite de cocina usado como una biofuente que presenta un gran potencial de valorización energética y de materiales (Tsai, 2019). Existen diferentes alternativas de valorización o reaprovechamiento para la obtención de productos y subproductos como: biocombustibles, lubricantes, ceras, jabones, surfactantes o tensoactivos, espumas rígidas de poliuretanos, betunes, pinturas, piensos, entre otros (De Souza et al., 2019; Lopez et al., 2018; Vidal et al., 2020; Villabona et al., 2017).

Biodiésel; relacionan el uso de este biocombustible como amigable con el medio ambiente debido a los bajos niveles de emisión de gases de efecto invernadero, su característica de biodegradabilidad y su carácter renovable (Britton et al., 2018). Se utilizan aceites vegetales frescos para su producción, esta materia prima representa alrededor de 60% a 80% del costo total de producción de este biocombustible, por lo que muchos consideran que el biodiésel producido a partir de esta materia prima no es competitivo (Britton et al., 2018; Sanaguano et al., 2019). Es por ello por lo que el aceite de cocina usado se ha considerado una alternativa prometedora por sus bajos costos de adquisición, su alta disponibilidad, la posibilidad de darle una valorización a este residuo teniendo en cuenta que su manejo inadecuado representa un problema ambiental, económico y social para los países y porque es un medio para recuperar el contenido energético; siendo económicamente viables

y técnicamente factibles (Britton et al., 2018; Kumar et al., 2018; Liu et al., 2018; Tsai, 2019).

Considerando lo mencionado anteriormente, uno de los grandes retos de la industria del biodiésel es el desarrollo de métodos y tecnología innovadora para la producción de biodiésel a partir de aceites de cocina usados y para que este residuo sea apto para producir biodiésel, teniendo en cuenta los parámetros técnicos de las normas nacionales e internacionales (Britton et al., 2018; Chuangbin & Haisong, 2019).

Existen al menos cuatro formas en las que los aceites de cocina usados se pueden convertir en biodiésel: la transesterificación es el método más utilizado, el proceso de álcalis, la transesterificación catalítica asistida por microondas, calentamiento por microondas, entre otras (Kumar et al., 2018).

En la producción de biodiesel, la forma comúnmente utilizada es adoptar la **transesterificación catalítica** homogénea, heterogénea y enzimática, que se refiere a una reacción química que involucra a agentes (es decir, aceite de cocina usado y alcohol) y catalizadores como hidróxido de sodio (NaOH), hidróxido de potasio (KOH) o metilato de sodio (CH₃ONa) para producir ésteres de alquilo de ácidos grasos, es decir, biodiésel y glicerol (De Souza et al., 2019; Tsai, 2019). La presencia de estos hace que se acelere la reacción y que sea posible que se produzca condiciones de presión y temperatura bastante favorables. Por otra parte, los catalizadores básicos pueden generar la formación de jabones, los básicos requieren una gran cantidad de catalizador y una relación estequiométrica elevada, los heterogéneos tienen un elevado precio y los enzimáticos requieren un tiempo de reacción mayor (Marcano et al., 2014).

Transesterificación empleando metanol en condiciones supercríticas o subcríticas, mediante una reacción con metanol operando a presiones muy elevadas (25-40 MPa) y a altas temperaturas (350-400 °C). En este método no es necesario la utilización de un catalizador y se obtienen altos rendimientos en poco tiempo, pero los costos son más elevados. Hossain et al., (2018) produjeron un biodiésel a partir de residuos de aceite de cocina hidrolizado mediante un proceso de metanol subcrítico, utilizando un catalizador sólido superácido sintetizado, un

óxido de circonio sulfatado soportado sobre sílice amorfa de Santa Bárbara (S-ZrO₂/SBA-15).

Transesterificación empleando cosolventes, como el dimetil éter en la reacción de transesterificación mejora la transferencia de materia entre los triglicéridos y el alcohol mediante la formación de una única fase en la que se han solubilizado todos los componentes, lo cual reduce el tiempo de reacción y consigue una separación mejor de ellos productos (Choi et al., 2014).

Transesterificación mediante radiación microondas, esto provoca una mayor velocidad de la reacción y una reducción en el consumo energético junto con un aumento en el rendimiento de la reacción. Es un método que sigue en investigación actualmente. Lin & Chen, (2017) obtuvieron biodiésel mediante la reacción de transesterificación utilizando el catalizador KOH bajo radiación de microondas donde la conversión del aceite fue del 90% tras 10 s de reacción. La velocidad de reacción en el reactor de microondas fue mucho más rápida que la del método de calentamiento convencional.

Transesterificación mediante ultrasonido, a diferencia del resto se produce por temperatura, la aplicación de ondas ultrasónicas provoca que la reacción se lleve a cabo por cavitación utilizando un catalizador. Se obtiene una reacción más rápida y un aumento en los rendimientos obtenidos. Tan et al., (2019) produjeron biodiésel mediante la reacción de transesterificación con el aceite de cocina usado y el alcohol en presencia de un catalizador y para la intensificación del proceso emplearon la irradiación ultrasónica en la reacción de transesterificación para mejorar la agitación entre los reactivos inmiscibles.

Para que el aceite de cocina usado sea reaprovechado debe estar libre de impurezas del proceso de fritura, por tanto requiere de procesos de pre tratamiento tales como limpieza, filtrado y purificación del aceite usado (Britton et al., 2018; Struffaldi et al., 2019). El biodiésel debe ser de alta pureza, no contener trazas de glicerina , agua, catalizador residual o exceso alcohol y debe pasar por los pasos de purificación necesarios con el fin de cumplir con las especificaciones de calidad (De Souza et al., 2019; Struffaldi et al., 2019). Existen dos especificaciones

principales para establecer los parámetros de calidad del biodiésel: la ASTM D6751 en EE. UU., la EN 14214 en Europa, la CNS-15072 en Taiwán (Tsai, 2019), y la Resolución ANP N° 45 en Brasil (De Souza et al., 2019).

El proceso de producción de biodiésel a partir del aceite de cocina usado conlleva un ahorro de energía fósil del 21% en relación con el uso de aceites vegetales y un ahorro del 96% de energía fósil respecto a la producción del diésel; tiene un rendimiento de 83.22% ya que por cada kg de aceite se obtiene 0.92-0.97 kg de biodiésel (Castro et al., 2016; Vidal et al., 2017).

Struffaldi et al.,(2019) indica que otros de los productos y subproductos a base del aceite de cocina usado que produce Dajac, una empresa de recolección y reciclaje de aceite de cocina usado en Brasil son: agentes desmoldeantes utilizados en la construcción de vigas de hormigón, aditivos plastificantes y aglutinantes utilizados en la producción de bloques de cemento, inhibidores de herrumbre para chapas, piezas, moldes, herramientas; y lubricantes. Las aguas residuales de las actividades operativas se tratan y el rechazo final se envía a los fabricantes de piensos para cerdos y a las industrias de fertilizantes.

Biogás; la introducción del aceite de cocina usado en la mezcla de alimentación de una planta de biogás puede originar un ahorro de tierra de hasta un 50%, manteniendo una producción estable de energía, ayudando a mitigar el impacto ambiental de su producción ya que disminuye la tierra utilizada para cultivos energéticos, asegurando beneficios económicos y costos reducidos de recolección de biomasa (Carnevale et al., 2017).

Barras de jabón; uno de los procesos más fáciles para utilizar el aceite de cocina usado es hacer jabón porque está hecho de una base de hidróxidos y ácidos grasos derivados de aceites y grasas (Tsai, 2019). El proceso de fabricación de jabón es económicamente sostenible y respetuoso con el medio ambiente, ya que no se forman productos de desecho (Maotsela et al., 2019), el proceso se basa en la reacción de saponificación con la adición de hidróxido alcalino (es decir, hidróxido de sodio o potasio) donde se requiere un aporte mínimo de energía (Maotsela et al., 2019; Tsai, 2019). El proceso de saponificación puede mejorarse usando extractos

vegetales provenientes de plantas, lo que se traduce en una oportunidad para reducir el empleo de sustancias químicas que aceleran la saponificación, además de que estos extractos pueden tener entre otras, propiedades antibacteriales, aromáticas y colorantes (Vidal et al., 2020). El residuo debe pasar por un pretratamiento de filtrado, purificación usando soluciones de salmuera y blanqueamiento usando el peróxido de hidrógeno (H₂O₂) (Maotsela et al., 2019; Tsai, 2019). Con la cantidad de aceites de cocina usados recolectado mensualmente (140L) se puede obtener una producción de 140 kg de jabón, tomando en cuenta que la producción se realiza de forma manual (Pérez et al., 2017).

Aglutinantes para bioasfalto; la modificación del aglutinante con aceite de cocina usado para materiales de pavimentación indica la implementación de prácticas de reciclaje, mejorando así el manejo adecuado de este residuo y proporciona un potencial de materia prima prometedora para mejorar su rendimiento (Ma et al., 2019; Ramadhansyah et al., 2020).

Espuma rígida de poliuretano; la obtención de este producto a base de aceite de cocina usado aún no está desarrollado, (Mohd et al., 2016) evaluaron el potencial del aceite de cocina usado en la elaboración de la espuma rígida de poliuretano. Realizaron la filtración y purificación del aceite utilizando carbón activado de bagazo de caña de azúcar. Mediante el proceso de transesterificación se sintetizó el polioliol usando el aceite ya filtrado y posteriormente el polioliol se combinó con diversos productos químicos para formar la espuma rígida de poliuretano, demostrándose que el aceite de cocina usado presenta un potencial prometedor para la fabricación de este producto.

Comida para animales; los aceites de cocina son reutilizados en la fabricación para comida para animales ya que aportan alto valor energético (De Souza et al., 2019; Gurbuz & Ozkan, 2019; Struffaldi et al., 2019). Sin embargo, muchos afirman que la composición de los aceites de cocina usados presenta compuestos nocivos como las dioxinas e hidrocarburos aromáticos pese a pasar por etapas de pretratamiento. Por ese motivo, muchos países han descartado y prohibido el uso

de los aceites de cocina usado para comida para animales, es el caso de Taiwán que promulgó un reglamento de restricción del aceite de cocina usado en el uso de alimentación animal (Tsai, 2019).

Así como existen diversas alternativas de reaprovechamiento del aceite de cocina usado que generan beneficios ambientales, sociales y económicos, también existe el reaprovechamiento que puede generar diversos daños; es el caso del uso del aceite de cocina usado como combustible directo en hornos y calderas, los cuales a altas temperaturas y con procesos de incineración incompletos, generan dioxinas, que van directamente a la atmósfera (Villabona et al., 2017).

La existencia de un “mercado ilegal” del aceite de cocina usado en diferentes países, en donde recolectan este residuo generado de restaurantes, hoteles, cafeterías, etc., con el fin de procesarlo químicamente para restablecer su transparencia sin ningún tipo de inspección ni control para que finalmente sean re envasados y revendidos a zonas de bajos ingresos de países como Colombia y China lo que genera una serie de impactos negativos en la salud pública (Benavides & Lozano, 2018; Britton et al., 2018; Chuangbin & Haisong, 2019; Liu et al., 2018; Villabona et al., 2017).

En Perú entre 500,000 y 800,000 galones de este residuo terminan en el mercado negro cada mes, estos son adquiridos por chancherías clandestinas para el engorde de los cerdos y son adquiridos también por personas que limpian y reenvasan el aceite de cocina usado para vendérselos a establecimientos comerciales poco confiables (Publimetro, 2016).

Un factor importante para la oportunidad de valorización del aceite de cocina usado es mejorar la tasa de recojo con el desarrollo de sistemas de recolección masiva de este residuo y al mismo tiempo desarrollar sistemas de reciclaje para la planificación, control y recuperación del producto. Por lo tanto, es necesario involucrar a la ciudadanía en programas de recolección efectivos (Britton et al., 2018; De Feo et al., 2020; Pérez et al., 2017).

Pérez et al., (2017) utilizó un diseño de recuperación con la metodología de logística inversa para la recuperación del aceite de cocina usado en la producción de jabón. La metodología de logística inversa consiste en la planificación, control y retorno del producto desde su consumo con el fin de recuperar el residuo, donde siguen diferentes flujos de acuerdo con las características del residuo que incluye: reutilización o reventa, reparación, restauración, refabricación, reciclaje, vertimiento o incineración. Los flujos logísticos para la recuperación del residuo son: recolección, inspección, reproceso, disposición, redistribución o reutilización. Obtuvieron el proceso de producción y un producto (jabón) con características de pH 10, demostrando que la recuperación para la producción del producto desarrollado es factible.

La asociación Brasileña de Sensibilización, Recolección y Reciclaje de Aceites de Cocina Usados (ECÓLEO), usan la metodología de logística inversa para el reciclaje de este residuo, tiene a su cargo varios recolectores y recicladores de aceites de cocina usados, siendo una de las empresas Dajac que tiene un flujo actividades: recolección en las fuentes generadoras; procesamiento (recepción, filtrado, decantación, separación de agua, grasas animales y vegetales, aceite limpio y relaves finales; evaluaciones de laboratorio; empaque y almacenamiento; reciclaje y generación de subproductos; y distribución (Struffaldi et al., 2019).

V. CONCLUSIONES

En los procesos de manejo de aceites de cocina usados en las pollerías del distrito de Ayacucho, se consume aceite aproximadamente 225.43 litros/día y 6,988.29 litros/mes. El 33% de las pollerías tiene una frecuencia de cambio de aceite de una vez por semana, el 87% no filtra el aceite antes de volverlo a usar o antes de su disposición final, no realizan una disposición final adecuada, el 40% lo regalan o venden a familiares o empresas informales, el 26.7% lo vierte directamente a la alcantarilla y el 6.7% lo arroja a la basura junto a otros residuos. Existe un desconocimiento y desinformación (66%) acerca del impacto ambiental y social que puede generar el aceite de cocina usado.

Los componentes del aceite de cocina, según revisión sistémica, son principalmente por triglicéridos (95%), estos están formados por moléculas de glicerina y ésteres de ácidos grasos de cadena larga, cantidades pequeñas de vitaminas, fosfátidos, esteroides, colorantes y agua.

La generación de aceite de cocina usado por parte de los pequeños generadores tiene un promedio de 1.65 ± 0.82 litros/día y 51.37 ± 25.50 litros/mes, y los grandes generadores tienen un promedio de generación de aceite de cocina usado de 12.28 ± 5.21 litros/día y 380.85 ± 161.51 litros/mes, teniendo una generación total de las 15 pollerías encuestadas de 2,418.0 litros/mes de aceite de cocina usado.

Las fuentes de generación del aceite de cocina usado son principalmente de hogares, actividades comerciales, y actividades industriales. En el caso de Perú los establecimientos de comida son categorizados como cevicherías, anticucheras, chicharronerías, marisquerías, y pollerías como es el caso de estudio.

Las características fisicoquímicas del aceite de cocina usado, donde la mayor cantidad de estudios señalan que estas características hacen que el aceite ya no sea apto para el consumo humano ya que contienen grasas TRANS como la acroleína y compuestos cancerígenos como la acrilamida y radicales libres, benzopireno y benzoantraceno, es por ello por lo que existen normas técnicas para controlar la calidad de aceite. Sin embargo, cuando el aceite deja de ser apta para consumo, este puede ser reaprovechada para su conversión en otros productos.

Las alternativas de reaprovechamiento del aceite de cocina usado para la obtención de productos como la producción de biodiésel, la producción de jabón, producción de biogás, uso en la alimentación animal, lubricantes, ceras, surfactantes o tensoactivos, espumas rígidas de poliuretanos, betunes, pinturas, entre otros; y que el 80% de la población del distrito de Ayacucho están prestos a manejar adecuadamente el aceite de cocina usado que generan, mediante capacitaciones y con un trabajo conjunto con una empresa recicladora formal y el municipio.

VI. RECOMENDACIONES

Que los establecimientos de comida, en este caso las pollerías consideren al aceite de cocina usado como un residuo de especial manejo, y por lo tanto cuenten con programas de reciclaje del aceite de cocina usado, con el fin de manejar adecuadamente este residuo desde su generación hasta la disposición final para no generar daños al medio ambiente ni a la salud pública.

Implementar la propuesta (Anexo G) del Programa de Reciclaje del aceite de cocina usado, con trabajos conjuntos con la Municipalidad Provincial de Huamanga y empresas recolectoras y recicladoras formales de aceite de cocina usado, con disposiciones o mandatos para la regulación y control del manejo de aceites de cocina usados en sus distintas etapas: generación, almacenamiento, recolección y disposición final en el distrito de Ayacucho.

Establecer campañas de educación y concientización acerca de las buenas prácticas de fritura, manejo adecuado del aceite de cocina usado, los daños que pueden causar su incorrecto manejo y las alternativas de reaprovechamiento que se le puede brindar.

Realizar mayores investigaciones de alternativas de manejo del aceite de cocina usado, alternativas de reaprovechamiento de este residuo, y diagnósticos de generación del aceite de cocina usado en el Perú que será beneficioso para futuras acciones.

Realizar diagnósticos similares al trabajo desarrollado en otras categorías de restaurantes, mercados y hogares, de tal manera que se pueda realizar una cuantificación total de aceite de cocina usado que genera el distrito de Ayacucho.

REFERENCIAS

- Aldana Díaz, Y. y Pineda Arango, A. (2015). *Estudio de factibilidad para la creación de una empresa productora y comercializadora de lavalozas a base de aceite usado de cocina en la comuna 15 de Santiago Cali [Tesis de pregrado, Fundación Universitaria Católica Lumen Gentium] Repositorio Institucional UNICATÓLICA.*
<https://repository.unicatolica.edu.co/bitstream/handle/20.500.12237/205/FUCLG0015121.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Apro, N., Flores, A., Curia, A. y Aguilar, V. (2010). Encuentro INTI de presentación de trabajos- Aceites vegetales usados (AVU): Presente y futuro. *Encuentro de Primavera, 9º encuentro*, 325.
http://www.inti.gob.ar/encuentros_10/libroElectronico.pdf
- Aquafondo. (2019). *Ficha técnica: Reciclaje de aceite usado en Lima Metropolitana*. Proyecto Adaptación de La Gestión de Los Recursos Hídricos En Zonas Urbanas Al Cambio Climático Con La Participación Del Sector Privado (PROACC)- FICHA TECNICA N°2.
- Atabani, A. E., Shobana, S., Mohammed, M. N., Uğuz, G., Kumar, G., Arvindnarayan, S., Aslam, M., & Al-Muhtaseb, A. H. (2019). Integrated valorization of waste cooking oil and spent coffee grounds for biodiesel production: Blending with higher alcohols, FT-IR, TGA, DSC and NMR characterizations. In *Fuel* (Vol. 244, pp. 419–430).
<https://doi.org/10.1016/j.fuel.2019.01.169>
- Baena Paz, G. (2017). Metodología de la Investigación. In *Metodología de la investigación* (Issue 2017). file:///C:/Users/Tony Sanchez/Downloads/metodologia de la investigacion Baena 2017.pdf
- Bautista Vargas, M.E., García Navarro, J., Altamirano del Angel, D.J. y Zumaya Quiñones, R. (2018). Biogeneración de energía utilizando un residuo. *Revista Del Diseño Innovativo*, 2(5), 14–24.
http://www.ecorfan.org/taiwan/research_journals/Diseno_Innovativo/vol2num5/

- Beltrán Paez, K. (2019). *Estudio de factibilidad para la creación de una empresa productora y comercializadora de velas aromáticas a base de aceite de cocina reciclado en el municipio de Sahagún Cordoba* [Universidad de Córdoba].
<https://doi.org/10.22201/fq.18708404e.2004.3.66178>
- Benavides, A. N., & Lozano-Moreno, J. A. (2018). Waste cooking oil logistics and environmental assessment for biodiesel production in Cali. *Revista Facultad de Ingenieria*, 88, 9–15. <https://doi.org/10.17533/UDEA.REDIN.N88A02>
- Britton Acevedo, E. L., Vega Jurado, J. M., & Lombana, J. (2018). Alternativas productivas para la industria de biodiésel en Colombia. *Cuadernos Latinoamericanos de Administración*, 13(24), 135.
<https://doi.org/10.18270/cuaderlam.v13i24.2159>
- Cajan Veliz, C. (2020). *ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL TESIS LOS COSTOS DE LIMPIEZA DE LA CADENA DE.*
- Carnevale, E., Molari, G., & Vittuari, M. (2017). Used cooking oils in the biogas chain: A technical and economic assessment. *Energies*, 10(2).
<https://doi.org/10.3390/en10020192>
- Castro Pareja, P., Castillo Sánchez, L., Nazario Ramírez, M., Coello Guevara, J., & Calle Maravi, J. (2016). Producción De Biodiesel a Pequeña Escala a Partir De Aceites Usados En La Ciudad De Lima. *Research Gate*, June, 1–6.
- Cho, S., Kim, J., Park, H. C., & Heo, E. (2015). Incentives for waste cooking oil collection in South Korea: A contingent valuation approach. *Resources, Conservation and Recycling*, 99, 63–71.
<https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2015.04.003>
- Choi, O. K., Song, J. S., Cha, D. K., & Lee, J. W. (2014). Biodiesel production from wet municipal sludge: Evaluation of in situ transesterification using xylene as a cosolvent. *Bioresource Technology*, 166, 51–56.
<https://doi.org/10.1016/j.biortech.2014.05.001>

- Chuangbin, C., & Haisong, N. (2019). Food Safety Problems in China: Based on the Illegally Waste Cooking Oil. *International Journal of Agriculture System*, 7(2), 138–147. <https://doi.org/10.20956/ijias.v7i2.2060>
- De Feo, G., Di Domenico, A., Ferrara, C., Abate, S., & Osseo, L. S. (2020). Evolution of waste cooking oil collection in an area with long-standing waste management problems. *Sustainability (Switzerland)*, 12(20), 1–16. <https://doi.org/10.3390/su12208578>
- De Souza, G. R., Cornélio Ribeiro, A., & Fonseca Sales, S. L. (2019). ESTABLISHMENTS IN LAVRAS , MINAS GERAIS , BRAZIL : *Journal of Solid Waste Technology and Management*, 45(4), 403–410.
- Durán Agüero, S., Torres García, J., & Sanhueza Catalán, J. (2015). Aceites vegetales de uso frecuente en Sudamérica: características y propiedades. *Nutricion Hospitalaria*, 32(1), 11–19. <https://doi.org/10.3305/nh.2015.32.1.8874>
- Flores Alejandra, Apro Nicolás, Falabella Claudia, C. A. y A. V. (2011). Encuentro INTI de presentación de trabajos-Gestión integral del aceite vegetal usado y su relación con la salud y el medio ambiente. *Encuentro de Primavera, 10° encuen*, 421. <http://www-biblio.inti.gob.ar/trabinti/304765.pdf>
- Gabriel Aguilar, M., Pérez Cuba, L. (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*.
- Gioia, G. (2013). *Gestión Integral de Aceites Vegetales Usados (AVU's)*. Universidad Nacional Rio Negro.
- Guo, M., Song, W., & Buhain, J. (2015). Bioenergy and biofuels: History, status, and perspective. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 42, 712–725. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2014.10.013>
- Gurbuz, I. B., & Ozkan, G. (2019). Consumers' knowledge, attitude and behavioural patterns towards the liquid wastes (cooking oil) in Istanbul,

- Turkey. *Environmental Science and Pollution Research*, 26(16), 16529–16536. <https://doi.org/10.1007/s11356-019-05078-1>
- Harte, J. (2017). *Industrias verdes- Uso de aceite reciclado por una empresa de logística* (p. 6). http://iuc-la.eu/wp-content/uploads/2020/03/ESP_Lima_-_Uso_De_Aceite_Reciclado_Por_Una_Empresa_De_Logística.pdf
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C. y Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6. a ed.). <http://library1.nida.ac.th/termpaper6/sd/2554/19755.pdf>
- Hossain, M. N., Ullah Siddik Bhuyan, M. S., Md Ashraf Alam, A. H., & Seo, Y. C. (2018). Biodiesel from hydrolyzed waste cooking oil using a S-ZrO₂/SBA-15 super acid catalyst under sub-critical conditions. *Energies*, 11(2). <https://doi.org/10.3390/en11020299>
- Kamilah, H., Azmi, M. A., & Yang, T. A. (2015). Knowledge, attitude and perception towards the consumption of waste cooking oil between suburban and rural communities. *International Journal on Advanced Science, Engineering and Information Technology*, 5(4), 306–310. <https://doi.org/10.18517/ijaseit.5.4.543>
- Kumar, M. A. S., Gayathri, R., & Priya, V. V. (2018). Production of biodiesel from restaurant waste oil - A survey. *Drug Invention Today*, 10(6), 922–924.
- Lin, J. J., & Chen, Y. W. (2017). Production of biodiesel by transesterification of Jatropha oil with microwave heating. *Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers*, 75, 43–50. <https://doi.org/10.1016/j.jtice.2017.03.034>
- Liu, T., Liu, Y., Wu, S., Xue, J., Wu, Y., Li, Y., & Kang, X. (2018). Restaurants' behaviour, awareness, and willingness to submit waste cooking oil for biofuel production in Beijing. *Journal of Cleaner Production*, 204, 636–642. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.09.056>
- Lopez Cruz, K.; Rojas Vargas, J.; Bogantes Sánchez, J. (2018). Gestión integral de los residuos de aceite vegetal de cocina en las sodas del Campus Omar Dengo de la Universidad Nacional de Costa Rica. *Uniciencia*, 33(1), 18–29.

<https://doi.org/10.15359/ru.33-1.2>

Ma, J., Sun, D., Pang, Q., Sun, G., Hu, M., & Lu, T. (2019). Potential of recycled concrete aggregate pretreated with waste cooking oil residue for hot mix asphalt. *Journal of Cleaner Production*, 221, 469–479.

<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.02.256>

Maotsela, T., Danha, G., & Muzenda, E. (2019). Utilization of waste cooking oil and tallow for production of toilet “bath” soap. *Procedia Manufacturing*, 35, 541–545. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2019.07.008>

Marcano, L., Machillanda, E., Sojo, M., Quijada, K., & Di Scipio, S. (2014). Estudio de la obtención de biodiesel a partir de productos secundarios de la reacción de transesterificación de aceites residuales de cocina. *Revista de La Facultad de Ingeniería*, 29(1), 65–74.

MINAMBIENTE-COLOMBIA. (2017). *DOCUMENTO DE SOPORTE TÉCNICO PRELIMINAR*. <http://library1.nida.ac.th/termpaper6/sd/2554/19755.pdf>

Mohd Tahir, S., Wan Salleh, W. N., Nor Hadid, N. S., Enderus, N. F., & Ismail, N. A. (2016). Synthesis of waste cooking oil-based polyol using sugarcane bagasse activated carbon and transesterification reaction for rigid polyurethane foam. *Materials Science Forum*, 846, 690–696.

<https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/MSF.846.690>

Montes O., Millar I., Provoste R., Martínez N., Fernández D., Morales G., V. R. (2016). *Absorción de aceite en alimentos fritos Oil absorption in fried foods*. 43(1), 87–91.

Moya-Salazar, M. M., & Moya-Salazar, J. (2020). Biodegradation of waste used cooking oil by lipolytic fungi: An in vitro study. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 36(2), 351–359.

<https://doi.org/10.20937/RICA.53054>

Mujica Bueno, S. E. (2018). Sustentos para que los aceites comestibles residuales (ACR) sean considerados dentro del régimen especial de gestión de residuos

- de bienes priorizados del Perú. *Espacio y Desarrollo*, 136(32), 125–136.
<https://doi.org/10.18800/espacioydesarrollo.201802.006>
- Páramo, P. (2020). La revisión sistemática. *ResearchGate*, February.
<https://doi.org/10.13140/RG.2.2.31465.85608>
- Pérez Castañeda, M., Ramírez Lechuga, J., Macip González, A. y Pérez Martínez, I. (2017). Reclamation of burned edible oil for the production of soap bars. *Journal de Ciencia e Ingeniería*, 9(1), 13–17.
<https://jci.uniautonoma.edu.co/2017/2017-3.pdf>
- Ping, O. W., & Hua, A. K. (2017). An Analysis of Cafeterias Operators in Proper Waste Cooking Oil Management An Analysis of Cafeterias Operators in Proper Waste Cooking Oil Management. *International Journal of Research Studies*, 1(1), 5–7.
- Ramadhansyah, P. J., Masri, K. A., Wan Azahar, W. N. A., Mashros, N., Norhidayah, A. H., Mohd Warid, M. N., Satar, M. K. I. M., & Yaacob, H. (2020). Waste Cooking Oil as Bio Asphalt Binder: A Critical Review. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 712(1).
<https://doi.org/10.1088/1757-899X/712/1/012040>
- S. Kaza, L. Yao, P. Bhada-Tata, F. V. W. (2018). *WHAT A WASTE 2.0* (Vol. 4, Issue 1).
- Sanaguano Salguero, H., Bayas Morejón, F., & Cabrera Carranza, C. (2019). Componentes presentes en el aceite de fritura usado y determinantes previos a su conversión en biodiesel. *Revista Del Instituto de Investigación de La Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica*, 22(44), 33–38. <https://doi.org/10.15381/iigeo.v22i44.17283>
- Sheinbaum, C., Balam, M. V., Robles, G., Lelo De Larrea, S., & Mendoza, R. (2015). Biodiesel from waste cooking oil in Mexico City. *Waste Management and Research*, 33(8), 730–739. <https://doi.org/10.1177/0734242X15590471>
- Solís, I., & Neira, E. (2018). Impacto al medio ambiente del aceite doméstico

usado y su reutilización en la producción de jabón. *Universidad Ricardo Palma*, 1–6.

Sperandio, P., De Luca, M., & Catini, A. (2018). The greenBag, the new solution in waste separation. *International Journal on Advanced Science, Engineering and Information Technology*, 9(4), 1238–1243.

<https://doi.org/10.18517/ijaseit.9.4.9033>

Struffaldi, A., Silva Ruiz, M., Terezinha Kniess, C., & Portella Ribeiro, A. (2019). Kitchen oil recycling networks used in são paulo macrometropolis. *Revista Ibero-Americana de Estrategia*, 18(2), 277–298.

Tan, S. X., Lim, S., Ong, H. C., & Pang, Y. L. (2019). State of the art review on development of ultrasound-assisted catalytic transesterification process for biodiesel production. *Fuel*, 235(July 2018), 886–907.

<https://doi.org/10.1016/j.fuel.2018.08.021>

Tsai, W. T. (2019). Mandatory recycling of waste cooking oil from residential and commercial sectors in Taiwan. *Resources*, 8(1), 1–11.

<https://doi.org/10.3390/resources8010038>

Urrútia, G., & Bonfill, X. (2010). PRISMA declaration: A proposal to improve the publication of systematic reviews and meta-analyses. *Medicina Clinica*, 135(11), 507–511. <https://doi.org/10.1016/j.medcli.2010.01.015>

Vidal-Benavides, A. I., Díaz, J. C. Q., & Herrera-Orozco, I. (2017). Análisis de ciclo de vida de la producción de biodiesel a partir de aceite vegetal usado. *DYNA (Colombia)*, 84(201), 155–162. <https://doi.org/10.15446/dyna.v84n201.54469>

Vidal Becerra, E., Mójica Mesinas, C., Acosta Pintor, D. C., & Guerrero Nicolás, A. (2018). Generación de aceites y grasas residuales en establecimientos de preparación de alimentos. *Tectzapic Revista Académico-Científica*, 4(2), 9–16.

[https://www.eumed.net/rev/tectzapic/2018/02/aceites-grasas-](https://www.eumed.net/rev/tectzapic/2018/02/aceites-grasas-residuales.html?fbclid=IwAR37aEfMfi7ugZGCpffqTaWBAj6ibPe1BTThsBaPLBp)

[residuales.html?fbclid=IwAR37aEfMfi7ugZGCpffqTaWBAj6ibPe1BTThsBaPLBp](https://www.eumed.net/rev/tectzapic/2018/02/aceites-grasas-residuales.html?fbclid=IwAR37aEfMfi7ugZGCpffqTaWBAj6ibPe1BTThsBaPLBp)

[mgeP4PuNKKgh-ZR9U%0Ahttps://www.eumed.net/rev/tectzapic/2018/02/aceites-grasas-](https://www.eumed.net/rev/tectzapic/2018/02/aceites-grasas-residuales.html?fbclid=IwAR37aEfMfi7ugZGCpffqTaWBAj6ibPe1BTThsBaPLBp)

residuales.html

Vidal Becerra, Eleazar, Acosta Pintor, D. C., Mójica Mesino, C., & García Jonguitud, K. L. (2020). Aprovechamiento de grasa residual y aceites usados de cocina y flora regional para la elaboración de jabón. *Revista de Alta Tecnología y Sociedad*, 12(1), 1–8.

Villabona Ortiz, A., Iriarte Pico, R., & Tejada Tovar, C. (2017). Alternativas para el aprovechamiento integral de residuos grasos de procesos de fritura. *Teknos Revista Científica*, 17(1), 21–29. <https://doi.org/10.25044/25392190.890>

ANEXOS


ANEXO A
OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

VARIABLE DE ESTUDIO	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
MANEJO DEL ACEITE DE COCINA USADO	Manejo de aceite de cocina usado: Entendida como el conjunto de actividades dirigidas a prevenir y aprovechar los ACU, con el objetivo de evitar daños al ambiente y riesgos para la salud (MINAMBIENTE-COLOMBIA, 2017)	Exploración de la literatura científica haciendo uso de metodos sistemáticos para identificar, seleccionar, y analizar críticamente investigación relevante ya publicada en revistas especializadas a cerca del manejo del aceite de cocina usado. Así mismo, el manejo de aceites de cocina usados será evaluado mediante la recolección de datos de consumo, filtrado, almacenamiento, disposición final, generación y conocimiento de los propietarios.	OPERACIONES O PROCESOS DEL MANEJO DEL ACEITE USADO DE COCINA	Generación	ítem 1, ítem 2, ítem 3, ítem 4, ítem 5, ítem 6, ítem 7
				Almacenamiento	
				Recolección	
				Disposición Final	
			COMPONENTES	Trigliceridos	%
				Acidos grasos	
			VOLUMEN GENERADO	Grandes generadores	ítem 5
				Medianos generadores	
				Pequeños generadores	
			FUENTES DE GENERACIÓN	Pollerías	Información general: encuesta
VALORIZACIÓN	Aspectos generales: La valorización de los residuos sólidos consiste en la operación cuyo objetivo en que el residuo, uno o varios de los materiales que lo componen, sean reaprovechados y sirvan a una finalidad útil al sustituir a otros materiales o recursos en los procesos productivos. La valorización puede ser material o energética (Decreto legislativo N°1278-Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos, 2017)	Exploración de la literatura científica haciendo uso de metodos sistemáticos para identificar, seleccionar, y analizar críticamente investigación relevante ya publicada en revistas especializadas a cerca de las alternativas de valorización del aceite de cocina usado. Así mismo, la valorización será evaluada mediante la recolección de datos en una encuesta.	CARACTERÍSTICAS FÍSICO QUÍMICAS DEL RESIDUO	Humedad	%
				Impurezas	%
				Densidad	g/ml
				Acidez	%
			REAPROVECHAMIENTO	Biodiesel	ítem 8, ítem 9, ítem 10
				Ceras	
				Jabones/detergentes	
				Betunes	
				lavavajillas	


ANEXO B
MATRIZ DE CONSISTENCIA

PROBLEMA	OBJETIVOS	VARIABLES	DISEÑO METODOLÓGICO
<p>General: ¿Cuál será el manejo de aceites de cocina usados (ACU) en pollerías para su valorización en el distrito de Ayacucho, 2020</p> <p>Específicos: ¿Cuáles serán los procesos de manejo del aceite de cocina usado en pollerías en el distrito de Ayacucho? ¿Cuáles son los componentes de los aceites de cocina? ¿Qué volumen de aceites de cocina usados se generan en pollerías del distrito de Ayacucho? ¿Cuáles son las fuentes de generación de aceites de cocina usados? ¿Cuáles serán las características fisicoquímicas del aceite de cocina usado? ¿Cómo se pueden reaprovechar los aceites de cocina usados?</p>	<p>General: Evaluar el manejo de aceites de cocina usados (ACU) en pollerías para su valorización en el distrito de Ayacucho, 2020</p> <p>Específicos: Determinar los procesos de manejo del aceite de cocina usado en pollerías en el distrito de Ayacucho Conocer los componentes que tienen los aceites de cocina Determinar el volumen de aceites de cocina usados que se generan en pollerías del distrito de Ayacucho Identificar las principales fuentes generadoras de aceites de cocina usado Conocer las características fisicoquímicas de los aceites de cocina usados Conocer las alternativas de reaprovechamiento de los aceites de cocina usados</p>	<p>X1: Manejo de aceites de cocina usados X2: Valorización de aceites de cocina usados</p> <p style="text-align: center;">POBLACIÓN Y MUESTRA</p> <p>Población: La primera son los lugares en donde se desarrollaron las diferentes investigaciones encontradas de donde se obtuvo la información para el presente estudio. La segunda población seleccionada para el estudio son los establecimientos de expendio de comida ubicadas en el distrito de Ayacucho que tienen como giro de negocio el de "pollerías". Según registro obtenidos de la Sub gerencia de comercio, licencias y control sanitario de la Municipalidad Provincial de Huamanga, existen en el distrito 63 pollerías que cuentan con licencia de funcionamiento actualmente.</p> <p>Muestra: la primera muestra son las fuentes de estudios publicados en revistas indizadas, se seleccionaron como base de datos científicos a: Ebsco, Redalyc, Google académico, Scopus y ScienceDirect. La segunda muestra está conformada por 15 pollerías ubicadas en el distrito de Ayacucho que cuentan con licencia de funcionamiento.</p>	<p>Enfoque de investigación: Mixto</p> <p>Tipo de investigación: Aplicada</p> <p>Diseño de investigación: No experimental</p> <p>Nivel de investigación Descriptiva</p> <p>Metodología: Narrativa de tópicos</p>


ANEXO C
FICHA DE REVISIÓN DE CONTENIDOS

 FICHA DE REVISIÓN DE CONTENIDOS N°		
TÍTULO:		
REVISTA:	AÑO DE PUBLICACIÓN:	RANGO DE PÁGINAS:
AUTORES:		
PAIS:	PALABRAS CLAVE:	
OBJETIVOS:		
METODOLOGÍA:		
POBLACIÓN- MUESTRA:		
OPERACIONES/ PROCESOS DE MANEJO DE ACU:		
FUENTE DE GENERACIÓN:		
VOLUMEN GENERADO:		
CARACTERISTICAS FÍSICOQUÍMICAS DE ACU:		
VALORIZACIÓN / REAPROVECHAMIENTO:		
RESULTADOS:		
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES:		


Validado por:



Flor Marina Alfaro Ccente
ING. AMBIENTAL
CIP. N° 224932



Ing. CARLOS VENEGAS CRESANNOVA
Ingeniero Ambiental
Reg. Colegio de Ingenieros N° 217425



Ing. Eduardo Flores Palomino
CIP 148833
CONSULTOR

ANEXO D
FICHA DE ENCUESTA

	FICHA DE ENCUESTA: MANEJO DE ACEITES DE COCINA USADOS (ACU) EN POLLERÍAS PARA SU VALORIZACIÓN EN EL DISTRITO DE AYACUCHO, 2020
<p><i>LA INFORMACIÓN CONSIGNADA EN TODOS LOS FORMULARIOS DE LA UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SE TRATARÁ DE MANERA CONFIDENCIAL Y SE UTILIZARÁ EXCLUSIVAMENTE CON FINES INVESTIGATIVOS, ACADÉMICOS Y CIENTÍFICOS, SIN QUE AFECTEN DE ALGUNA MANERA AL ENCUESTADO.</i></p>	
<p>Buenos días/tardes, mi nombre es Angelli Dayana Aparicio Vivanco, estudiante de la Universidad César Vallejo sede Lima Este; y estoy realizando un estudio de investigación acerca del Manejo del aceite de cocina usado en pollerías del distrito de Ayacucho. Por tal motivo, me gustaría contar con su participación, agradezco su colaboración de antemano.</p>	
N° DE ENCUESTA	<input type="text"/>
FECHA:	_____ / _____ / _____
INFORMACIÓN GENERAL DEL ESTABLECIMIENTO	
NOMBRE DEL ESTABLECIMIENTO	<input type="text"/>
NOMBRE DEL ENTREVISTADO	<input type="text"/>
CARGO	<input type="text"/>
DIRECCIÓN DEL ESTABLECIMIENTO	<input type="text"/>
TIPO DE ESTABLECIMIENTO	Pollería: <input type="text"/>
<p>Lea detenidamente las siguientes preguntas y responda siguiendo las instrucciones que se presenta.</p>	
1. ¿Qué cantidad de aceite consume el establecimiento a la semana?	
a) 1-50 litros	<input type="text"/>
b) 51-100 litros	<input type="text"/>
c) 101-150 litros	<input type="text"/>
d) >150 litros	<input type="text"/>
¿Cuántos?	_____

2. ¿Con qué frecuencia cambia el aceite de cocina usada en el proceso de fritura?

- a) Diario
- b) Tres veces/semana
- c) Dos veces /semana
- d) Una vez / semana

<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>

3. ¿Filtran el aceite de cocina usado antes de almacenarlo para ser desechado?

SI

NO

4. ¿En qué tipo de recipiente almacena el aceite de cocina usado antes de ser desechado?

- a) Balde
- b) Bidón de plástico
- c) Recipiente de metal
- d) Recipiente de vidrio
- e) Otros

<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>

Indique:

5. ¿Qué cantidad de aceite usado generan a la semana?

- a) Menos de 10 litros
- b) Entre 11 a 30
- c) Entre 31-50 litros
- d) Entre 51 a 70 litros
- e) >70 litros

<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>

¿Cuántos?

6. Normalmente, ¿Dónde desechan los aceites de cocina usados que generan?

- a) Vierte directamente por la alcantarilla
- b) Arroja a la basura con otros residuos
- c) Lo regalan
- d) Lo venden
- e) Otro

<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>

¿A quién? _____

¿A quién? _____

Indique:

7. ¿Tiene conocimiento acerca de los daños que causan los aceites de cocina usados al ser manejados inadecuadamente?

- a) Tengo conocimiento
- b) Tengo poco conocimiento
- c) Desconocimiento

<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>

¿Qué daños conoce? _____

8. ¿Sabe Ud., que el aceite de cocina usado puede ser reutilizado para elaborar nuevos productos?

Sí

No

9. ¿Alguna vez su establecimiento dispuso el aceite de cocina usado a una empresa recicladora de este residuo?

Sí

Detalle: _____

No

10. Si tuvieran la oportunidad de trabajar con una empresa recicladora que se encargue del recojo y reciclado del aceite de cocina que se genera en el establecimiento para dar un manejo adecuado al residuo y contribuir con el cuidado del medio ambiente y la salud de las personas; ¿Lo harían?

a) Por supuesto que sí

b) Lo pensaría

c) No estoy interesado

Le agradezco por su colaboración.

Firma del
encuestado(a)

Firma de la encuestadora

Instrumento validado por:



 **Flor Marina Alfaro Ccente**
ING. AMBIENTAL
CIP. N° 224632



Ing. CARLOS VENEGAS CASANOVA
Ingeniero Ambiental
Reg. Colegio de Ingenieros N° 217425



 **Ing. Eduardo Flores Palomino**
CIP 148833
CONSULTOR

ANEXO E

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS



INFORME DE OPINION DE EXPERTOS DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACION

I.- DATOS GENERALES

Apellidos y nombres: ALFARO CCENTE FLOR MARINA
 Institución donde labora: MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE ANDAHUAYLAS
 Especialidad: INGENIERA AMBIENTAL
 Instrumento de evaluación: Ficha de revisión de contenidos
 Autor del instrumento: Angelli Dayana Aparicio Vivanco

II.- ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1.-CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.										✓			
2.-OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.										✓			
3.-ACTUALIDAD	Está adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.										✓			
4.-ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.										✓			
5.-SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.										✓			
6.-TENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.										✓			
7.-CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											✓		
8.-COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.										✓			
9.-METODOLOGIA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.										✓			
10.- PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.										✓			

III. OPINION DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación.
- El Instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación.

✓

VI. PROMEDIO DE VALORACION

85.5%

Ayacucho, 25 de enero de 2021

Flor Marina Alfaro Cente
 ING. AMBIENTAL
 C. S. N° 224532

FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

DNI N°: 70173176

Tel.: 945096880



INFORME DE OPINION DE EXPERTOS DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACION

I.- DATOS GENERALES

Apellidos y nombres: ALFARO CCENTE FLOR MARINA
 Institución donde labora: MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE ANDAHUAYLAS
 Especialidad: INGENIERA AMBIENTAL
 Instrumento de evaluación: Ficha de encuesta
 Autor del instrumento: Angelli Dayana Aparicio Vivanco

II.- ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1.-CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.													
2.-OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.													
3.-ACTUALIDAD	Está adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.													
4.-ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.													
5.-SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.													
6.-TENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.													
7.-CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.													
8.-COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.													
9.-METODOLOGIA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.													
10.- PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.													

III. OPINION DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación.
- El Instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación.

✓

VI. PROMEDIO DE VALORACION

88%

Ayacucho, 25 de enero de 2021

Flor Marina Alfaro Cente
 ING. AMBIENTAL
 C. S. N° 224532

FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

DNI N°: 70173176

Tel.: 945096880

INFORME DE OPINION DE EXPERTOS DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACION
I.- DATOS GENERALES

Apellidos y nombres: Venegas Casanova Carlos

Institución donde labora: Municipalidad Distrital de Tambo-La Mar- Ayacucho

Especialidad: Ingeniero Ambiental/ Gestión de Residuos Sólidos

Instrumento de evaluación: Ficha de encuesta

Autor del instrumento: Angelli Dayana Aparicio Vivanco

II.- ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE					ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100		
1.-CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.															
2.-OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.									X	X					
3.-ACTUALIDAD	Está adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.									X	X					
4.-ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.									X	X					
5.-SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.									X	X					
6.-TENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.									X	X					
7.-CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X	X			
8.-COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.									X	X					
9.-METODOLOGIA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.									X	X					
10.- PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.									X	X					

III. OPINION DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación.
- El Instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación.

X

VI. PROMEDIO DE VALORACION

76%

Ayacucho, 25 de enero de 2021


Ing. CARLOS VENEGAS CASANOVA
 Ingeniero Ambiental
 Reg. Colegiado N° 1342

FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

DNI N°: 47454559

Telf.: 964152572

CIP: 217425

INFORME DE OPINION DE EXPERTOS DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACION
I.- DATOS GENERALES

Apellidos y nombres: Venegas Casanova Carlos

Institución donde labora: Municipalidad Distrital de Tambo-La Mar- Ayacucho

Especialidad: Ingeniero Ambiental/ Gestión de Residuos Sólidos

Instrumento de evaluación: Ficha de revisión de contenidos

Autor del instrumento: Angelli Dayana Aparicio Vivanco

II.- ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE					ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100		
1.-CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.															
2.-OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.												X	X		
3.-ACTUALIDAD	Está adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.												X	X		
4.-ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.												X	X		
5.-SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.												X	X		
6.-TENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.												X	X		
7.-CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.												X	X		
8.-COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.												X	X		
9.-METODOLOGIA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.												X	X		
10.- PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.												X	X		

III. OPINION DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación.
- El Instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación.

X

VI. PROMEDIO DE VALORACION

85%

Ayacucho, 25 de enero de 2021


Ing. CARLOS VENEGAS CASANOVA
 Ingeniero Ambiental
 Reg. Colegiado N° 1342

FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

DNI N°: 47454559

Telf.: 964152572

CIP: 217425

INFORME DE OPINION DE EXPERTOS DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACION

I.- DATOS GENERALES

Apellidos y nombres: Flores Pulcinha Eduardo

Institución donde labora: Dirección Regional Agraria

Especialidad: Ing. Agrónomo

Instrumento de evaluación: Ficha de encuesta

Autor del instrumento: Angelli Dayana Aparicio Vivanco

II.- ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1.-CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											✓		
2.-OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											✓		
3.-ACTUALIDAD	Está adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											✓		
4.-ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											✓		
5.-SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.											✓		
6.-TENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.												✓	
7.-CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											✓		
8.-COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											✓		
9.-METODOLOGIA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											✓		
10.- PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											✓		

III. OPINION DE APLICABILIDAD

- El instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación.
- El Instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación.

✓

86.6%

Ayacucho, 25 de enero de 2021

 **Ing. Eduardo Flores Pulcinha**
CIP 148823
CONSULTOR

FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

DNI N°: 10253814

Tel: 972222711

INFORME DE OPINION DE EXPERTOS DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACION

I.- DATOS GENERALES

Apellidos y nombres: Flores Pulcinha Eduardo

Institución donde labora: Dirección Regional Agraria

Especialidad: Ing. Agrónomo

Instrumento de evaluación: Ficha de revisión de contenidos

Autor del instrumento: Angelli Dayana Aparicio Vivanco

II.- ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1.-CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											✓		
2.-OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											✓		
3.-ACTUALIDAD	Está adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.												✓	
4.-ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.												✓	
5.-SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.												✓	
6.-TENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.												✓	
7.-CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.												✓	
8.-COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.												✓	
9.-METODOLOGIA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.												✓	
10.- PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.												✓	

III. OPINION DE APLICABILIDAD

- El instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación.
- El Instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación.

✓

87%

Ayacucho, 25 de enero de 2021

 **Ing. Eduardo Flores Pulcinha**
CIP 148823
CONSULTOR

FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

DNI N°: 10253814

Tel: 972222711

ANEXO F
PANEL FOTOGRÁFICO





ANEXO G

PROGRAMA DE RECICLAJE DE ACEITES DE COCINA USADO EN ESTABLECIMIENTOS DE COMIDA DEL DISTRITO DE AYACUCHO

I. MISIÓN

La misión del Programa de Reciclaje de Aceites de Cocina Usados es desarrollar y promover alternativas del manejo adecuado del aceite de cocina usado, generando conciencia en la ciudadanía y promover la valorización de aceite de cocina usado en beneficio de la sociedad.

II. OBJETIVOS

2.1. Objetivo General

Asegurar la gestión y manejo adecuado de aceites de cocina usado en los establecimientos de comida y hogares del distrito de Ayacucho.

2.2. Objetivos Específicos

- Establecer un plan piloto de recolección de aceites de cocina usados de establecimiento de comida y hogares del distrito de Ayacucho.
- Desarrollar campañas activas de sensibilización a propietarios y empleados de los establecimientos de comida del distrito de Ayacucho.
- Desarrollar campañas activas de sensibilización a los ciudadanos del distrito de Ayacucho.
- Preservar la salud de la población evitando que el aceite de comida usado pueda ser reutilizada para consumo humano.
- Preservar el medio ambiente, evitando la contaminación del agua por este tipo de residuo.
- Propiciar el desarrollo de la valorización del aceite de cocina usado como materia prima para elaborar nuevos productos.

III. ACTIVIDADES DE ACCION

3.1. Prevención y educación ambiental

Son las actividades en la fase preliminar de la generación del aceite de cocina usado, donde es recomendado que desde antes de llegar al consumo de aceite se tenga un conocimiento e información apropiada sobre el impacto del aceite de cocina usado en el medio ambiente y salud de las personas, el manejo adecuado del residuo desde la generación hasta la disposición final y sus diferentes alternativas de reaprovechamiento y valorización de este residuo.

3.1.1. Sensibilización, educación y difusión ambiental

Con el objetivo de difundir el Programa de Reciclaje de aceite de cocina usado del distrito de Ayacucho, se desarrollarán campañas activas de sensibilización ambiental “RECICLA AYACUCHO” que consistirán en realizar visitas domiciliarias y empresariales programadas de promotores ambientales capacitados para la implementación del programa.

Objetivos:

- Informar sobre las acciones que se realizarán en el Programa de Reciclaje de Aceite Usado en el distrito de Ayacucho.
- Sensibilizar, educar e incentivar a los establecimientos de comida y hogares pertenecientes al distrito de Ayacucho con respecto a Buenas Prácticas de Fritura (BPF).
- Generar conciencia a la población de los daños ambientales y sociales causados por el manejo inadecuado del aceite de cocina usado.
- Implementar un sistema de recolección eficiente que permita aprovechar el aceite de cocina usado.
- Promover una sociedad orientada al reciclaje del aceite de cocina usado en el distrito de Ayacucho.

3.1.2. Talleres de capacitación, sensibilización y difusión

- **Buenas Práctica de Fritura (BPF)**

TALLER 1: BUENAS PRÁCTICAS DE FRITURA (BPF)	
Actores involucrados	<ul style="list-style-type: none">- Establecimientos de comidas del distrito de Ayacucho- Hogares del distrito de Ayacucho- Municipalidad Provincial de Huamanga- Empresas recolectoras y recicladoras del aceite de cocina usado formales
Objetivo	<ul style="list-style-type: none">- Reducir el deterioro del aceite durante procesos de fritura para disminuir los riesgos en la salud del consumidor y asegurar la calidad del residuo para su reaprovechamiento- Generar un manejo controlado del aceite de cocina usado hasta su recolección
Contenido	<ul style="list-style-type: none">- Optimización del proceso de fritura- Temperaturas óptimas de fritura- Frecuencia de cambio del aceite- Determinación del punto final de uso del aceite
Duración	Inicio del programa de recolección

- **Impactos ambientales y sociales del manejo inadecuado del aceite de cocina usado**

TALLER 2: IMPACTOS AMBIENTALES Y SOCIALES DEL MANEJO INADECUADO DEL ACEITE DE COCINA USADO	
Actores involucrados	<ul style="list-style-type: none">- Establecimientos de comidas del distrito de Ayacucho- Hogares del distrito de Ayacucho- Municipalidad Provincial de Huamanga

	<ul style="list-style-type: none"> - Empresas recolectoras y recicladoras del aceite de cocina usado formales
Objetivo	<ul style="list-style-type: none"> - Disminuir la disposición final inadecuada del aceite de cocina usado - Generar conciencia ambiental del daño que genera el aceite de cocina usado
Contenido	<ul style="list-style-type: none"> - Contaminación al agua - Contaminación al suelo - Contaminación al aire - Daños a la salud
Duración	Inicio del programa de recolección

- **Formas de almacenamiento correcto de aceites de cocina usados**

TALLER 3: ALMACENAMIENTO CORRECTO DEL ACEITE DE COCINA USADO	
Actores involucrados	<ul style="list-style-type: none"> - Establecimientos de comidas del distrito de Ayacucho - Hogares del distrito de Ayacucho - Municipalidad Provincial de Huamanga - Empresas recolectoras y recicladoras del aceite de cocina usado formales
Objetivo	<ul style="list-style-type: none"> - Garantizar las condiciones adecuadas de almacenamiento de aceites de cocina usado - Detallar procedimientos de almacenamiento de aceites de cocina usado
Contenido	<ul style="list-style-type: none"> - Condiciones de almacenamiento - Tipos de envases para almacenar el aceite de cocina usado - Condiciones físicas del envase - Proceso de almacenamiento
Duración	Inicio del programa de recolección

- **Sistemas de recolección del aceite de cocina usado**

TALLER 4: SISTEMAS DE RECOLECCION DEL ACEITE DE COCINA USADO	
Actores involucrados	<ul style="list-style-type: none"> - Establecimientos de comidas del distrito de Ayacucho - Hogares del distrito de Ayacucho - Municipalidad Provincial de Huamanga - Empresas recolectoras y recicladoras del aceite de cocina usado formales
Objetivo	<ul style="list-style-type: none"> - Implementar un sistema de recolección eficiente que permita aprovechar el aceite de cocina usado - Formular las condiciones adecuadas para el almacenamiento y recolección del aceite de cocina usado - Generar una recolección controlada del aceite de cocina usado
Contenido	<ul style="list-style-type: none"> - Sistemas de recolección de entrega - Ubicación de Puntos Limpios
Duración	<ul style="list-style-type: none"> - Inicios del programa de recolección

- **Reciclaje y aprovechamiento del aceite de cocina usado**

TALLER 5: RECICLAJE Y APROVECHAMIENTO DEL ACEITE DE COCINA USADO	
Actores involucrados	<ul style="list-style-type: none"> - Establecimientos de comidas del distrito de Ayacucho - Hogares del distrito de Ayacucho - Municipalidad Provincial de Huamanga - Empresas recolectoras y recicladoras del aceite de cocina usado formales
Objetivo	<ul style="list-style-type: none"> - Promover una sociedad orientada al reciclaje del aceite de cocina usado

	<ul style="list-style-type: none"> - Establecer nuevos hábitos y costumbres de reciclaje del aceite de cocina usado - Prevenir y reducir la contaminación ambiental que causa el aceite de cocina usado a través del reciclaje y valorización de este residuo.
Contenido	<ul style="list-style-type: none"> - Reciclaje del aceite de cocina usado - Alternativas de reciclaje - Productos y Sub productos
Duración	Inicios del programa de recolección

3.1.3. Estrategias de sensibilización, educación y difusión ambiental

- **Visitas domiciliarias:** Los promotores ambientales realizarán visitas casa por casa, en donde informarán sobre los beneficios del Programa de Reciclaje del aceite de cocina usado a favor del ambiente, a fin de sensibilizarlos y lograr que se comprometan a participar activamente en el programa.



- **Talleres a establecimientos de comida:** Por medio de talleres grupales a los dueños y trabajadores de los establecimientos de comida del distrito de Ayacucho, donde se capacitará acerca del manejo del aceite de cocina usado desde su generación hasta la disposición final.



- **Sensibilización en espacios públicos:** Se realizará la difusión del Programa de Reciclaje de aceite de cocina usado en la vía pública, instalando materiales de difusión, y sensibilizando e informando a las personas que transitan durante el día.



3.2. Separación y almacenamiento

Se establece la segregación del aceite de cocina usado en la fuente, para que los generadores separen de manera segura el aceite de cocina usado de los demás residuos generados para evitar mezclarlos o darles pérdida de valor, creando la oportunidad de que los mismos se inserten en la cadena de reciclaje.

Para el almacenamiento temporal del aceite de cocina usado generado en los establecimientos de comida se recomienda utilizar envases de material plástico transparente con tapa, de la capacidad necesaria generada mensualmente. El

aceite de cocina usado generado en los hogares se deben almacenar temporalmente en botellas de plástico para posteriormente entregarlos en diferentes puntos de recolección del aceite usado. Estos envases deben estar bien cerrados, etiquetados y en lugares aislados, protegidos de factores climáticos. Se debe filtrar el aceite de cocina usado con la ayuda de un embudo con filtro para quitar residuos de fritura.

ALMACENAMIENTO ADECUADO DEL ACEITE DE COCINA USADO

PEQUEÑOS GENERADORES:
HOGARES

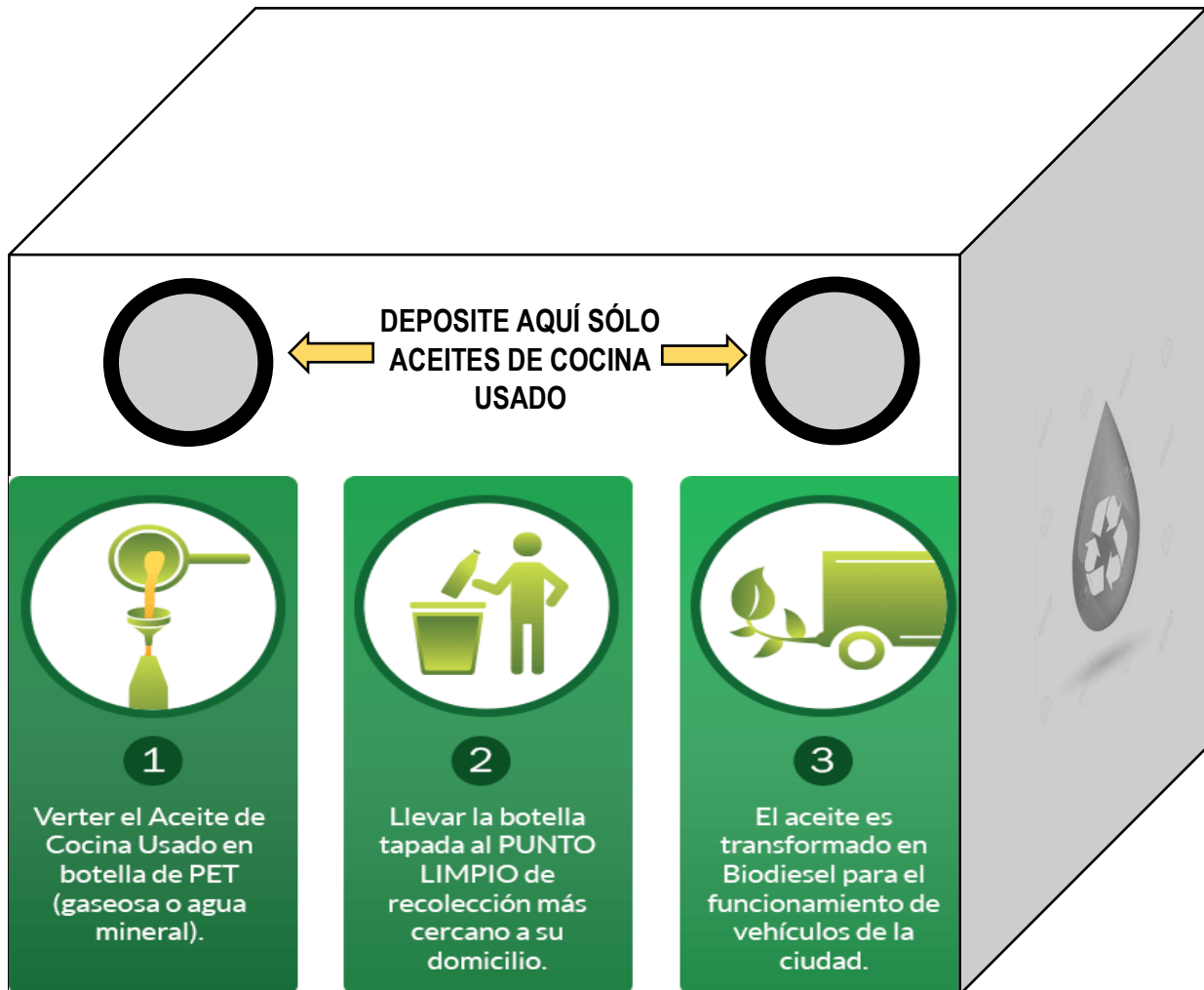
GRANDES GENERADORES:
ESTABLECIMIENTOS DE
COMIDA



3.3. Sistema de Recolección

Se implementa un sistema de recolección de aceites de cocina usado en los establecimientos de comida en donde las empresas recolectoras y recicladoras recogen el aceite de cocina usado con una frecuencia mensual. Así mismo, se implementa el sistema de recolección en Puntos Limpios, donde se disponen 3 contenedores en las instalaciones de tres establecimientos de comida con mayor demanda en el distrito de Ayacucho para la recolección del aceite de cocina usado generados en los hogares del distrito.

PUNTOS LIMPIOS DE RECOLECCIÓN DEL ACEITE DE COCINA USADO



3.4. Valorización y reaprovechamiento

En este proceso las empresas recolectoras y recicladoras verifican el porcentaje de aceite de cocina usado recolectado para ser aprovechado como materia prima de otros productos.

VALORIZACIÓN Y REAPROVECHAMIENTO



PROCESO DE RECICLAJE DEL ACEITE DE COCINA USADO

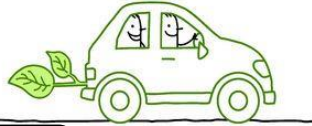
1. CONSUMO DE ACEITE DE COCINA



2. USO EN PROCESOS DE FRITURA EN HOGARES Y ESTAB. DE COMIDAS



7. ALTERNATIVAS DE REAPROVECHAMIENTO



6. PLANTA DE VALORIZACIÓN DEL ACEITE DE COCINA USADO

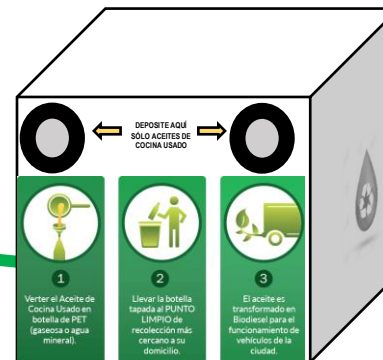


5. TRANSPORTE DEL ACEITE DE COCINA USADO




3. FILTRADO Y ALMACENAMIENTO DEL ACEITE DE COCINA USADO

4. RECOLECCIÓN EN PUNTOS LIMPIOS



MATERIALES DE DIFUSIÓN

SABÍAS QUE:



1 litro de aceite de
cocina usado
contamina
1,000 litros de
agua

Se solidifica y puede
provocar
obstrucciones y
malos olores en el
alcantarillado

Puede permanecer
años en mares y ríos
sin desintegrarse
naturalmente

MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE HUAMANGA

EMPRESA DE RECOLECCIÓN Y RECICLAJE DE AGU

¿Cómo recolectar el aceite de cocina usado en casa?

1



Una vez que usas el aceite, deja que se enfríe.



2



Juntar los restos de aceite frío en una botella de plástico con tapa de rosca.



3



Acércate a los Puntos Limpios más cercano y deposita el recipiente bien cerrado en el contenedor

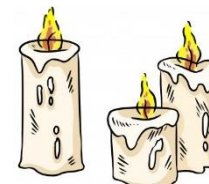
MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE HUAMANGA

EMPRESA DE RECOLECCIÓN Y RECICLAJE DE ACU

¿Cómo se puede reciclar el aceite de cocina usado?



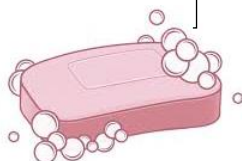
Se puede convertir en combustibles ecológicos como biodiésel y biogás



Se usa en la fabricación de velas casera



Deja enfriar el aceite de cocina usado, filtralo y viértelo en un envase vacío



Otra opción es aprovechar el aceite usado para la fabricación de jabones



Se utiliza en la industria química, cosmética y farmacéutica



En el distrito de Ayacucho el consumo de alimentos fritos es elevado. El sector gastronómico (restaurantes, pollerías, cevicherías, chiferías) son los principales generadores del aceite de cocina usado (ACU).

Hoy en día, una cantidad importante de ACU's reciben un manejo inadecuado, debido a la falta de información, conciencia y cultura ambiental, sumado a la carencia de sistemas formales de almacenamiento, recolección y aprovechamiento del aceite de cocina usado.

El cambio es posible, se requiere el compromiso y participación de la municipalidad y toda la población Ayacuchana.

¿Qué es el aceite de cocina usado (ACU)?

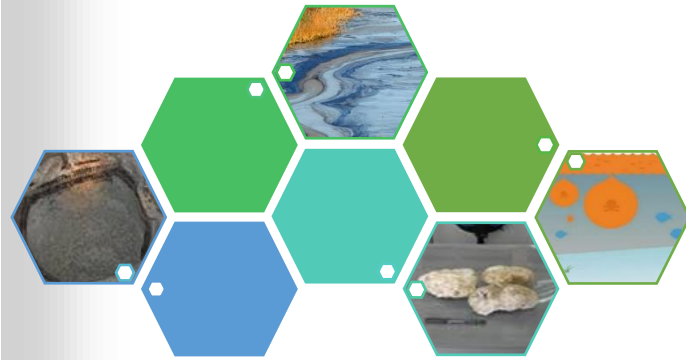
El Aceite de Cocina Usado (ACU) se define como aquel aceite y grasa comestible, donde sus características fueron alteradas después de haber sido sometido a elevadas temperaturas en los procesos de fritura de alimentos, considerándose no aptos para el consumo humano.

Impacto ambiental y social que causa el aceite de cocina usado

El aceite de cocina usado (ACU) no se debe desechar como el resto de los residuos que se genera diariamente. Su mala disposición final ocasiona los siguientes problemas:

- **Contaminación del agua**, un litro de aceite de cocina usado puede llegar a contaminar 1000 litros de agua, y puede causar la muerte de la flora y fauna acuática ya que no es biodegradable. Éstos forman una película difícil de eliminar y que afecta la capacidad del intercambio de oxígeno del agua con el aire.
- **Contaminación del suelo**, si se arroja el aceite de cocina usado al suelo, pierde su fertilidad irreversiblemente, contaminando también el agua superficial y subterránea.
- **Deterioro de tuberías y alcantarillado**, cuando el aceite de cocina usado se vierte por el lavadero, este puede enfriarse en las cañerías y al mezclarse con otros sólidos producen obstrucciones, impidiendo el flujo de aguas residuales. Esto puede generar

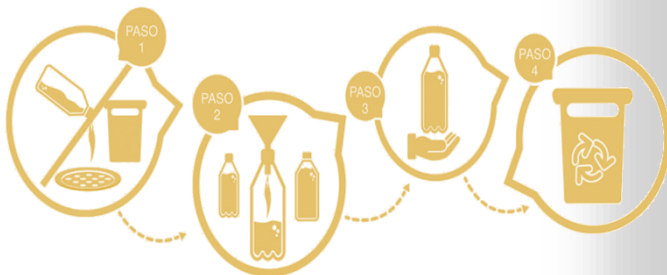
- **Incremento de los costos de operación y mantenimiento de las PTAR**, el aceite de cocina usado vertido por las cañerías forma parte de las aguas residuales domésticas, comerciales e industriales. Si el contenido de este residuo es elevado, su eliminación resulta difícil requiriendo mayor tiempo de tratamiento de agua.



Programa de reciclaje del aceite de cocina usado en el distrito de Ayacucho

La misión del Programa de Reciclaje de Aceites de Cocina Usados es desarrollar y promover alternativas del manejo adecuado del aceite de cocina usado, generando conciencia en la ciudadanía y promover la valorización de aceite de cocina usado en beneficio de la sociedad.

Es necesario que su aceite de cocina usado sea manejado:



Sistema de recolección del aceite de cocina usado en Puntos Limpios



Se implementa un sistema de recolección de aceites de cocina usado en los establecimientos de comida en donde las empresas recolectoras y recicladoras recogen el aceite de cocina usado con una frecuencia mensual. Así mismo, se implementa el sistema de recolección en Puntos Limpios, donde se disponen 3 contenedores en las instalaciones de tres establecimientos de comida con mayor demanda en el distrito de Ayacucho para la

Proceso del manejo adecuado y reciclaje del aceite de cocina



PROGRAMA DE RECICLAJE DEL ACEITE DE COCINA

MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE HUAMANGA

EMPRESA DE RECOLECCIÓN Y RECICLAJE DE ACEITE DE COCINA USADO ACU



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Declaratoria de Originalidad del Autor

Yo, Aparicio Vivanco Angelli Dayana, egresada de la Facultad de Ingeniería y Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental de la Universidad César Vallejo (Lima este), declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan al Trabajo de Investigación / Tesis titulado:

“Manejo de aceites de cocina usados (ACU) en pollerías para su valorización en el distrito de Ayacucho, 2020”, es de mi autoría, por lo tanto, declaro que el Trabajo de Investigación / Tesis:

1. No ha sido plagiado ni total, ni parcialmente.
2. He mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicado ni presentado anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Ayacucho, 15 de febrero de 2021

Aparicio Vivanco Angelli Dayana

DNI: 70050637

ORCID: 0000-0003-3458-3585