

**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**



**TESIS**

**Saponificación del aceite de cocina usado, para mitigar la  
contaminación del río Chorobamba, Distrito de Oxapampa  
– Pasco, 2018**

**Para optar el título profesional de:**

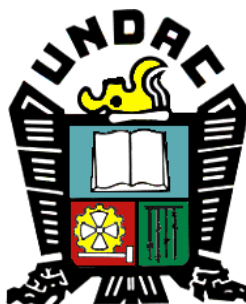
**Ingeniero Ambiental**

**Autor: Bach. Omar Alberto MOSTACERO RISCO**

**Asesor: Mg. Rosario Marcela VASQUEZ GARCIA**

**Cerro de Pasco – Perú - 2019**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**



**TESIS**

**Saponificación del aceite de cocina usado, para mitigar la  
contaminación del río Chorobamba, Distrito de Oxapampa – Pasco,  
2018**

Sustentada y aprobada ante los miembros del jurado:

---

Mg. Julio Antonio ASTO LIÑAN  
Presidente

---

Mg. David Johnny CUYUBAMBA ZEVALLOS  
Miembro

---

Mg. Luis Alberto PACHECO PEÑA  
Miembro

## **DEDICATORIA**

A Jesucristo mi Señor, a mis padres que se sacrificaron, y lucharon para brindarme amor y apoyo en todo momento, Kelbia y Viberto. Gracias por formarme como persona y profesional, además de ser fuente de inspiración para seguir adelante.

A mi hermana y amiga, Jhennifer.

## **RECONOCIMIENTO**

Mi más sinceros reconocimientos y agradecimientos a los docentes, Doctores y Magísteres de la Facultad de Ingeniería de nuestra alma Máter, Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión; quiénes me impartieron sus conocimientos científicos y tecnológicos; por el bien de mi formación personal y profesional.

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación titulado: “Saponificación del aceite de cocina usado, para mitigar la contaminación del río Chorobamba, distrito de Oxapampa – Pasco”, aborda el tema central que fue la mitigación de la contaminación del río Chorobamba, ocasionado por la mala disposición final de los aceites usado de las pollerías en la ciudad de Oxapampa y generando de este residuo una segunda vida como es la creación de jabón en barras que pueden ser utilizado en las mismas pollerías o en los diferentes hogares de la ciudad de Oxapampa. Las muestras que se utilizaron en el presente trabajo fueron halladas por un muestreo aleatorio simple de tres pollerías de la ciudad de Oxapampa: “Oasis”, “D’Norma” y “Milagritos” y se logró recolectar 6300 ml de aceite. El aceite reciclado de las pollerías, pasaron por una etapa de pretratamiento que consiste en la decantación, filtración y secado. Luego se procedió a realizar el experimento utilizando una fórmula general de teoría la cual partió que para 500 g de muestra de aceite se necesita 67 g de NaOH y que esto representaba al 30% del peso total de la solución (agua + NaOH); por lo tanto, en el presente experimento se utilizaron muestras de 200 g, 150 g y 100 g por cada tipo de aceite reciclado usado de cada una de las pollerías, siendo así que para una muestra de 100 g de aceite reciclado usado, se necesitan 13.4 g de soda cáustica y contar con 23.45 ml de agua. Luego, se procedió con el experimento, para lo cual se añadió 23.45 ml de agua en una bureta mezclándolo con 13.4 g de NaOH dentro del equipo de extracción de vapor y una vez diluido éste se mezcló con 100 g de la

muestra (que ya se le debió haber hecho el pretratamiento) encima del Agitador magnético por una hora, a una temperatura de 25 °C, a una RPM gradual hasta llegar a los 1500, viéndose así la traza (punto letra) y luego se vació en el molde tapándolo con un plástico hasta las siguientes 4 semanas en la que el pH bajó y fue apto para utilizarlo con las manos sin que exista acidez].

Para hallar el índice de saponificación se pesó 2 g de la muestra de aceite reciclado usado de una pollería (después del pretratamiento) en un matraz de fondo plano y se añadió 25 ml de disoluciones de hidróxido de sodio en una bureta, luego se calentó durante 60 minutos refrigerando a reflujo, moviendo el matraz cuidadosamente para que la gasa se solubilice totalmente y después se le añadió unas gotas de fenolftaleína] a la disolución caliente y se valoró con ácido clorhídrico a 0.483 N hasta la desaparición del color grosella. Para la muestra en blanco fue el mismo procedimiento, pero sin la muestra de 2 g

De las tres pollerías el mejor índice de saponificación fue el de la pollería D'Norma, con un valor de 0.129 g, que significó que para saponificar 1 g de gasa se necesitan 0.129 g de Hidróxido de sodio, así también con un pH del jabón en barra que después de las 4 semanas fue de 8, con una densidad de 0.895 g/ml, el color del jabón obtenido fue crema e Inoloro.

De acuerdo con los resultados obtenidos podemos decir que la obtención del jabón en barra a partir de los aceites reciclado de las pollerías es técnicamente viable, mitigando así la contaminación del río Chorobamba

en la ciudad de Oxapampa, resaltando una contribución a la revalorización del reciclado del aceite de cocina usado e impulsando la economía circular, fomentado la cultura de reciclaje, convirtiéndolo así estos en jabones en barra biodegradables que pueden ser utilizados por todas las personas sin perjudicar al medio ambiente.

**Palabras clave:** Aceite de cocina usado, jabón, saponificación, río Chorobamba, Oxapampa

## **ABSTRACT**

The present research work entitled: "Saponification of used cooking oil, to mitigate the pollution of the Chorobamba River, district of Oxapampa - Pasco", addresses the central issue that was the mitigation of the pollution of the Chorobamba River, caused by the bad disposition end of the used oils of the poultry farms in the city of Oxapampa and generating from this waste a second life as is the creation of bar soap that can be used in the same poultry houses or in the different homes of the city of Oxapampa. The samples that were used in the present work were from three poultry farms in the city of Oxapampa: "Oasis", "D'Norma" and "Milagritos" and it was possible to collect 6300 ml of oil. The recycled oil from the poultry farms passed through a pre-treatment stage consisting of decanting, filtering and drying. Then we proceeded to perform the experiment using a general formula of theory which started that for 500 g of oil sample is needed 67 g of NaOH and that this represented 30% of the total weight of the solution (water + NaOH); therefore, in the present experiment samples of 200 g, 150 g and 100 g for each type of recycled oil used in each of the poultry houses, so for a sample of 100 g of recycled oil used, 13.4 g of caustic soda and 23.45 ml are needed. of water. Then, we proceeded with the experiment, for which 23.45 ml was added. of water in a burette mixing it with 13.4 g of NaOH inside the steam extraction equipment and once diluted it was mixed with 100 g of the sample (which should have already done the pretreatment) on top of the magnetic stirrer for one hour, at a temperature of 25 ° C, at a gradual RPM until reaching the 1500, thus seeing the trace (letter point) and



then emptied into the mold covering it with a plastic until the next 4 weeks in which the pH dropped and was suitable for use with hands without acidity.

To find the saponification index, 2 g of the recycled oil sample used from a poultry house (after pretreatment) in a flat bottomed flask and 25 ml was added. of sodium hydroxide solutions in a burette, then heated for 60 minutes by refluxing, moving the flask carefully so that the fat is fully solubilized and then a few drops of phenolphthalein were added | to the hot solution and it was evaluated with hydrochloric acid at 0.483 N until the disappearance of the currant color. For the blank sample was the same procedure, but without the 2 g sample.

Of the three poultries, the best saponification index was that of the restaurant D'Norma, with a value of 0.129 g, which meant that to saponify 1 g of fat 0.129 g of sodium hydroxide is needed, as well as a pH of the bar soap that after 8 weeks was 8, with a density of 0.895 g / ml, the color of the soap obtained was cream and odorless

According to the results obtained, we can say that the bar soap obtained from the recycled oils from poultry farms is technically viable, thus mitigating the contamination of the Chorobamba River in the city of Oxapampa, highlighting a contribution to the revaluation of the recycled used cooking oil and promoting the circular economy, fostered the culture of recycling, thus converting them into biodegradable bar soaps that can be used by all people without harming the environment.

**Keywords:** Used cooking oil, soap, saponification, Chorobamba River,  
Oxapampa

## INTRODUCCIÓN

Uno de los problemas más importantes en las zonas rurales del mundo es la contaminación de los cursos de agua de los cuales la población hace uso directo para consumo humano. En las ciudades de América Latina, una de las causas para la contaminación del agua son los compuestos orgánicos biodegradables procedentes de los vertidos sin tratamiento domésticos y de comercios locales, así lo afirma Blanco (2005).

Permanentemente en las casas desechamos aceite vegetal usado que va a parar a la fregadera de la cocina o al inodoro del baño. De cualquiera de las dos formas, termina en los cursos de agua, con alto impacto ambiental negativo que es exponencial.

Las aguas residuales son un foco de patógenos (bacterias, virus, protozoos) que pueden infectar a las personas, animales, contaminar cosechas y masas de agua generando daños cuantiosos y atentando directamente con la salud (Arias, 2002).

En zonas rurales los contaminantes tradicionales y los nuevos contaminantes como pesticidas se combinan y tienen un efecto degradante de la calidad del agua cerca de centros urbanos y áreas de agricultura intensiva (Blanco, 2005)

Sin embargo, por tratarse de áreas rurales, el río de forma natural tiene la capacidad de autopurificación (McClain, Aparicio, & C, 2002). Para ello es necesario un flujo ininterrumpido y constante para diluir contaminantes a niveles inofensivos durante el avance del río aguas abajo. Además, las

zonas y otras características ribereñas son importantes para otros procesos de autopurificación, por lo que es destacable la importancia de la vegetación y zonas ribereñas.

En Conferencia de las Naciones Unidas sobre el medio ambiente, que tuvo lugar en junio de 1972, fue el evento cuya importancia internacional fue el de promover el derecho al medio ambiente y el bienestar de la humanidad (DIPUBLICO, s.f.).

En el Perú, el Ministerio de Medio Ambiente (MINAM) se ha centrado cada vez más en el desarrollo sostenible y la calidad del medio ambiente, sin embargo, el manejo de los residuos sólidos sigue siendo un importante problema ambiental y uno de esos problemas es la eliminación inadecuada de los residuos de aceite de cocina usado (MINAM, s.f.). El medio más popular para eliminar el aceite de cocina usado consiste en verter el aceite en el fregadero, en la basura o simplemente en el suelo (Rand, 1995). Estas acciones no sostenibles causan muchos problemas ambientales como bloqueo del sistema de alcantarillado debido a la acumulación de gasa, aceite y malos olores, la contaminación del agua, suelo y la proliferación de bacterias y roedores.

El presente estudio investiga e introduce procedimientos simples de Tratamiento de la eliminación de los ACU (Aceites de cocina usado), aborda el problema de la eliminación del aceite demostrando su uso para hacer jabones caseros. El aceite cocinado se puede usar para cocinar o freír alimentos hasta cierto número de ciclos, luego de lo cual se vuelve

rancio, lo que lleva a la degradación y lo hace inutilizable. Al ser recalentado, el aceite produce radicales libres, sustancias que dañan nuestras células, como es el caso de la acrilamida, agente tóxico para el cerebro y además uno de los principales agentes cancerígenos (Alvarez, 2012). Durante la fritura, la longitud de las cadenas de ácidos grasos en el aceite disminuye debido al hidrólisis y el aceite se vuelve más denso y viscoso debido a la polimerización. De igual forma, el aceite recalentado produce ácidos grasos trans, que aceleran el proceso de coagulación de la sangre y por tanto el riesgo de infartos.

La correcta disposición del aceite usado beneficia al ambiente y, a su vez, cumple un fin social. De este modo puede servir de materia prima para producir energía, o la creación de jabones sólidos, dentro del concepto de economía circular. La economía circular propone que, luego de haber reutilizado un producto la mayor cantidad de veces posible, no se descarte, sino que se recicle. De ese modo, vuelve al circuito económico en forma de otro producto en lugar de convertirse en un pasivo ambiental.

El tratamiento de aguas residuales para la recuperación de la calidad de los cuerpos de agua y la protección de la salud pública es sumamente costoso y hasta hace poco, no ha sido una de las prioridades ambientales (Loyola & Soncco, 2007).

Esta situación es también común en el distrito de Oxapampa, ya que las aguas residuales generadas en el Distrito de Oxapampa no han sido tratadas antes de su vertido al río Chorobamba.

# ÍNDICE

DEDICATORIA  
RECONOCIMIENTO  
RESUMEN  
ABSTRACT  
INTRODUCCIÓN  
INDICE

## CAPITULO I PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Identificación y determinación del problema.....	1
1.2. Delimitación de la investigación.....	3
1.3. Formulación del problema.....	4
1.3.1. Problema general.....	4
1.3.2. Problemas específicos.....	4
1.4. Formulación de objetivos.....	4
1.4.1. Objetivo general.....	4
1.4.2. Objetivos específicos.....	4
1.5. Justificación de la investigación.....	5
1.6. Limitaciones de la investigación.....	6

## CAPITULO II MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de estudio.....	7
2.2. Bases teóricas - científicas.....	11
2.3. Definición de términos básicos.....	59
2.4. Formulación de Hipótesis.....	61
2.4.1. Hipótesis General.....	61
2.4.2. Hipótesis Específicas.....	62
2.5. Identificación de variables.....	62
2.6. Definición operacional de variables e indicadores.....	62

## CAPITULO III METODOLOGIA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de investigación.....	64
3.2. Métodos de investigación.....	65
3.3. Diseño de la Investigación.....	66
3.4. Población y Muestra.....	66
3.5. Técnicas e instrumentos de Recolección de Datos.....	66
3.6. Técnicas de procesamiento y análisis de datos.....	76
3.7. Tratamiento estadístico.....	77

3.8. Selección, validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación. ....	77
3.9. Orientación ética.....	77

**CAPITULO IV**  
**RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

4.1. Descripción del Trabajo en campo. ....	78
4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados .....	87
4.3. Prueba de Hipótesis.....	93
4.4. Discusión de resultados. ....	94

**CONCLUSIONES**

**RECOMENDACIONES**

**BIBLIOGRAFIA**

**ANEXOS**

## **CAPÍTULO I**

### **PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.**

#### **1.1. Identificación y determinación del problema.**

Una de las sustancias más usadas por los peruanos es el aceite de cocina. En el país la producción nacional de aceites vegetales comestibles en el año 2014 fue de alrededor de 270 mil toneladas métricas, lo que en gran medida se debe a la mayor producción de aceite vegetal y cerca del 35 por ciento se convierte en residuo al terminar su vida útil; de esta manera, se podría estar desechando alrededor de 100 mil toneladas métricas de aceite usado de cocina al año (Agencia Andina de Noticias, 2015). A pesar de las altas cifras de consumo, en Perú no existe una regulación para la debida disposición

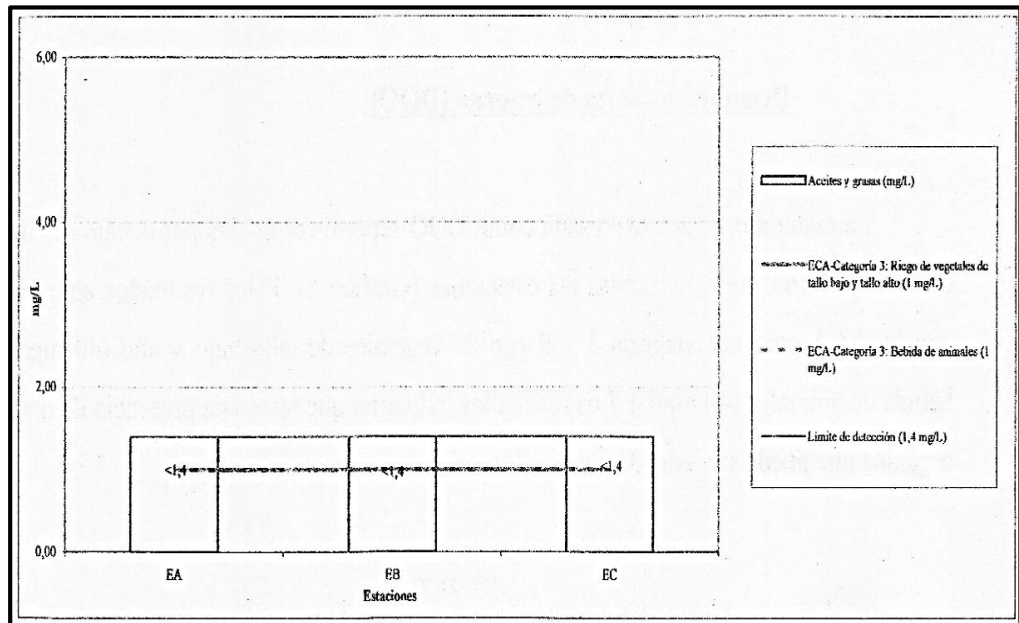


de este tipo de residuos en los hogares, una sustancia que además de ocasionar grandes problemas para los sistemas de acueducto y alcantarillado, con solo un litro puede llegar a contaminar cerca de mil litros de agua potable, señala el Instituto Nacional de Tecnología Industrial de Argentina.

El presente trabajo de investigación ofrece una alternativa sostenible a los |residuos de aceites usado de cocina, elaborando jabón hecho a mano, promoviendo la responsabilidad ambiental en la población Oxapampina, logando mitigar la contaminación de aceites y gasas, que gran parte desembocan desde las alcantarillas hasta llegar al río Chorobamba, y hacer que esta técnica sea usada y promovida por los pobladores en general.

Actualmente la calidad del río Chorobamba se ha visto afectada respecto a parámetro de aceites y gasas, que registraron concentraciones de 1.4mg/L y superan los valores establecidos en los ECA para Agua, categoría 3 - Riego de vegetales de tallo bajo y alto y bebida de animales, los resultados se muestran en el siguiente Gráfico N° 01:

Gráfico N° 1. Valores del parámetro de Aceites y grasas en el río Chorobamba.



Fuente: Medina Díaz, M.M.; Ramírez Huere, Y. (2010)

## 1.2. Delimitación de la investigación.

La investigación se delimitó a investigar la factibilidad de la saponificación del aceite de cocina usado de las pollerías de la Ciudad de Oxapampa y que influya en la mitigación de la contaminación del río Chorobamba.

El presente trabajo de investigación fue delimitado por la población de la ciudad de Oxapampa y cercana del río Chorobamba. Los aspectos puntuales que comprendió la investigación están referidos a la factibilidad de obtener un jabón natural, reducir parte de la contaminación del río Chorobamba, crear conciencia ambiental en la

población oxapampina acerca del uso responsable de este desecho y contribuir con la creación de nuevas ideas de negocio.

### **1.3. Formulación del problema.**

#### **1.3.1. Problema general.**

¿En qué medida la Saponificación del aceite de cocina usado, influirá en la mitigación de la contaminación del río Chorobamba, distrito de Oxapampa?

#### **1.3.2. Problemas específicos**

1. ¿A qué etapas de pretratamiento será sometido los aceites de cocina usado antes de la Saponificación?
2. ¿Cuál será la formulación apropiada de saponificación a partir del aceite de cocina usado?
3. ¿Cuáles son las características fisicoquímicas del jabón obtenido a partir de la saponificación del aceite de cocina usado?

### **1.4. Formulación de objetivos.**

#### **1.4.1. Objetivo general.**

Saponificar el aceite de cocina usado para mitigar la contaminación del río Chorobamba..

#### **1.4.2. Objetivos específicos.**

1. Determinar las etapas de pretratamiento al que será sometidos los aceites de cocina usado antes de la saponificación.

2. Definir la formulación apropiada de saponificación a partir del aceite de cocina usado.
3. Determinar las características fisicoquímicas del jabón obtenido a partir de la saponificación del aceite de cocina usado.

### **1.5. Justificación de la investigación.**

El distrito de Oxapampa cuenta con una población de 14190 habitantes, su economía es esencialmente rural. Hoy en día el sector agroindustrial está empezando a crecer así como el turismo. El río que atraviesa el distrito de Oxapampa es el río Chorobamba, al cual se vierten las aguas residuales sin tratar generadas en el distrito y otros centros poblados cercanos.

Aproximadamente entre el 27 por ciento y 28 por ciento de viviendas de la cuenca del Pachitea, a la cual pertenece el río Chorobamba, dispone los residuos en los cursos de agua. Estas aguas residuales se disponen mediante “zanjas” desde las viviendas hasta el río directamente.

Este trabajo de investigación se basa en resultados obtenidos de parámetro físico-químicos en el año 2010 sobre la calidad del río Chorobamba, planteando la factibilidad de realizar una saponificación a partir del aceite usado de cocina, como una solución sostenible para mitigar la contaminación del río Chorobamba.

## **1.6. Limitaciones de la investigación.**

Todo proyecto está sujeto a limitantes u obstáculos que se dan sobre todo en la fase de campo, ya que en algunos de los casos es poca la colaboración que prestan las instituciones gubernamentales o no gubernamentales a las que les compete el tema.

En este caso la principal limitación fue la recolección y el transporte de los aceites usados de todas las pollerías y brosterías a nivel de ciudad, por lo que solo se tomó como muestra a tres pollerías de la ciudad de Oxapampa, las cuales fueron “Milagritos, “D’Norma” y “Oasis”

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. Antecedentes de estudio.**

##### **Tesis: a nivel nacional.**

1. Diaz Alvarez & Guerrero Arrelucea (2018), realizaron la investigación “Influencia de acidez en el poder calorífico del Biodiesel, obtenido a partir de aceites reciclados de cocina, Chimbote” en la Universidad Nacional del Santa, la investigación llegó a las siguientes conclusiones:

- Se logró una limpieza eficaz del aceite reciclado de cocina, lo que permitió contar con una materia prima adecuada para obtener un biodiesel que cumple con las especificaciones técnicas de la

Norma Técnica Peruana 321.125:2008 y la norma Internacional ASTM.

- El Poder Calorífico del biodiesel disminuye cuando el índice de acidez es mayor a 0.30 mg KOH/g, dado que es un aceite reciclado de varios usos y desechados. Pero no se descarta el poder utilizar los aceites reciclados con varios usos, ya que se puede dar un tratamiento adecuado para su aprovechamiento.

2. Leyva Arévalo & Torres Gómez (2016), realizó la investigación: “Obtención de jabón líquido usando aceite Vegetal reciclado en la Universidad Nacional de la Amazonía Peruana – Iquitos”.; la investigación llegó a las siguientes principales conclusiones:

- La cantidad de aceite reciclado generado en los ambientes del instituto de gastronomía de la FUNDESAB y el Comedor Universitario durante un mes de trabajo fue de 4009 ml y 1152 ml respectivamente.
- El aceite reciclado presenta las siguientes características físicas químicas: Índice de saponificación 278.9 mg KOH/g muestra; índice de acidez 0.28 mg KOH/g muestra; ácidos grasos libres 0.56 %; índice de peróxido 18.72 g de O<sub>2</sub> /Kg gasa y densidad 0.91g/ml

3. Huamán Romero (2014), realizó la investigación: Plan de negocios para la instalación de un centro de Acopio de aceite comestible usado por pollerías de Chiclayo Campus Sur, en la Universidad Católica Santo Toribio de Mongoveo, Escuela de Administración de

empresas; la investigación llegó a las siguientes principales conclusiones:

- Se demostró la factibilidad de la instalación de un centro de acopio de aceite comestible utilizado por las pollerías en la ciudad de Chiclayo.
- Se realizó un diagnóstico situacional considerando a 26 pollerías más importantes de la ciudad a cuyos representantes se les aplicó una encuesta. Resultado de la encuesta se tiene que el 100% de los encuestados están de acuerdo en vender el aceite usado con el fin de que éste sea reciclado y convertido en biocombustible; y la demanda se constituye por más de 12 empresas ubicadas en la ciudad de Lima y otras importantes provincias como Arequipa y Cusco que compran el producto (aceite reciclado, filtrado) para exportarlo a países como Venezuela, Colombia, Brasil y México, y están dispuestos a comprar la mayor cantidad de aceite reciclado que se pueda recopilar.

4. Márquez Farfán (2013), realizó la investigación sobre: "Diseño de un sistema para la gestión de aceites vegetales usados en Cañete para producir biodiesel", en la Universidad de Piura, Facultad de Ingeniería; la investigación llegó a las siguientes principales conclusiones:

- La adecuada recolección de los aceites vegetales usados de cocina en San Vicente de Cañete es muy posible, sin embargo



es necesario promover la adecuada gestión de éstos residuos con programas de concientización local.

- Sin perder de vista el objetivo del tema de tesis, se debe mencionar que, indirectamente, además del beneficio económico que se generaría, también se obtienen beneficios para la población en cuanto a la mejora en la calidad de vida y reducción de la contaminación en el entorno que les rodea.

**Tesis: a nivel internacional.**

5. González (2015), realizó la investigación sobre: “Aceites usados de cocina. Problemática ambiental, Incidencias en redes de saneamiento y coste del Tratamiento en depuradoras”, en el país de España y la investigación llegó a las siguientes principales conclusiones:

- Este estudio permite dar a conocer la problemática del vertido de aceite usado de cocina, a través de los desagües, tanto para el medio ambiente como para las infraestructuras de saneamiento (alcantarillado y depuración), donde ocasiona un sobrecoste para la Sociedad, que podría ser reducido y puesto en valor mediante la recogida y posterior reciclado para producir biodiesel, generando actividad económica y reduciendo la importación de combustibles fósiles.
- El coste de depurar el aceite usado que se vierte por el alcantarillado es del orden de 0.46 €/litro, que equivale a 460 €/m

o 505 €/Tm. Es 700 veces más caro que lo que paga un ciudadano por el tratamiento de su agua residual.

6. Villarroel (2013), realizó la investigación sobre: Elaboración de jabón líquido antiséptico a partir de aceites comestibles reciclado en la comunidad nueva república, Municipio Simón Rodríguez, Estado Anzoátegui, del Instituto Universitario de Tecnología “José Antonio Anzoátegui”; la investigación llegó a las siguientes principales conclusiones:

- El 75% de los habitantes de la comunidad Nueva República, Municipio Simón Rodríguez están de acuerdo en participar en el proyecto para la elaboración de jabón líquido antiséptico a partir de aceites comestible de reciclado.
- El olor del aceite reciclado fue eliminado al calentar el aceite con las cáscaras de limón.
- La densidad del Producto de formulación fue de 1.2 g/ml y su pH es 8.0.

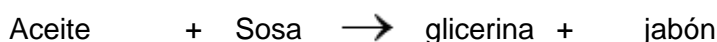
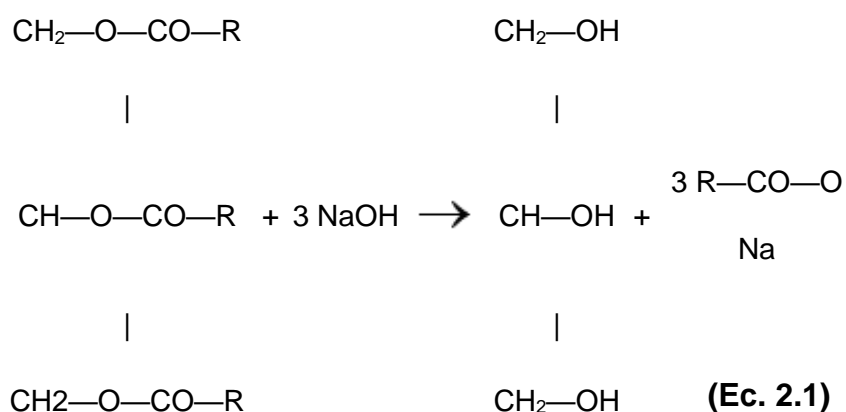
## **2.2. Bases teóricas - científicas.**

### **2.2.1. Composición del jabón.**

El jabón es un agente limpiador que se fabrica utilizando grasas de animales y aceites vegetales. Químicamente, es la sal de sodio o potasio de un ácido gaseoso que se forma por la reacción de grasas y aceites con álcali (Erazo, 1999).

Se completa la saponificación cuando todo el álcali presente ha reaccionado con todo el ácido gaseoso disponible. Además de

producir jabón, esta reacción proporciona glicerina, que deriva de la molécula de glicerol liberada. La glicerina suele separarse del jabón comercial, junto con la sal común, y luego se vende como materia prima. El jabón artesanal conserva la glicerina, que aporta propiedades emolientes al producto final.



### 2.2.2. Materias primas para la fabricación de jabones.

El jabón es una sal, se obtiene mediante el proceso de saponificación, que consiste en la reacción de hidrólisis de ácidos grasos o de aceites con una base (hidróxido de sodio). Esta reacción produce la sal del ácido graso empleado, es decir, el jabón, más glicerina.

En la fabricación del jabón, los caracteres físicos y químicos del producto dependen directamente de las materias primas empleadas. Los aceites y grasas utilizados para la saponificación con hidróxido de sodio o de potasio pueden ser de cualquier calidad, ya que desde el punto de vista de

composición química son perfectamente sustituibles en general. El sebo que se emplea en la fabricación de jabón es de calidad distinta, desde la más baja correspondiente al sebo obtenido de los desperdicios (utilizada en jabones baratos) hasta los sebos comestibles que se usan en jabones finos de tocador. De los aceites se emplean aceites de nueces, los residuos de la refinación y del endurecimiento de aceites de semilla y algunos aceites marinos.

A continuación se indican las materias primas más importantes empleadas en la fabricación de jabones:

- Gasa animal o aceite vegetal
- Álcalis (Hidróxido de sodio o de potasio)
- Agua

#### **1. Gasa Animal o Aceite Vegetal.**

Los jabones vegetales son más blandos que los animales y por ello, su período de conservación es menor. Sin embargo, su espuma es más rica y suave. Una de las ventajas de trabajar con aceites vegetales en lugar de hacerlo con gasa animal es que no hay que derretirlos. La gran mayoría de los aceites vegetales, por no decir todos, que se comercializan en la actualidad están purificados y preparados para su uso. El inconveniente es que suelen ser más caros que las gasas animales.

El aceite elegido dependerá de la calidad y el carácter que se quiera dar al producto final. La mayoría de los fabricantes de jabón vegetal usan como aceite base, aceite de coco o de palma, que sea abundante y relativamente barato. Otros aceites, como germen de trigo o albaricoque, que son más caros, se añaden a la base para mejorar la calidad del jabón. El carácter, textura y propiedades del producto final dependerán de los tipos de aceites y aditivos que se mezclen con el aceite de base. Para conocer la cantidad de sosa necesaria consulta la tabla de saponificación (Tabla N°01). El valor o índice de saponificación (SAP) de un aceite o gasa determinados es la cantidad de hidróxido potásico, potasa cáustica, en miligramos necesaria para saponificar 1 g de aceite o gasa.

Para calcular la cantidad de hidróxido sódico, sosa cáustica, necesaria para saponificar ese aceite o gasa hay que calcular, en primer lugar, la cantidad precisa de hidróxido potásico. El índice de saponificación se multiplica por el factor 0.71 para obtener el número necesario de miligramos de NaOH.

Cada aceite o gasa tiene un valor SAP distinto. Por lo tanto, para saponificar distintos aceites y gasas se necesitan cantidades diferentes de hidróxido potásico y, por consiguiente, de hidróxido sódico.

La tabla N°01, muestra el valor del índice de saponificación de algunos aceites y ceras y la cantidad de sosa cáustica necesaria para que ocurra la saponificación de ese aceite.

*Tabla N° 1. Índice de saponificación de algunos aceites.*

<b>GASA O ACEITE</b>	<b>VALOR SAP</b>	
	Cantidad de hidróxido potásico necesario (mg)	Cantidad de sosa o hidróxido sódico (mg)
Aceite de aguacate	187.5	133.7
Aceite de almendra	192.5	137.2
Aceite de almendras dulces	192.5	137,2
Aceite de avellana	195.0	139.0
Aceite de cacahuete	192.1	136.9
Aceite de caléndula	190.0	137.5
Aceite de cártamo	192.0	136.9
Aceite de castor	180.3	128.5
Aceite de coco	268.0	191.2
Aceite de germen de trigo	185.0	131.9
Aceite de jojoba	97.5	69.5
Aceite de maíz	192.0	129.8
Aceite de médula de palma	219.9	156.8
Aceite de nuez macadamia	195.0	139.0
Aceite de oliva	189.7	135.2
Aceite de onaga	191.0	136.2
Aceite de palma	199.1	141.9
Aceite de semilla de albaricoque	190.0	135.5
Aceite de semillas de girasol	188.7	134.5
Aceite de sésamo	187.9	133.9
<b>Aceite de soya</b>	<b>190.6</b>	<b>135.9</b>
Manteca de cacao	193.8	138.2
Manteca de cerdo	194.6	138.7
Manteca de karité	180.0	128.3
Sebo de ternera	197.0	140.5
Cera de abeja (Ceras)	88.0	62.7

Lanolina (Ceras)	82.0	58.5
------------------	------	------

Fuente: Fuentes Rojas & Núñez Barreto (2010)

Cuando se trabaja con una combinación de grasas o aceites se debe determinar el valor del índice de saponificación de la mezcla, para lo cual se debe conocer el valor SAP de cada grasa o aceite, así como el porcentaje de éstos que intervienen en la mezcla. Se debe multiplicar el peso total de las grasas o aceites por el valor SAP combinado para calcular la cantidad necesaria de hidróxido potásico, luego para calcular la cantidad de hidróxido de sodio total de la mezcla se debe multiplicar por el factor 0.71.

## 2. Tipos de grasas animales y aceites vegetales.

La siguiente lista describe la mayoría de aceites que está a la disposición de los fabricantes de jabón. Los “insaponificables” se consideran generalmente emolientes (suavizantes para la piel), que se componen principalmente de tocoferoles (formas naturales de vitamina E) y esteroides; los insaponificables ayudan a conservar y mejorar las propiedades naturales de la elasticidad de la piel.

- **Aceite de coco (*Cocos nucífera*).**

Extraído de la pulpa del coco, puede adquirirse en droguerías o en tiendas especializadas de productos alimentarios. El aspecto del aceite de coco varía en función de la temperatura ambiente, líquido y blanco si la temperatura es más bien baja. En este último caso deberá

calentarlo un poco para que recupere su estado líquido. El aceite de coco produce un jabón cremoso pero firme, de agradable espuma. Su principal inconveniente es que puede reseca la piel. Para contrarrestar este efecto se suelen añadir aceites hidratantes.

- **Aceite de Girasol (*Helianthus annuus*).**

Aceite de color amarillo claro con un ligero sabor de las semillas molidas. Su contenido en vitamina E se aproxima al del aceite germinado de trigo. Utilizado a menudo en productos para el cuidado de la piel y del cabello y en aceites de baño.

- **Aceite de maíz (*Zea mays*).**

Aceite blando de color amarillo pálido, contiene un 50% de ácido linoleico y un 30% de ácido oleico y del 1 al 2 % de insaponificables.

Se utiliza en cremas de manos, barras de labios y aceites para masajes.

- **Aceite de oliva (*Olea europea*).**

Famoso por sus propiedades hidratantes, contribuye a mantener la humedad natural de la piel. Hay muchas clases de aceite de oliva, y se diferencian por su color, aroma, sabor y precio. Para hacer jabón puede utilizarse cualquier tipo. El extra virgen y el virgen, procedentes de la primera extracción en frío de las olivas, son fragantes y



de color dorado oscuro, pueden hacer que el jabón huela a aceituna y le dan un color ligeramente amarillento. El proceso de saponificación de estos aceites es bastante lento. El aceite de oliva que se obtiene de la última prensada de las aceitunas, denominado orujo, es prácticamente inodoro, mucho más barato y saponifica con rapidez. Produce un jabón firme y de gran calidad, de espuma suave y abundante. Alto contenido de ácido oleico, insaponificables del 0.5 al 1.5 %.

- **Aceite de soja (*Glycine max* o *soja*).**

Aceite de color amarillo claro a marrón obtenido de las bayas de soja principalmente por la extracción con hexano o heptano.

Utilizado en cremas de manos y bálsamos para los labios.

Contiene del 0.5 al 1.5% de insaponificables.

### **3. Composición Química de las grasas y aceites.**

Los triglicéridos representan normalmente más del 95 % de la masa de la mayoría de las grasas y aceites alimentarios. Entre los constituyentes minoritario se encuentran los monoglicéridos y diglicéridos, ácidos grasos libres, fosfátidos, esteróles, alcoholes grasos, vitaminas liposolubles y otras sustancias.

#### **2.2.3. Análisis químicos de aceites utilizados en la elaboración de jabones.**

Los triglicéridos representan normalmente más del 95 % de la masa de la mayoría de las grasas y aceites alimentarios. Entre los constituyentes minoritarios se encuentran los monoglicéridos y diglicéridos, ácidos grasos libres, fosfatidos, esteróles, alcoholes. Existe un gran número de análisis para evaluar las características químicas de las grasas y los aceites, sobre todo instrumentales, que son rápidos y exactos; sin embargo, los tradicionalmente usados son de rutina en muchos laboratorios e industrias y se emplean para llevar a cabo un control de calidad adecuado.

A continuación se describen los métodos más comunes en laboratorios e industrias.

### 1. Densidad.

Este ensayo consiste en determinar la equivalencia en masa de una unidad en volumen de una sustancia. Su determinación se lleva a cabo por ejemplo de la siguiente expresión:

$$\rho = \frac{m}{v} \quad \text{(Ec. 2.2)}$$

Donde:

$\rho$  : densidad, en (g/ml)

$m$ : masa, en (g)

$v$ : volumen, en ml

## 2. Índice de Saponificación.

Este ensayo consiste en saponificar completamente una cantidad, exactamente medida de la muestra a ensayar, mediante un exceso de solución alcohólica de hidróxido de potasio, valorando luego dicho exceso con HCl. Este índice representa el número de miligramos de hidróxido de potasio requeridos para saponificar 1g de sustancia gasa y la fórmula para determinarla es la siguiente:

$$IS = \frac{(V1 - V2) \times N \times 40}{G} \quad \text{(Ec. 2.3)}$$

Donde:

IS: índice de saponificación

V1: ml de HCl gastados en la valoración del ensayo en BLANCO

V2: ml de HCl gastados en la valoración de la MUESTRA

N: normalidad de la solución de HCl

G: peso de la muestra en gamos (g)

NaOH o KOH: Si es NaOH el peso molecular será de 40 o caso contrario será de 56.1

## 3. Materia Insaponificable.

Se define como el material que existe en aceites y gasas, el cual después de la saponificación del aceite o de la gasa con álcali cáustico y extracción con un disolvente

orgánico apropiado, permanece sin volatilizarse al secar a 80°C y la fórmula para determinarla es la siguiente:

$$MI = \frac{(m_2 - m_1)}{m_0} \times 100 \quad \text{(Ec. 2.4)}$$

$$m_1 = V \times N \times 0.00564 \quad \text{(Ec. 2.5)}$$

Donde:

MI: contenido de materia insaponificable, en porcentaje

m<sub>0</sub>: masa de la muestra, en gramos (g)

m<sub>1</sub>: masa de los ácidos grasos en el extracto, en gramo (g)

V: volumen de la solución de hidróxido de sodio consumido en la titulación, en mililitros (ml)

N: normalidad de la solución de hidróxido de sodio (0.02N)

#### **2.2.4. Análisis químicos de los jabones.**

En la manufactura de jabones se realizan ciertos ensayos analíticos en el transcurso de las operaciones y cuando éstas han sido terminadas. Algunos de los ensayos más importantes que se realizan con los jabones son: contenido total de ácidos grasos, color de los ácidos grasos, álcali libre, sal y glicerol.

Las lejías se someten a ensayo para determinar la alcalinidad, la sal y el glicerol.

A continuación describiremos algunos de los ensayos:

- Total de Ácidos Grasos. La muestra se hidroliza con ácido, se extraen con éter los ácidos grasos, se evapora el éter y se pesa el residuo.

- Color. El color del jabón está relacionado con el color de los ácidos grasos obtenidos de la muestra por hidrólisis y lavados. El color de los ácidos grasos se compara con colores típicos. Los ácidos grasos de colores claros se comparan en columna de 5.25" (13.3 cm) con los colores tipo en el tintómetro de Lovibond. Los ácidos de color oscuro se comparan con los tubos de color FAC, que cumplen las especificaciones del Fat Analysis Committee de la American Oil Chemists' Society.
- Alkali libre. Se disuelve una muestra en alcohol y se valora con solución volumétrica de ácido empleando fenolftaleína como indicador. El resultado se expresa en NaOH.
- Sal. Se determina la sal por análisis volumétrico con nitrato de plata empleando el cromato de potasio como indicador. Para jabones tenemos los siguientes ensayos:

### 1. Ácidos Grasos Totales.

El contenido de ácidos grasos total se determina mediante la siguiente expresión:

$$G = \frac{P - (0,022 + C)}{G_1} \times 100 \quad \text{(Ec. 2.6)}$$

$$C = \frac{(G_2 - 1,1691)}{20} \quad \text{(Ec. 2.7)}$$

Donde:

G: contenido de ácidos grasos totales, en porcentaje

P: peso del residuo, en gramos

C: factor de corrección de impurezas

V: volumen de hidróxido de sodio utilizado para titular, en mililitros

G1: contenido de ácidos grasos en el extracto, en gamos

0.022: peso equivalente del ácido graso como oleico

G2: peso del residuo obtenido en la estandarización de la solución de hidróxido de sodio, en gamos

## 2. Alcalis libre.

Este ensayo establece el método para la determinación de ácidos o alcalis libre en los jabones de sosa cáustica y productos derivados.

Si hay presencia de álcali libre tal como NaOH, el contenido viene dado por la siguiente expresión:

$$NaOH = \frac{V * N * 4}{P} \quad (\text{Ec. 2.8})$$

Donde:

NaOH: contenido de álcali libre estandarizado, en porcentaje

V: volumen de solución de ácido gastado en la titulación, en mililitros

N: normalidad del ácido

4: peso miliequivalente del hidróxido de sodio por 100

P: peso de la muestra en gamos

Si hay presencia de ácidos libres tal como el oleico, el contenido viene dado por la siguiente expresión:

$$AC = \frac{V * N * 28,25}{P} \quad (\text{Ec. 2.9})$$

Donde:

AC: contenido de ácido libre, en porcentaje

V: volumen de solución de álcali normalizado gastado en la titulación, en mililitros

N: normalidad de álcali normalizado (28.25: peso miliequivalente de ácido oleico por 100)

P: peso de la muestra, en gamos

### 3. Humedad y materias volátiles.

Este ensayo mide el porcentaje de humedad y materias volátiles, viene expresada por la siguiente ecuación:

$$H = \frac{(P_1 - P)}{P_1} * 100 \quad (\text{Ec. 2.10})$$

Donde:

H: humedad y otras materias volátiles, en porcentaje

P<sub>1</sub>: peso inicial de la muestra, en gamos

P: peso del residuo, en gamos

### 4. Materia insaponificada e insaponificable.

- Materia insaponificada: Está constituida por las gasas neutras.
- Materia insaponificable: Está constituida por aquellas sustancias que se encuentran disueltas en las gasas y aceites, las cuales no pueden ser saponificadas por los álcalis cáusticos pero son

solubles en los solventes para grasas. Incluye a los alcoholes alifáticos largos, esteroides, pigmentos e hidrocarburos.

El contenido de ácidos grasos en el extracto viene expresado por la siguiente ecuación:

$$G_1 = 0.0056 * V \quad (\text{Ec. 2.11})$$

Donde:

$G_1$  = Contenido de ácidos grasos en el extracto, en gramos

$V$  = Volumen de solución de hidróxido de sodio gastado en la titulación, en mililitros.

El contenido de materia insaponificada e insaponificable se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$M = \frac{(G_2 - G_1)}{G} * 100 \quad (\text{Ec. 2.12})$$

Donde:

$M$  = Contenido de materia insaponificada e insaponificable, en porcentaje en peso

$G$  = Peso de la muestra, en gramos

$G_1$  = Peso del residuo en gramos

$G_2$  = Peso de los ácidos grasos en gramos

### **2.2.5. Trampa de grasas.**

Una trampa de grasas o interceptor de grasas es un receptáculo ubicado entre las líneas de desagüe del local de



expendio de alimentos y bebidas procesadas y las alcantarillas, que permite la separación y recolección de grasas y aceites del agua usada y evita que estos materiales ingresen en la red de alcantarillado municipal.

Las trampas de grasas reducen el flujo del agua procedente de los desagües, con lo que las grasas y el agua tienen tiempo para enfriarse. Este enfriamiento

hace que las grasas se coagulen y floten en la superficie mientras que otros sólidos más pesados se depositan en el fondo de la trampa. El resto del agua pasa libremente por el alcantarillado de la ciudad.

#### **2.2.6. Algunos, aditivos usados para los jabones.**

##### **1. Perfumes.**

Lavarse con un jabón perfumado no procura solo un placer de breve duración, ya que la epidermis absorberá y mantendrá la fragancia durante un cierto periodo de tiempo. Por eso antes de añadir un perfume al jabón, conviene asegurarse de que no se es alérgico a él, algo que pueda verificarse probando la esencia sobre las partes del cuerpo donde la piel es más delicada, como la cara interior de la muñeca. Para perfumar los jabones suelen usarse “aceites esenciales”.

Por “aceite esencial” y “esencia aromática”, se entiende una sustancia natural de origen vegetal o animal extremadamente volátil y que posee un intenso aroma.

## **2. Aceites de esencias.**

Los aceites de esencias son extractos de plantas que normalmente se obtienen por destilación. Se necesitan grandes cantidades de materia prima para producir diminutas cantidades de aceite, lo que explica su alto precio. Los aceites de esencias son una materia muy activa y hay que tratarlos con las mismas precauciones que el material químico

### **2.2.7. Algunos aceites de esencias más populares y sus propiedades.**

#### **1. Cedro (*Cedrus Atlantica*):**

Se extrae de la madera del cedro y proporciona un suave aroma de maderas que calma la ansiedad, especialmente cuando se mezcla con madera de sándalo. Tiene buenas propiedades antisépticas.

#### **2. Eucalipto (*Eucalyptus Globulus*):**

Aroma intenso y antiséptico. Es útil como repelente de insectos o pulgas y se recomienda por los aromaterapeutas para tratar el acné. Combate los hongos y es un buen ingrediente para los jabones de manos.

### **3. Incienso (*Boswellia Carteri*):**

Exótico, especiado, balsámico y con propiedades antisépticas y revitalizantes. Apropiado para pieles envejecidas, aceitosas o agrietadas. Úselo para baños faciales de vapor o para lociones.

### **4. Lavanda (*Lavandula Officinalis*):**

Fresca y acre fragancia con propiedades antisépticas y antibióticas. Se recomienda para las pieles sensibles y grasas. También es útil como repelente de insectos.

### **5. Limón (*Citrus Limonum*):**

Fragancia clara y fuerte que precisa estabilizarse en el jabón con un fijador como puede ser la benzoina. Adecuado para pieles grasas; posee propiedades astringentes y fungicidas. Combínelo con un relleno áspero para exfoliar la piel.

### **6. Mandarina (*Citrus Reticulata*):**

Dulce y fuerte aroma con cualidades curativas y antisépticas, la mandarina es una buena elección para aceites y lociones faciales. Al añadirlo al jabón, estabilice el aroma con benzoina.

#### **2.2.8. Colorantes.**

El color de un jabón puede conseguirse por medios naturales o artificiales. En el mercado se comercializan varios colorantes químicos para el jabón.

El problema principal de los colorantes es que el hidróxido de sodio (sosa cáustica o lejía) de la mezcla del jabón produce una reacción que tiene resultados impredecibles. Los pigmentos azules pueden producir jabón rosa, dependiendo de los aceites de base que se utilicen. Añadir cera de abejas de color miel y leche de cualquier tipo produce un jabón de tonos marrones. Si a esto se le añade pigmento azul, el resultado será un jabón verde. Los colorantes más estables proceden de ingredientes naturales, como las especias y el chocolate.

#### **2.2.8.1. Colores Naturales.**

Tonalidades que se consiguen cuando los siguientes colorantes se añaden a una mezcla de jabón de color blanco.

- Canela en polvo: Color beige
- Cacao en polvo: color café o marrón
- Pimentón: color melocotón
- Cúrcuma: amarillo dorado

#### **2.2.9. Marco teórico contextual.**

##### **2.2.9.1. Descripción física.**

###### **Ubicación Geográfica.**

El distrito de Oxapampa se ubica en el departamento de Pasco, provincia de Oxapampa en la parte central oriental del territorio nacional. Se

encuentra ubicado en la margen derecha del río Chorobamba y en la parte central y oriental de la Región Pasco, entre las coordenadas geográficas 10°35'25" de Latitud Sur y 75°23'55" de Longitud Oeste del meridiano de Geenwich (Medina Diaz & Ramirez Huere, 2010).

### **Superficie**

La superficie del distrito de Oxapampa es de 982.04 km<sup>2</sup> (IBC, 2001 citado por Medina Diaz & Ramirez Huere, 2010) resultando una densidad poblacional de 14.45 hab/km<sup>2</sup>.

### **Límites**

- Por el Noroeste: Limita con el distrito de Huancabamba.
- Por el Noreste y Este: Limita con los distritos de Palcazú y Villa Rica.
- Por el Sur: Limita con la provincia de Chanchamayo y el departamento Junín.
- Por el Oeste: Limita con el distrito de Chontabamba y la provincia Junín del Departamento Junín.

### **Altitud**

El distrito de Oxapampa se encuentra a 1814 m.s.n.m. variando las alturas de 1000 m.s.n.m.

(Puente Paucartambo) hasta los 2300 m.s.n.m. (Parque Nacional Yanachaga Chemillén) aproximadamente (Müller, 2005 citado Medina Diaz & Ramirez Huere, 2010).

### **Clima.**

El distrito de Oxapampa se encuentra dentro de la zona de vida Natural Bosque Húmedo Montano Bajo Tropical (bmh-MBT), zona caracterizada por tener elevadas temperaturas durante el día que van descendiendo durante la noche; además en esta zona existe una clara diferencia entre la estación seca y la estación lluviosa (González, 2003 citado por Medina Diaz & Ramirez Huere, 2010). El clima es templado y la temperatura media anual es de 17.9°C. La precipitación varía entre 1500 a 1800 mm de lluvia por año (IBC, 2001)

#### **2.2.9.2. Descripción biológica.**

La diversidad biológica de la zona de estudio se asocia a la variedad climática y gradiente altitudinal de la zona. Estas variables dependientes generan tres tipos de formaciones ecológicas: bosques de neblina y bosques secundarios (Medina Diaz & Ramirez Huere, 2010).

### **Flora**

La diversidad de la flora agostológica del Parque Nacional Yanachaga-Chemillén es comparable con las de otras áreas naturales protegidas de la vertiente oriental de los Andes. La subfamilia con mayor número de especies es la Panicoideae con 34 especies (La Torre, 2004 citado por Medina Diaz & Ramirez Huere, 2010). Asimismo, en la zona de estudio se ha observado el cultivo de frutales como la ganadilla (*Passiflora ligularis*) y palta (*Persea americana*).

#### **Fauna.**

Se conocen 360 especies de aves reportadas en la zona, entre las cuales destacan: *Nothocercus nigocapillus*, *Hapalopsittaca melanotis*, *Otus marshalli*, *Phlogophilus harterti*, *Andigena hypoglauca*, *Hemitriccus rufularis* y *Myiotheretes fuscorufus*.

Entre los mamíferos de mayor tamaño se ha reportado la presencia de *Panthera onca*, *Tremarctos ornatus*, *Pudu mephistophiles* y *Dinomys branickii* (La Torre, 2004 citado por Medina Diaz & Ramirez Huere, 2010).

#### **2.2.9.3. Descripción Social.**

##### **Indicadores Demográficos**

La región estuvo ocupada ancestralmente por población indígena amazónica de las etnias Yanesha, Asháninka y Cashibo. Estas tribus nómadas vivían dispersas en un amplio territorio hasta la llegada de los colonos europeos, en su mayoría austro-alemanes a quienes el Gobierno Peruano les había otorgado tierras, expropiándolas de los nativos y afectando así radicalmente su vida.

La población indígena en a la actualidad se encuentra agupada en 63 comunidades nativas y ocupan 17802 ha, en Villa Rica y Oxapampa (Moll Pérez, 2001).

De acuerdo con IBC (2001), los descendientes de inmigrantes europeos se concentran en los valles de Oxapampa, Huancabamba, Pozuzo y Palcazú y son en su mayoría ganaderos y cafetaleros, organizados en algunos casos en asociaciones o cooperativas de productores.

Específicamente, según los datos del Censo 2007 del INEI, el distrito de Oxapampa tiene una población total de 14190 habitantes representada por 4279. El 65.2 por ciento de la población (9250



habitantes) pertenece al sector urbano y el 34.8 por ciento (4940 habitantes) al sector rural.

### **Actividades Económicas.**

De acuerdo con Gonzáles (2003), los sectores económicos de la provincia de Oxapampa se describen a continuación:

#### **1. Agricultura**

La agricultura es la actividad dominante en la provincia de Oxapampa ya que concentra el 76 por ciento de la población económicamente activa. Sin embargo, durante los años 40 - 60 casi el 80 por ciento de la población económicamente activa se dedicaba a la explotación maderera. Luego, frente a la escasez de madera cada vez mayor, va cobrando importancia la ganadería y más tarde la agricultura. Sin embargo, los resultados del estudio 1992 reportaron que sólo estaban cultivados el 8.2 por ciento de las áreas de aptitud para cultivos permanentes. Es decir, del total de las 171490 ha. de aptitud agrícola solo se cultivaban 18645 ha.

Del total de superficie cultivada, el café (*Coffea arábica*) es la que ocupa una mayor superficie

6421 ha, le sigue el maíz (*Zea mays*) 3120 ha y después el plátano (*Musa paradisiaca*) con 2582 ha.

## **2. Ganadería**

El distrito de Oxapampa es uno de los centros ganaderos más importantes del país dedicado mayormente a la crianza de ganado vacuno con fines de consumo humano.

La producción pecuaria se compone por dos rubros: la producción de carne que viene a estar dada por la cantidad de animales que se destinan a diferentes mercados para su beneficio, y la producción de leche que se destina a su vez a la producción de quesos, mantequilla, manjar blanco y yogurt. El resto de la producción pecuaria se destina al consumo directo.

En los últimos años se ha impulsado la crianza de truchas (*Salmo gairdneri irideus*), debido a la temperatura ideal en el distrito de Oxapampa para cría de esta especie animal.

La cría de porcinos y aves de corral se extiende por toda la región y es dirigida principalmente al consumo familiar.

### **3. Actividad Forestal.**

La actividad forestal en el distrito de Oxapampa tuvo su apogeo en las décadas de los 50 - 60, en las que el distrito fue el mayor productor del país. En la provincia de Oxapampa en esa época llegaron a existir hasta 40 aserraderos, lo cual generó una dependencia de casi el 90 por ciento de la economía local. En la actualidad, debido a la tala exhaustiva de los bosques y la falta de programas de reforestación, esta actividad ha quedado reducida a pocos aserraderos de carácter familiar.

Cabe destacar que actualmente, la producción de madera aserrada en la región Pasco para el año 2014 fue de 25438 m<sup>3</sup> (SIAL, 2014)

### **4. Actividad Industrial.**

La actividad industrial en la provincia de Oxapampa no está demasiado desarrollada y es todavía incipiente. La única industria bien desarrollada ha sido la maderera, la cual ha sufrido regresiones en los últimos años. Sin embargo, se han creado algunas industrias de

tipo agoalimentario, demás de varias plantas lecheras.

La planta de productos lácteos más importante de la zona es la Planta Lechera FLORALP S.A. la cual se ubica en el Barrio Nueva florida, a dos kilómetros del centro del distrito de Oxapampa. Procesa 3200 litros de leche diario y tiene un volumen anual de 1,050.000 litros procesados (Medina Diaz & Ramirez Huere, 2010).

#### **5. Producción Artesanal.**

La producción artesanal en la zona está representada por las pequeñas carpinterías familiares, elaboración de dulces, mermeladas y producción de lácteos. Además de toda clase de productos relacionados con la apicultura (miel, cera y polen). También debe considerar la elaboración de adornos, joyas y vestidos que realizan comunidades nativas (Medina Diaz & Ramirez Huere, 2010).

#### **6. Servicios de Restaurant.**

De acuerdo con DIRCETUR (2016), el mercado de comida en la ciudad de Oxapampa ha ido en aumento, tal es así que al año 2014 existían 36

establecimientos formales que brindaban diferentes clases de comida, como pizzerías, parrilladas, brosterías, pollerías, cevicherías, cafeterías y restaurants.

#### **2.2.9.4. Abastecimiento de Agua Potable.**

De acuerdo a EPS Selva Central (2017), para el año 2016 fueron 2480 las conexiones totales domiciliarias de agua para la Localidad de Oxapampa, de ello 2330 conexiones fueron activas y las demás inactivas.

En el censo del INEI del año 2007, se indica que de 4279 hogares sólo 201 cuentan con agua potable (4.7 por ciento).

#### **Fuentes de agua.**

##### **1) Quebrada San Alberto.**

La quebrada san Alberto es una de las dos fuentes principales del sistema de abastecimiento de agua del distrito de Oxapampa con mayor disponibilidad de recursos hídricos. El río se localiza a 1.8 km. Al este de la ciudad de Oxapampa. La microcuenca del río San Alberto tiene un área de cuenca de 16.5 km<sup>2</sup> y confluye a un sistema

mayor de la cuenca del río Chorobamba, por su margen derecha.

El caudal mínimo aforado de esta fuente (1996) fue de 305 lps del cual se capta un caudal de 38 lps a una cota aproximada de 1856 m.s.n.m., estando la ciudad a una altitud de 1815 m.s.n.m.

Según (Avanzini, 2007), aproximadamente el 60 por ciento del agua de la ciudad proviene de la Quebrada San Alberto, la cual se origina dentro del Parque Nacional Yanachaga Chemillén, pero la mayor parte de su recorrido se encuentra en la zona de amortiguamiento. Incluso es en esta zona donde la EPS Selva Central capta el agua para que pase a la planta de tratamiento. El 40 por ciento restante proviene del Sistema de manantiales “La Colina”.

## **2) Sistema de Manantiales “La Colina”.**

Este sistema de manantiales se localiza a 4.5 km al sur-oeste de Oxapampa, estando las captaciones ubicadas sobre los 1980 ms.n.m. aproximadamente.

Esta microcuenca tiene un área de 4 km<sup>2</sup> en la que se localizan 4 manantiales, estando 3 en uso actual, captándose los siguientes caudales:

- Sistema de Captación Manantial N° 01: 9 lps
- Sistema de Captación Manantial N° 02: 10 lps
- Sistema de Captación Manantial N° 03: 16 lps

### **Planta de Tratamiento de agua potable.**

El distrito actualmente tiene dos puntos de abastecimiento:

- Las captaciones de manantiales La Colina, sin tratamiento.
- La captación río San Alberto, con tratamiento.

Las aguas provenientes de los manantiales La Colina están conectados directamente al reservorio de 690 m<sup>3</sup>.

Hasta mediados del 2004, no existía un tratamiento convencional para las aguas superficiales, sólo se realiza un pre tratamiento a través de unidades de sedimentación.

Las aguas captadas del río San Alberto son conducidas hacia el sedimentador ubicado junto al reservorio circular. Actualmente esta unidad se ha

modificado para funcionar como filtro lento, siendo este el único tratamiento que recibe las aguas de San Alberto (Medina Diaz & Ramirez Huere, 2010).

#### **A. Almacenamiento.**

El reservorio circular apoyado de 690 m<sup>3</sup> de capacidad, está ubicado en la parte alta a la margen derecha en el ingreso a Oxapampa Su capacidad representa menos del 25% de la producción diaria promedio, siendo insuficientes según las normas de diseño ya establecidas. Existe además un reservorio rectangular del tipo apoyado de 50 m<sup>3</sup> de capacidad instalada que abastece al Barrio Miraflores.

En temporada de estiaje no se realiza restricción de abastecimiento, siendo la alimentación continua a la red de distribución, excepto cuando se encuentre en temporada de avenida para efectuar la limpieza de las unidades de tratamiento debido a la alta turbiedad.

#### **B. Red de Distribución.**

La red de distribución de agua potable está constituida por tuberías de AC y PVC. Las



tuberías de AC tienen una antigüedad de 26 a 30 años, mientras que los de PVC tienen han sido instalados en estos últimos años. La longitud de la red de distribución es de 23.885 m. Cuyos diámetros varían desde 2" a 10" (Medina Diaz & Ramirez Huere, 2010).

### **C. Cobertura de Saneamiento.**

En el Perú es una situación común la poca cobertura de Saneamiento que se ha venido dando. Los centros poblados, en muchos casos, no cuentan con un sistema idóneo de tratamiento de sus aguas residuales. Además, muchas veces las viviendas no cuentan con desagües que estén unidos a la red principal, por lo que las familias optan por verter sus desechos al cuerpo de agua más cercano, sin que éstos cuenten con un tratamiento alguno antes de su vertido.

Según ANDINA (2017), en Setiembre del presente año el ejecutivo otorgó a favor Gobierno regional de Pasco 15 millones de soles para financiar un proyecto de inversión pública en saneamiento urbano.

#### **D. Cuerpos receptores de aguas residuales.**

Según SUNASS,(2007), indica que el distrito de Oxapampa tiene dos descargas de colectores de desagües crudos al río Chorobamba, aunque existen otras cuatro descargas de desagües crudos por canales o zanjas en tierra, también hacia el río Chorobamba. No existe ningún sistema de tratamiento de las aguas residuales vertidas.

La mayor descarga corresponde a la de la calle Enrique Bottger, con un caudal promedio de 9.78 l/s, los que escurren al borde de la calle hacia el río Chontabamba. Las cuatro descargas de desagües restantes totalizan un caudal de 12.75 l/s. Además, existe un riachuelo de aproximadamente 15 l/s que cruza la avenida San Martín, hacia el que descargan sus desagües en forma directa e individual varias viviendas, el mismo que también finalmente descarga al río Chorobamba (SUNASS, 2007).

Las medidas de las zanjas son de 1 a 2 metros de ancho y 1 a 1 ½ metros de profundidad. La

longitud de las mismas va desde los dos metros a más de 50 metros y recoge las aguas residuales de varias casas antes de descargarlas en el río Chorobamba (Blanco, 2005).

#### **E. Sistemas e instalaciones del servicio de alcantarillado.**

La red de colectores secundarios de la localidad de Oxapampa se encuentra en su mayor parte en el centro de la ciudad y en las manzanas de los alrededores. Una gran mayoría de la población utiliza los canales de tierra por donde se evacúa las aguas pluviales como red de alcantarillado sanitario, siendo este un foco de enfermedades que debe ser superado (SUNASS, 2007).

Los colectores principales de alcantarillado son de PVC, concreto simple normalizado (CSN) y concreto, encontrándose la mayoría en estado regular de conservación. La longitud de la red de colectores primarios alcanza a 6.143 m.

El sistema de alcantarillado sanitario de Oxapampa es el del tipo separativo y tiene un funcionamiento hidráulico por gravedad.

El principal problema en la operación y mantenimiento del sistema radica en que, de las seis áreas de drenaje existentes, solo una descarga por un emisor, las descargas restantes son evacuados por canales y zanjas que recolectan las aguas servidas de áreas sin servicio de alcantarillado y finalmente, todos descargan al río Chorobamba.

El personal operativo realiza periódicamente el mantenimiento de las zanjas de drenaje, sin embargo, en épocas de lluvia, la capacidad de estas zanjas no es suficiente para transportar el gran caudal de aguas pluviales, por lo que se producen aniegos (Medina Diaz & Ramirez Huere, 2010).

#### **F. Disposición de residuos sólidos.**

En la provincia de Oxapampa no existe un relleno sanitario para la disposición final de los residuos generados en la jurisdicción y menos para los aceites de cocina usado. El servicio de limpieza pública y tratamiento de residuos sólidos, como la determinación de áreas de acumulación de desechos es competencia del departamento de limpieza pública y medio

ambiental de la Municipalidad Provincial de Oxapampa.

Actualmente los residuos sólidos que se acopian en la provincia de Oxapampa, son trasladados al botadero “San Jorge” que se ubica a 12 km. del distrito de Oxapampa. Este botadero recibe diariamente 6.7 toneladas de residuos, los cuales son dispuestos en zanjas, cubiertos con tierra y compactados con maquinaria pesada.

Actualmente se está construyendo el Relleno Sanitario en la Ciudad de Oxapampa, el cual está promovida y financiada por el Ministerio del Ambiente, como parte de sus en dos ejes estratégicos denominados Perú Limpio y Perú Natural (Medina Diaz & Ramirez Huere, 2010).

#### **2.2.9.5. Sistema Hidrográfico.**

##### **1. Cuenca Andino – Amazónico del río Pachitea.**

La cuenca del río Pachitea se ubica en los departamentos de Pasco y Huánuco y está delimitada por las coordenadas geográficas: 74°07' a 75°01' latitud Este y 08°33' a 10°48' latitud Sur del meridiano de Geenwich. Abarca

una superficie de 29000 km<sup>2</sup>. La precipitación en la cuenca del Pachitea oscila entre los 2000 y los 5000 milímetros anuales. El área de mayor precipitación se presenta en la subcuenca del río Apurucayali (distrito de Puerto Bermúdez) con más de 3100 mm/año en año seco y 5700 mm/año en año húmedo (Medina Diaz & Ramirez Huere, 2010).

La cuenca andino - amazónica del Pachitea está formada por tres grandes sistemas hidrogáficos: la gran cuenca del río Pichis, la del río Palcazú y la del río Pachitea propiamente dicho (IBC, 2001). Éstas a su vez derivan de cuencas menores (Anexo 2).

## **2. Cuenca del río Pachitea.**

El río Pachitea se origina de la confluencia del río Pichis y Palcazú, en las cercanías del Puerto Victoria. Recibe por su margen izquierda las aguas de los ríos Sungaroyacu y Macua, y por su margen derecha las del río Yuyapichis. El río Sungaroyacu es el más importante, el cual recibe aguas de las cabeceras de las quebradas Pekín, Pato Moshoka y Boncuya, y aguas abajo las del río Huitoyacu. Esta gran

cuenca comprende las subcuencas del río Sungaroyacu y la del mismo río Pachitea (IBC, 2003).

### **3. Cuenca del río Pichis.**

Tiene un área de drenaje de 10.306 km<sup>2</sup>. El río Pichis se origina de la confluencia de los ríos Azupizú, Nazarategui y Neguachi. Durante su recorrido, antes de vaciar sus aguas en el río Pachitea, recibe sobre su margen derecha a los ríos Anacayali y Apurucayali. Sus nacientes se ubican en las partes altas de la vertiente oriental de la cordillera San Matías, cuyas aguas forman el río Azupizu, y en la vertiente sur-occidental de la cordillera El Sira, cuyas aguas son drenadas por el río Neguachi. Esta gran cuenca comprende las subcuencas de los ríos Azupizú, Nazarategui, Neguachi, Apurucayali y la del mismo río Pichis (IBC, 2003).

### **4. Cuenca del río Palcazú.**

Tiene un área de drenaje de 10.362 km<sup>2</sup>. El río Palcazú se origina en la unión de los ríos Bocaz y Cacazú. Recibe sobre su margen izquierda las aguas de los ríos Iscozacín, Chuchurras, Lagarto, Mayro y Pozuzo, siendo este último el

más grande e importante, desembocando en el Palcazú a la altura de Puerto Mayro. El río Pozuzo tiene sus nacientes en los nevados de la cordillera de Huaguruncho (5275 m.s.n.m.) y Nausacocha en Pasco, y en las lagunas circundantes de Puerto Arturo, producto de los deshielos. Esta gran cuenca comprende las subcuencas de los ríos Pozuzo, Santa Cruz, Huancabamba, Chontabamba y la del mismo río Palcazú (IBC, 2003). El río Chorobamba, pertenece a la cuenca del río Palcazú, a la subcuenca del río Chontabamba como se aprecia en el Anexo 2.

##### **5. Subcuenca del río Chontabamba.**

El río Chontabamba nace en las quebradas de Culebramarca y Candelopampa con sus afluentes río de Llamaquizú, La Esperanza, Santa Clara, Palmazú, Gapanazú, hasta su llegada a Chorobamba donde cambia su denominación al río Chorobamba que confluye al río Yanachaga, Hualamayo, Purumayo entre otros llegando al distrito de Pozuzo. Esta subcuenca se encuentra en la cuenca alta del



río Pachitea (Medina Diaz & Ramirez Huere, 2010).

## **6. Subcuenca del río Huancabamba**

El río Huancabamba, pertenece a la cuenca del río Palcazú. Es el formador por la derecha del río Pozuzo. Nace cerca del abra de Lecma, en los alrededores de las lagunas Añilcocha y Cuevalcón y, luego de discurrir hacia el Noreste, cambia de dirección hacia el Norte al recibir por su margen derecha al río Chorobamba. Después de recorrer en esta dirección otra distancia igual, se une con el río Santa Cruz, dando origen al Pozuzo. Su longitud total aproximada es de 82 kilómetros. Sus afluentes principales son, por la margen derecha, los ríos Palma, Victoria, Yulitunqui, Tunqui, Purcumayo, Chorobamba y Choquemayo (Medina Diaz & Ramirez Huere, 2010).

## **7. Río Chorobamba.**

El río Chorobamba tiene un caudal que oscila entre 3.2 y 25 m<sup>3</sup>/s (SUNASS, 2007 citado por Medina Diaz & Ramirez Huere, 2010) y los flujos van de SO a NE a través de la ciudad de

Oxapampa, drenando un área de 441 km<sup>2</sup> (Anexo 3). El uso del suelo a lo largo de las riberas del río es un mosaico variable de pastos, campos agrícolas y forestales (Blanco, 2005).

Se tomaron los datos de los resultados de parámetros de Aceites y Gasas obtenidos a partir del trabajo realizado sobre La Caracterización del agua del río Chorobamba en el año 2010, para ello se consideró en ese entonces a los Estándares de Calidad Ambiental para Agua, establecidos por el Ministerio del Ambiente mediante Decreto Supremo N°002-2008-MINAM para la categoría 3 (Riego de vegetales de tallo bajo y tallo alto, bebida de animales) y Categoría 4 (conservación del ambiente acuático – ríos de la selva). Estas categorías fueron definidas en función al uso del agua en la zona de estudio (Categoría 3) y a la clasificación de cuerpos de aguas superficiales y marino costeros establecidos en la Resolución Jefatural N°202-2010-ANA (Categoría 4).

#### **2.2.9.6. Calidad de agua en el Distrito de Oxapampa.**

## **1. Diagnóstico Preliminar de la Calidad del agua del río Chorobamba.**

En la investigación titulada “The Impacto of solid and liquid wastes from a rural town on the Chorobamba river, Oxapampa, Peruvian Amazon” (Blanco, 2005) se concluyó que después de monitorear en puntos aguas arriba y aguas abajo del distrito de Oxapampa durante la estación seca del año 2004, la calidad del agua en los diferentes puntos se mantenía estable a excepción de los parámetros de coliformes fecales y macroinvertebrados que indican que la calidad del agua se ha visto deteriorada por un largo periodo de tiempo. Sin embargo, indica que en las “zanjas” tiene lugar un proceso de dilución que reduce los niveles de nutrientes que ingresan al río (Medina Diaz & Ramirez Huere, 2010).

## **2. Relación de la calidad del agua con el índice de enfermedades infecto - contagiosas.**

La población, en particular aquella en situación de pobreza y de extrema pobreza, se enfrenta a una situación en la que prevalece una alta tasa de enfermedades diarreicas por consumo de

agua de mala calidad, lo que se aúna a la falta de servicios adecuados de agua potable y de alcantarillado y al alto costo del abastecimiento de agua por camiones cisterna y/o piletas públicas. Las enfermedades asociadas al agua son, pues, una de las mayores causas de morbilidad y mortalidad entre los pobres de los países en desarrollo. El nivel de morbilidad en las zonas urbano-marginales de Lima Metropolitana es de 0.2, es decir que, de cada cinco personas de un hogar, una se enferma con diarrea aguda como consecuencia de haber consumido agua contaminada o de mala calidad. De los enfermos con EDA (enfermedad diarreica aguda), los niños menores de cinco años son los más afectados. Existe vinculación hídrica en las dolencias que son causadas principalmente por organismos patogénicos de origen entérico animal o humano transmitido básicamente por la ruta fecal oral o que son excretadas en las heces del individuo infectados e ingeridos en forma de agua o alimento contaminado por agua con heces (Chávez, Arrieta, Ocaña, & Torres, 2004 citado por Medina Díaz & Ramirez Huere, 2010)

indagaron acerca de otras enfermedades relacionadas con la no disponibilidad de agua de buena calidad y encontraron que el 43.65 por ciento de los entrevistados sufría alergias a la piel cuando el agua era utilizada para el aseo personal, el 17.3 por ciento manifestó que ingerir agua directamente producía vómitos o algún tipo de malestar estomacal. Asimismo, se encontró un cuatro por ciento de casos de cólera (13), uno por ciento de casos de dengue (4) y un 0.3 por ciento de casos de malaria (1).

El riesgo de ocurrencia de brotes de dolencias de vinculación hídrica en el medio rural es alto, principalmente en función de la posibilidad de contaminación bacteriana de agua que muchas veces son captadas de pozos inadecuados y próximos a fuentes de contaminación (Chávez, Arrieta, Ocaña, & Torres, 2004 citado por Medina Diaz & Ramirez Huere, 2010).

Según Moscoso & Egocheaga (2004), en los avances del inventario regional realizado el 2003 para el manejo de agua residual en América Latina, divide a los efectos adversos en la salud humana ocasionados por el agua en

cuatro categorías de las cuales se presentan dos de ellas relacionadas a esta investigación:

### **3. Enfermedades transmitidas por el agua.**

Causadas por el agua contaminada por desechos humanos, animales o químicos. Incluyen el cólera, la fiebre, tifoidea, la shigella, la poliomieltis, la meningitis, la hepatitis A y E y la diarrea. La mayoría se puede prevenir con el tratamiento de agua antes de su uso.

### **4. Enfermedades con base en el agua.**

Causadas por organismos acuáticos que pasan parte de su vida en el agua y parte como parásitos de animales. Incluyen la paragonimiasis, la clonorquiasis y la esquistosimiasis, causadas por diversos gusanos denominados helmintos, que infectan al hombre. Aunque estas enfermedades no suelen ser mortales, impiden llevar una vida normal y merman la capacidad para trabajar.

### **5. Diagnóstico y Valoración de la Calidad del río Chorobamba.**

En la investigación titulada “Diagnóstico y Valoración de la Calidad del río Chorobamba en Oxapampa, 2009” (Medina Diaz & Ramirez

Huere, 2010), determinaron mediante parámetros físicos, químicos, biológicos y microbiológicos la calidad de agua en el río Chorobamba en Octubre del año 2009, y los resultados obtenidos indicaron que los parámetros que excedieron en ese entonces el Estándar de Calidad Ambiental para Agua, establecida por el Ministerio del Ambiente mediante D.S. 002-2008-MINAM para la Categoría 3 (Riego de vegetales de tallo bajo y tallo alto, bebida de animales) y Categoría 4 (Conservación del ambiente acuático - Ríos de la selva), son aceites y gasas, coliformes totales y coliformes fecales. El parámetro de nitritos sólo excede los valores propuestos para la Categoría 3. De los resultados obtenidos se puede afirmar que la contaminación del río Chorobamba se debe principalmente a la alta concentración de coliformes totales y fecales que supera en todo los puntos del monitoreo los valores establecidos por la normatividad vigente en ese año, por lo que recomienda el investigador una instalación de una planta de tratamiento de aguas residuales, que se

encargue de realizar el tratamiento de las aguas domésticas que generan en el distrito de Oxapampa con la finalidad de reducir la concentración de estos parámetros a niveles que permitan el cumplimiento de los valores estipulados. La detección de coliformes fecales o la presunción de E. Coli constituye una información suficiente como para estimar la naturaleza fecal de dicha contaminación.

Otra conclusión es que los elementos que requieren oxígeno en las aguas residuales domésticas que se vierten en el río Chorobamba, sin un previo tratamiento, provienen en su mayoría, de las excretas humanas y de los residuos sólidos orgánicos, por lo que es importante instalar una Planta de Tratamiento de aguas domésticas para cumplir la normativa y mejorar la calidad de las aguas residuales antes de ser vertidas al río Chorobamba.

El 54 por ciento de las personas encuestadas asocian que la ocurrencia de enfermedades a la piel por la contaminación del río Chorobamba



por los desagües y la disposición inadecuada de los residuos.

La disponibilidad a pagar promedio mensual por familia es de 3.54 soles, esto significa que el total de las familias que conforman la población del distrito de Oxapampa estarían dispuestos a pagar S/ 15,154.93 soles mensualmente para evitar enfermarse debido a la contaminación del río Chorobamba.

Una disponibilidad a pagar de S/15,154.93 soles mensuales llega a cubrir la inversión para la descontaminación del río a través de la inversión en la operación y mantenimiento de la infraestructura de alcantarillado y de la planta de tratamiento propuesto cuyo costo anual es de S/104940, es decir S/8745 mensual que es cubierto plenamente por la disponibilidad a pagar mensual y es necesario precisar que esta disponibilidad a pagar no cubre los costos de inversión del proyecto que fue estimado en S/6,753.584 soles (Medina Diaz & Ramirez Huere, 2010).

### 2.3. Definición de términos básicos.

- **Aceite comestible:** Todas aquellas sustancias que son estructuralmente grasas y que se obtienen a través del prensado de determinada materia prima.
- **Aceite vegetal:** El aceite vegetal es un compuesto orgánico obtenido a partir de semillas u otras partes de las plantas en cuyos tejidos se acumula como fuente de energía.
- **Ácido gaseoso libre:** Como sugiere su nombre, son los ácidos grasos no esterificados presentes en una grasa. Algunos aceites no refinados presentan un alto contenido de ácidos grasos libres. Estos niveles se reducen en el proceso de refinado.
- **Álcali:** Son óxidos, hidróxidos y carbonatos (los carbonatos no son bases fuertes, ya que son la base conjugada de un ácido débil y no de un ácido neutro como el agua) de los metales alcalinos. Actúan como bases fuertes y son muy hidrosolubles. De tacto jabonoso, pueden ser lo bastante corrosivos como para quemar la piel, al igual que los ácidos fuertes
- **Cloruro de Sodio:** Es un compuesto iónico formado por un catión sodio ( $\text{Na}^+$ ) y un anión cloruro ( $\text{Cl}^-$ ), y como tal, puede reaccionar para obtener cualquiera de estos dos iones.
- **Contaminación:** Distribución de una sustancia química o una mezcla de sustancias en un lugar no deseable (aire, agua, suelo),

donde puede ocasionar efectos adversos al ambiente o sobre la salud.

- Hidróxido de Sodio: También conocido como sosa cáustica o soda cáustica, es un hidróxido cáustico usado en la industria (principalmente como una base química) en la fabricación de papel, tejido, y detergentes.
- Hidróxido de Potasio: También conocido como potasa cáustica, es un compuesto químico inorgánico de fórmula KOH, es una base fuerte de uso común.
- Índice de Saponificación (IS): Es la cantidad en miligramos de un álcali, específicamente de hidróxido de potasio, que se necesita para saponificar un gramo de determinado aceite o grasa.
- Jabón: Es un producto que sirve para la higiene personal y para lavar determinados objetos.
- Materia Insaponificada: Está constituida por las grasas neutras.
- Materia Insaponificable: Está constituida por aquellas sustancias que se encuentran disueltas en las grasas y aceites, las cuales no pueden ser saponificadas por los álcalis cáusticos pero son solubles en los solventes para grasas. Incluye a los alcoholes alifáticos largos, esteroides, pigmentos e hidrocarburos.
- Mitigación: Conjunto de medidas que se pueden tomar para contrarrestar o minimizar los impactos ambientales negativos que pudieran tener algunas intervenciones antrópicas.

- **Saponificación:** Es una reacción química entre un ácido gaseoso (o un lípido saponificable, portador de residuos de ácidos grasos) y una base o alcalino, en la que se obtiene como principal producto la sal de dicho ácido. Un jabón es una sal de un ácido graso.
- **Glicerina:** La glicerina es un líquido incoloro, viscoso e inodoro que se encuentra en las grasas animales y aceites vegetales, y que se puede obtener a través de diferentes procesos químicos. Tiene múltiples aplicaciones, por ejemplo, en la formulación de medicinas, cosméticos, perfumes, jabones y productos alimenticios. También es útil como lubricante en maquinarias. Por otro lado la glicerina cruda puede ser usada como “curador” para el concreto, aumentando su resistencia y también para hacer jabones ya que este residuo es biodegradable y barato.

#### **2.3.1. Base legal.**

La Revisión del marco legal se ha realizado tomando en consideración las principales disposiciones de protección ambiental al trabajo de investigación a nivel nacional.

En el Anexo 1 se presentan el resumen de las principales normas aplicables al trabajo de investigación.

#### **2.4. Formulación de Hipótesis.**

##### **2.4.1. Hipótesis General.**

La saponificación del aceite de cocina usado mitigará la contaminación del río Chorobamba.

### 2.4.2. Hipótesis Específicas.

1. La decantación, filtración y secado son las etapas de pretratamiento al que serán sometidos los aceites de cocina usado.
2. La formulación apropiada de saponificación a partir del aceite de cocina usado es a que para 100 g de aceite usado se necesitan 13.4 g de Soda cáustica y 23.45 ml de agua.
3. El pH con un valor de 8, la densidad de 0.897, el índice de saponificación de 0.1387 e inoloro, son las características fisicoquímicas del jabón obtenido a partir de la saponificación del aceite de cocina usado.

### 2.5. Identificación de variables.

#### 2.5.1. Variables Independientes general.

Saponificación del aceite de cocina usado.

#### 2.5.2. Variables Dependientes.

Mitigación de la contaminación del río Chorobamba.

#### 2.5.3. Variables Intervinientes.

Tiempo de Saponificación

### 2.6. Definición operacional de variables e indicadores.

Variable	Definición	Indicador
V.I. Saponificación del aceite de cocina usado.	El proceso de saponificación es la reacción química que transforma en	Tiempo de saponificación. Cantidad de Soda Cáustica.

	jabón la combinación, en este caso, del aceite de cocina usado con la soda cáustica en agua.	Cantidad de Aceite de cocina usado
<b>V.D.</b> Mitigación de la contaminación del río Chorobamba.	Con la saponificación se reutiliza el aceite de cocina usado, de esta manera no desemboca como punto final en el río, y está comprobado que un solo litro de aceite usado contamina mil litros de agua. Y el agua potable es cada vez un recurso más limitado.	Indicadores de Calidad Ambiental hacia el río Chorobamba.

Fuente: elaboración propia

## **CAPÍTULO III**

### **METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN**

#### **3.1. Tipo de investigación.**

La investigación aplicada, porque solucionó los problemas prácticos que tienen las pollerías, establecimientos de comida y la población oxapampina en general, sobre disposición final del aceite de cocina usado; con ello se obtuvo, por medio del proceso de saponificación, jabón utilizando como materia prima el aceite de cocina usado.

El presente trabajo se realizó en el laboratorio de química analítica de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión (UNDAC) – Sede Oxapampa, ubicado en la Ciudad Universitaria Car. Central S/N km 3.5 - Barrio Miraflores, Distrito y Provincia de Oxapampa, Departamento de Pasco.

De modo resumido la metodología que se usó fue la siguiente:

Esquema N° 1. Metodología del proceso de Saponificación del aceite de cocina usado.



### 3.2. Métodos de investigación.

En la realización del presente trabajo se utilizaron los siguientes métodos de investigación:

**3.2.1.** El Método Científico General, que nos permitió elaborar el trabajo desde la observación del problema hasta la obtención de resultados.



**3.2.2.** El Método Experimental, que permitió generar las condiciones necesarias para medir, manipular y revelar las relaciones de los fenómenos.

### **3.3. Diseño de la Investigación.**

El Diseño de la investigación es cuantitativa empleando el método experimental, así como un diseño pre experimental.

En el presente trabajo de investigación se manipuló la variable independiente, que es la obtención del proceso de saponificación, interviniendo los reactivos químicos y el aceite de cocina usado como materia prima, y se analizó las consecuencias que tiene esta manipulación sobre la variable dependiente.

### **3.4. Población y Muestra.**

#### **3.4.1. Población.**

Estuvo constituida por el aceite vegetal reciclado generado en la cocina de las Pollerías, restaurants, hogares domésticos, comedores, fast food, de la ciudad de Oxapampa.

#### **3.4.2. Muestra.**

La muestra en estudio estuvo constituida una muestra aleatoria simple y en base al aceite usado de cocina de las pollerías:

- Pollería “D’Norma”
- Pollería “Oasis”
- Pollería “Milagritos”

### **3.5. Técnicas e instrumentos de Recolección de Datos.**

Se usaron técnicas de análisis químicos para observar las características de la muestra en estudio y el comportamiento de las variables en estudio. Los datos recopilados en cuadros y/o tablas, para su posterior análisis e interpretación

De este modo, se utilizaron para la recolección de la información las siguientes técnicas e instrumentos:

- Revisión Bibliográfica: Se revisó y recopiló toda la información relacionada con el tema de investigación.
- Observación Directa: Se realizó un sondeo de la situación actual, que permitió conocer los detalles y características de los procedimientos.
- Archivos Electrónicos: Mediante el uso de Internet, se buscó la información importante relacionada con la investigación.

### **3.5.1. Materiales.**

#### **3.5.1.1. Material Biológico.**

- Aceite vegetal reciclado.

#### **3.5.1.2. Reactivo Químico.**

- Ácido clorhídrico 0.483 N.
- Agua destilada
- Alcohol etílico de 96°
- Fenolftaleína al 1% en alcohol etílico al 95%
- Timolftaleína
- Hidróxido de sodio 0.5 N

- Soda cáustica en perlas

### **3.5.1.3. Equipos de Laboratorio.**

- Equipo de refrigeración
- Cámara de extracción de vapores
- Barra magnética
- Agitador magnético
- Balanza analítica digital.
- Plancha de calefacción.
- Baño de maría
- Mufla.
- Desecador
- Motor con paleta de agitación o batidor de mano.
- Guantes de acrílico nitrilo hasta el antebrazo.
- Antiparras (gafas o anteojos).
- Recipiente que resista los 90°C (vidrio o acero inoxidable).
- Moldes (Tetrapak, vaso de yogurt, etc.).
- Cucharas (acero inoxidable).
- Papel de filtro.
- Embudo de decantación de 200ml
- Toalla, secador.
- Medidor de pH o Tiras medidoras de pH.
- Vinagre (para neutralizar).

- Matraz Erlenmeyer de 250 ml
- Bomba de vacío
- Colador
- Termómetro
- Goteros
- Pinzas
- Pipetas graduadas y volumétricas
- Matraces aforados de fondo plano
- Espátulas
- Embudos
- Vasos precipitados desde 20ml hasta 500ml
- Bureta 50ml
- Probeta desde 20ml
- Balón volumétrico 100ml
- Pinza para balón volumétrico
- Trípode y/o soporte
- Tubo refrigerante
- Placa calefactora
- Tapones de silicona

### **3.5.2. Procedimiento Experimental.**

#### **3.5.2.1. Recolección y acondicionamiento de la muestra.**

- Recolección de la muestra.

El aceite vegetal usado proviene de las cocinas de las pollerías “D’Norma” “Oasis y “Milagritos”, ubicado en el distrito de Chontabamba y Oxapampa respectivamente.

La recolección de los residuos de aceite vegetal generados, se realizó en 02 días.

- Etapas de pretratamiento al que fue sometido los aceites de cocina usado.

a. Decantado.

En esta etapa se eliminó los sólidos y restos de comida.

b. Filtrado.

En esta etapa se eliminó los residuos pequeños.

c. Secado.

En esta etapa se realizó la separación del agua con el aceite, proveniente de las etapas anteriores o de su origen natural.

- Acondicionamiento de la muestra.

El aceite recolectado se procedió a filtrar con un cedazo fino, para separar las partículas de mayor tamaño.

El aceite filtrado fue colocado en los envases etiquetados por cada pollería.

### **3.5.2.2. Determinación de las características físicas y químicas del aceite reciclado.**

Siguiendo los procedimientos estandarizados según los lineamientos del manual de Laboratorio de Química, los parámetros evaluados fueron los siguientes:

#### **3.5.2.2.1. Índice de Saponificación.**

El material que se utilizó consistió en una muestra homogénea de 2 g de aceite reciclado de cada una de las pollerías (“D’Norma”, “Oasis”, “Milagritos”).

Antes de iniciar el procedimiento se llegó a la ecuación General que fue establecida por el Manual de laboratorio de Química es cual nos dice:

Por 500g de la muestra se necesita 67g de NaOH; el último dato representa al 30 por ciento del peso total de la solución.

Como siguiente paso es hallar el peso total de la solución en base a 500g de muestra, para ello se realiza una regla de tres en la que los 67g de NaOH representan el 30 por ciento del peso

total y faltaría hallar el peso total en gramos que representa al 100 por ciento de la solución.

Para hallar la cantidad de agua que se necesita para la saponificación, la teoría nos dice que el peso total de la solución es la suma del agua más la soda cáustica, entonces solo quedaría restar el peso total de la solución en gramos menos la cantidad de Soda cáustica en gramos.

El procedimiento utilizado se describe a continuación:

1. Se pesó 2 g del de la muestra de gasa filtrada en un matraz de fondo plano y se añadió 25 ml de disoluciones de hidróxido de sodio.
2. Se calentó la mezcla durante 60 minutos refrigerando a reflujo.
3. El matraz se movió cuidadosamente de vez en cuando para que la gasa se solubilizara totalmente
4. Después se añadió unas gotas de fenolftaleína a la disolución todavía

caliente y se valoró con ácido clorhídrico (0.5mol/L) hasta la desaparición del color grosella.

Hallando la Muestra en Blanco.

Se realizó el procedimiento de la misma manera que para la muestra, pero sin ella, es decir se realizan todos los pasos, pero sin la muestra.

El índice de saponificación se halló utilizando la fórmula 2.3.

#### **3.5.2.2.2. Densidad.**

Para determinar la densidad del aceite se utilizó la fórmula ya conocida como la división de su masa entre el volumen.

#### **3.5.2.2.3. Color.**

El color que tomaron las muestras de jabón fueron entre un color crema a beige, dependiendo de la cantidad de la muestra del aceite vegetal.

#### **3.5.2.2.4. Olor.**

El jabón reciclado no tiene un olor nada fuerte pero tampoco agradable, ya que no se le ha añadido ningún tipo de aceite



esencial, porque podría decirse que es Inoloro.

### **3.5.2.3. Formulación del jabón.**

#### **3.5.2.3.1. Obtención del jabón en barra.**

Precauciones.

- Se debe tener en cuenta que la Soda cáustica es peligrosa si entra en contacto con la piel.
- Durante el procedimiento se utilizó lentes de seguridad y guantes para proteger de salpicaduras.
- Si cae alguna de las mezclas en la piel debe echarse vinagre rápidamente.
- Se debe elegir un lugar ventilado para trabajar, si se estuviese en un lugar cerrado se deberá usar una máscara de gas.

Procedimiento experimental.

Bajo el proceso de saponificación, la mezcla se convertirá en jabón y glicerina; biodegradable y amigable con nuestra piel y el medio ambiente.

1. Se filtró el aceite de cocina usado con un embudo y un papel de filtro de café para quitarle los restos de comida.
2. En un vaso precipitado se agregó la soda al agua lentamente, nunca al revés (agua sobre soda) porque podría ocasionar un accidente. Se revolvió con el agitador magnético o usando una paleta de agitación con una cuchara de acero inoxidable hasta que la soda se disolviera por completo. Ésta subió de temperatura rápidamente.
3. Se agregó el aceite a la mezcla.
4. Se batió hasta que llegó a la traza y se vio reflejado porque quedó dibujada una línea en la mezcla. Es también llamada "punto letra".  
Se removi6 siempre en el mismo sentido, si no se corre el riesgo de que la mezcla se corte.
5. En el presente trabajo de investigación no se agregó ningún

tipo de aceite esencial, pero es en esta parte donde podría hacerse y revolviéndolo hasta que la mezcla sea homogénea.

6. Se vertió en los moldes. Se colocó un plástico encima de la mezcla y se colocó en moldes y se deja enfriar a temperatura ambiente hasta un 20% de humedad.
7. Se desmoldó en los siguientes 7 días y los jabones fueron manipulados con los guantes puestos.
8. Se dejó secar los jabones durante 4 semanas, a partir del desmolde, en un ambiente seco y ventilado.
9. Pasaron las 4 semanas y se verificó que el jabón estaba listo midiendo su pH con una tira medidora. Se realizó la medición en una emulsión de agua y jabón. Obteniendo un pH de 8 lo cual es muy bueno indicando que no están básico ni ácido.

### **3.6. Técnicas de procesamiento y análisis de datos.**

Se usaron técnicas de análisis químicos para observar las características de la muestra en estudio y el comportamiento de las variables en estudio. Los datos fueron obtenidos se recopilados en cuadros y/o tablas, para su posterior análisis e interpretación a través del programa Microsoft Excel donde se vio la interacción entre las variables en estudio y se evidenció cuál de ellos tiene mayor influencia en el proceso.

### **3.7. Tratamiento estadístico.**

En cuanto a los análisis de los resultados obtenidos a través de la información recabada fue presentada y analizada en cuadros para cada dimensión de la variable de estudio según los indicadores.

Esto datos fueron sometidos a tratamiento estadístico utilizando elemento de la estadística descriptiva mediante el cálculo de porcentajes y la prueba de Chi-cuadrado.

### **3.8. Selección, validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación.**

Se validaron con la Ji cuadrado  $x^2$

### **3.9. Orientación ética.**

Sobre la presente investigación está basado en la ética ambiental, orientada al cuidado de los recursos naturales y respeto del medio ambiente.

## **CAPÍTULO IV**

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

#### **4.1. Descripción del Trabajo en campo.**

El desarrollo de la investigación “Saponificación del aceite de cocina usado, para mitigar la contaminación del río Chorobamba, distrito de Oxapampa”, ayudará a la disminución de la contaminación ambiental a través del reciclado del aceite usado.

Por medio de la técnica de saponificación y basados en el material bibliográfico se realizaron diferentes formulaciones, tomado en consideración los aceites utilizados obteniéndose los resultados mostrados a continuación.

"La materia prima utilizada es el aceite comestible reciclado de las pollerías “D’Norma”, “Oasis” y “Milagritos”.

#### **4.1.1. Recolección y acondicionamiento de la muestra.**

##### **4.1.1.1. Recolección de la muestra.**

El aceite vegetal usado proviene de las cocinas de las pollerías “D’Norma” “Oasis y “Milagritos”, ubicado en el distrito de Chontabamba y Oxapampa respectivamente.

La recolección de los residuos de aceite vegetal generados, se realizó en 02 días.

##### **4.1.1.2. Etapas de pretratamiento al que fue sometido los aceites de cocina usado.**

- a) Decantado. En esta etapa se eliminó los sólidos y restos de comida.
- b) Filtrado. En esta etapa se eliminó los residuos pequeños.
- c) Secado. En esta etapa se realizó la separación del agua con el aceite, proveniente de las etapas anteriores o de su origen natural.

##### **4.1.1.3. Acondicionamiento de la muestra.**

El aceite recolectado se procedió a filtrar con un cedazo fino, para separar las partículas de mayor tamaño.

El aceite filtrado fue colocado en los envases etiquetados por cada pollería.

#### **4.1.2. Determinación de las características físicas y químicas del aceite reciclado.**

Siguiendo los procedimientos estandarizados según los lineamientos del manual de Laboratorio de Química, los parámetros evaluados fueron los siguientes:

##### **4.1.2.1. Índice de Saponificación.**

El material que se utilizó consistió en una muestra homogénea de 2 g de aceite reciclado de cada una de las pollerías (“D’Norma”, “Oasis”, “Milagritos”).

Antes de iniciar el procedimiento se llegó a la ecuación General que fue establecida por el Manual de laboratorio de Química es cual nos dice: Por 500g de la muestra se necesita 67g de NaOH; el último dato representa al 30 por ciento del peso total de la solución.

Como siguiente paso es hallar el peso total de la solución en base a 500g de muestra, para ello se realiza una regla de tres en la que los 67g de NaOH representan el 30 por ciento del peso total y faltaría hallar el peso total en gramos que representa al 100 por ciento de la solución.

Para hallar la cantidad de agua que se necesita para la saponificación, la teoría nos dice que el peso total de la solución es la suma del agua más

la soda cáustica, entonces solo quedaría restar el peso total de la solución en gramos menos la cantidad de Soda cáustica en gramos.

El procedimiento utilizado se describe a continuación:

5. Se pesó 2 g del de la muestra de gasa filtrada en un matraz de fondo plano y se añadió 25 ml de disoluciones de hidróxido de sodio.
6. Se calentó la mezcla durante 60 minutos refrigerando a reflujo.
7. El matraz se movió cuidadosamente de vez en cuando para que la gasa se solubilizara totalmente
8. Después se añadió unas gotas de fenolftaleína a la disolución todavía caliente y se valoró con ácido clorhídrico (0.5mol/L) hasta la desaparición del color grosella.

Hallando la Muestra en Blanco.

Se realizó el procedimiento de la misma manera que para la muestra, pero sin ella, es decir se realizan todos los pasos, pero sin la muestra.

El índice de saponificación se halló utilizando la fórmula 2.3.



#### **4.1.2.2. Densidad.**

Para determinar la densidad del aceite se utilizó la fórmula ya conocida como la división de su masa entre el volumen.

#### **4.1.2.3. Color.**

El color que tomaron las muestras de jabón fueron entre un color crema a beige, dependiendo de la cantidad de la muestra del aceite vegetal.

#### **4.1.2.4. Olor.**

El jabón reciclado no tiene un olor nada fuerte pero tampoco agradable, ya que no se le ha añadido ningún tipo de aceite esencial, porque podría decirse que es Inoloro.

### **4.1.3. Formulación del jabón.**

#### **4.1.3.1. Obtención del jabón en barra.**

Precauciones.

- Se debe tener en cuenta que la Soda cáustica es peligrosa si entra en contacto con la piel.
- Durante el procedimiento se utilizó lentes de seguridad y guantes para proteger de salpicaduras.
- Si cae alguna de las mezclas en la piel debe echarse vinagre rápidamente.

- Se debe elegir un lugar ventilado para trabajar, si se estuviese en un lugar cerrado se deberá usar una máscara de gas.

Procedimiento experimental.

Bajo el proceso de saponificación, la mezcla se convertirá en jabón y glicerina; biodegradable y amigable con nuestra piel y el medio ambiente.

1. Se filtró el aceite de cocina usado con un embudo y un papel de filtro de café para quitarle los restos de comida.
2. En un vaso precipitado se agregó la soda al agua lentamente, nunca al revés (agua sobre soda) porque podría ocasionar un accidente. Se revolvió con el agitador magnético o usando una paleta de agitación con una cuchara de acero inoxidable hasta que la soda se disolviera por completo. Ésta subió de temperatura rápidamente.
3. Se agregó el aceite a la mezcla.
4. Se batió hasta que llegó a la traza y se vio reflejado porque quedó dibujada una línea en la mezcla. Es también llamada "punto letra".  
  
Se removió siempre en el mismo sentido, si no se corre el riesgo de que la mezcla se corte.

5. En el presente trabajo de investigación no se agregó ningún tipo de aceite esencial, pero es en esta parte donde podría hacerse y revolviéndolo hasta que la mezcla sea homogénea.
6. Se vertió en los moldes. Se colocó un plástico encima de la mezcla y se colocó en moldes y se deja enfriar a temperatura ambiente hasta un 20% de humedad.
7. Se desmoldó en los siguientes 7 días y los jabones fueron manipulados con los guantes puestos.
8. Se dejó secar los jabones durante 4 semanas, a partir del desmolde, en un ambiente seco y ventilado.
9. Pasaron las 4 semanas y se verificó que el jabón estaba listo midiendo su pH con una tira medidora. Se realizó la medición en una emulsión de agua y jabón. Obteniendo un pH de 8 lo cual es muy bueno indicando que no están básico ni ácido.

Cantidad de aceite vegetal reciclado de la pollería "D'Norma".

Tabla N° 2. Cantidad de aceite vegetal reciclado recolectado de la pollería "D'Norma"

Punto de recolección de aceite reciclado	Cantidad (ml)		Total (ml)
	Días		
	1	2	
Pollería "D'Norma"	2000	1500	2500

Fuente: Elaboración propia.

Cantidad de aceite vegetal reciclado de la pollería "Oasis".

Tabla N° 3. Cantidad de aceite vegetal reciclado recolectado de la pollería "Oasis"

Punto de recolección de aceite reciclado	Cantidad (ml)		Total (ml)
	Días		
	1	2	
Pollería "Oasis"	800	1000	1800

Fuente: Elaboración propia.

Cantidad de aceite vegetal reciclado de la pollería "Milagritos".

Tabla N° 4. Cantidad de aceite vegetal reciclado recolectado de la pollería "Milagritos"

Punto de recolección de aceite reciclado	Cantidad (ml)		Total (ml)
	Días		
	1	2	
Pollería "Milagritos"	1000	1000	2000

Elaboración propia.

Se presentan una serie de tablas con los datos correspondientes a cada proceso que permitieron elaborar los jabones y sus respectivos análisis.

Densidad.

*Tabla N° 5. Valores obtenidos para determinar la densidad del aceite usado reciclado.*

Tipo de muestra	Muestra	V (ml)	Masa (g)	D
Muestra de aceite	Milagritos	8	7.30	0.912
	D'Norma		7.18	0.897
	Oasis		7.166	0.895

Elaboración propia.

Índice de Saponificación.

*Tabla N° 6. Datos para la determinación del Índice de saponificación del aceite reciclado.*

Cálculo del índice de Saponificación						
N° de la Muestra	Peso de la Muestra (g)	Nombre del Restaurant	HCl 0.483N V2: Gasto (ml)	HCl 0.483N V1: Gasta	IS = (V1-V2) x N x 40/g	IS

				blanco (ml)		
1	2.0	Milagritos	10.80	25.40	141.04 mg	0.141 g
2	2.0	D'Norma	12.00	25.40	129.44 mg	0.129 g
3	2.0	Oasis	11.10	25.40	138.14 mg	0.138 g

Elaboración propia.

$$IS = \frac{(V1 - V2) \times N \times 40}{G}$$

Donde:

IS: índice de saponificación

V1: ml de HCl gastados en la valoración del ensayo  
en BLANCO

V2: ml de HCl gastados en la valoración de la  
MUESTRA

N: normalidad de la solución de HCl

G: peso de la muestra en gramos (g)

40: Peso molecular de la Soda cáustica

## 4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados

### 4.2.1. Muestra de cálculos.

#### 4.2.1.1. Análisis fisicoquímicos del Aceite reciclado.

#### 4.2.1.1.1. Densidad.

Para determinar la densidad del aceite se utilizó una probeta con capacidad de 10 mL y la balanza analítica. Tomando los resultados de la tabla N° 05 y sustituyendo en la ecuación 2.2:

$$\rho_{\text{Milagritos}} = \frac{7.30g}{8 \text{ mL}} \quad \rho = 0.912 \text{ g/mL}$$

$$\rho_{\text{D'Norma}} = \frac{7.18g}{8 \text{ mL}} \quad \rho = 0.897 \text{ g/mL}$$

$$\rho_{\text{Oasis}} = \frac{7.166g}{8 \text{ mL}} \quad \rho = 0.895 \text{ g/mL}$$

Con estos resultados, se puede deducir que el valor más denso es el aceite de la pollería "Milagritos" quiere decir que tiene mayores restos de sólidos, a comparación con el de la pollería "Oasis".

#### 4.2.1.1.2. Índice de Saponificación.

La cantidad de materia que se convierte en jabón se determina tomando los valores reportados en la tabla N°06 y sustituyendo en la ecuación 2.3:

$$IS \text{ Milagritos} = \frac{(25.40 - 10.80) \times 40 \times 0.483N}{2g}$$

$$= 0.141 \frac{NaOH}{g} \text{ de aceite}$$

$$IS \text{ D'Norma} = \frac{(25.40 - 12.00) \times 40 \times 0.483N}{2g}$$

$$= 0.129 \frac{NaOH}{g} \text{ de aceite}$$

$$IS \text{ Oasis} = \frac{(25.40 - 11.10) \times 40 \times 0.483N}{2g}$$

$$= 0.138 \frac{NaOH}{g} \text{ de aceite}$$

Con estos resultados, se puede deducir que el valor con mayor índice de saponificación es el de la pollería Milagritos, siendo así que se necesita 0.141 g NaOH para saponificar 1 gramo de aceite reciclado.

Por otro lado, el índice de saponificación de la Pollería Oasis comparándolo con el valor de la literatura es casi similar por lo que es el óptimo.

#### 4.2.1.1.3. pH.

Por otro lado, se tomaron los valores del pH, durante el experimento y después



de las 04 semanas y los resultados se presentan en la tabla N° 07.

*Tabla N° 7. Resultados de la medición de pH en los jabones obtenidos.*

Jabones	pH – (Tiempo)	4 semana
	120 minutos	4ta Semana
<b>Milagritos</b>	11.35	9
<b>D'Norma</b>	11.51	8
<b>Oasis</b>	11.45	8

Fuente: Elaboración propia

#### **4.2.1.2. Cálculos estadísticos.**

Se aplicaron la prueba Chi-cuadrado para los análisis fisicoquímicos realizados a los aceites.

##### **4.2.1.2.1. Aplicación de la prueba de Chi-cuadrado a los análisis del aceite reciclado.**

##### **Prueba Chi-cuadrado para densidad.**

Se aplicó la prueba de Chi-cuadrado a las densidades de la pollería “D’Norma” y “Oasis” que son las que tienen mayor

densidad y se presentan en la tabla N° 07.

*Tabla N° 8. Datos para la aplicación de la prueba Chi-cuadrado a la densidad.*

Aceite	Densidad (g/mL)	O (%)	E	(O-E) <sup>2</sup> /E
<b>D'Norma</b>	0.897	51	50	0.02
<b>Oasis</b>	0.895	49	50	0.02
		$\Sigma 100$	$\Sigma 100$	$\Sigma 0.04$

Fuente: Elaboración propia

Donde:

O: Es la frecuencia observada en %

E: Es la frecuencia Esperada

Se plantearon las Hipótesis:

H0: A1 = A2

Ha: A1 ≠ A2

Como el  $X^2_{\alpha}$  (7;95% de probabilidad) = 14.07 y el  $X^2_c=0.04$ , estando dentro de la zona de aceptación y  $X_{cal}^2 < X_{tab}^2$ , se acepta H0, esto es, no existe diferencia significativa en la densidad de ambos aceites.

### Prueba Chi-cuadrado para índice de saponificación.

Se aplicó la prueba de Chi-cuadrado para los valores de índice de saponificación de las pollerías “Oasis” y “D’Norma” para el aceite reciclado y se presentan en la tabla N° 08.

Tabla N° 9. Datos para la aplicación de la prueba Chi-cuadrado para el índice de saponificación.

Aceite	Índice de saponificación (g NaOH)	O (%)	E	(O-E) <sup>2</sup> /E
Oasis	0.138 g	51	50	0.02
D’Norma	0.129 g	49	50	0.02
		∑100	∑100	∑0.04

Fuente: Elaboración propia

Donde:

O: Es la frecuencia observada en %

E: Es la frecuencia Esperada

Se plantearon las Hipótesis:

H0: A1 = A2

Ha: A1 ≠ A2

Como el  $X_t^2$  (7; 95% de probabilidad) = 14.07 y el  $X_c^2=0.04$ , estando dentro de la zona de aceptación y  $X_{cl}^2 < X_t^2$ , se acepta  $H_0$ , esto es, no existe diferencia significativa para el índice de saponificación de ambos aceites.

#### **4.3. Prueba de Hipótesis.**

##### **Hipótesis General.**

La saponificación del aceite de cocina usado mitigará la contaminación del río Chorobamba, la cual es aceptada porque la saponificación del aceite de cocina usado mitigó la contaminación del río Chorobamba, cumpliéndose la Hipótesis planteada.

##### **Hipótesis Específicas.**

1. Decantación, filtración y secado son las etapas de pretratamiento al que fueron sometidos los aceites de cocina usado.
2. La formulación apropiada de saponificación a partir del aceite de cocina usado es a que para 100 g de aceite usado se necesitan 13.4 g de Soda cáustica y 23.45 ml de agua.
3. El pH con un valor de 8, la densidad de 0.897, el índice de saponificación de 0.1387 e inoloro, son las características fisicoquímicas del jabón obtenido a partir de la saponificación del aceite de cocina usado.

Tabla N° 10. Características fisicoquímicas obtenidas.

Muestra	IS (índice de Saponificación)	Densidad (g/ml)	pH	Color	Olor
<b>Muestra Milagritos</b>	0.141 g	0.912	9	Crema oscura	Muy Poco olor
<b>Muestra Oasis</b>	0.138 g	0.897	8	crema	Inoloro
<b>Muestra D'Norma</b>	0.129 g	0.895	8	crema	Inoloro

Fuente: Elaboración propia

#### 4.4. Discusión de resultados.

En la ciudad de Oxapampa, se necesita una recolección de los aceites usados de cocina, de esta manera se contribuye a un bienestar ambiental, social y económico, esto concuerda con Márquez Farfán (2013), que explica que una adecuada recolección de los aceites vegetales usados de cocina es muy posible, sin embargo, es necesario promover la adecuada gestión de éstos residuos con programas de concientización local ambientalista a la población sobre los desechos contaminante y a la vez incentivar a la comunidad sobre la creación de empresas de producción social para disminuir el desempleo de los habitantes a nivel micro.

La recolección del aceite se realizó durante dos días proveniente de las tres pollerías con mayor afluencia de comensales de la ciudad de Oxapampa, logando obtener un total de aceite reciclado de 6300 litros.

La cantidad recolectada de las pollerías entre un día y otro puede variar, según el tipo de alimentos que preparan y también en base a días festivos o fines de semana que tienen mayor público.

Dentro del análisis fisicoquímico, el índice de saponificación presenta un alto valor lo que nos da un indicio de que el aceite reciclado presenta características apropiadas para la elaboración de jabones, podemos apreciar también que los jabones presentan un bajo valor de densidad en general, por lo que se puede deducir que ninguna de las tres pollerías presenta una cantidad abundante de restos de sólidos.

Los valores de índice de saponificación fueron 0.141, 0.138, 0.129 gamos y sobre el resultado del Índice de Saponificación, los valores entre las tres muestras realizadas fueron considerablemente cercanas a lo que lo define Fuentes Rojas & Núñez Barreto (2010), queriendo saber la cantidad de alcalino que se debe añadir a una cantidad de aceite para convertirlo completamente jabón, es decir, entre más alcalino agreguemos, más corrosivo será el jabón que obtendremos, por lo contrario si es que añade menor cantidad de alcalino se obtiene un jabón menos áspero y suave.

Otro dato que se analizó fue que si se aumenta el porcentaje de la soda cáustica también se incrementa los valores del pH del jabón producido, lo que llevaría a que sea muy alcalino o todo por lo contrario que podría ser muy ácido y perjudicaría a la piel y el rostro de las personas.

Se utilizaron los aceites reciclado de las tres pollerías, y fueron factibles los experimentos, pero el que tuvo mejor rendimiento fue el jabón utilizando el aceite de la pollería "Oasis", con un buen pH de 8, un índice de saponificación de 0.138 g que para 100 g de aceite usado se necesitan 13.4 g de Soda cáustica y 23.45 ml de agua obteniendo un peso de jabón en barra de 50 gamos, una densidad de 0.897 g/ml, de color crema e Inoloro.

## CONCLUSIONES

1. La cantidad de aceite reciclado generado de las tres pollerías: Milagrillo, Oasis y D'Norma, fueron de 6300 ml recolectado en dos días
2. El aceite reciclado de las tres pollerías presenta las siguientes características químicas: Índice de saponificación 0.141, 0.138, 0.129 NaOH/gamos, respectivamente.
3. La densidad de los jabones obtenidos fue de 0.912, 0.897 y 0.895 g/ml, respectivamente; el cual se encuentra en el rango de valores de la mayoría de los aceites y grasas más comunes.
4. El pH de los jabones obtenidos después de las cuatro semanas de conservación fue de 8 a 9, encontrándose a entre un nivel intermedio a óptimo.
5. El olor de los jabones obtenidos fue desde muy poco olor hasta el Inoloro, el cual es aceptable.
6. El color de los jabones resultantes varía desde un color crema oscura hasta crema, que son colores estándar hechos a base de aceite vegetal reciclado.
7. Según los resultados obtenidos podemos decir que la obtención de jabón en barra a partir del aceite reciclado de la pollería "D'Norma" es técnicamente viable, con excelente calidad, sobre todo biodegradable y que ayuda a la mitigación de la contaminación del río Chorobamba.
8. Con el presente trabajo de investigación se contribuye a la revalorización del reciclado del aceite de cocina usado e impulsando la economía circular, fomentando la cultura de reciclaje, convirtiéndolo así



estos en jabones en barra biodegradables que pueden ser utilizados por todas las personas sin perjudicar al medio ambiente.

## RECOMENDACIONES

1. Se debe coordinar previamente con algún establecimiento que opte por apoyar en donar alguna cantidad del aceite usado, ya que algunos de los propietarios optan por vender estos residuos a personas que cuentan con chancherías.
2. Realizar un estudio de factibilidad que permita definir la rentabilidad de producir jabón con aceite de cocina usado a escala comercial en las condiciones establecidas en esta investigación.
3. Evaluar el efecto de la incorporación de otros tipos de aceites vegetales a diferentes proporciones en la elaboración de jabón de tocador.
4. Estudiar el efecto de la velocidad de agitación con respecto al tiempo de saponificación.
5. Evaluar las propiedades fisicoquímicas en la utilización del aceite usado de cocina como materia prima para la elaboración de jabones transparentes y líquidos.
6. Al realizar el experimento entre la mezcla del agua con la soda cáustica dentro de la Cámara de extracción de vapores, esta debe disolverse lentamente, pero de tal forma que siempre sea el agua sobre soda, nunca al revés.
7. En la municipalidad Provincial de Oxapampa, hasta el momento no existe una Planta de Tratamientos de Agua Residuales ni tratamientos de aceites y grasas vertidos al río, por lo que se recomienda implementar un sistema de estructura de atrapa grasas.

## BIBLIOGRAFIA

### TEXTOS:

- Arias, F. (2006). *El proyecto de investigación. Introducción a la metodología científica*. Venezuela, Caracas, Editorial Epitesme. 25 p.
- Ballestrini, M. (2001). *¿Cómo se elabora el Proyecto de investigación?* 5 ed. Venezuela, Caracas, BL Consultores Asociados. 205 p.
- Hernández Sampieri, R; Fernández-Collado, C; Baptista Lucio, P. (2010). *Metodología de la investigación*. 5 ed. México, D.F., McGraw-Hill Interamericana. 546 p.
- Medina, M, & Ramírez, Y. (2010). *Diagnóstico y valoración de la calidad del río Chorobamba en Oxapampa - Pasco en el año 2009* (tesis de pregrado). Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú.

### WEBS.

- Agencia Andina de Noticias. (07 de Enero de 2015). Maximixe: Producción nacional de aceites vegetales comestibles crecería 5% este año. Recuperado el Junio de 2018, de <https://andina.pe/agencia/noticia-maximixe-produccion-nacional-aceites-vegetales-comestibles-creceria-5-este-ano-489326.aspx>
- Alvarez, R. (28 de Diciembre de 2012). Aceite reutilizado es altamente cancerígeno. Recuperado el 17 de Octubre de 2017, de <http://vital.rpp.pe/expertos/aceite-reutilizado-es-altamente-cancerigeno-noticia-553152>

- ANDINA. (Setiembre de 2017). Ejecutivo otorga S/ 15 millones a Pasco para inversión en saneamiento urbano. Recuperado el 17 de Octubre de 2017, de <http://andina.pe/agencia/noticia-ejecutivo-otorga-s-15-millones-a-pasco-para-inversion-saneamiento-urbano-683279.aspx>
- Anon. (2015). Japan Ecology and Nature Protection Handbook (Vol. I). International Business Publications. Recuperado el 17 de Octubre de 2017
- Arias, G (2002). El saneamiento de las ciudades en América Latina. Colombia. Recuperado el 17 de octubre de 2017, de <http://tierra.rediris.es/hidrored/congesos/psevilla/gegorio.html>
- Avanzini, G (2007). Perspectiva desde el INRENA y avances en la Gestión de Pago y Compensación por Servicios Ambientales en el Perú. Iquitos, Perú.
- Blanco, A. (2005). The impact of solid and liquid waste from a rural town on the Chorobamba river, Oxapampa, Peruvian Amazon. Florida International University.
- Chacón Castillo, A. I. (2012). Producción de jabón en gel para manos utilizando aceite vegetal reciclado de las cocinas de la Universidad del Caribe. Recuperado el 01 de Diciembre de 2015, de <http://es.slideshare.net/zataragellidus/jabn-de-aceite-de-cocina>
- Chavez, N., Arrieta, M., & Torres, V. (2004). Impacto en la incidencia de enfermedades diarreicas agudas por el mejoramiento sanitario del agua de consumo humano en la localidad de Monte Castillo, Piura. Piura: Ministerio de Salud. Recuperado el 17 de Octubre de 2017

- Chávez, N., Arrieta, M., Ocaña, V., & Torres, M. (2004). Impacto en la incidencia de enfermedades diarreicas agudas por el mejoramiento sanitario del agua de consumo humano en la localidad de Monte Castillo - Piura. Piura: Ministerio de Salud. Recuperado el 17 de Octubre de 2017
- Cruz Lázaro, F. (2004). Estudio Técnico para la Elaboración de jabón a partir del sebo generado en la planta de cárnicos de Zamorano. Recuperado el 01 de Diciembre de 2015, de <http://es.slideshare.net/erickrenato/estudio-tecnico-sobre-la-elaboracion-del-jabon>
- Da Costa, A. (2012). Los jabones y sus propiedades: un jabón para cada piel. Recuperado el 01 de Diciembre de 2015, de <http://www.enplenitud.com/los-jabones-y-sus-propiedades-un-jabon-para-cada-piel.html>
- DIPUBLICO. (s.f.). CONFERENCIA DE LAS NACIONES UNIDAS SOBRE EL MEDIO HUMANO – Estocolmo, 5 a 16 de junio de 1972. Recuperado el 17 de Octubre de 2017, de <https://www.dipublico.org/conferencias-diplomaticas-naciones-unidas/conferencia-de-las-naciones-unidas-sobre-el-medio-humano-estocolmo-5-a-16-de-junio-de-1972/>
- DIRCETUR. (2016). Agencias de Viajes Turisticos. Oxapampa. Recuperado el 17 de Octubre de 2017
- EPS SELVA CENTRAL. (2017). Conexiones comerciales de agua. La Merced, Chanchamayo, Perú. Recuperado el 17 de Octubre de 2017

- Equipos y Laboratorio de Colombia. (2013). Potencial de Hidrógenp. Recuperado el 01 de Diciembre de 2015, de [http://www.equiposylaboratorio.com/sitio/contenidos\\_mo.php?it=9935](http://www.equiposylaboratorio.com/sitio/contenidos_mo.php?it=9935)
- Fuentes Rojas, N., & Núñez Barreto, V. (Febrero de 2010). Evaluación del efecto del aceite de Coroba en la elaboración de Jabón Cosmético. Recuperado el 17 de Octubre de 2017, de <http://ri.bib.udo.edu.ve/bitstream/123456789/2761/1/066-TESES.%20IQ.pdf>
- Gonzáles, M. (2003). Estudio del Impacto de la plantación de especies forestales exóticas en la selva alta del Perú, Oxapampa. 16-18. (T. f. carrera, Ed.) Lima, Perú: Universidad Nacional Agraria La Molina.
- IBC. (2001). Proyecto Pachitea: Una propuesta para la gestión de la cuenca presentada por el IBC. Oxapampa. Recuperado el 17 de Octubre de 2017
- IBC. (2003). Diagnóstico para el manejo y conservación de la biodiversidad acuática en la cuenca del Pachitea. Lima: Instituto del Bien Común. Recuperado el 17 de Octubre de 2017
- Instituto Nacional de Tecnología Industrial. (2004). Utilización de Aceite Vegetal como combustible en motores Diesel. Recuperado el 01 de Diciembre de 2015, de <http://edant.clarin.com/diario/2008/05/12/conexiones/t-01668468.htm>
- La República. (03 de Diciembre de 2016). El aceite de cocina tiene futuro. Recuperado el 17 de Octubre de 2017, de <http://larepublica.pe/domingo/995816-el-aceite-de-cocina-tiene-futuro>

- La Torre, M. (2004). Las poáceas del Parque Nacional Yanachaga Chemillén (Oxapampa, Perú). (F. d. UNMSM, Ed.) Perú: Revista Biología Perú.
- Leyva Arévalo, M. E., & Torres Gómez, V. G (2016). Obtención de jabón líquido usando aceite vegetal reciclado en la Universidad Nacional de la Amazonía Peruana- Iquitos. Recuperado el 15 de Enero de 2018, de <http://repositorio.unapiquitos.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/3300/TESIS%20OBTENCION%20DE%20JABON%20LIQUIDO.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Loyola, R., & Soncco, C. (2007). Valoración Económica del fecto en la salud por el cambio en la calidad del agua en las zonas urbano marginales de Lima y Callao. Lima: Consorcio de Investigación Económica Social - CIES.
- McClain, M., Aparicio, L., & C, L. (2002). Water use and protection in rurak communitites of the Peruvian Amazon. Issue 3, 26, 400-410.
- Medina Diaz, M., & Ramirez Huere, Y. (2010). Diagnóstico y valoración de la calidad del río Chorobamba en Oxapampa - Pasco en el año 2009. Oxapampa, Perú. Recuperado el 17 de Octubre de 2017
- MINAM. (s.f. de s.f. de s.f.). Gestión de Residuos Sólidos. Recuperado el 17 de Octubre de 2017
- Moll Pérez, M. (2001). Estudio de la infiltración de las dos microcuencas de investigación del proyecto AARAM- Perú (Wara y Killa), en San Alberto, Oxapampa. Oxapampa. Recuperado el 17 de Octubre de 2017

- Moscoso, J., & Egocheaga, L. (2004). Una estrategia para la gestión de las aguas residuales domésticas. Lima: IDRC.
- Müller, I. (2005). Caracterización de los sistemas de producción precuaria bovina en los distritos de Oxapampa, Huancabamba, chontabamba, Provincia de Oxapampa. (U. N. Molina, Ed.) Lima, Lima, Perú: Tesis de Zootecnia.
- Rand, M. (1995). Fundamental Of Aquatic Toxicology. CRC Press.
- SALINAS CASTRO, V. (2010). Riesgo y vulnerabilidad de la infraestructura de servicios de agua potable y saneamiento: Caso proyecto mejoramiento del Sistema de agua potable y alcantarillado de Oxapampa. Recuperado el 01 de Diciembre de 2015, de [http://cybertesis.uni.edu.pe/bitstream/uni/1306/1/salinas\\_cv.pdf](http://cybertesis.uni.edu.pe/bitstream/uni/1306/1/salinas_cv.pdf)
- SIAL. (2014). Indicador: Producción de madera aserrada en la provincia de Oxapampa. Recuperado el 17 de Octubre de 2017, de <http://siar.minam.gob.pe/sialoxapampa/indicador/962>
- SUNASS. (2007). Estudio Tarifario: Determinación de la fórmula tarifaria, estructura tarifaria y metas de gestión aplicable a la entidad Prestadora de servicios de Saneamiento Selva Central - EPS Selva Central S.A. Lima: Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento. Recuperado el 17 de Octubre de 2017
- TARINGA. (2012). Cuidado de la piel, Jabones y su pH. Recuperado el 01 de Diciembre de 2015, de <http://www.taringa.net/posts/salud-bienestar/13242702/Cuidado-de-la-piel-Jabones-y-su-pH.html>



- Universidad Tecnológica Nacional de Argentina. (2012). Recuperado el 01 de diciembre de 2015, de <http://www.frlp.utn.edu.ar/materias/qcasis/aceitesygasas>
- Vaidya Soocheta, A., & Pavaday, V. (2017). Upcycling Waste Cooking Oil into Soap. University of Mauritius, Réduit, Mauritius, 23A. Recuperado el 17 de Octubre de 2017, de <http://vcampus.uom.ac.mu/pvcacd/uploads/uomjournals/42/RJ343FinalPaperacceptedon04April2017UpcyclingWasteCookingOilintoSoap.pdf>
- WIKIPEDIA. (21 de Noviembre de 2015). Saponificación. Recuperado el 01 de Diciembre de 2015, de <https://es.wikipedia.org/wiki/Saponificaci%C3%B3n>

# **ANEXOS**

## ANEXO 01

### Procesamiento de datos

Muestra	Agua del Rio Chorobamba	IS (índice de Saponificación)	Densidad (g/ml)	pH inicial	Tiempo	pH final	Color	Olor
Muestra Milagritos	23.45 ml	0.141 g	0.912	11.35	4 semanas	9	Crema oscura	Muy Poco olor
Muestra Oasis	23.45 ml	0.138 g	0.897	11.51	4 semanas	8	crema	Inoloro
Muestra D'Norma	23.45 ml	0.129 g	0.895	11.45	4 semanas	8	crema	Inoloro

- **Procesamiento de datos de la Saponificación**

$$IS \text{ Milagritos} = \frac{(25.40 - 10.80) \times 40 \times 0.483N}{2g} = 0.141 \frac{NaOH}{g} \text{ de aceite}$$

$$IS \text{ D'Norma} = \frac{(25.40 - 12.00) \times 40 \times 0.483N}{2g} = 0.129 \frac{NaOH}{g} \text{ de aceite}$$

$$IS \text{ Oasis} = \frac{(25.40 - 11.10) \times 40 \times 0.483N}{2g} = 0.138 \frac{NaOH}{g} \text{ de aceite}$$

## ANEXO 02

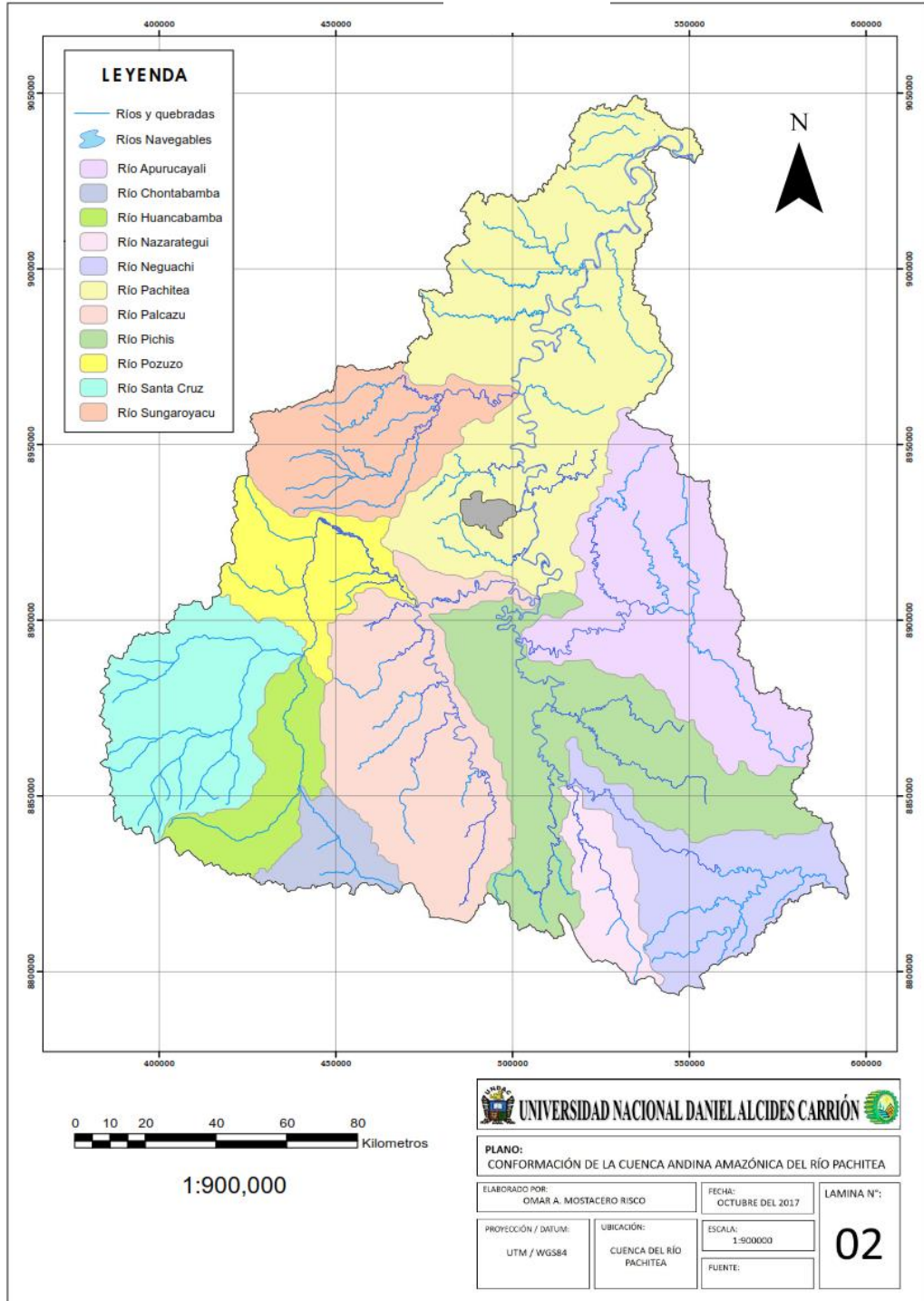
### Normas aplicables al trabajo de investigación.

Norma	Descripción
Constitución Política del Perú	Resalta entre los derechos esenciales de la persona humana, el derecho a gozar de un ambiente equilibrado y adecuado con el desarrollo de la vida. Señala también que los recursos naturales renovables y no renovables, son de Patrimonio de la Nación, por lo que el Estado promueve el uso sostenible de los mismos.
Ley General del Ambiente	Señala que se consideran recursos naturales a todos los componentes de la naturaleza, susceptibles de ser aprovechados por el ser humano para la satisfacción de sus necesidades y que tengan un valor actual potencial en el mercado, conforme lo dispone la ley y que éstos son Patrimonio de la Nación, pudiendo sólo aprovecharse los frutos o productos de los mismo por derecho otorgado de acuerdo con la ley.  Base Legal: Ley N°28611
Ley de Recursos Hídricos	La presente Ley regula el uso y gestión de los recursos hídricos, reconociendo su valor sociocultural, económico y ambiental, por lo que el estado promueve y controla el aprovechamiento y conservación sostenible de los recursos hídricos previniendo la afectación de su calidad ambiental y de las condiciones naturales de su entorno, como parte del ecosistema donde se encuentran. El uso y gestión sostenible del agua implica la integración equilibrada de los aspectos socioculturales, ambientales y económicos en el desarrollo nacional, así como la satisfacción de las necesidades de las actuales y futuras generaciones.  En relación con el uso de recurso hídricos, queda establecido que la prioridad para el otorgamiento y el ejercicio de los usos es como sigue: uso primario, poblacional y productivo. La clasificación de cuerpos de aguas superficiales y marino costeras es establecido por la ANA.  Base Legal: Ley N°29338, D.S. N°001-2010-AG, R.M. 202-2010-ANA
Estándares Nacionales	Mediante esta norma se aprueban los Estándares de Calidad Ambiental para Agua para así establecer el nivel de concentración, o el grado de

<p>de Calidad Ambiental para agua.</p>	<p>elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos presentes en el agua, en su condición de cuerpo receptor y componente básico de los ecosistemas acuáticos, que no represente un riesgo significativo para la salud de las personas ni para el ambiente, indica que los estándares aprobados serán aplicables a los cuerpos de agua del territorio nacional en su estado natural y que son obligatorios en el diseño de las normas legales y las políticas públicas, siendo referente obligatorio en el diseño y aplicación de instrumentos de gestión ambiental.</p> <p>Se indica también que el Ministerio del Ambiente dictará las normas pertinentes para la implementación de los Estándares de Calidad Ambiental para Agua, actualizándose así las categorías:</p> <p>Categoría 1: Población y Recreacional.</p> <p>Categoría 2: Extracción, cultivo y otras actividades marino-costeras y continentales</p> <p>Categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales.</p> <p>Categoría 4: Conservación del ambiente acuático.</p> <p>Base Legal: D.S. N°002-2008-MINAM, actualizado por el D.S. 004-2017-MINAM</p>
--	--

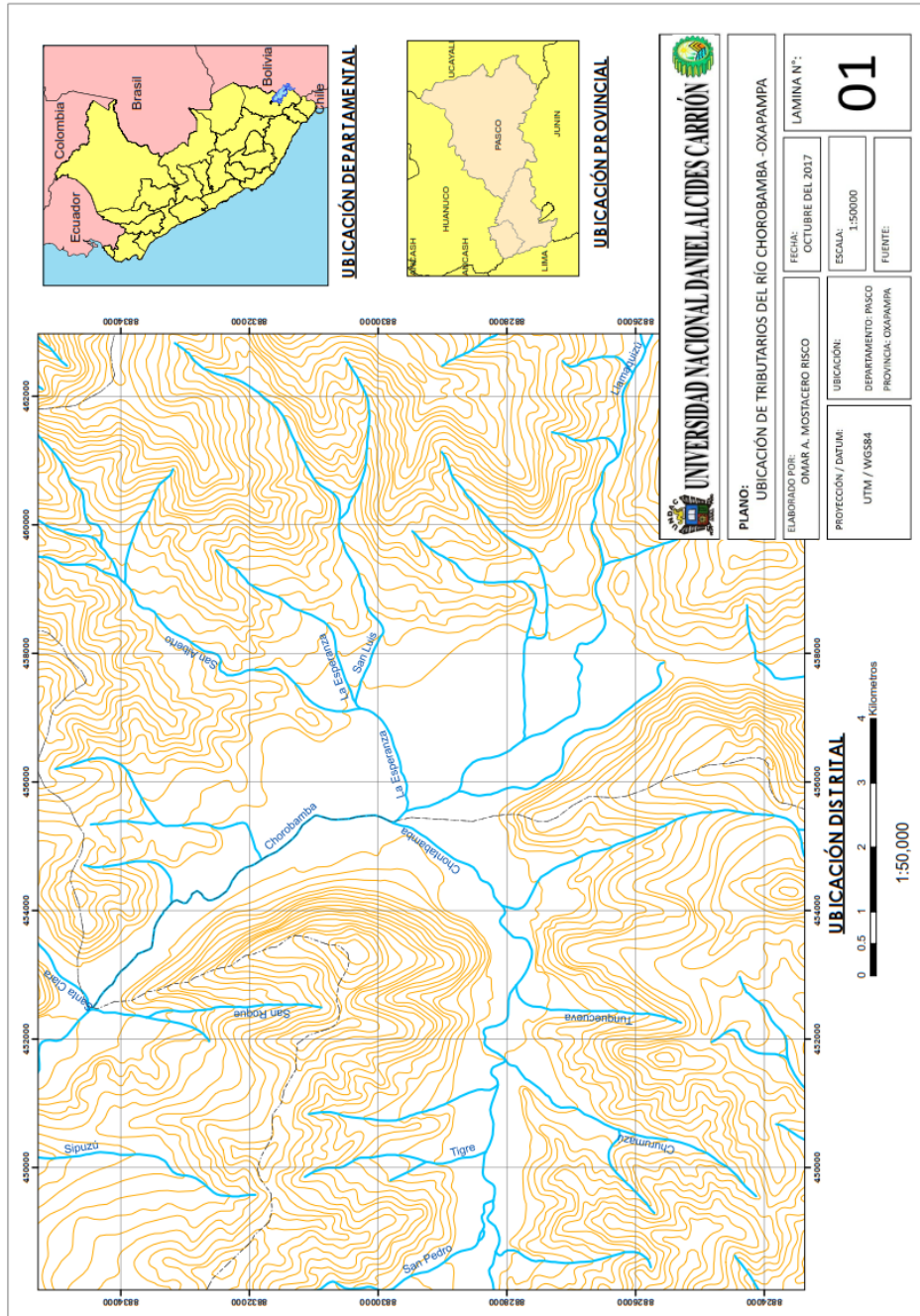
## ANEXO 03

### Conformación de la cuenca andina – amazónica del río Pachitea



# ANEXO 04

## Ubicación de tributarios del río Chorobamba - Oxapampa

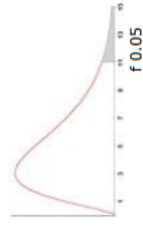


# ANEXO 05

## Valores críticos de la Distribución F

Cátedra: Probabilidad y Estadística  
Facultad Regional Mendoza  
UTN

**Tabla D.9: VALORES CRÍTICOS DE LA DISTRIBUCIÓN F (0,05)**



área a la derecha del valor crítico = 0,05

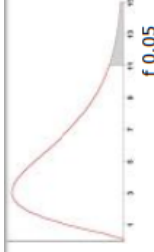
g.d.l.	Grados de libertad del Numerador															g.d.l.
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
1	161,4	199,5	215,7	224,6	230,2	234,0	236,8	238,9	240,5	241,9	243,0	243,9	244,7	245,4	245,9	1
2	18,513	19,000	19,164	19,247	19,296	19,330	19,353	19,371	19,385	19,396	19,405	19,413	19,419	19,424	19,429	2
3	10,128	9,552	9,277	9,117	9,013	8,941	8,887	8,845	8,812	8,786	8,763	8,745	8,729	8,715	8,703	3
4	7,709	6,944	6,591	6,388	6,256	6,163	6,094	6,041	5,999	5,964	5,936	5,912	5,891	5,873	5,858	4
5	6,608	5,786	5,409	5,192	5,050	4,950	4,876	4,818	4,772	4,735	4,704	4,678	4,655	4,636	4,619	5
6	5,987	5,143	4,757	4,534	4,387	4,284	4,207	4,147	4,099	4,060	4,027	4,000	3,976	3,956	3,938	6
7	5,591	4,737	4,347	4,120	3,972	3,866	3,787	3,726	3,677	3,637	3,603	3,575	3,550	3,529	3,511	7
8	5,318	4,459	4,066	3,838	3,687	3,581	3,500	3,438	3,388	3,347	3,313	3,284	3,259	3,237	3,218	8
9	5,117	4,256	3,863	3,633	3,482	3,374	3,293	3,230	3,179	3,137	3,102	3,073	3,048	3,025	3,006	9
10	4,965	4,103	3,708	3,478	3,326	3,217	3,135	3,072	3,020	2,978	2,943	2,913	2,887	2,865	2,845	10
11	4,844	3,982	3,587	3,357	3,204	3,095	3,012	2,948	2,896	2,854	2,818	2,788	2,761	2,739	2,719	11
12	4,747	3,885	3,490	3,259	3,106	2,996	2,913	2,849	2,796	2,753	2,717	2,687	2,660	2,637	2,617	12
13	4,667	3,806	3,411	3,179	3,025	2,915	2,832	2,767	2,714	2,671	2,635	2,604	2,577	2,554	2,533	13
14	4,600	3,739	3,344	3,112	2,958	2,848	2,764	2,699	2,646	2,602	2,565	2,534	2,507	2,484	2,463	14
15	4,543	3,682	3,287	3,056	2,901	2,790	2,707	2,641	2,588	2,544	2,507	2,475	2,448	2,424	2,403	15
16	4,494	3,634	3,239	3,007	2,852	2,741	2,657	2,591	2,538	2,494	2,456	2,425	2,397	2,373	2,352	16
17	4,451	3,592	3,197	2,965	2,810	2,699	2,614	2,548	2,494	2,450	2,411	2,381	2,353	2,329	2,308	17
18	4,414	3,555	3,160	2,928	2,773	2,661	2,577	2,510	2,456	2,412	2,374	2,342	2,314	2,290	2,269	18
19	4,381	3,522	3,127	2,895	2,740	2,628	2,544	2,477	2,423	2,378	2,340	2,308	2,280	2,256	2,234	19
20	4,351	3,493	3,098	2,866	2,711	2,599	2,514	2,447	2,393	2,348	2,310	2,278	2,250	2,225	2,203	20
21	4,325	3,467	3,072	2,840	2,685	2,573	2,488	2,420	2,366	2,321	2,283	2,250	2,222	2,197	2,176	21
22	4,301	3,443	3,049	2,817	2,661	2,549	2,464	2,397	2,342	2,297	2,259	2,226	2,198	2,173	2,151	22
23	4,279	3,422	3,028	2,796	2,640	2,528	2,442	2,375	2,320	2,275	2,236	2,204	2,175	2,150	2,128	23
24	4,260	3,403	3,009	2,776	2,620	2,508	2,422	2,355	2,300	2,255	2,216	2,183	2,155	2,130	2,108	24
25	4,242	3,385	2,991	2,759	2,603	2,490	2,405	2,337	2,282	2,236	2,198	2,165	2,136	2,111	2,089	25
26	4,225	3,369	2,975	2,743	2,587	2,474	2,388	2,321	2,265	2,220	2,181	2,148	2,119	2,094	2,072	26
27	4,210	3,354	2,960	2,728	2,572	2,459	2,373	2,305	2,250	2,204	2,166	2,132	2,103	2,078	2,056	27
28	4,196	3,340	2,947	2,714	2,558	2,445	2,359	2,291	2,236	2,190	2,151	2,118	2,089	2,064	2,041	28
29	4,183	3,328	2,934	2,701	2,545	2,432	2,346	2,278	2,223	2,177	2,138	2,104	2,075	2,050	2,027	29
30	4,171	3,316	2,922	2,690	2,534	2,421	2,334	2,266	2,211	2,165	2,126	2,092	2,063	2,037	2,015	30
31	4,160	3,305	2,911	2,679	2,523	2,409	2,323	2,255	2,199	2,153	2,114	2,080	2,051	2,026	2,003	31
32	4,149	3,295	2,901	2,668	2,512	2,399	2,313	2,244	2,189	2,142	2,103	2,070	2,040	2,015	1,992	32
33	4,139	3,285	2,892	2,659	2,503	2,389	2,303	2,235	2,179	2,132	2,093	2,060	2,030	2,004	1,982	33
34	4,130	3,276	2,883	2,650	2,494	2,380	2,294	2,225	2,170	2,123	2,084	2,050	2,020	1,995	1,972	34
35	4,121	3,267	2,874	2,641	2,485	2,372	2,285	2,217	2,161	2,114	2,075	2,041	2,012	1,986	1,963	35
40	4,085	3,232	2,839	2,606	2,449	2,336	2,249	2,180	2,124	2,077	2,038	2,003	1,974	1,948	1,924	40
60	4,001	3,150	2,758	2,525	2,368	2,254	2,167	2,097	2,040	1,993	1,952	1,917	1,887	1,860	1,836	60
80	3,960	3,111	2,719	2,486	2,329	2,214	2,126	2,056	1,999	1,951	1,910	1,875	1,845	1,817	1,793	80
90	3,947	3,098	2,706	2,473	2,316	2,201	2,113	2,043	1,986	1,938	1,897	1,861	1,830	1,803	1,779	90
100	3,936	3,087	2,696	2,463	2,305	2,191	2,103	2,032	1,975	1,927	1,886	1,850	1,819	1,792	1,768	100
120	3,920	3,072	2,680	2,447	2,290	2,175	2,087	2,016	1,959	1,910	1,869	1,834	1,803	1,775	1,750	120
inf.	3,841	2,996	2,605	2,372	2,214	2,099	2,010	1,938	1,880	1,831	1,789	1,752	1,720	1,692	1,666	inf.

Grados de libertad del Denominador



**TABLA D.9: VALORES CRITICOS DE LA DISTRIBUCION F (0,05)**

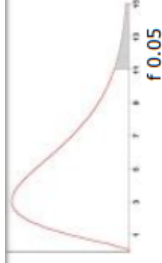
		Grados de libertad del Numerador																
		16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	g.d.l	
1	246,5	246,9	247,3	247,7	248,0	248,3	248,6	248,8	249,1	249,3	249,5	249,6	249,8	250,0	250,1	250,1	1	g.d.l
2	19,433	19,437	19,440	19,443	19,446	19,448	19,450	19,452	19,454	19,456	19,457	19,459	19,460	19,461	19,462	19,462	2	
3	8,692	8,683	8,675	8,667	8,660	8,654	8,648	8,643	8,639	8,634	8,630	8,626	8,623	8,620	8,617	8,617	3	
4	5,844	5,832	5,821	5,811	5,803	5,795	5,787	5,781	5,774	5,769	5,763	5,759	5,754	5,750	5,746	5,746	4	
5	4,604	4,590	4,579	4,568	4,558	4,549	4,541	4,534	4,527	4,521	4,515	4,510	4,505	4,500	4,496	4,496	5	
6	3,922	3,908	3,896	3,884	3,874	3,865	3,856	3,849	3,841	3,835	3,829	3,823	3,818	3,813	3,808	3,808	6	
7	3,494	3,480	3,467	3,455	3,445	3,435	3,426	3,418	3,410	3,404	3,397	3,391	3,386	3,381	3,376	3,376	7	
8	3,202	3,187	3,173	3,161	3,150	3,140	3,131	3,123	3,115	3,108	3,102	3,095	3,090	3,084	3,079	3,079	8	
9	2,989	2,974	2,960	2,948	2,936	2,926	2,917	2,908	2,900	2,893	2,886	2,880	2,874	2,869	2,864	2,864	9	
10	2,828	2,812	2,798	2,785	2,774	2,764	2,754	2,745	2,737	2,730	2,723	2,716	2,710	2,705	2,700	2,700	10	
11	2,701	2,685	2,671	2,658	2,646	2,636	2,626	2,617	2,609	2,601	2,594	2,588	2,582	2,576	2,570	2,570	11	
12	2,599	2,583	2,568	2,555	2,544	2,533	2,523	2,514	2,505	2,498	2,491	2,484	2,478	2,472	2,466	2,466	12	
13	2,515	2,499	2,484	2,471	2,459	2,448	2,438	2,429	2,420	2,412	2,405	2,398	2,392	2,386	2,380	2,380	13	
14	2,445	2,428	2,413	2,400	2,388	2,377	2,367	2,357	2,349	2,341	2,333	2,326	2,320	2,314	2,308	2,308	14	
15	2,385	2,368	2,353	2,340	2,328	2,316	2,306	2,297	2,288	2,280	2,272	2,265	2,259	2,253	2,247	2,247	15	
16	2,333	2,317	2,302	2,288	2,276	2,264	2,254	2,244	2,235	2,227	2,220	2,212	2,206	2,200	2,194	2,194	16	
17	2,289	2,272	2,257	2,243	2,230	2,219	2,208	2,199	2,190	2,181	2,174	2,167	2,160	2,154	2,148	2,148	17	
18	2,250	2,233	2,217	2,203	2,191	2,179	2,168	2,159	2,150	2,141	2,134	2,126	2,119	2,113	2,107	2,107	18	
19	2,215	2,198	2,182	2,168	2,155	2,144	2,133	2,123	2,114	2,106	2,098	2,090	2,082	2,077	2,071	2,071	19	
20	2,184	2,167	2,151	2,137	2,124	2,112	2,102	2,092	2,082	2,074	2,066	2,059	2,052	2,045	2,039	2,039	20	
21	2,156	2,139	2,123	2,109	2,096	2,084	2,073	2,063	2,054	2,045	2,037	2,030	2,023	2,016	2,010	2,010	21	
22	2,131	2,114	2,098	2,084	2,071	2,059	2,048	2,038	2,028	2,020	2,012	2,004	1,997	1,990	1,984	1,984	22	
23	2,109	2,091	2,075	2,061	2,048	2,036	2,025	2,014	2,005	1,996	1,988	1,981	1,973	1,967	1,961	1,961	23	
24	2,088	2,070	2,054	2,040	2,027	2,015	2,004	1,993	1,984	1,975	1,967	1,959	1,952	1,945	1,939	1,939	24	
25	2,069	2,051	2,035	2,021	2,007	1,995	1,984	1,974	1,964	1,955	1,947	1,939	1,932	1,926	1,919	1,919	25	
26	2,052	2,034	2,018	2,003	1,990	1,978	1,966	1,956	1,946	1,938	1,929	1,921	1,914	1,907	1,901	1,901	26	
27	2,036	2,018	2,002	1,987	1,974	1,961	1,950	1,940	1,930	1,921	1,913	1,905	1,898	1,891	1,884	1,884	27	
28	2,021	2,003	1,987	1,972	1,959	1,946	1,935	1,924	1,915	1,906	1,897	1,889	1,882	1,875	1,869	1,869	28	
29	2,007	1,989	1,973	1,958	1,945	1,932	1,921	1,910	1,901	1,891	1,883	1,875	1,868	1,861	1,854	1,854	29	
30	1,995	1,976	1,960	1,945	1,932	1,919	1,908	1,897	1,887	1,878	1,870	1,862	1,854	1,847	1,841	1,841	30	
31	1,983	1,965	1,948	1,933	1,920	1,907	1,896	1,885	1,875	1,866	1,857	1,849	1,842	1,835	1,828	1,828	31	
32	1,972	1,953	1,937	1,922	1,908	1,896	1,884	1,873	1,864	1,854	1,846	1,837	1,830	1,823	1,817	1,817	32	
33	1,961	1,943	1,926	1,911	1,898	1,885	1,873	1,863	1,853	1,844	1,835	1,827	1,819	1,812	1,806	1,806	33	
34	1,952	1,933	1,917	1,902	1,888	1,875	1,863	1,853	1,843	1,834	1,825	1,817	1,809	1,802	1,795	1,795	34	
35	1,942	1,924	1,907	1,892	1,878	1,866	1,854	1,843	1,833	1,824	1,815	1,807	1,799	1,792	1,786	1,786	35	
40	1,904	1,885	1,868	1,853	1,839	1,826	1,814	1,803	1,793	1,783	1,775	1,766	1,759	1,751	1,744	1,744	40	
60	1,815	1,796	1,778	1,763	1,748	1,735	1,722	1,711	1,700	1,690	1,681	1,672	1,664	1,656	1,649	1,649	60	
80	1,772	1,752	1,734	1,718	1,703	1,689	1,677	1,665	1,654	1,644	1,634	1,626	1,617	1,609	1,602	1,602	80	
90	1,757	1,737	1,720	1,703	1,688	1,675	1,662	1,650	1,639	1,629	1,619	1,610	1,601	1,593	1,586	1,586	90	
100	1,746	1,726	1,709	1,691	1,676	1,663	1,650	1,638	1,627	1,616	1,607	1,598	1,589	1,581	1,573	1,573	100	
120	1,728	1,709	1,690	1,674	1,659	1,645	1,632	1,620	1,608	1,598	1,588	1,579	1,570	1,562	1,554	1,554	120	
inf.	1,644	1,623	1,604	1,587	1,571	1,556	1,542	1,529	1,517	1,506	1,496	1,486	1,476	1,467	1,459	1,459	inf.	



área a la derecha del valor crítico = 0,05

Grados de libertad del Denominador

**Tabla D.9: VALORES CRÍTICOS DE LA DISTRIBUCION F (F(0,05))**



área a la derecha del valor crítico = 0,05

		Grados de libertad del Numerador															
		31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	50	60	100	120	inf.	g.d.l
1	g.d.l	250,2	250,4	250,5	250,6	250,7	250,8	250,9	251,0	251,1	251,1	251,8	252,2	253,0	253,3	254,3	1
2		19,463	19,464	19,465	19,466	19,467	19,468	19,469	19,469	19,470	19,471	19,476	19,479	19,486	19,487	19,496	2
3		8,614	8,611	8,609	8,606	8,604	8,602	8,600	8,598	8,596	8,594	8,581	8,572	8,554	8,549	8,526	3
4		5,742	5,739	5,735	5,732	5,729	5,727	5,724	5,722	5,719	5,717	5,699	5,688	5,664	5,658	5,628	4
5		4,492	4,488	4,484	4,481	4,478	4,474	4,472	4,469	4,466	4,464	4,444	4,431	4,405	4,398	4,365	5
6		3,804	3,800	3,796	3,792	3,789	3,786	3,783	3,780	3,777	3,774	3,754	3,740	3,712	3,705	3,669	6
7		3,371	3,367	3,363	3,359	3,356	3,352	3,349	3,346	3,343	3,340	3,319	3,304	3,275	3,267	3,230	7
8		3,075	3,070	3,066	3,062	3,059	3,055	3,052	3,049	3,046	3,043	3,020	3,005	2,975	2,967	2,928	8
9		2,859	2,854	2,850	2,846	2,842	2,839	2,835	2,832	2,829	2,826	2,803	2,787	2,756	2,748	2,707	9
10		2,695	2,690	2,686	2,681	2,678	2,674	2,670	2,667	2,664	2,661	2,637	2,621	2,588	2,580	2,538	10
11		2,565	2,561	2,556	2,552	2,548	2,544	2,541	2,537	2,534	2,531	2,507	2,490	2,457	2,448	2,404	11
12		2,461	2,456	2,452	2,447	2,443	2,439	2,436	2,432	2,429	2,426	2,401	2,384	2,350	2,341	2,296	12
13		2,375	2,370	2,366	2,361	2,357	2,353	2,349	2,346	2,342	2,339	2,314	2,297	2,261	2,252	2,206	13
14		2,303	2,298	2,293	2,289	2,284	2,280	2,277	2,273	2,270	2,266	2,241	2,223	2,187	2,178	2,131	14
15		2,241	2,236	2,232	2,227	2,223	2,219	2,215	2,211	2,208	2,204	2,178	2,160	2,123	2,114	2,066	15
16		2,188	2,183	2,178	2,174	2,169	2,165	2,161	2,158	2,154	2,151	2,124	2,106	2,068	2,059	2,010	16
17		2,142	2,137	2,132	2,127	2,123	2,119	2,115	2,111	2,107	2,104	2,077	2,058	2,020	2,011	1,960	17
18		2,102	2,096	2,091	2,087	2,082	2,078	2,074	2,070	2,066	2,063	2,035	2,017	1,978	1,968	1,917	18
19		2,066	2,060	2,055	2,050	2,046	2,042	2,037	2,034	2,030	2,026	1,999	1,980	1,940	1,930	1,878	19
20		2,033	2,028	2,023	2,018	2,013	2,009	2,005	2,001	1,997	1,994	1,966	1,946	1,907	1,896	1,843	20
21		2,004	1,999	1,994	1,989	1,984	1,980	1,976	1,972	1,968	1,965	1,936	1,916	1,876	1,866	1,812	21
22		1,978	1,973	1,968	1,963	1,958	1,954	1,949	1,945	1,942	1,938	1,909	1,889	1,848	1,838	1,783	22
23		1,955	1,949	1,944	1,939	1,934	1,930	1,925	1,921	1,918	1,914	1,885	1,865	1,823	1,813	1,757	23
24		1,933	1,927	1,922	1,917	1,912	1,908	1,904	1,900	1,896	1,892	1,863	1,842	1,800	1,790	1,733	24
25		1,913	1,908	1,902	1,897	1,892	1,888	1,884	1,879	1,876	1,872	1,842	1,822	1,779	1,768	1,711	25
26		1,895	1,889	1,884	1,879	1,874	1,869	1,865	1,861	1,857	1,853	1,823	1,803	1,760	1,749	1,691	26
27		1,878	1,872	1,867	1,862	1,857	1,852	1,848	1,844	1,840	1,836	1,806	1,785	1,742	1,731	1,672	27
28		1,863	1,857	1,851	1,846	1,841	1,837	1,832	1,828	1,824	1,820	1,790	1,769	1,725	1,714	1,654	28
29		1,848	1,842	1,837	1,832	1,827	1,822	1,818	1,813	1,809	1,806	1,775	1,754	1,710	1,698	1,638	29
30		1,835	1,829	1,823	1,818	1,813	1,808	1,804	1,800	1,796	1,792	1,761	1,740	1,695	1,683	1,622	30
31		1,822	1,816	1,811	1,805	1,800	1,796	1,791	1,787	1,783	1,779	1,748	1,726	1,681	1,670	1,608	31
32		1,810	1,804	1,799	1,794	1,789	1,784	1,779	1,775	1,771	1,767	1,736	1,714	1,669	1,657	1,594	32
33		1,799	1,793	1,788	1,783	1,777	1,773	1,768	1,764	1,760	1,756	1,724	1,702	1,657	1,645	1,581	33
34		1,789	1,783	1,777	1,772	1,767	1,762	1,758	1,753	1,749	1,745	1,713	1,691	1,645	1,633	1,569	34
35		1,779	1,773	1,768	1,762	1,757	1,752	1,748	1,743	1,739	1,735	1,703	1,681	1,635	1,623	1,558	35
40		1,738	1,732	1,726	1,721	1,715	1,710	1,706	1,701	1,697	1,693	1,660	1,637	1,589	1,577	1,509	40
60		1,642	1,636	1,630	1,624	1,618	1,613	1,608	1,603	1,599	1,594	1,559	1,534	1,481	1,467	1,389	60
80		1,595	1,588	1,582	1,576	1,570	1,564	1,559	1,554	1,549	1,545	1,508	1,482	1,426	1,411	1,325	80
90		1,579	1,572	1,566	1,560	1,554	1,548	1,543	1,538	1,533	1,528	1,491	1,465	1,407	1,391	1,302	90
100		1,566	1,559	1,553	1,547	1,541	1,535	1,530	1,525	1,520	1,515	1,477	1,450	1,392	1,376	1,283	100
120		1,547	1,540	1,534	1,527	1,521	1,516	1,510	1,505	1,500	1,495	1,457	1,429	1,369	1,352	1,254	120
inf.		1,451	1,444	1,436	1,429	1,423	1,417	1,411	1,405	1,399	1,394	1,350	1,318	1,253	1,221	1,000	inf.

Grados de libertad del Denominador

## ANEXO 06

### Recolección de aceites reciclados de las pollerías.

*Imagen N° 1 Recolectando Aceite de la pollería "Oasis"*



*Imagen N° 2 Recolectando Aceite de la pollería "D'Norma".*



*Imagen N° 3. Recolectando Aceite de la pollería "Milagritos".*



## Materiales usados en el Laboratorio.

Imagen N° 4. Muestras Recolectadas de las pollerías "D'Norma", "Oasis" y "Milagritos"

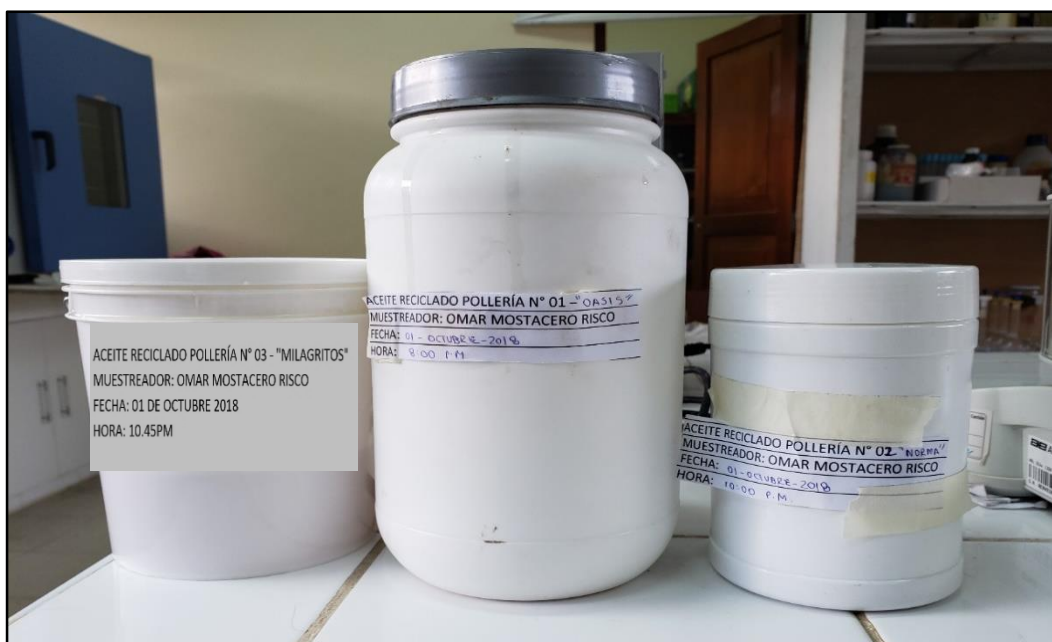


Imagen N° 5. Materiales usados en Laboratorio.



Imagen N° 6. A la izquierda Pipeta, al lado derecho el equipo de reflujo.



Imagen N° 7. A la izquierda Agitador magnético, al lado derecho la balanza analítica.

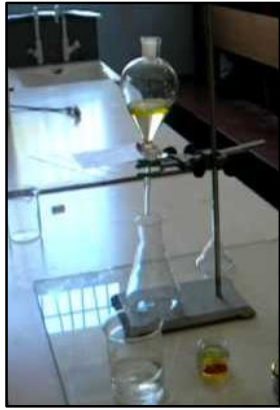


*Imagen N° 8. A la izquierda Equipo de bomba de vacío, al lado derecho Cámara de extracción de vapor.*



### **Pretratamiento del aceite de cocina usado.**

*Imagen N° 9. Comienzo del pretratamiento con la decantación del aceite.*



*Imagen N° 10. Filtrado del aceite*



*Imagen N° 11. Secado del aceite.*



## Experimento en Laboratorio.

*Imagen N° 12. Pesando la soda cáustica.*



*Imagen N° 13. Graduando el agua que fue mezclada con la soda cáustica*



*Imagen N° 14. Llevando la mezcla a la cámara de extracción de vapor.*



*Imagen N° 15. Disolviendo la mezcla con leves movimientos.*

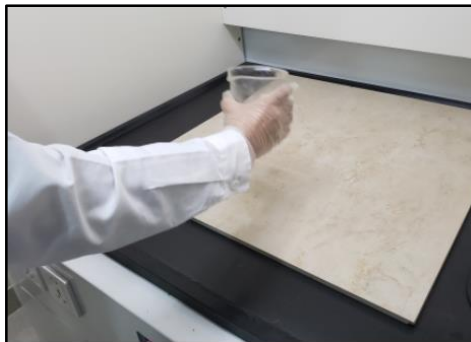
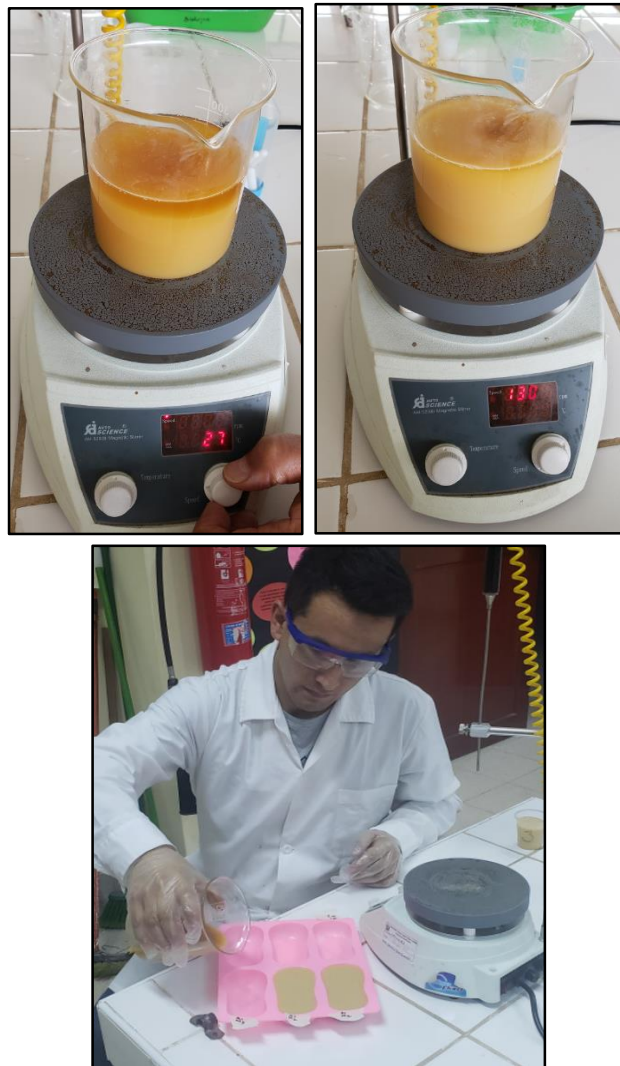




Imagen N° 16. Mezcla de la soda cáustica con el aceite reciclado utilizando el agitador magnético.



Imagen N° 17. Jabón terminado y vertido en un molde.



## Hallando el Índice de Saponificación.

Imagen N° 18. Pesando la muestra del aceite reciclado para hallar la saponificación.

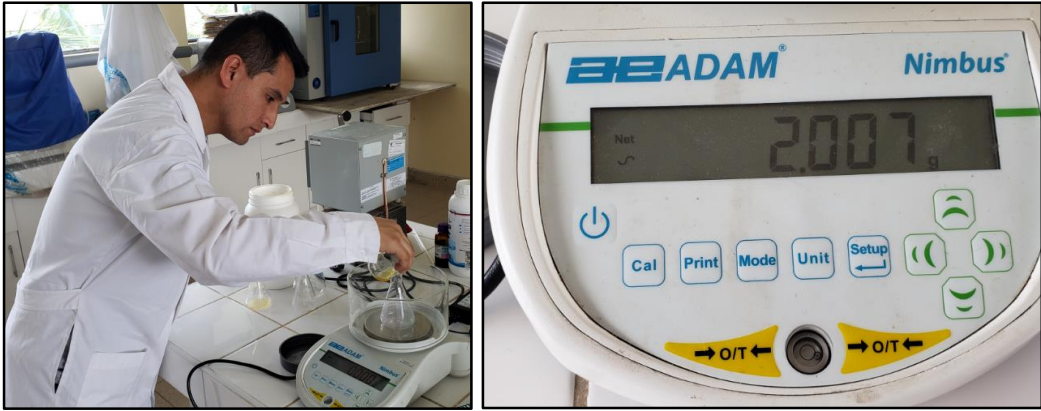


Imagen N° 19. Pesando el aceite reciclado, añadiendo el ácido clorhídrico.



Imagen N° 20. Llevando la muestra al equipo de reflujo.



*Imagen N° 21. Añadiendo unas gotas de la fenolftaleína utilizado como un indicador ácido-base.*



*Imagen N° 22. Viraje de la fenolftaleína de color transparente a rosa.*





*Imagen N° 23. Hallando la densidad de la muestra.*

