



# **ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**

## **Facultad de Ciencias Naturales y Matemáticas**

**“FORMULACION Y DESARROLLO DE UNA CREMA  
INDICADORA DE COMBUSTIBLES PARA AFORO DE  
TANQUES DE ALMACENAMIENTO”**

### **PROYECTO INTEGRADOR**

Previo a la obtención del Título de:

**INGENIERO/A QUÍMICO/A**

Presentado por:

**KARLA GÉNESIS RAMIREZ SOLIS**

**LUIS GONZALO MORILLO TAPIA**

Guayaquil - Ecuador

Año: 2016

## AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios por caminar a mi lado desde mis primeros pasos, por iluminarme en cada decisión tomada y darme la fortaleza para seguir adelante. Agradezco a mis padres Amelia Solis y Carlos Ramirez por el apoyo incondicional que me han brindado a lo largo de mi vida, les agradezco por ser mi inspiración para alcanzar las metas que me he propuesto, por creer en mi e incentivarme cada día a ser mejor persona, por impulsarme a terminar este proyecto. A mis hermanas Marilyn y Melina Ramirez por ser constantes en mi vida, por apoyarme e incentivarme cada día. A Carlos Mera por ser mi confidente, acompañarme y apoyarme constantemente durante el desarrollo de este proyecto. A mi tutor Raúl Serrano por su paciencia, dedicación y ser una guía indispensable durante este periodo académico, por ser un pilar fundamental en el éxito de este proyecto. También expresar mis agradecimientos a los ingenieros Washington Rojas y Verónica Mora que forman parte de la empresa INDUCEPSA S.A, por abrirme las puertas en el laboratorio de calidad de dicha empresa.

***Karla Ramírez***

Le agradezco a Dios por haberme guiado y por formar parte importante de mi vida, por haberme dado tanto y estar presente en cada una de mis decisiones. Agradezco a mis padres Esperanza Tapia y Wilson Morillo, quienes han sido mi fortaleza y me han sabido guiar a lo largo de la vida, les agradezco por estar siempre a mi lado apoyándome en cada decisión y motivándome a seguir adelante. A mis hermanas, Mayte Morillo y Nahomy Morillo, quienes son parte importante de mi vida y siempre han confiado en mí, lo cual me ha ayudado a lo largo de mi carrera. A mi amigo Washington Cotera, quien ha sido como una familia para mí y me ha apoyado a continuar y seguir adelante sin importar los problemas, le agradezco por confiar en mis capacidades y por estar ahí siempre. A mi tutor, el Ingeniero Raúl Serrano, por su tiempo, paciencia y por habernos sabido guiar, por habernos enseñado tanto y por prepararnos para la vida profesional. Un agradecimiento especial al Ingeniero Washington Rojas y la Ingeniera Verónica Mora, por tener la predisposición de ayudarnos en este proyecto abriéndonos las puertas de su laboratorio y dándonos consejos muy valiosos para poder sacar adelante el presente proyecto.

***Luis Morillo***

## **DEDICATORIA**

Este proyecto se lo dedicamos a Dios y a nuestros padres, quienes han sido una guía durante nuestra vida, nos han incentivado y apoyado para alcanzar nuestras metas.

# TRIBUNAL DE GRADUACIÓN

---

Tutor del proyecto de graduación

Ing. Raúl Serrano

---

Docente de la Facultad de Ciencias Naturales y Matemáticas

Ing. Pablo Tejada

---

Docente de la Facultad de Ciencias Naturales y Matemáticas

MSc. John Fajardo

## **DECLARACIÓN EXPRESA**

“La responsabilidad del contenido de este proyecto nos corresponde exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la Escuela Superior Politécnica Del Litoral”.

(Reglamento de Graduación de la ESPOL)

---

Karla Ramírez Solís

---

Luis Morillo Tapia

## RESUMEN

Este proyecto está orientado principalmente a la formulación y elaboración de una crema indicadora de combustibles que se pueda utilizar para el **aforo de tanques** de almacenamiento. La **crema** actúa de tal forma que su color cambia al contacto con el **combustible**, permitiendo de esta manera evidenciar hasta donde se encuentra el nivel.

En este proyecto se habla de las materias primas a utilizar en la elaboración de la crema, sus propiedades y porque se utilizan en la formulación. Además, se presentan los ensayos realizados con el fin de obtener un producto adecuado.

Finalmente se presentan los resultados de los ensayos de caracterización realizados al producto final, tales como, densidad, extensibilidad, punto de gota, solubilidad, comportamiento en combustibles, entre otros, y la información necesaria para su correcto uso evitando daños en la salud debido a la incorrecta manipulación.

**Palabras clave:** crema indicadora de combustible, aforo de tanques.

## **ABSTRACT**

*This Project is mainly addressed to the formulation and elaboration of a **fuel indicator cream** that can be used for the storage tanks capacity. This cream acts by changing its color when it's put in contact with the fuel, allowing to see the level of the fuel in the tank.*

*In this project, we talk about the raw materials needed for the elaboration of the cream, their properties, and also the reason why we use them. Besides, tests for the elaboration of the product are presented.*

*Finally the test results of the characterization properties such as the density, extensibility, drop point, solubility, among others, and the necessary information for the correct use of the product, by avoiding health damage due to the incorrect handling.*

**Keywords:** *fuel indicator cream, storage tanks capacity.*



## ÍNDICE GENERAL

AGRADECIMIENTOS.....	II
DEDICATORIA .....	IV
TRIBUNAL DE GRADUACIÓN.....	V
DECLARACIÓN EXPRESA.....	VI
RESUMEN.....	VII
<i>ABSTRACT</i> .....	VIII
ÍNDICE GENERAL.....	IX
ABREVIATURAS .....	XV
SIMBOLOGÍA .....	XVI
ÍNDICE DE IMÁGENES.....	XVII
ÍNDICE DE GRÁFICAS .....	XIX
ÍNDICE DE TABLAS .....	XXI
CAPÍTULO 1.....	24
1. INTRODUCCIÓN.....	24
1.1. Definición del tema.....	24
1.2. Planteamiento del problema.....	26

1.3.	Justificación .....	31
1.4.	Objetivos .....	33
1.4.1.	Objetivo general .....	33
1.4.2.	Objetivos específicos .....	33
CAPÍTULO 2.....		34
2.	MARCO TEÓRICO .....	34
2.1.	Métodos de aforo de tanques de combustible .....	34
2.1.1.	Aforo sondeo.....	35
2.1.2.	Aforo de vacío.....	36
2.2.	Cinta de medición.....	37
2.3.	Crema indicadora de combustibles .....	38
2.4.	Características de crema indicadora de combustibles .....	38
2.5.	Uso de crema indicadora de combustibles.....	38
2.6.	Uso en Ecuador de crema indicadora de combustibles.....	39
2.7.	Patente del producto .....	39
2.8.	Composición de crema indicadora de combustibles.....	40
2.8.1.	Vehículo.....	40
2.8.2.	Carga .....	41
2.8.3.	Pigmento.....	43

2.8.4. Aditivos .....	45
CAPÍTULO 3.....	46
3. METODOLOGÍA DEL DISEÑO.....	46
3.1. Análisis de productos existentes .....	47
3.1.1. Espectroscopia de infrarrojo .....	47
3.1.2. Solubilidad en agua .....	49
3.1.3. Solubilidad en gasolina y diésel .....	50
3.1.4. Densidad.....	51
3.1.5. Estabilidad térmica.....	51
3.1.6. Penetración.....	52
3.1.7. Punto de gota.....	53
3.1.8. Extensibilidad.....	54
3.1.9. Comportamiento en gasolina y diésel .....	54
3.1.10. Estabilidad del color .....	55
3.2. Elaboración de crema indicadora de combustibles .....	56
3.3. Análisis del producto .....	56
CAPÍTULO 4.....	58
4. RESULTADOS.....	58
4.1. Análisis de productos existentes .....	58

4.1.1.	Espectroscopia de infrarrojo .....	58
4.1.2.	Solubilidad .....	61
4.1.3.	Densidad.....	62
4.1.4.	Estabilidad térmica.....	63
4.1.5.	Penetración.....	66
4.1.6.	Punto de gota.....	67
4.1.7.	Extensibilidad.....	68
4.1.8.	Comportamiento en gasolina y diésel .....	69
4.1.9.	Estabilidad de color.....	70
4.2.	Elaboración de cremas con formulaciones propuestas .....	72
4.3.	Resultados de la crema indicadora de combustibles.....	74
4.4.	Evaluación preliminar de las cremas desarrolladas.....	82
4.4.1.	Solubilidad en agua .....	82
4.4.2.	Solubilidad en Gasolina .....	83
4.4.3.	Solubilidad en Diésel.....	84
4.4.4.	Densidad.....	85
4.4.5.	Estabilidad térmica.....	86
4.4.6.	Penetración.....	92
4.4.7.	Punto de gota.....	93

4.4.8. Extensibilidad.....	94
Se utilizó un peso de 0.04 gramos para todas las cremas. Los valores de las áreas cubiertas por esta cantidad de masa se presentan en la Tabla XX. Se puede apreciar en la Imagen 22 la expansión de las diferentes cremas.....	
4.4.9. Comportamiento en gasolina y diésel .....	96
4.4.10. Estabilidad de color.....	98
4.5. Comparación de la crema importada vs crema nacional.....	109
4.6. Evaluación de las cremas seleccionadas .....	116
4.7. Discusión de los Resultados.....	118
4.7.1. Elaboración del producto .....	118
4.7.2. Densidad.....	122
4.7.3. Solubilidad .....	126
4.7.4. Estabilidad Térmica .....	131
4.7.5. Penetración.....	134
4.7.6. Punto de Gota.....	137
4.7.7. Extensibilidad.....	138
4.7.8. Comportamiento en gasolina .....	140
4.7.9. Comportamiento en Diésel.....	142

4.7.10. Estabilidad del color .....	143
4.7.11. Puntuación de cremas .....	146
4.8. Encuesta de Aceptación del Producto.....	146
4.9. Análisis económico del producto desarrollado.....	151
4.10. Ficha técnica del producto nuevo.....	153
CONCLUSIONES .....	155
RECOMENDACIONES.....	157
BIBLIOGRAFÍA.....	158
ANEXOS.....	160

## ABREVIATURAS

API	American Petroleum Institute
ARCH	Agencia de Regulación y Control Hidrocarburífero
ASTM	American Society for Testing and Materials
CAS	Identificación numérica única para compuestos químicos, preparados, polímeros, etc.
ESPOL	Escuela Superior Politécnica del Litoral
FOB	Free On Board
FTIR	Fourier Transform Infrared Spectroscopy
INEN	Instituto Ecuatoriano de Normalización
LEMAT	Laboratorio de Ensayos Metrológicos y de Materiales
NTE	Norma Técnica Ecuatoriana
NLGI	National Lubricating Grease Institute

## SIMBOLOGÍA

%	Porcentaje
°C	Grados centígrados
$cm^3$	Centímetros cúbicos
$cm^2$	Centímetros cuadrados
ml	Mililitros
g	Gramos
$CaSO_4$	Sulfato de calcio
$(C_4H_6O_2)_n$	Acetato de polivinilo
$Mg_3Si_4O_{10}(OH)_2$	Silicato de magnesio hidratado



## ÍNDICE DE IMÁGENES

<b>Imagen 1.</b> Equipo de sondeo.....	35
<b>Imagen 2.</b> Aforo al vacío .....	36
<b>Imagen 3.</b> Espectrofotómetro infrarrojo (FTIR).....	48
<b>Imagen 4.</b> Picnómetro con muestra de crema.....	63
<b>Imagen 5.</b> Sistema de calentamiento con baño de glicerina. ....	64
<b>Imagen 6.</b> Muestra en estado líquido. Se aprecian las fases formadas. ....	65
<b>Imagen 7.</b> Muestra analizada en el Penetrómetro.....	66
<b>Imagen 8.</b> Muestra analizada en el penetrómetro. ....	66
<b>Imagen 9.</b> Análisis del Punto de Gota de la crema importada.....	67
<b>Imagen 10.</b> Área cubierta al aplicar fuerza sobre una de las placas. ....	68
<b>Imagen 11.</b> Solubilidad en agua de las cremas seleccionadas. ....	83
<b>Imagen 12.</b> Muestra de crema en el picnómetro. ....	85
<b>Imagen 13.</b> Sistema de calentamiento. ....	86
<b>Imagen 14.</b> Crema 01 después de haber sido expuesta al calor.....	88
<b>Imagen 15.</b> Crema 19 después de haber sido expuesta al calor.....	88
<b>Imagen 16.</b> Crema 21 después de haber sido expuesta al calor.....	89
<b>Imagen 17.</b> Crema 20 después de haber sido expuesta al calor.....	89
<b>Imagen 18.</b> Ensayo de penetración a productos seleccionados.....	92
<b>Imagen 19.</b> En (a) y (b) se observa la realización del ensayo de punto de gota.....	94

**Imagen 20.** Extensibilidad de productos seleccionados (a) Crema 1. (b)

Crema 19. (c) Crema 20. (d) Crema 21. (e) Crema 22. .... 95

## ÍNDICE DE GRÁFICAS

<b>Gráfico 1.</b> Espectrofotómetro Infrarrojo - Longitud de onda vs Absorbancia - Crema Importada.....	59
<b>Gráfico 2.</b> Espectrofotómetro Infrarrojo - Longitud de onda vs transmitancia - Crema Importada.....	60
<b>Gráfico 3.</b> Composición de las cremas seleccionadas.....	121
<b>Gráfico 4.</b> Densidad de las cremas seleccionadas. ....	123
<b>Gráfico 5.</b> Comparación de solubilidad en agua de las cremas seleccionadas. ....	130
<b>Gráfico 6.</b> Comparación de solubilidad en gasolina eco-país de las cremas seleccionadas. ....	130
<b>Gráfico 7.</b> Comparación de solubilidad en diésel de las cremas seleccionadas. ....	131
<b>Gráfico 8.</b> Comparación de penetración de las cremas seleccionadas.....	136
<b>Gráfico 9.</b> Comparación de punto de gota de las cremas seleccionadas. .	138
<b>Gráfico 10.</b> Comparación de extensibilidad de las cremas seleccionadas.	139
<b>Gráfico 11.</b> Comportamiento en gasolina eco-país de las cremas seleccionadas. ....	141
<b>Gráfico 12.</b> Comportamiento en diésel de las cremas seleccionadas.....	143
<b>Gráfico 13.</b> Resultados de encuestas a las gasolineras - Consistencia.....	147
<b>Gráfico 14.</b> Resultados de encuestas a las gasolineras - Confiabilidad de la lectura de nivel.....	148

<b>Gráfico 15.</b> Resultados de encuestas a las gasolineras - Untuosidad. ....	149
<b>Gráfico 16.</b> Resultados de encuestas a las gasolineras - ¿Usaría el Producto? .....	149
<b>Gráfico 17.</b> Resultados de encuestas a las gasolineras - Apreciación del Producto. ....	150

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla I.</b> Estimación de consumo de crema indicadora de combustibles en Ecuador. ....	29
<b>Tabla II.</b> Características de cargas más habituales. ....	43
<b>Tabla III.</b> Clasificación NLGI de grasas. ....	53
<b>Tabla IV.</b> Solubilidad en agua, gasolina y diésel de la crema importada. ....	62
<b>Tabla V.</b> Densidad de crema importada. ....	63
<b>Tabla VI.</b> Resumen del comportamiento de la crema importada a diferentes temperaturas. ....	65
<b>Tabla VII.</b> Consistencia de la crema importada. ....	67
<b>Tabla VIII.</b> Resultados obtenidos en el ensayo de extensibilidad para la crema importada. ....	69
<b>Tabla IX.</b> Comportamiento de la crema en gasolina eco-país. ....	69
<b>Tabla X.</b> Comportamiento de la crema en diésel. ....	70
<b>Tabla XI.</b> Resultados obtenidos de duración del color de la crema importada. ....	71
<b>Tabla XII.</b> Composición en la preparación de crema indicadora de combustibles. ....	73
<b>Tabla XIII.</b> Resultados obtenidos de las diferentes cremas realizadas. ....	74
<b>Tabla XIV.</b> Solubilidad en gasolina de las cremas seleccionadas. ....	84
<b>Tabla XV.</b> Solubilidad en diésel de las cremas seleccionadas. ....	84

<b>Tabla XVI.</b> Valores obtenidos en la determinación de densidad para las cremas seleccionadas. ....	85
<b>Tabla XVII.</b> Resumen de las observaciones obtenidas durante el ensayo de estabilidad térmica. ....	90
<b>Tabla XVIII.</b> Penetración de las cremas seleccionadas. ....	93
<b>Tabla XIX.</b> Temperaturas de punto de gota de las distintas cremas. ....	94
<b>Tabla XX.</b> Valores obtenidos en el ensayo de extensibilidad para la crema elaborada. ....	96
<b>Tabla XXI.</b> Comportamiento de las cremas en gasolina eco-país. ....	97
<b>Tabla XXII.</b> Ensayo del comportamiento de las cremas en diésel. ....	98
<b>Tabla XXIII.</b> Duración del color para la crema 01 en gasolina. ....	99
<b>Tabla XXIV.</b> Duración del color para la crema 19 en gasolina. ....	100
<b>Tabla XXV.</b> Duración del color para la crema 20 en gasolina. ....	101
<b>Tabla XXVI.</b> Duración del color para la crema 21 en gasolina. ....	102
<b>Tabla XXVII.</b> Resultados obtenidos de duración del color para la crema 22a y 22b en gasolina. ....	103
<b>Tabla XXVIII.</b> Resultados obtenidos de duración del color para la crema 01 en diésel. ....	104
<b>Tabla XXIX.</b> Duración del color para la crema 19 en diésel. ....	105
<b>Tabla XXX.</b> Duración del color para la crema 20 en diésel. ....	106
<b>Tabla XXXI.</b> Resultados obtenidos de duración del color para la crema 21 en diésel. ....	107

<b>Tabla XXXII.</b> Duración del color para la crema 22a y 22b en diésel.....	108
<b>Tabla XXXIII.</b> Comparación de producto existente vs productos obtenidos. .....	110
<b>Tabla XXXIV.</b> Puntuación asignada a cada crema por ensayo realizado...	117
<b>Tabla XXXV.</b> Costos por materia prima utilizada.....	151

# CAPÍTULO 1

## 1. INTRODUCCIÓN

### 1.1. Definición del tema

El uso de cremas indicadoras para combustibles es de vital importancia para lograr controlar las existencias en los tanques de almacenamiento. El aforo de tanques de combustibles nos permite llevar un registro de la utilización del hidrocarburo almacenado o si existen pérdidas por su volatilidad. La crema especializada para el aforo de combustibles se caracteriza por cambiar de color al contacto con el hidrocarburo, lo cual se marca en la cinta de medición utilizada, el nivel al que se encuentra en ese momento y permite determinar el volumen almacenado.

El uso de la crema indicadora de combustible nace debido a la necesidad de tener un dato confiable y real, el procedimiento de medición del tanque no se puede realizar usando únicamente la cinta de medición, pues el hidrocarburo al ser muy volátil se evapora mientras la cinta se extrae del líquido.



De acuerdo al American Petroleum Institute (API), el procedimiento de medición de tanques verticales de techo fijo o móvil, incluye el uso de una crema indicadora de producto apropiada que facilite la lectura del corte en la cinta de medición. También se señala que el uso de tiza o talco, como reemplazo de la crema indicadora no está permitido debido a que el petróleo tiende a resbalarse en estos.

Actualmente Ecuador importa este tipo de productos siendo Kolor Kut la marca de mayor venta en el mercado, la cual es elaborada en Texas–USA, esta crema cumple con las características que se han descrito anteriormente cambiando de color al contacto con el hidrocarburo sin disolverse en este. De la mano con la crema indicadora de combustible va la crema indicadora de agua, aunque no forma parte del presente proyecto, es importante su determinación, ya que nos permite tener un valor real de la cantidad de producto útil que tenemos almacenado.

El éxito de la crema indicadora radica en la claridad con la que señale el corte del líquido y que tan rápido se da el cambio de color.

La crema indicadora debe poder actuar al contacto con diferentes hidrocarburos, tales como: Gasolina, Diésel, Nafta, Querosén, Gasoil, Petróleo crudo, combustibles de jet, entre otros.

## **1.2. Planteamiento del problema**

A partir de la refinación del crudo se pueden obtener combustibles como diésel, gasolina, jet fuel, kerosene, entre otros, estos son procesados y almacenados en diferentes tanques especialmente diseñados para cada tipo de combustible según su densidad, presión de vapor, temperatura, volatilidad, entre los que podemos encontrar tanques de techo fijo, flotante, entre otros. Una vez almacenado el combustible es posible su comercialización.

Los dueños o responsables del producto deben cuantificar sus pérdidas o ganancias por lo cual se considera importante conocer la cantidad de combustible almacenada con exactitud, la cantidad vendida y las pérdidas en caso de existir, de esta forma se garantiza la satisfacción tanto de vendedores como consumidores y las ganancias por la venta del producto, para esto se realiza la calibración de cada tanque es decir se deben conocer las dimensiones exactas de cada uno.

Los tanques de almacenamiento nunca se encontrarán totalmente llenos, esto es debido a la alta volatilidad de algunos combustibles y a la carga y descarga del producto al ser comercializado o transportado.

Para conocer el volumen de dicho tanque no variarán las dimensiones de diámetro pero si de altura para lo cual se han desarrollado varios métodos manuales de aforo como indica la norma ASTM D 1085 “Método de medición del petróleo y productos del petróleo”, el más utilizado consiste en introducir una varilla previamente calibrada para conocer el nivel de combustible, sin embargo para el caso de combustibles altamente volátiles al momento de retirar la varilla para tomar la lectura, el líquido se evapora, evitando así la correcta medición del nivel del líquido. Una lectura errónea proporcionará un resultado no confiable, lo cual dificulta las operaciones de comercialización.

Según Alberto Segovia, ex presidente de Petrocomercial, el daño por perdidas esta alrededor de 10 millones de dólares anuales, es decir el 3% de la producción, entre las variables responsables esta la inexactitud de mediciones la cual afecta al manejo de inventarios (1).

Es por esto que se deben asegurar que las mediciones sean lo más exactas posibles tanto en oleoductos como en lugares de almacenamiento, para que el producto transferido sea exacto, situación que no se consigue usando sólo las varillas de medición.

Para lograr una mayor exactitud en la medición del nivel de combustible en tanques de almacenamiento se utiliza una crema indicadora la cual se debe untar en la varilla de medición que se introduce al tanque, esta cambia de color en contacto con la mezcla de hidrocarburos, sin embargo en Ecuador no se fabrica, existiendo la necesidad de importarla ya que es sumamente importante para una medición más exacta de combustible tanto en las actividades de explotación, almacenamiento y comercialización, debido a que se realizan constante mediciones, por ejemplo las estaciones de servicio realizan alrededor de 2 mediciones diarias por cada tanque, la Terminal Pascuales cuenta con 20 tanques de almacenamiento en los cuales se realiza alrededor de 2 mediciones al día es decir 40 mediciones diarias debido a su constante carga y descarga de mezclas de hidrocarburos, las empresas comercializadoras realizan las mediciones al menos 2 veces al día, los auto tanques realizan el aforo constantemente ya que después de cada descarga se necesita realizar la medición del combustible.

En el país prevalece el uso del producto fabricado por la empresa Kolor Kut cuya marca tiene el mismo nombre, localizada en Houston, Texas.

A partir de encuestas realizadas a gasolineras, terminales petroleros y refinerías se obtuvo la información mostrada en la Tabla I.

**Tabla I.** Estimación de consumo de crema indicadora de combustibles en Ecuador.

	<b>Unidades existentes en el país</b>	<b>Uso promedio anual de cremas</b>	<b>Cantidad total de cremas anuales</b>	<b>Costo anual en cremas (\$)</b>
<b>Estaciones de servicio</b>	1127	6	6762	70662,9
<b>Refinerías</b>	3	36	108	1128,6
<b>Terminales de combustibles</b>	8	24	288	3009,6
<b>TOTAL</b>				<b>74801,1</b>

**Fuente:** Datos estadísticos, Agencia de regulación y control hidrocarburífero –

ARCH

**Elaboración:** Karla Ramírez; Luis Morillo

La presentación de la crema indicadora de combustibles más utilizada actualmente es de 2,25 oz (984,375g), con un costo de \$10,40 la unidad. Ecuador cuenta con 1127 estaciones de servicio, cada una utiliza alrededor de 6 cremas al año, es decir un total de 6762 cremas

anuales por todas las estaciones de servicio del país, lo cual representa un valor de \$70662,9.

Las 3 refinerías del país consumen alrededor de 108 cremas anuales, representando un valor de \$1128,6; mientras que las 8 terminales combustibles consumen alrededor de 288 cremas anuales, siendo un valor de \$3009,6. El total estimado esta alrededor de \$74801,1.

Por otro lado, conociendo que el producto es adquirido en el extranjero a un precio de \$5,65 por unidad y para ser comercializado en el país se tiene que cumplir con partidas arancelarias, se asume que el porcentaje de impuestos para este producto será el mismo que para grasas lubricantes, el cual entre los años 2010 y 2015 está entre 4-6% del valor FOB (2).

A partir de este valor se obtiene que se destinan alrededor de \$3740 en impuestos por la importación del producto, 54,3% representa el valor de compra de la crema, es decir \$40617, y como utilidad se obtiene el 40,7% es decir \$30445.

Al disminuir los valores de compra e importaciones aumentarían las ganancias, lo cual resulta un valor atractivo para pequeños emprendedores.

### **1.3. Justificación**

Conociendo que Ecuador es un país petrolero, y gran parte de sus actividades económicas dependen de este recurso se considera importante tener todos los equipos y materiales necesarios para la extracción del crudo, su refinación, almacenamiento y comercialización, para esto es necesario conocer constantemente el volumen de producto hidrocarburífero que se obtiene o que se vende, como se mencionó anteriormente los métodos más comunes para aforo de tanques de mezclas de hidrocarburos necesitan de una crema que actúe como indicador y así conocer el nivel exacto en un tanque de almacenamiento.

Ya que esta crema no es producida en Ecuador se realizó una encuesta al distribuidor autorizado de dicho producto en la ciudad de Guayaquil, en la cual se conoció que requieren la importación de alrededor de 100 envases de 2,25 oz mensuales para la ciudad de Guayaquil. Una de las principales marcas de crema para aforo de

combustibles es Kolor Kut la cual se localiza en Estados Unidos y vende su producto a alrededor de \$5,65 por unidad (cada unidad contiene 2,25oz) sin embargo en Ecuador se comercializa a \$10,40 cada unidad.

A partir de este incremento de precios del producto debido a la importación se ve la necesidad de producir una crema para aforo de tanques de combustibles que pueda utilizarse en las terminales petroleras y estaciones de servicio del país para que permita la obtención de medidas exactas en el nivel de combustible, de esta forma se disminuiría las importaciones de la crema para combustibles y se convertiría en una nueva forma de emprendimiento para el país.

Los terminales petroleros en el país donde la crema indicadora tendría una importante función son el Terminal Petrolero de Balao – Suinba, ubicado a 4 millas náuticas al noroeste de Punta Palmas – Esmeraldas; el Terminal Petrolero de El Salitral – Suinsa, ubicado al sureste de Guayaquil; y el Terminal Petrolero de La Libertad – Suinli, ubicado a 5 millas náuticas al este de Santa Elena.



Considerando también que, de acuerdo a una investigación realizada por El Comercio, en el país existen 1127 estaciones de servicio de las cuales el 45% están en las provincias de Guayas, Pichincha y Manabí (3), y cada una de estas gasolineras tiene que llevar un control de existencias en sus almacenamientos, además de que se necesita también realizar la medición cada vez que el autotanque despacha combustible, verificando así la cantidad que llega. En todas estas actividades se ve la necesidad de usar la crema indicadora.

#### **1.4. Objetivos**

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

Formular y evaluar una crema indicadora que permita medir el nivel de combustible en los tanques de almacenamiento.

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

- Formular la crema indicadora de combustible considerando el agente químico que actúa como indicador al contacto con hidrocarburos.
- Elaborar un procedimiento para la realización de la crema indicadora.
- Analizar las características físicas y químicas de la crema indicadora obtenida.

# CAPÍTULO 2

## 2. MARCO TEÓRICO

### 2.1. Métodos de aforo de tanques de combustible

A partir de la refinación del crudo se obtienen varios combustibles líquidos, entre los que tenemos gasolina, jet fuel, kerosene, entre otros, estos deben ser almacenados en tanques de acero calibrados, es de vital importancia conocer el volumen de combustible en cada tanque para lo cual se han desarrollado varios métodos de aforo.

El aforo de tanques consiste en el proceso de determinar el volumen total del tanque, o capacidades parciales a diferentes niveles de líquido a las condiciones de operación existentes. Las tablas de aforo indican la cantidad de producto almacenado a un determinado nivel del mismo en el tanque, medidos desde un punto de referencia.

Existen dos métodos de aforo entre los que tenemos

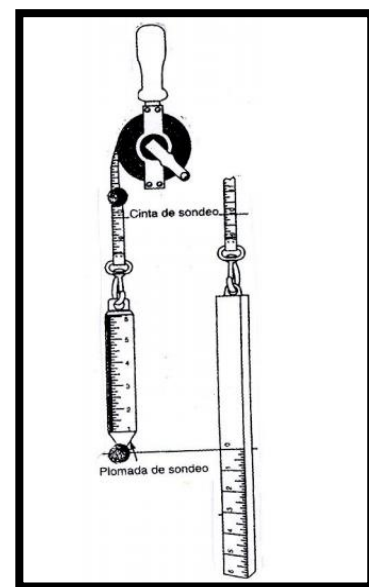
- Aforo sondeo
- Aforo vacío

### 2.1.1. Aforo sondeo

Este método consiste en medir la distancia entre la superficie del hidrocarburo almacenado en el tanque y el fondo del mismo para lo cual se introduce una cinta y una plomada (4).

Se debe tomar en cuenta lo siguiente para la correcta medición, establecido por la norma INEN 2350, consiste en:

- Verificar que la punta de la plomada no esté desgastada, doblada o con marcas ilegibles
- Verificar que el gancho que sujeta la plomada no esté desgastado ni retorcido.
- Verificar las condiciones de termómetros.
- Verificar tablas de calibración de tanques de tierra o buque.
- En caso de que alguno de los instrumentos señalados no indique precisión no se debe utilizar (5).



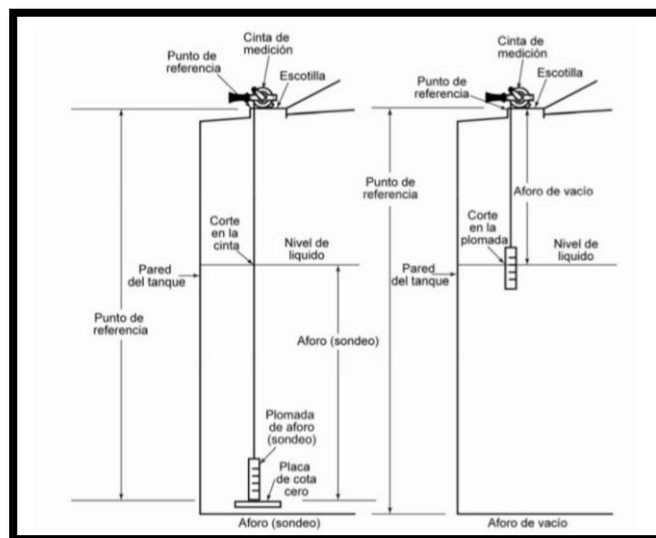
**Imagen 1.** Equipo de sondeo.

**Fuente:** NTE INEN 2350 (2003)

### 2.1.2. Aforo de vacío

Este método consiste en medir la distancia vertical entre la superficie del hidrocarburo en el tanque y el punto de referencia localizado en la escotilla de medida. Este método proporciona una medición indirecta del nivel del líquido.

Cuando se utiliza este método es recomendable verificar periódicamente la altura de referencia del tanque para las condiciones de apertura y de cierre, para asegurarse que esta no haya cambiado. En caso de que esta altura de referencia presente un cambio se recomienda el uso de método de sondeo (4).



**Imagen 2.** Aforo al vacío

**Fuente:** American Petroleum Institute – Capítulo 3 Medición del Tanque  
- 2005

## 2.2. Cinta de medición

En los dos métodos manuales de aforo es necesaria una cinta de medición graduada. Las especificaciones establecidas por American Petroleum Institute (API) se considera que la cinta debe tener las siguientes especificaciones:

- Debe estar hecha de acero o un material resistente a la corrosión, el acero de la cinta debe tener un coeficiente de expansión térmica similar al del tanque.
- Debe ser lo suficientemente larga para medir la altura completa del tanque.
- Debe tener una bobina y manivela durables; el montaje se encuentra dentro de la estructura o estuche.
- Debe tener un extremo libre provisto de un broche de presión de cierre automático u otro dispositivo de retención que permita sujetarse a la plomada. Si el broche de presión es giratorio reducirá la rotura de la cinta.
- La escala para ambos métodos puede ser en pies, pulgadas y fracciones de pulgada; pies y centésimos de pie; o metros, centímetros y milímetros. En el método de aforo de sondeo la punta de la plomada será el punto cero de la escala, mientras que para aforo de vacío, el punto cero de la escala es el punto de contacto entre el broche y el ojo de la plomada.

- No se deben usar cintas rotas o dobladas (4).

### **2.3. Crema indicadora de combustibles**

Es un producto utilizado para la medición de nivel de hidrocarburos almacenados en tanques, es de contextura semisólida, presenta un color característico dependiendo de la formulación. Su finalidad es identificar el nivel de combustible en un tanque de almacenamiento mediante el cambio de color al contacto con el producto.

### **2.4. Características de crema indicadora de combustibles**

- Fácil visualización del cambio de color.
- Facilidad de aplicación a la cinta metálica.
- Habilidad para adherirse a la cinta metálica y no desprenderse.

### **2.5. Uso de crema indicadora de combustibles**

Para el correcto uso de la crema indicadora de combustibles se debe untar dicha crema en la cinta necesaria para la medición del nivel de combustible, introducir la cinta al tanque y dejar actuar, proceder a retirar, se podrá observar un cambio de color en la crema, la cual indicará el nivel de contenido en el tanque.

## **2.6. Uso en Ecuador de crema indicadora de combustibles**

Actualmente se utiliza la crema indicadora de forma constante para realizar aforos manuales en tanques de almacenamiento de combustibles.

A partir de encuestas realizadas a gasolineras, terminales petroleros y refinerías se obtuvo la información que se ha mencionado en la Tabla N° 1.1. (Ver sección 1.2). Es decir, Ecuador tiene un gasto anual de \$74801,1 en crema para aforo de combustibles.

## **2.7. Patente del producto**

La patente del producto indica que la crema funciona a partir de una mezcla física la cual contiene un o varios componentes de alto peso molecular, un blanqueador, un material de relleno y un colorante. Como ya se ha dicho anteriormente, la crema indicadora cambia de color cuando entra en contacto con los productos derivados del petróleo y el nivel de producto almacenado en el tanque se determina de la misma.

La patente indica tipos de componentes que podrían ser utilizados, por ejemplo:

- Como material de relleno se prefiere el uso de minerales de tierra como la bentonita y el sulfato de calcio.
- Un colorante utilizado para derivados del petróleo.
- Un componente blanqueador que proporcione una alta pigmentación blanca, un ejemplo es el carbonato de calcio, óxidos inorgánicos, entre otros (6).

## **2.8. Composición de crema indicadora de combustibles**

A partir de la composición de un recubrimiento se definen los posibles componentes del producto.

### **2.8.1. Vehículo**

Son productos cuya misión consiste en mantener unida en forma homogénea toda la composición del recubrimiento, de este depende en gran parte las características finales del producto como: resistencia al agua, resistencia a productos químicos, que su consistencia sea húmeda o seca, adherencia, viscosidad, etc (7).

Entre algunos ejemplos tenemos:

- Vaselina. - es un derivado del petróleo, entre algunas de sus características tenemos:
  - Sólido untuoso



- Insoluble en agua
  - Soluble en aceites de bajo peso molecular.
  - Ligeramente soluble en alcohol
  - No es tóxico
  - Al no contener agua es un excipiente que no necesita conservantes para mantenerse en buenas condiciones.
  - Su uso principalmente es en cremas, ungüentos y pomadas (8).
- Manteca de cerdo. - es un sólido untuoso, forma parte de las grasas animales, es de color blanquecino, uno de sus principales usos es para la fabricación de jabones.
  - Cera Lanette W.- es un tensoactivo aniónico, es auto emulsionante, utilizado principalmente en la preparación de cremas y lociones cosméticas (9).
  - Acetato de polivinilo  $(C_4H_6O_2)_n$ . - es un polímero de baja resistencia a los álcalis, generalmente se encuentra disuelto en un plastificante. Uno de sus principales usos es como pegamento para madera, papel y textiles, también se lo encuentra en la composición de algunas pinturas (10).

### 2.8.2. Carga

La carga servirá para darle la consistencia adecuada a la crema y para lograr mejorar el corte entre los colores al momento de la

medición de nivel del hidrocarburo, se usan minerales de tierra en polvo (11).

Las cargas en su mayoría son productos naturales tratados según diversos procesos, ello conlleva que según la extracción en cantera y el proceso las propiedades varíen. Por ejemplo:

- Silicato de magnesio hidratado ( $Mg_3Si_4O_{10}(OH)_2$ ).- Es de estructura esférica o acicular, posee excelente resistencia a agentes químicos, absorción de aceites relativamente elevada y confiere estructura al recubrimiento.
- Sulfato de calcio ( $CaSO_4$ ).- Es un mineral de fácil obtención, su utilización se ve más en el sector clínico gracias a su fácil modelado y biocompatibilidad. Existen varios tipos de sulfato de acuerdo al contenido de agua. Cuando el sulfato de calcio se calienta a  $110^{\circ}C$ , se pierde agua, este es un proceso conocido como calcinación. El sulfato de calcio como carga da consistencia al cuerpo que lo contiene (12).

**Tabla II.** Características de cargas más habituales.

	Tamaño partícula	Peso específico	Indice refracción	Absorción aceite
Carbonato calcico	2	2,6	1,48	12-18
CO <sub>3</sub> Ca precipitado	0,05	2,6	1,50	60-80
Dolomita	5	2,8		19
Sulfato bórico	3,5	4,35	1,64	12
Blanco fijo	0,75	4,26	1,67	20
Caolín	0,4	2,6	1,60	50-80
Talco	5	2,7	1,60	38
Mica	20		1,66	63
Sílice	25	2,6	1,54	25

**Nota:** El tamaño de partícula está dado en micrómetros ( $\mu m$ ); el peso específico

está dado en  $\frac{g}{cm^3}$ .

**Fuente:** Pinturas y Recubrimientos Introducción a su Tecnología – Jordi Calvo

Carbonell – 2009

### 2.8.3. Pigmento

Son compuestos orgánicos o inorgánicos cuya misión es proporcionar recubrimiento.

- Pigmentos orgánicos

Son sales metálicas de compuestos policíclicos. De forma general los pigmentos azoicos cubren la gama de amarillos, naranjas y rojos, y los de ftalocianina cubren la gama de verdes y azules. Los pigmentos negros más utilizados son los negros de humo. Entre sus principales características están:

- Fuerza Colorante.
- Matices puros y vivos.
- Buena transparencia.
- Buena resistencia química

La mayor parte de las sustancias orgánicas son incoloras: la absorción se produce en espectro ultravioleta. No obstante, incorporando dobles enlaces en las moléculas la absorción se desplaza hacia el espectro visible.

- Pigmentos inorgánicos

Son compuestos naturales o sintéticos, como óxidos, sulfatos y otras sales. Se fabrican a altas temperaturas y son muy resistentes a ambientes agresivos, sin embargo, son de poder tintóreo débil y de menor valor que los pigmentos orgánicos. Son más utilizados en la fabricación de pinturas, tintas y plásticos (13).

#### **2.8.4. Aditivos**

Son productos que se dosifican para dar características específicas al recubrimiento como humectación, dispersión, adherencia, estabilización, etc (7).

# CAPÍTULO 3

## 3. METODOLOGÍA DEL DISEÑO

La metodología empleada para elaborar un producto que sustituya a la crema importada en el aforo de tanques de combustibles es del tipo experimental.

Durante la primera etapa se procederá a efectuar el análisis de productos existentes, donde se llevarán a cabo una serie de ensayos que nos permitirán determinar las características físico-químicas de la crema importada, también nos ayudará a entender un poco más acerca de los tipos de componentes que la constituyen.

La siguiente etapa comprende la formulación del producto y luego la selección del proceso de elaboración, donde se llevarán a cabo varios ensayos que nos permitirán llegar a un producto que cumpla con las características deseadas.

La última etapa comprende el análisis y control de calidad del producto obtenido, donde se realizarán los mismos ensayos físico-químicos que la crema importada, a los mejores productos obtenidos en la etapa anterior, y se podrá realizar una comparación permitiéndonos

identificar el mejor producto de acuerdo a sus propiedades y eficacia al momento de actuar.

### **3.1. Análisis de productos existentes**

Para la caracterización de productos existentes en el mercado se realizarán ensayos tanto físicos como químicos, para de esta forma comprender el comportamiento de dicho producto al estar en contacto con combustibles. Los ensayos a realizarse son:

#### **3.1.1. Espectroscopia de infrarrojo**

Para determinar los grupos químicos contenidos en productos similares se utilizará el ensayo de espectroscopia de infrarrojo. El espectro de infrarrojo va a ser caracterizado para cada compuesto y proporcionará información útil para su identificación.

En cada espectro aparecen una serie de bandas o picos a determinadas frecuencias de radiación, las cuales son el resultado de distintas transiciones energéticas que se producen en las moléculas al pasar de unos estados vibracionales y rotacionales a otros.

Para la realización de este ensayo se utilizará un equipo llamado FTIR, como se puede ver en la Imagen N° 3.1. (14) (15).

Este ensayo será realizado en el Laboratorio de Ensayos Metrológicos y de Materiales (LEMAT) de la Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL).



**Imagen 3.** Espectrofotómetro infrarrojo (FTIR).

Las características del equipo FTIR son:

- Marca: PERKIN ELMER
- Modelo: SPECTRUM 100



### 3.1.2. Solubilidad en agua

Para la determinación de la solubilidad será necesario ir aumentando la cantidad de la crema en un recipiente con el solvente. (16)

A continuación, se detalla el procedimiento que se llevará a cabo para la determinación de la solubilidad:

- Determinar el peso de una cápsula de porcelana.
- Colocar 10 ml del solvente (agua) en un vaso de precipitación de 100 ml.
- Agregar pequeñas cantidades de la crema (soluta) hasta que deje de disolverse.
- Una vez que ya no se disuelve más la crema, se procede a verter en la cápsula de porcelana (previamente pesada) la solución sin el exceso de soluto. Determinar el peso de la cápsula de porcelana con la solución.
- Calentar la cápsula con la solución, hasta que el agua empiece a evaporarse dejando únicamente el soluto. Una vez evaporada el agua, pesar la cápsula con el soluto.

### 3.1.3. Solubilidad en gasolina y diésel

Utilizando como solvente el combustible, se añade poco a poco crema, conociendo el previamente el peso. Se añade el solvente hasta que el sistema se sature.

Se separa la crema que no se ha podido disolver y se pesa, obteniendo así por diferencia del total añadido, la cantidad de crema que se disolvió.

A continuación, se detalla el procedimiento que se llevará a cabo para la determinación de solubilidad:

- Determinar el peso de una cápsula de porcelana.
- Colocar 10 ml del solvente (combustible) en un vaso de precipitación de 100 ml.
- Agregar pequeñas cantidades de la crema (solute) hasta que deje de disolverse.
- Cuando se ve que la crema ya no se disuelve en el soluto se procede a separar y pesar. Por diferencia se obtiene la cantidad que se disolvió.

#### **3.1.4. Densidad**

Se define la densidad como la relación entre la masa y su respectivo volumen (17).

Para determinar la densidad del producto en estado semisólido se realiza el siguiente procedimiento:

- Encerar la balanza con el picnómetro y luego colocar la crema hasta llenarlo completamente.
- Determinar el peso de la crema presente en el picnómetro.
- Conociendo el volumen del picnómetro se divide la masa obtenida de la crema para el volumen.
- El valor obtenido es la densidad de la crema.

#### **3.1.5. Estabilidad térmica**

Para analizar la estabilidad térmica se realizará el siguiente procedimiento:

- Colocar en un tubo de ensayo la crema
- Introducir el tubo de ensayo en un baño maría de glicerina
- Colocar un termómetro en la glicerina
- Registrar las temperaturas a las que se cambios en la crema.

### 3.1.6. Penetración

Este ensayo da un valor de la dureza de un determinado producto, mediante el uso de un penetrómetro.

En este ensayo un cono estandarizado penetra la superficie del producto por caída libre a una determinada temperatura. Se sigue la norma ASTM D217.

El procedimiento es el siguiente:

- Llenar totalmente la copa del equipo, asegurarse de que la superficie esta lisa y que la crema está bien compactada en el recipiente.
- Colocar la punta del cono sobre la superficie de la crema, tiene que estar exactamente rosando el producto.
- Soltar el cono durante 5 segundos
- Registrar el valor dado por el equipo.
- Mediante la Tabla N° 3.1. se determina la consistencia del producto.

Este ensayo se llevará a cabo en el laboratorio de grasas lubricantes de INDUCEPSA S.A.

**Tabla III.** Clasificación NLGI de grasas.

Penetración trabajada ASTM a 25°C		Consistencia	Número NLGI
MIN	MAX		
445	475	Muy fluida	000
400	430	Fluida	00
355	385	Semi fluida	0
310	340	Muy blanda	1
265	295	Blanda	2
220	250	Mediana	3
175	205	Dura	4
130	160	Muy dura	5
85	115	Extra dura	6

**Fuente:** Instituto Nacional grasas lubricantes (NLGI) de los Estados Unidos.

### 3.1.7. Punto de gota

Este ensayo se realiza mediante un equipo especializado y mediante la norma ASTM D2265. El equipo para punto de gota da la temperatura a la cual las grasas se funden, el procedimiento es el siguiente:

- Llenar el codo con la crema, retirar el exceso de la misma.
- Colocar el codo en el equipo.

- Encender el equipo y esperar a que caiga la primera gota.
- Registrar la temperatura de la primera gota.

Este ensayo se realizará en el laboratorio de grasas lubricantes de INDUCEPSA S.A.

### **3.1.8. Extensibilidad**

Este ensayo determina el área de superficie que puede cubrir una cantidad determinada de un producto, el procedimiento es el siguiente:

- Pesar una pequeña cantidad de crema
- Colocar entre dos superficies de vidrio
- Colocar un peso sobre las placas de vidrio
- Determinar la superficie que recubre dicha crema.

### **3.1.9. Comportamiento en gasolina y diésel**

Este ensayo permite conocer la cantidad de combustible que absorbe la crema, o la cantidad de esta que se desprende de la varilla de medición. El procedimiento es el siguiente:

- Pesar una cantidad de crema y untarla sobre una varilla metálica.

- Colocar una masa determinada de combustible en un matraz e introducir la varilla por un tiempo específico.
- Retirar la varilla del combustible teniendo cuidado de no agitarla.
- Registrar el peso de la varilla después del contacto con combustible.
- Determinar la variación de crema en la varilla.
- Pesar el contenido de combustible después del contacto con la crema.
- Determinar la variación de combustible en el matraz.

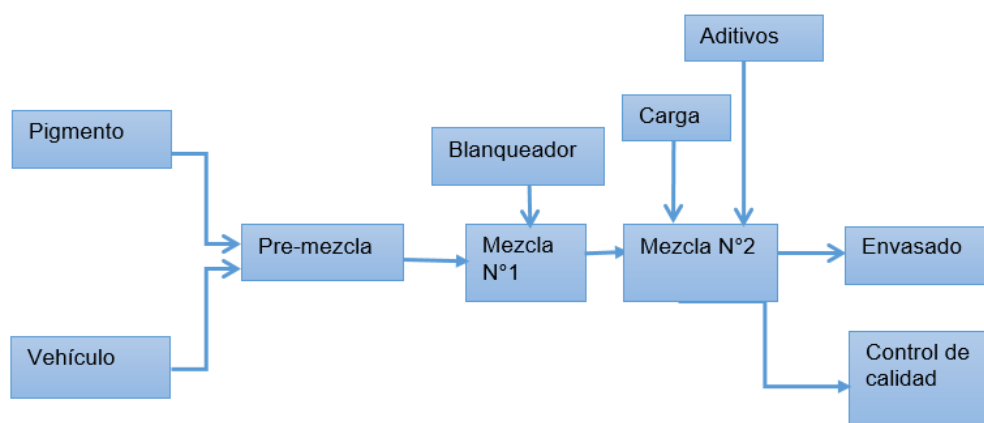
#### **3.1.10. Estabilidad del color**

Este ensayo consiste en analizar la duración e intensidad del color de la crema antes y después del contacto con el combustible, el procedimiento es el siguiente:

- Untar sobre una varilla metálica o lámina de vidrio la crema.
- Introducir en un recipiente con combustible de modo que solo cambie de color la mitad de la crema que se untó.
- Dejar secar y analizar los cambios que se presentan según pasa el tiempo.

### 3.2. Elaboración de crema indicadora de combustibles

Para la elaboración de la crema indicadora de combustible se sigue básicamente el proceso indicado en el Diagrama N° 3.1.



**Diagrama N° 3.1.** Proceso de elaboración de crema indicadora de combustibles.

**Elaboración:** Karla Ramírez; Luis Morillo

En este proceso se mezcla inicialmente el vehículo con el pigmento, luego a dicha mezcla se agrega el componente blanqueador y se continúa con la agitación, seguido por la adición de la carga y los aditivos para finalmente realizar el envasado y analizar el producto obtenido mediante ensayos físicos y químicos.

### 3.3. Análisis del producto

Analizar el producto obtenido en las diferentes corridas experimentales mediante los ensayos descritos en la sección 3.1.

- Solubilidad en agua, diésel y gasolina.



- Densidad
- Estabilidad térmica
- Penetración
- Punto de gota
- Extensibilidad
- Comportamiento en gasolina y diésel
- Estabilidad de color

# CAPÍTULO 4

## 4. RESULTADOS

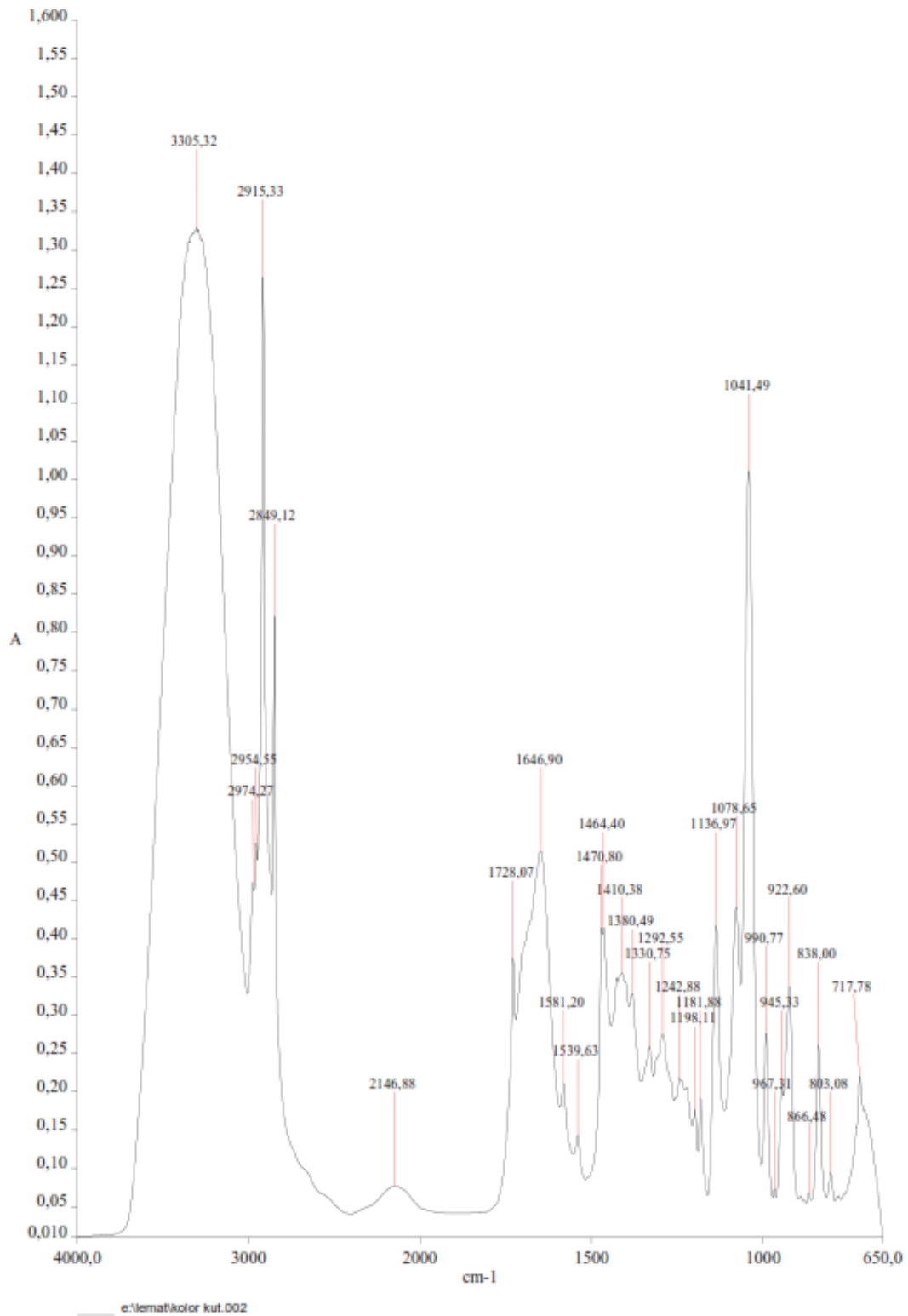
### 4.1. Análisis de productos existentes

#### 4.1.1. Espectroscopia de infrarrojo

Mediante el espectrómetro de infrarrojo se analizó la crema indicadora de combustibles ya existente en el mercado.

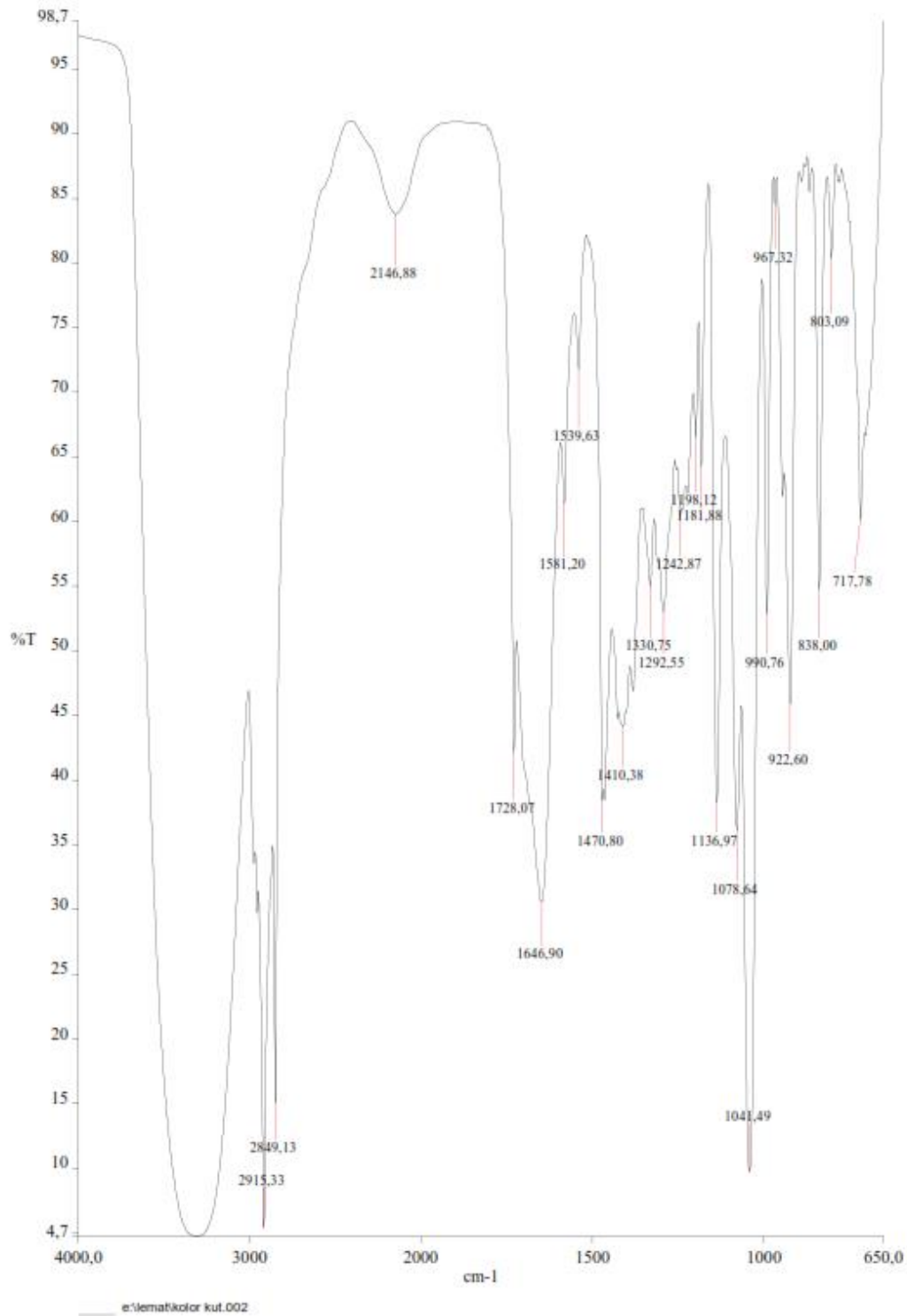
Los reportes de análisis obtenido se muestran en los gráficos 1 y

2.



**Gráfico 1.** Espectrofotómetro Infrarrojo - Longitud de onda vs Absorbancia - Crema Importada.

**Fuente:** Laboratorio de Ensayos Metrológicos y de Materiales (LEMAT)



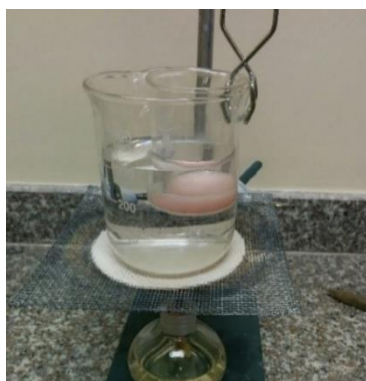
**Gráfico 2.** Espectrofotómetro Infrarrojo - Longitud de onda vs transmittancia - Crema Importada.

**Fuente:** Laboratorio de Ensayos Metrológicos y de Materiales (LEMAT)

A través de un programa informático de FTIR se comparó el comportamiento de las gráficas obtenidas con gráficas de varias sustancias de modo que permita determinar la posible composición de dicha crema, los posibles componentes de la crema son:

- Ácido hidroxihexadecanoico; es un ácido graso insoluble en agua
- Cera de abejas refinada; producto utilizado mayormente en la fabricación de cosméticos como espesante.
- Parafina líquida; mezcla de alcanos pesados la cual tiene varios usos industrialmente
- Ácido mirístico; es un ácido graso parcialmente soluble en agua, es usado como agente tensoactivo en limpieza, como espesante y emulsionante en cremas y ungüentos.

#### 4.1.2. Solubilidad



**Imagen 4.** Ensayo de solubilidad en agua para la crema importada.



**Imagen 5.** Ensayo de solubilidad en agua para la crema importada.

Se realizó el procedimiento descrito en la Sección 3.1 con lo cual se obtuvo el valor de solubilidad en tres solventes: Agua, Gasolina y Diésel; los valores están presentados en la Tabla IV.

**Tabla IV.** Solubilidad en agua, gasolina y diésel de la crema importada.

Solvente	Valor de solubilidad ( $\frac{g}{mL}$ )
Agua	3.92
Gasolina	4.9
Diésel	0.3

**Elaboración:** Karla Ramírez; Luis Morillo

#### 4.1.3. Densidad

A partir del procedimiento descrito en la sección 3.1., utilizando un picnómetro para cremas, con el volumen y la masa ya conocidos se utilizó la siguiente fórmula de densidad:

$$\rho = \frac{m}{V}$$

En la Tabla V se muestra el resultado obtenido en este ensayo.

**Tabla V.** Densidad de crema importada.

Producto	Densidad $\frac{g}{cm^3}$
Crema importada	1.08

**Elaboración:** Karla Ramírez; Luis Morillo



**Imagen 4.** Picnómetro con muestra de crema.

#### 4.1.4. Estabilidad térmica

Durante el ensayo se pudo notar que a la temperatura de 50°C la crema empieza a fundirse, conforme la temperatura aumenta la crema empieza a separarse.



**Imagen 5.** Sistema de calentamiento con baño de glicerina.

A la temperatura de 70°C es más evidente la separación de los componentes de la crema y empieza a aparecer una sustancia blanca, la cual presenta una apariencia viscosa. Cuando la temperatura ha llegado a los 95°C la sustancia blanca desaparece y la crema es completamente líquida, y presenta dos fases que se pueden apreciar a simple vista, la Imagen 8 permite apreciar estas fases, la inferior que tiene un color rosado y la superior que tiene un color más intenso. En el fondo del tubo de ensayo utilizado para el ensayo se puede apreciar la existencia de residuos propios de la composición de la crema.





**Imagen 6.** Muestra en estado líquido. Se aprecian las fases formadas.

En la Tabla VI se resumen los diferentes comportamientos de la crema a las distintas temperaturas.

**Tabla VI.** Resumen del comportamiento de la crema importada a diferentes temperaturas.

Rango de Temperatura (°C)	Descripción
50 – 67	La crema empieza a separarse, existe la presencia de primeras burbujas. La crema ha empezado a fundirse.
69 – 78	La crema burbujea y además se evidencia mejor la separación de los componentes; existe la presencia de una sustancia blanca.
80 – 95	La sustancia blanca empieza a desaparecer en este rango de temperatura y se empiezan a formar las dos fases finales.
95 – 100	La crema se encuentra completamente en estado líquido con dos fases, empieza a evaporarse a los 100°C.

**Elaboración:** Karla Ramírez; Luis Morillo

#### 4.1.5. Penetración

Mediante un penetrómetro y siguiendo la norma ASTM D217 se realizaron 3 medidas de penetración.



**Imagen 7.** Muestra analizada en el Penetrómetro.



**Imagen 8.** Muestra analizada en el penetrómetro.

Los valores obtenidos se

muestran en la Tabla VII, de los cuales se obtuvo un promedio, a partir de las equivalencias dadas por la Tabla III. “Clasificación NLGI de grasas”, se determinó la consistencia del producto.

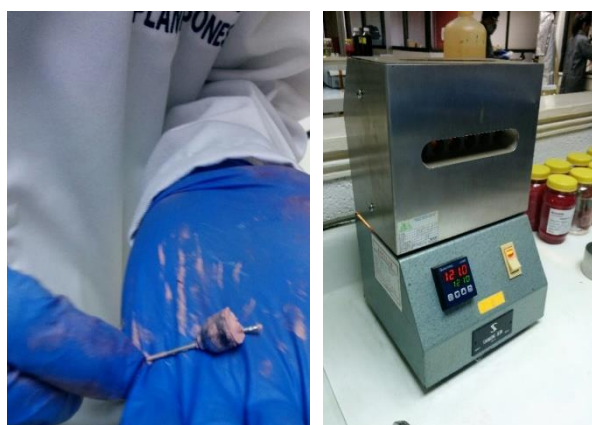
**Tabla VII.** Consistencia de la crema importada.

	Valor de penetración	Temperatura
<b>Ensayo 1</b>	138	25°C
<b>Ensayo 2</b>	145	25°C
<b>Ensayo 3</b>	146	25°C
<b>Promedio</b>	143	25°C
<b>Consistencia</b>	Muy Dura	

**Elaboración:** Karla Ramírez; Luis Morillo

#### 4.1.6. Punto de gota

Mediante el equipo para realización de punto de gota según la norma ASTM D2265 se determinó la temperatura a la cual se obtiene la primera gota de la crema.

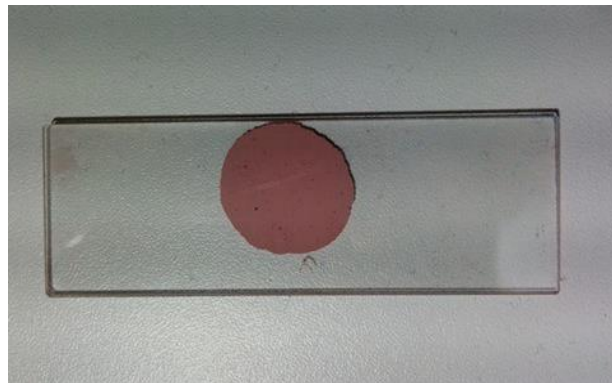


**Imagen 9.** Análisis del Punto de Gota de la crema importada.

A partir del ensayo realizado la temperatura a la que la pasta importada se funde es 88°C.

#### 4.1.7. Extensibilidad

Se determinó el área cubierta por una masa de 0.04 gramos de la crema importada, al aplicar una fuerza entre las dos placas de vidrio; la Imagen 12 muestra la expansión producida.



**Imagen 10.** Área cubierta al aplicar fuerza sobre una de las placas.

Los resultados de este ensayo se presentan en la Tabla VIII.

**Tabla VIII.** Resultados obtenidos en el ensayo de extensibilidad para la crema importada.

	<b>Crema importada</b>
<b>Masa de crema (g)</b>	0.04
<b>Área cubierta (<math>cm^2</math>)</b>	2.92
<b>Extensibilidad (<math>cm^2/g</math>)</b>	73

**Elaboración:** Karla Ramírez; Luis Morillo

#### 4.1.8. Comportamiento en gasolina y diésel

Se determinó el comportamiento de la crema importada al introducir en la gasolina y en diésel utilizando el procedimiento descrito en la Sección 3.1. Los resultados se muestran en la Tabla IX para la gasolina y en la Tabla X para el diésel.

**Tabla IX.** Comportamiento de la crema en gasolina eco-país.

	<b>Antes de medición</b>	<b>Después de medición</b>	<b>Variación en peso</b>	<b>%</b>
<b>Gasolina (g)</b>	27,94	27,86	-0,08	
<b>Crema en varilla (g)</b>	0,1	0,13	0,03	30

**Elaboración:** Karla Ramírez; Luis Morillo

**Tabla X.** Comportamiento de la crema en diésel.




	<b>Antes de medición</b>	<b>Después de medición</b>	<b>Variación en peso</b>	<b>%</b>
<b>Diésel (g)</b>	24,38	24,31	-0,07	
<b>Crema en varilla (g)</b>	0,1	0,15	0,05	50

**Elaboración:** Karla Ramírez; Luis Morillo

#### 4.1.9. Estabilidad de color

Al untar la crema en una placa de vidrio e introducirla en gasolina esta cambió de color a rosado intenso, sin embargo, transcurrida una hora perdió su intensidad, con el pasar de las horas disminuía el color hasta llegar a un tono rosado claro y con la zona central blanquecina, cabe recalcar que la línea de corte se volvió imperceptible, la Tabla XI muestra el resumen de la variación de color.

**Tabla XI.** Resultados obtenidos de duración del color de la crema importada.

<b>Tiempo (Horas)</b>	<b>Color</b>	<b>Imagen</b>
<b>0</b>	Inicialmente la crema es rosado pálido, al contacto con combustible cambia a rosado intenso, se obtiene una línea de interface recta.	
<b>1</b>	El color rojo se vuelve rosado, permaneciendo una línea de corte poco visible.	
<b>24</b>	Parte central empieza a tornarse blanquecina, línea de corte casi imperceptible.	

**Elaboración:** Karla Ramírez; Luis Morillo

#### **4.2. Elaboración de cremas con formulaciones propuestas**

Realizando el procedimiento descrito en la sección 3.2. y variando la composición en función de los diferentes componentes, así como la participación de los mismos en el producto obtenido, se efectuaron los ensayos y análisis respectivos arrojando los resultados que se reportan en la Tabla XII.



**Tabla XII.** Composición en la preparación de crema indicadora de combustibles.

PRODUCTO	Porcentaje de composición de productos elaborados																					
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
<b>COMPONENTE</b>	<b>%</b>																					
<b>Cera Lanette W</b>	0	0	0	0	0	0	44	28	26,5	26,5	26,5	18	29	20	24	28	25	26	26,5	25,8	26,5	0
<b>Vaselina*</b>	27	26,5	24	0	0	53	17	24	26,5	26,5	26,5	18	29	33	29	28	28	26	26,5	25,8	26,5	48,2
<b>Manteca cerdo</b>	27	26,5	0	53	53	0	0	0	0	0	0	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14,6
<b>Colorante orgánico</b>	1	2	2	2	2	2	2	3	2	2	2	1	4	2	4	2	2	0,5	2	4,5	2	2,6
<b>Mezcla de pigmentos inorgánicos</b>	20	20	20	20	15	8	17	20	20	20	20	0	11	20	22	20	20	20	19	18,5	19	32,4
<b>Silicato de magnesio hidratado</b>	0	25	25	25	30	21	20	25	25	25	25	45	27	25	21	22	25	25	25	24,4	25	2,2
<b>Sulfato de calcio</b>	25	0	0	0	0	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Acetato de polivinilo</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2,5	1	1	1	0
<b>Polietilenglicol</b>	0	0	28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0



**Elaboración:** Karla Ramírez; Luis Morillo




\* Se utilizó vaselina en estado sólido en todas las formulaciones del producto.



### 4.3. Resultados de la crema indicadora de combustibles

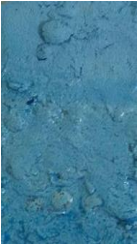


A partir de las diferentes composiciones se obtuvieron los resultados mostrados en la Tabla XIII.




**Tabla XIII.** Resultados obtenidos de las diferentes cremas realizadas.

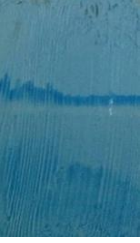


Crema Nº	Apariencia	Consistencia	Cobertura	Cambio de Color	Desprendimiento	Estabilidad
1	 Grumosa y de color celeste.	Muy blanda y aceitosa, fácil de untar.	Poca cobertura de la superficie de la varilla al untarla.	Se obtuvo un cambio de color a un azul más oscuro, sin embargo la línea de corte no fue regular.	Gran parte de la crema se desprende de la varilla.	Al pasar un día el colorante se separa de la mezcla.
2	 Color más fuerte en comparación a la prueba anterior. Sin presencia de grumos.	Espesa y aceitosa.	Buena cobertura al untar en la varilla metálica.	Se presenció cambio de color, pero fue poco visible y la línea de corte fue irregular.	Gran parte de la crema se desprende de la varilla.	Existe separación del colorante al pasar un día.




<p>3</p> 	<p>No hay homogeneidad. Presencia de grumos y varios tonos del color azul. Olor fuerte.</p>	<p>Muy viscosa y poco aceitosa.</p>	<p>No se obtuvo buena cobertura; fue difícil de untar debido a la presencia de grumos.</p>	<p>Cambio de color irregular, no se pudo identificar una línea de corte clara.</p>	<p>Se desprende una buena parte de la crema.</p>	<p>Poco estable. El colorante no se mezcla fácilmente.</p>
<p>4</p> 	<p>Presenta homogeneidad y un color opaco.</p>	<p>Muy blanda y poco aceitosa.</p>	<p>Se obtuvo una buena cobertura de la varilla metálica y fue fácil de untar.</p>	<p>No se apreció el cambio de color deseado.</p>	<p>Se desprendió la mayoría de la crema untada en la varilla.</p>	<p>Al pasar los días mantuvo sus características iniciales sin desprendimiento de ninguno de sus componentes.</p>
<p>5</p> 	<p>Crema homogénea, no hay presencia de grumos y presenta un color muy opaco.</p>	<p>Muy blanda y poco aceitosa.</p>	<p>Se obtuvo una buena cobertura y facilidad al untar en la varilla metálica.</p>	<p>No se apreció el cambio de color deseado.</p>	<p>Se desprendió gran parte de la crema de la varilla.</p>	<p>Mantuvo las características iniciales al pasar los días.</p>

<p>6</p> 	<p>Presenta homogeneidad, no hay presencia de grumos y se tiene un color más fuerte en comparación con las pruebas anteriores.</p>	<p>Blanda y aceitosa.</p>	<p>Buena cobertura y facilidad al untar en la varilla.</p>	<p>La línea de corte se formó por encima del nivel de combustible y además fue irregular.</p>	<p>Se desprendió gran parte de la crema de la varilla.</p>	<p>Mantuvo las características iniciales al pasar los días.</p>
<p>7</p> 	<p>Presenta homogeneidad y un color opaco. No hay presencia de grumos.</p>	<p>Muy dura, no aceitosa.</p>	<p>Presenta una buena cobertura, pero dificultad al untar.</p>	<p>El cambio de color es muy leve, poco perceptible. Sin embargo se obtuvo una línea de corte regular en el nivel del combustible.</p>	<p>No hubo desprendimiento de la crema.</p>	<p>Al pasar los días mantuvo su homogeneidad. No hubo separación de sus componentes. Varió su consistencia ya que se volvió más dura.</p>



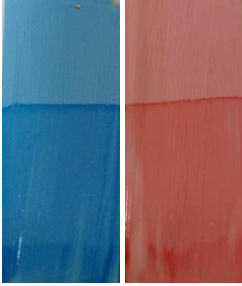
8		Presenta homogeneidad y un color más fuerte que en las pruebas anteriores. No hay presencia de grumos.	Dura, arenosa y no aceitosa.	Buena cobertura; difícil de untar.	Hay un cambio de color ligero poco evidente. No se distingue una línea de corte claramente.	Se desprendió gran parte de la crema.	Mantuvo las características iniciales al pasar los días.
9		No hay presencia de grumos. Presenta homogeneidad.	Es menos dura en comparación con la prueba anterior. No es aceitosa.	Buena cobertura; dificultad para untarla.	Se obtuvo un cambio de color notable y una línea de corte exacta con el nivel de combustible.	El desprendimiento de la crema fue mínimo.	Mantuvo las características iniciales al pasar los días.
10		Se obtuvo una crema homogénea sin presencia de grumos.	Es dura, similar a la prueba anterior.	Buena cobertura; resultó difícil al momento de untarla en la varilla.	No se apreció el cambio de color deseado. La línea de corte es regular.	Hubo un desprendimiento considerable de la crema.	Mantuvo las características iniciales al pasar los días.

<p>11</p> 	<p>Presenta homogeneidad y sin grumos. Similar a la crema 9.</p>	<p>Dura y poco manejable. Similar a la prueba 9.</p>	<p>Buena cobertura; difícil de untar.</p>	<p>El cambio de color fue muy bajo. Se obtuvo una línea de corte irregular y por encima del nivel del combustible.</p>	<p>El desprendimiento de la crema fue bajo.</p>	<p>Mantuvo las características iniciales al pasar los días.</p>
<p>12</p> 	<p>Se obtuvo una crema homogénea. El color azul fue más fuerte que en las pruebas anteriores. No hay presencia de grumos.</p>	<p>Suave y poco aceitosa.</p>	<p>Buena cobertura al untar en la varilla. Resultó fácil de untar.</p>	<p>Hubo un cambio de color casi imperceptible.</p>	<p>El desprendimiento de la crema fue mínimo.</p>	<p>Mantuvo las características iniciales al pasar los días.</p>
<p>13</p> 	<p>Presenta homogeneidad y un color azul fuerte (más que en la prueba anterior). No hay presencia de grumos.</p>	<p>De consistencia suave.</p>	<p>Buena cobertura y facilidad al momento de untar en la varilla.</p>	<p>Se obtuvo un cambio de color poco notorio y la línea de corte irregular.</p>	<p>En la línea de corte hubo desprendimiento de la crema.</p>	<p>Mantuvo las características iniciales al pasar los días.</p>

14		La crema que se obtuvo fue homogénea, sin presencia de grumos y con un color celeste.	De consistencia suave. No es aceitosa.	Tuvimos una buena cobertura al untar. Fue fácil de untar.	Se obtuvo un cambio de color notorio de celeste a blanco, sin embargo, la línea de corte no fue exacta.	El desprendimiento de la crema fue mínimo.	Mantuvo las características iniciales al pasar los días.
15		Se obtuvo una crema homogénea sin presencia de grumos. El color es ligeramente más fuerte en comparación con la muestra anterior.	De consistencia suave.	Buena cobertura, aunque fue difícil de untar.	Se obtuvo un cambio de color notorio de azul a celeste, sin embargo, la línea de corte fue muy irregular.	El desprendimiento de la crema fue mínimo.	Mantuvo las características iniciales al pasar los días.
16		Se obtuvo una crema homogénea sin presencia de grumos y de un color celeste.	Su consistencia es suave.	Buena cobertura, pero sigue siendo difícil de untar.	Se obtuvo un notorio cambio de color a un celeste más claro, sin embargo, la línea de corte no fue exacta.	El desprendimiento de la crema fue mínimo.	Mantuvo las características iniciales al pasar los días.

<p>17</p> 	<p>Se conservaron las características de las últimas pruebas, obteniendo aquí una crema homogénea sin presencia de grumos.</p>	<p>De consistencia espesa, similar a la prueba anterior.</p>	<p>Buena cobertura, aunque sigue siendo difícil de manipular al momento de untar.</p>	<p>Se obtuvo un cambio de color notorio al contacto con el combustible aclarando la zona que estuvo en contacto. La línea de corte no fue exacta.</p>	<p>La crema presentó un desprendimiento o muy bajo en el combustible.</p>	<p>Al pasar los días mantuvo las características iniciales.</p>
<p>18</p> 	<p>Crema homogénea, sin presencia de grumos. El color es un celeste opaco.</p>	<p>De consistencia suave.</p>	<p>Se obtuvo una buena cobertura al momento de untar en la varilla. Fue fácil de untar.</p>	<p>No se obtuvo un notorio cambio de color. La línea de corte no es exacta.</p>	<p>Se desprendió gran parte de la crema en el combustible.</p>	<p>Mantuvo sus características iniciales con el paso de los días.</p>
<p>19</p> 	<p>De apariencia similar a las últimas pruebas, presentando homogeneidad y un color celeste.</p>	<p>De consistencia suave, similar a la prueba anterior.</p>	<p>Se obtuvo una buena cobertura. Fue fácil al momento de untarla en la varilla metálica.</p>	<p>Se obtuvo un cambio de color notorio, el celeste pasó a blanquearse. La línea de corte fue exacta y regular.</p>	<p>No hubo desprendimiento de la crema en el combustible.</p>	<p>Mantuvo sus características al pasar los días.</p>



<p><b>20</b></p> 	<p>De color azul; es homogénea, sin presencia de grumos</p>	<p>Su consistencia fue más suave que el producto anterior</p>	<p>Buena cobertura y fácil de untar</p>	<p>Cambio de color notorio, pasó de azul a celeste. La línea de corte marca adecuadamente el nivel.</p>	<p>El desprendimiento en combustible es mínimo</p>	<p>Mantuvo las mismas características iniciales con el tiempo. No hay separación de colorante.</p>
<p><b>21</b></p> 	<p>De color rosado. Es homogénea y no hay presencia de grumos.</p>	<p>Su consistencia es suave.</p>	<p>Buena cobertura y fácil de untar</p>	<p>El cambio de color es evidente, cambia a un rosado más claro. La línea de corte es exacta</p>	<p>El desprendimiento en el combustible es mínimo</p>	<p>Mantuvo las características iniciales al pasar los días.</p>
<p><b>22</b></p> 	<p>Crema "a" y "b" de color azul y rosado respectivamente. Presentan homogeneidad</p>	<p>De consistencia muy suave</p>	<p>Buena cobertura y mayor facilidad al untar.</p>	<p>El cambio de color es notable. En ambas cremas el color cambia a un tono más oscuro. La línea de corte es exacta.</p>	<p>El desprendimiento en el combustible es mínimo</p>	<p>Mantuvo las características iniciales al pasar los días.</p>

**Elaboración:** Karla Ramírez; Luis Morillo

#### **4.4. Evaluación preliminar de las cremas desarrolladas**

De acuerdo a los ensayos realizados a las cremas obtenidas desde la crema N° 01 hasta la 22, se seleccionaron los productos que presentan un cambio de color visible y una línea de corte regular, a las cuales se le realizaron ensayos físico químicos, para ir variando su composición de modo que se pueda obtener el producto con las características esperadas.

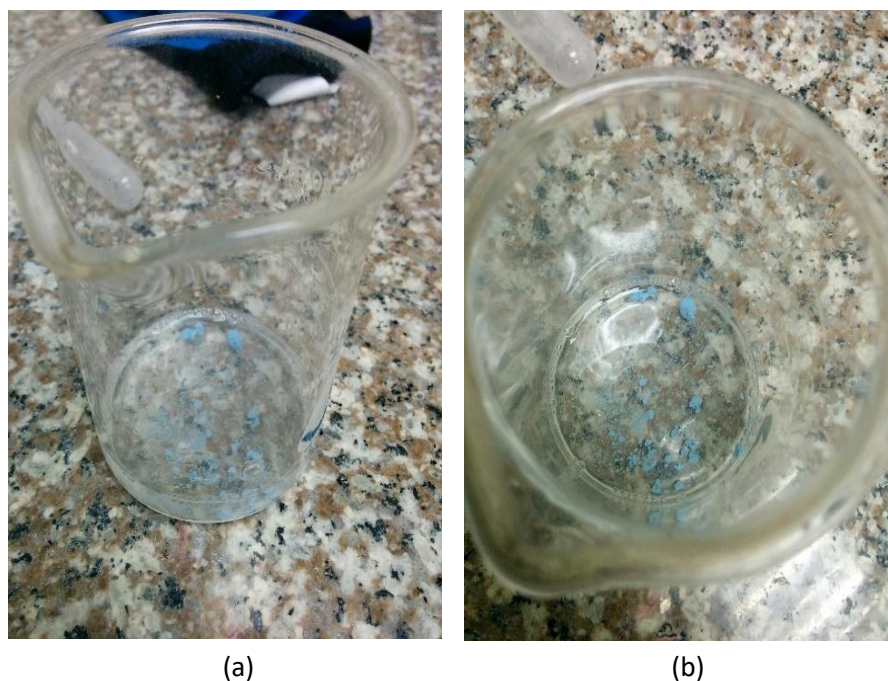
Las cremas seleccionadas y a las cuales se realizaron los ensayos complementarios fueron:

- Crema 01
- Crema 19
- Crema 20
- Crema 21
- Crema 22

##### **4.4.1. Solubilidad en agua**

Las cremas tuvieron el mismo comportamiento, no se disolvieron en la cantidad de agua especificada.

Al ir agregando pequeñas cantidades de crema al líquido, estas permanecían en forma de grumos, como se observa en la Imagen 13.



**Imagen 11.** Solubilidad en agua de las cremas seleccionadas.

#### **4.4.2. Solubilidad en Gasolina**

Se determinó la solubilidad en gasolina Eco-País de las 5 cremas. En la Tabla XIV se muestra la cantidad de crema que se disolvió por cada 100 ml de gasolina.

**Tabla XIV.** Solubilidad en gasolina de las cremas seleccionadas.

Crema	01	19	20	21	22
<b>Solubilidad (g/100 ml)</b>	4.8	3.2	5.1	4.9	1.6

**Elaboración:** Karla Ramírez; Luis Morillo

#### 4.4.3. Solubilidad en Diésel

Se determinó la solubilidad en Diésel de las 5 cremas seleccionadas, arrojando los valores que se pueden ver en la Tabla XV. Los valores de solubilidad se expresan en  $g/100 ml$ .

**Tabla XV.** Solubilidad en diésel de las cremas seleccionadas.

Crema	01	19	20	21	22
<b>Solubilidad (g/100 ml)</b>	0	0.1	0.2	0.1	0

**Elaboración:** Karla Ramírez; Luis Morillo

#### 4.4.4. Densidad



**Imagen 12.** Muestra de crema en el picnómetro.

Se determinó la densidad de las cremas seleccionadas utilizando un picnómetro para cremas, como se ve en la Imagen 14. Los valores obtenidos en este ensayo para las 5 cremas se presentan en la Tabla XVI.

**Tabla XVI.** Valores obtenidos en la determinación de densidad para las cremas seleccionadas.

Crema	01	19	20	21	22
Densidad (g/cm <sup>3</sup> )	1.24	1.31	1.21	1.27	1.19

**Elaboración:** Karla Ramírez; Luis Morillo

#### 4.4.5. Estabilidad térmica



**Imagen 13.** Sistema de calentamiento.

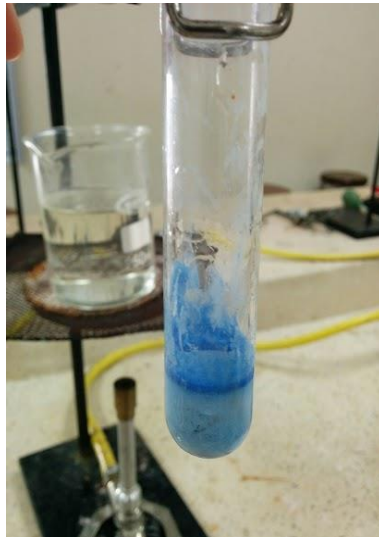
El comportamiento de la crema 01 al calor nos deja varias observaciones, se pudo ver que a la temperatura de 50°C la crema empieza a desprender el colorante del cuerpo de la crema. A la temperatura de 60°C se puede apreciar que hay mayor cantidad de colorante desprendido y también se puede ver que el cuerpo de la crema empieza a fundirse. Conforme aumenta la temperatura podemos darnos cuenta que en el colorante ya separado, empiezan a aparecer restos de un color celeste claro, estos se suspenden en el colorante donde se puede apreciar claramente el fenómeno por la diferencia de tonalidades (Ver

Imagen N° 16). A los 90°C la crema se ha fundido completamente, la crema ya en estado líquido no presenta fases distinguibles.

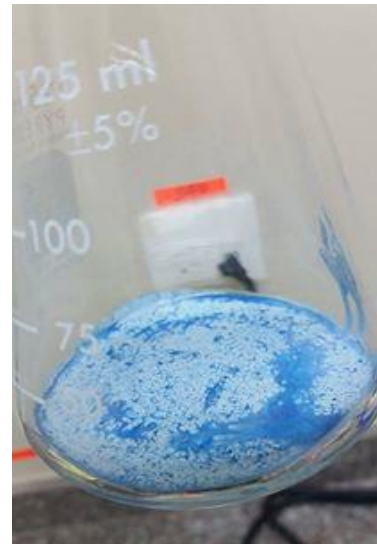
El calentamiento de la crema 19 nos muestra un comportamiento similar comparando con el producto importado. A la temperatura de 60°C, en ciertas partes de la crema se empezó a perder el color azul, tornándose blanco; a 70°C la crema se fundió completamente y a partir de esta temperatura se empieza a evidenciar con mayor claridad la separación de los componentes del producto. A los 90°C la crema se encuentra en una fase completamente líquida y nos permite identificar claramente dos fases, como se puede apreciar en la Imagen 18, una fase inferior de un color celeste y una fase superior de un color azul oscuro. Además, en la superficie de la crema líquida se tiene restos de silicato de magnesio, utilizado como carga en el producto.

Las cremas 20 y 21 presentan un comportamiento similar pues a los 50°C el colorante empieza a desprenderse, entre los 60°C y los 70°C, el cuerpo de la crema se funde. A los 80°C la crema presenta una apariencia viscosa, cuando se alcanzan los 90°C la crema se encuentra en un estado líquido donde se puede

apreciar una diferencia de fases al igual que en la crema 19. Con estas cremas también se puede ver a la temperatura de 90°C, la presencia de restos de silicato de magnesio, aunque hay que resaltar que la presencia es poco perceptible. Las Imágenes 18 y 19 nos muestran una diferencia de color entre la superficie y el fondo de la crema.

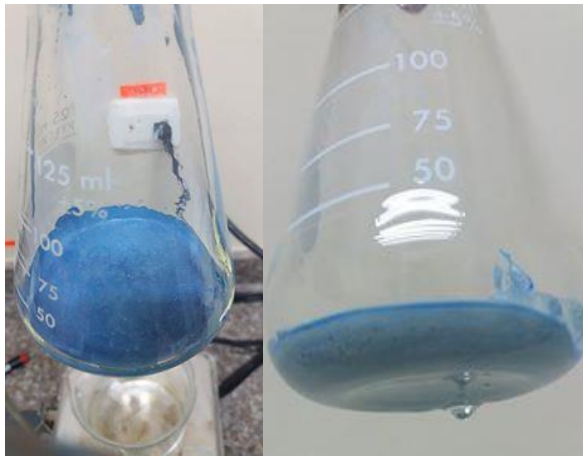


**Imagen 15.** Crema 19 después de haber sido expuesta al calor.

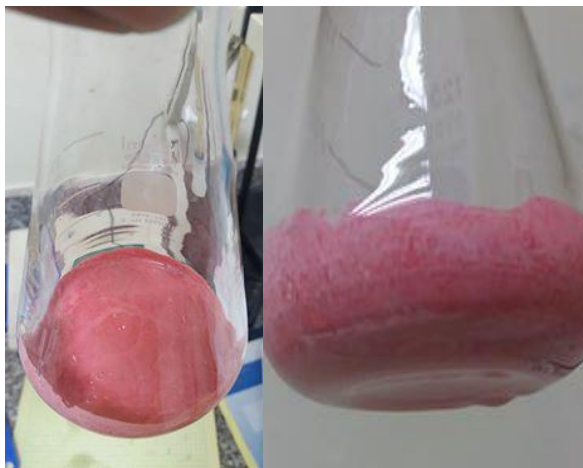


**Imagen 14.** Crema 01 después de haber sido expuesta al calor.





**Imagen 17.** Crema 20 después de haber sido expuesta al calor.



**Imagen 16.** Crema 21 después de haber sido expuesta al calor.

La Tabla XVII muestra un resumen del comportamiento de las cremas en distintos rangos de temperatura, como se ha descrito anteriormente.

**Tabla XVII.** Resumen de las observaciones obtenidas durante el ensayo de estabilidad térmica.

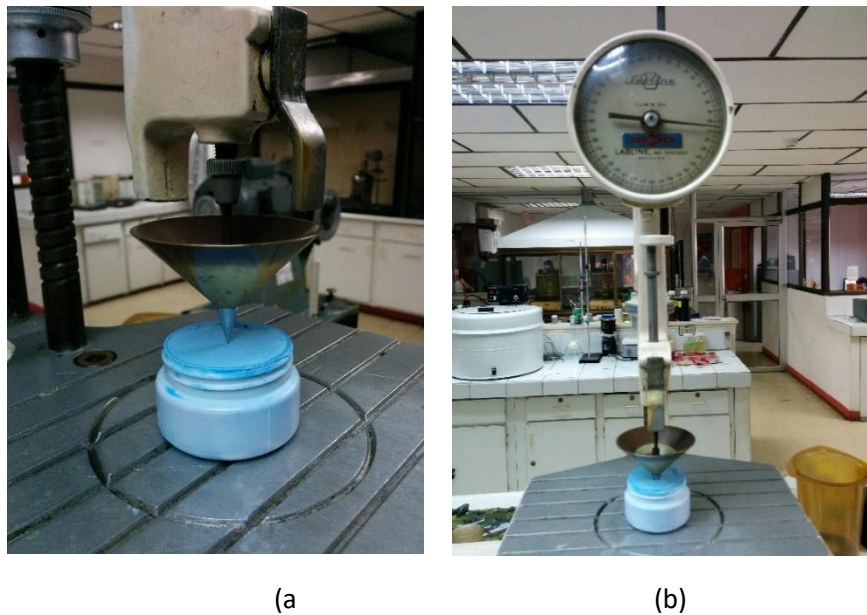
Rango de Temperatura (°C)	Crema 01	Crema 19	Crema 20	Crema 21	Crema 22
Descripción					
50 – 67	El colorante empieza a desprenderse del cuerpo de la crema, conforme aumenta la temperatura la cantidad de colorante que se desprende aumenta. La crema empieza a fundirse.	La crema se blanquea en ciertas zonas.	El colorante empieza a desprenderse del cuerpo de la crema. Empieza a fundirse.	El colorante se desprende del cuerpo de la crema.	La crema empieza a desprender color, ciertas zonas son de un color azul intenso.
69 – 78	Los componentes inorgánicos de la crema se desprenden y se pueden ver en la matriz del colorante por la diferencia en la concentración del color.	La crema se funde a los 70°C, se empiezan a separar los componentes del producto.	A los 70°C la crema se ha terminado de fundir.	La crema se funde a los 70°C.	La crema empieza a fundirse, pasando en ciertas partes a un estado líquido. A los 80°C gran parte de la crema se encuentra en estado líquido, sin embargo, al moverla se puede apreciar que hay zonas más viscosas.

80 – 95	La crema se ha fundido completamente. No se aprecian fases distinguibles. Hay presencia de varias tonalidades de azul.	Es más evidente la separación del colorante el cual se va a la superficie.	La crema presenta una apariencia viscosa. El colorante se va a la superficie. A los 90 °C la crema está en un estado líquido.	La consistencia se vuelve viscosa. El colorante que se ha separado se va a la superficie. A los 90 °C la crema ya está completamente líquida.	La consistencia de la crema ha cambiado a un estado completamente líquido.
95 – 100	La crema se encuentra en estado líquido presentando las mismas características que el rango anterior. Hay desprendimiento de gases.	La crema es completamente líquida y se aprecian mejor las dos fases, la superior de un color azul oscuro y la inferior de un color celeste. Presencia de silicato de magnesio en la superficie de la crema.	Se puede apreciar la separación en fases, la parte superior de un color azul oscuro y la inferior de un color celeste. Hay restos de silicato de magnesio en la superficie.	Se aprecian dos fases, la superior de un color rojo oscuro y la inferior de un color rosado. Hay presencia de silicato de magnesio en la superficie.	El colorante se concentra en la superficie de la crema líquida, se aprecian líneas blancas en la superficie provocadas por el blanqueador. La parte inferior es de un color celeste.

**Elaboración:** Karla Ramírez; Luis Morillo

#### 4.4.6. Penetración

Se realizó el análisis de penetración mediante la norma ASTM D217 como se indica en la Imagen 20 a/b.



**Imagen 18.** Ensayo de penetración a productos seleccionados.

Se realizaron 3 mediciones para cada crema obteniéndose los resultados mostrados en la Tabla XVIII. A partir de la Tabla N° III se determinó la dureza según el valor obtenido en el penetrómetro.

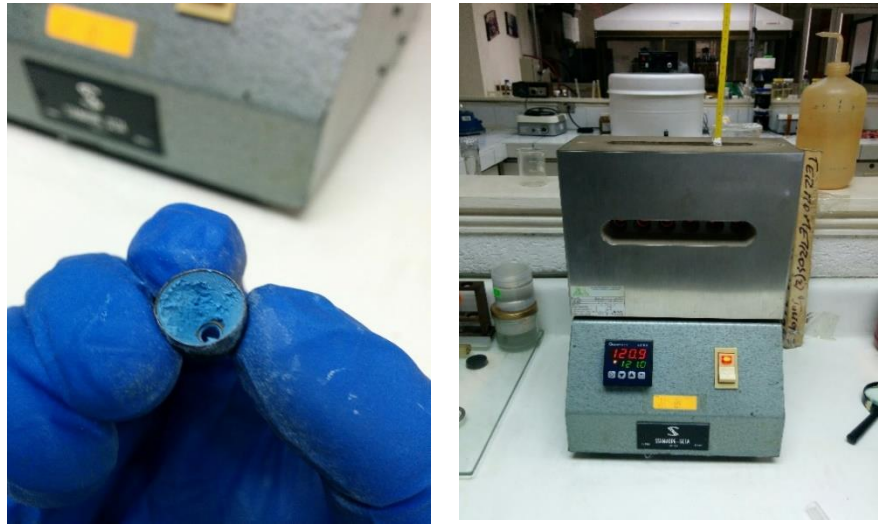
**Tabla XVIII.** Penetración de las cremas seleccionadas.

<b>Cremas</b>	<b>01</b>	<b>19</b>	<b>20</b>	<b>21</b>	<b>22</b>
<b>Valor de Penetración 1</b>	232	110	170	120	265
<b>Valor de Penetración 2</b>	239	137	173	131	265
<b>Valor de Penetración 3</b>	240	144	180	138	273
<b>PROMEDIO</b>	237	130	175	130	267
<b>Consistencia</b>	Mediana	Muy dura	Dura	Muy dura	Blanda

**Elaboración:** Karla Ramírez; Luis Morillo

#### **4.4.7. Punto de gota**

Mediante el equipo para realización de punto de gota según la norma ASTM D2265 se determinó la temperatura a la cual se obtiene la primera gota de las cremas.



**Imagen 19.** En (a) y (b) se observa la realización del ensayo de punto de gota.

En la Tabla XIX se muestran los valores obtenidos para las diferentes cremas.

**Tabla XIX.** Temperaturas de punto de gota de las distintas cremas.

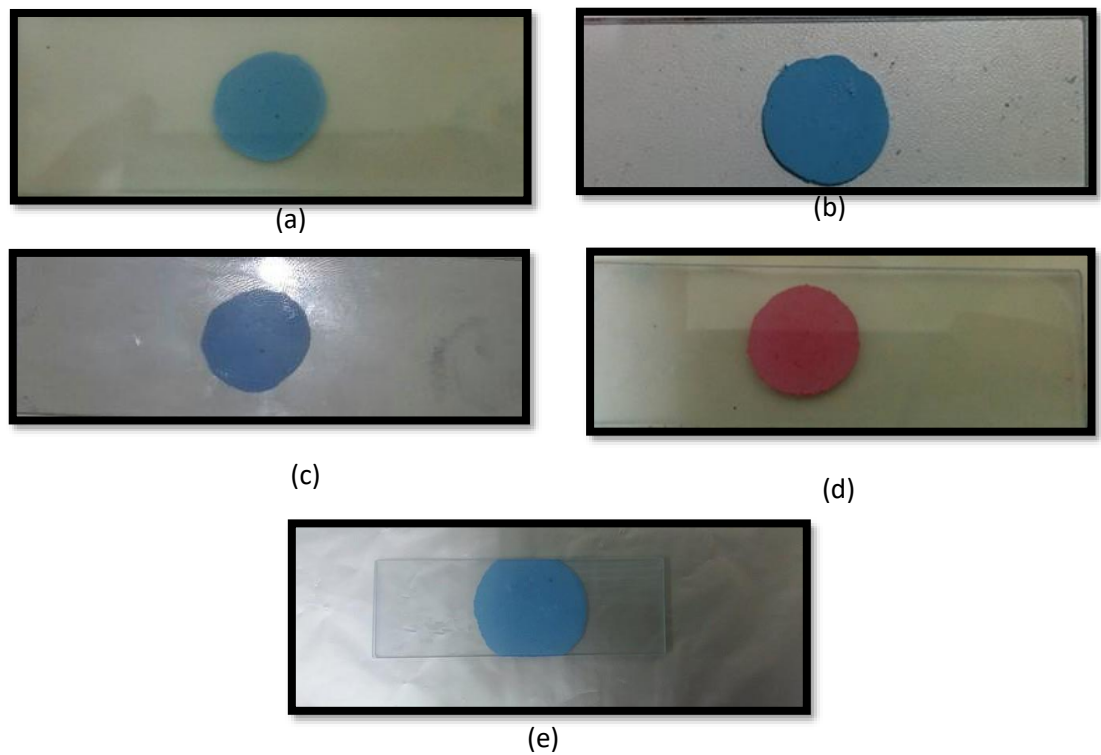
Crema	01	19	20	21	22
Punto de Gota (°C)	110,4	70	71	71	112,4

**Elaboración:** Karla Ramírez; Luis Morillo

#### 4.4.8. Extensibilidad

Se utilizó un peso de 0.04 gramos para todas las cremas. Los valores de las áreas cubiertas por esta cantidad de masa se

presentan en la Tabla XX. Se puede apreciar en la Imagen 22 la expansión de las diferentes cremas.



**Imagen 20.** Extensibilidad de productos seleccionados (a) Crema 1. (b) Crema 19. (c) Crema 20. (d) Crema 21. (e) Crema 22.

**Tabla XX.** Valores obtenidos en el ensayo de extensibilidad para la crema elaborada.

<b>Crema</b>	<b>01</b>	<b>19</b>	<b>20</b>	<b>21</b>	<b>22</b>
<b>Peso Crema (g)</b>	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
<b>Área cubierta (<math>cm^2</math>)</b>	1,75	2,60	2,50	2,00	6,23
<b>Extensibilidad (<math>cm^2/g</math>)</b>	43,75	65	62,5	50	155,75

**Elaboración:** Karla Ramírez; Luis Morillo

#### **4.4.9. Comportamiento en gasolina y diésel**

En las Tabla XXI y XXII se presentan los valores obtenidos antes y después de la medición con la crema. Los valores nos dan una idea del comportamiento que tiene la crema después que ha estado en contacto con el combustible (gasolina o diésel).



**Tabla XXI.** Comportamiento de las cremas en gasolina eco-país.

		<b>Peso antes de medición (g)</b>	<b>Peso después de medición (g)</b>	<b>Variación de peso (g)</b>	<b>Porcentaje de absorción del combustible</b>
<b>Crema 01</b>	Gasolina	29,5	29,47	-0,03	
	Crema en varilla	0,1	0,11	0,01	10
<b>Crema 19</b>	Gasolina	27,86	27,82	-0,04	
	Crema en varilla	0,11	0,13	0,02	18,18
<b>Crema 20</b>	Gasolina	29,37	29,34	-0,03	
	Crema en varilla	0,1	0,12	0,02	20
<b>Crema 21</b>	Gasolina	29,34	29,3	-0,04	
	Crema en varilla	0,1	0,12	0,02	20
<b>Crema 22</b>	Gasolina	28,28	28,03	-0,05	
	Crema en varilla	0,1	0,13	0,03	30

**Elaboración:** Karla Ramírez; Luis Morillo

**Tabla XXII.** Ensayo del comportamiento de las cremas en diésel.

		<b>Peso antes de medición (g)</b>	<b>Peso después de medición (g)</b>	<b>Variación de peso (g)</b>	<b>Porcentaje de absorción del combustible</b>
<b>Crema 01</b>	Diésel	24,31	24,27	-0,04	
	Crema en varilla	0,1	0,13	0,03	30
<b>Crema 19</b>	Diésel	24,27	24,22	-0,05	
	Crema en varilla	0,1	0,14	0,04	40
<b>Crema 20</b>	Diésel	24,22	24,17	-0,05	
	Crema en varilla	0,1	0,14	0,04	40
<b>Crema 21</b>	Diésel	24,17	24,12	-0,05	
	Crema en varilla	0,1	0,13	0,03	30
<b>Crema 22</b>	Diésel	24,12	24,08	-0,04	
	Crema en varilla	0,1	0,13	0,03	30

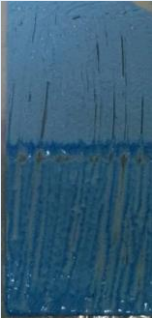

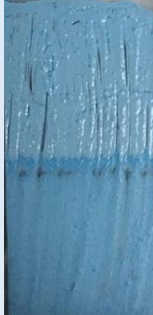
**Elaboración:** Karla Ramírez; Luis Morillo

#### **4.4.10. Estabilidad de color**

Se determinó el cambio de color de cada crema en gasolina y en diésel, en un lapso de tiempo de un día. En las Tablas XXIII, XXIV, XXV, XXVI, XXVII, XXVIII, XXIX, XXX, XXXI y XXXII se muestran los resultados de la estabilidad de color con el tiempo.




#### 4.4.10.1. En Gasolina Eco – País.

**Tabla XXIII.** Duración del color para la crema 01 en gasolina.

Tiempo (Horas)	Color	Imagen
<b>0</b>	Al untar la crema es de color celeste claro, al entrar en contacto con gasolina cambia a celeste intenso, se tiene una línea de corte visible.	
<b>1</b>	Se aclara el color, sin embargo, todavía se puede notar una diferencia, se mantiene la línea de corte.	
<b>24</b>	Permanece una diferencia notable entre los dos colores. Se mantiene la línea de corte visible.	




**Elaboración:** Karla Ramírez; Luis Morillo

**Tabla XXIV.** Duración del color para la crema 19 en gasolina.

Tiempo (Horas)	Color	Imagen
0	Al untar la crema es celeste, la parte que entra en contacto con gasolina cambia de color a celeste claro, permanece una línea de corte visible.	
1	La diferencia de colores es estable, la línea de corte permanece visible.	
24	La diferencia de colores es estable.	




**Elaboración:** Karla Ramírez; Luis Morillo

**Tabla XXV.** Duración del color para la crema 20 en gasolina.

Tiempo (Horas)	Color	Imagen
0	Al untar es de color azul, la zona que entra en contacto con gasolina cambia a color celeste. Forma una línea de corte recta.	
1	Permanece la diferencia de colores es notable, línea de corte visible. Los colores mantienen su intensidad.	
24	Se nota menos el cambio de color y la línea de corte es poco visible.	

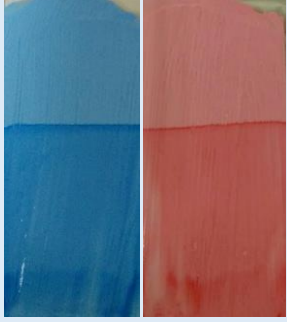
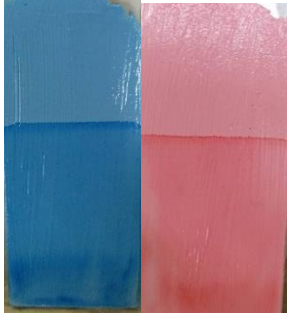
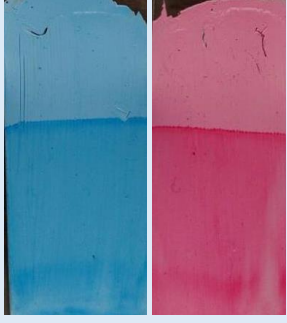
**Elaboración:** Karla Ramírez; Luis Morillo

**Tabla XXVI.** Duración del color para la crema 21 en gasolina.

Tiempo (Horas)	Color	Imagen
0	Al untar la crema es de color rosado intenso, una vez que entra en contacto con gasolina cambia de color a rosado claro. Deja una línea de corte recta.	
1	Se aclaran ligeramente los colores, pero aún es notable la línea de corte.	
24	Se pierde el color. No hay un cambio de color drástico como al inicio.	

**Elaboración:** Karla Ramírez; Luis Morillo




**Tabla XXVII.** Resultados obtenidos de duración del color para la crema 22a y 22b en gasolina.

Tiempo (Horas)	Color	Imagen
0	La zona sumergida en gasolina cambia a un color más intenso, sin embargo, se ve que el colorante está más concentrado en la parte inferior de la placa, esto para ambas cremas.	
1	Se mantiene el color.	
24	El color se aclara, sin embargo, aún sigue siendo más intenso que el color original de la crema. Esto para las dos cremas. La línea de corte sigue siendo visible.	

**Elaboración:** Karla Ramírez; Luis Morillo

#### 4.4.10.2. En Diésel




**Tabla XXVIII.** Resultados obtenidos de duración del color para la crema 01 en diésel.

Tiempo (Horas)	Color	Imagen
0	Se puede apreciar un color más intenso en la zona sumergida en diésel. Se ve uniformidad en el cambio de color.	
1	El colorante se ha dispersado, no hay uniformidad en la zona sumergida en diésel. Se empieza a perder el tono intenso.	
24	Vemos un color más claro que al inicio de la crema. Se aprecian irregularidades donde el colorante se ha depositado y se encuentra más concentrado.	

**Elaboración:** Karla Ramírez; Luis Morillo






**Tabla XXIX.** Duración del color para la crema 19 en diésel.

Tiempo (Horas)	Color	Imagen
0	Se puede ver un tono azul sobre todo en la parte inferior de la placa, conforme se sube el tono empieza a disminuir. La línea de cambio es visible.	
1	El color azul se ha perdido y la línea de cambio se ve muy poco.	
24 horas	Se puede ver un tono más claro en la parte que ha sido sumergida en el diésel.	




**Elaboración:** Karla Ramírez; Luis Morillo

**Tabla XXX.** Duración del color para la crema 20 en diésel.

Tiempo (Horas)	Color	Imagen
0	<p>Vemos un color azul en la parte que ha sido sumergida en diésel. Se puede apreciar claramente el cambio de color. La línea de corte no es regular.</p>	
1	<p>No se aprecia claramente el cambio de color ni la línea de corte. El color dejó de ser azul y pasó a ser celeste nuevamente.</p>	
24	<p>Se ve un celeste más claro en la zona sumergida en diésel. Después de un día se ha perdido el color.</p>	

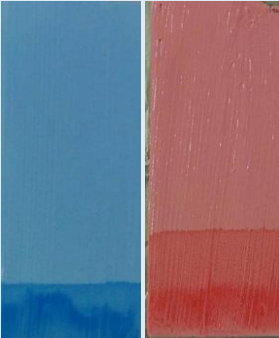


**Elaboración:** Karla Ramírez; Luis Morillo

**Tabla XXXI.** Resultados obtenidos de duración del color para la crema 21 en diésel.

Tiempo (Horas)	Color	Imagen
0	La zona sumergida en diésel presenta un color rosado intenso, sobre todo en la parte inferior de la placa.	
1	El color rosado intenso se perdió, la zona sumergida en diésel se aclaró pasando a un rosado más débil. Se puede ver la línea de corte marcada.	
24	El color es un rosado muy débil, incluso se ha aclarado más que el color original de la crema. La línea de corte es difícil de diferenciar.	

**Elaboración:** Karla Ramírez; Luis Morillo

**Tabla XXXII.** Duración del color para la crema 22a y 22b en diésel.

Tiempo (Horas)	Color	Imagen
0	El color se intensifica en la zona sumergida, para ambas cremas. La línea de corte se marca y es muy visible.	
1	Se mantiene el color intenso para ambas cremas. En ciertas zonas se ve que se ha empezado a perder color.	
24	El color se aclara en ambas cremas. En la crema 22a existen zonas blancas, en la crema 22b no. Después de un día aún se aprecia una diferencia notable de color.	

**Elaboración:** Karla Ramírez; Luis Morillo

#### **4.5. Comparación de la crema importada vs crema nacional**

A partir de los resultados obtenidos para la crema importada y para las cremas seleccionadas se realizó la comparación de sus propiedades físico-químicas, como se indica en la Tabla XXXIII.

**Tabla XXXIII.** Comparación de producto existente vs productos obtenidos.

		<b>Crema Importada</b>	<b>Crema 01</b>	<b>Crema 19</b>	<b>Crema 20</b>	<b>Crema 21</b>	<b>Crema 22</b>
<b>Imagen</b>							
<b>Solubilidad agua</b>	en	3,92 g crema/100mL agua	No	No	No	No	No
<b>Solubilidad Gasolina</b>	en	4,9 g crema/100mL gasolina	4,8 g crema/100mL gasolina	3,2 g crema/100mL gasolina	5,1 g crema/100mL gasolina	4,9 g crema/100mL gasolina	1,6 g crema/100mL gasolina
<b>Solubilidad Diésel</b>	en	0,3 g crema/100 mL diésel	No	0,1 g crema/100mL diésel	0,2 g crema/100mL diésel	0,1 g crema/100mL diésel	No

<b>Densidad</b>	$1,08 \frac{g}{cm^3}$	$1,24 \frac{g}{cm^3}$	$1,31 \frac{g}{cm^3}$	$1,21 \frac{g}{cm^3}$	$1,27 \frac{g}{cm^3}$	$1,19 \frac{g}{cm^3}$	
<b>Temperatura a la cual empieza la evaporación</b>	100°C	100°C	100°C	100°C	100°C	100°C	
<b>Penetración</b>	143-Muy dura	237-Mediana	130-Muy dura	175-Dura	130-Muy dura	267-Blanda	
<b>Punto de gota</b>	88°C	110,4°C	70°C	71°C	71°C	112,4°C	
<b>Extensibilidad</b>	$73 \text{ cm}^2/\text{g}$	$43,75 \text{ cm}^2/\text{g}$	$65 \text{ cm}^2/\text{g}$	$62,5 \text{ cm}^2/\text{g}$	$50 \text{ cm}^2/\text{g}$	$155,75 \text{ cm}^2/\text{g}$	
<b>Comportamiento en gasolina (absorción)</b>	30%	10%	18,18%	20%	20%	30%	
<b>Comportamiento en Diésel (absorción)</b>	50%	30%	40%	40%	30%	30%	
<b>Estabilidad del color después de contacto con gasolina</b>	<b>0 horas</b>	Inicialmente la crema es rosado pálido, al contacto con combustible cambia a rosado intenso.	Al untar la crema es de color celeste claro, al entrar en contacto con gasolina cambia a celeste intenso, se tiene una línea de corte visible.	Al untar la crema es celeste, la parte que entra en contacto con gasolina cambia de color a celeste claro, permanece una línea de corte visible.	Al untar es de color azul, la zona que entra en contacto con gasolina cambia a color celeste. Forma una línea de corte recta.	Al untar la crema es de color rosado intenso, una vez que entra en contacto con gasolina cambia de color a rosado claro. Deja una línea de corte recta.	Al untar la crema es de color rosado claro una vez que entra en contacto con el combustible cambia instantáneamente de color a rosado más intenso. Deja una línea de corte recta

	<b>1 hora</b>	El color rojo se vuelve rosado, permaneciendo una línea de corte poco visible.	Se aclara el color, sin embargo todavía se puede notar una diferencia, se mantiene la línea de corte.	La diferencia de colores es estable, la línea de corte permanece visible.	Permanece la diferencia de colores es notable, línea de corte visible. Los colores mantienen su intensidad.	Se aclaran ligeramente los colores, pero aún es notable la línea de corte.	Los colores permanecen intactos, la línea de corte es recta y claramente visible.
	<b>24 horas</b>	Parte central empieza a tornarse blanquecina, línea de corte casi imperceptible.	Permanece una diferencia notable entre los dos colores. Se mantiene la línea de corte visible.	La diferencia de colores permanece estable.	Se nota menos el cambio de color y la línea de corte es poco visible.	Se pierde el color. No hay un cambio de color drástico como al inicio.	El color se aclara, sin embargo, aún sigue siendo más intenso que el color original de la crema. La línea de corte sigue siendo visible.
<b>Estabilidad del color después de contacto con diésel</b>	<b>0 horas</b>	Al entrar en contacto con diésel la crema cambia de color a de rosado opaco a rojo, crema una línea de corte recta	Al entrar en contacto con Diésel cambia de celeste claro a oscuro, la línea de corte es irregular.	Al entrar en contacto con Diésel cambia de celeste a un tono más oscuro, la línea de corte es recta pero presenta pequeños picos	Al entrar en contacto con diésel cambia de color azul a azul más oscuro, la línea de corte es irregular.	Al entrar en contacto con diésel la crema cambia de color de rosado claro a un tono más fuerte, sin embargo la línea de corte no es perfecta ya que presenta ciertos picos.	Al entrar en contacto con Diésel cambia de un tono claro a un tono oscuro, permanece una línea de corte recta y sin picos.



	<b>1 hora</b>	Permanecen claramente las dos tonalidades de colores, la línea de corte permanece recta.	Permanecen los dos colores, la línea de corte irregular permanece visible.	La parte que estuvo en contacto con el Diésel vuelve a su tono más claro que el original, la línea de corte aun es visible.	La parte que estuvo en contacto con el Diésel vuelve a su tono más claro que el original, la línea de corte aun es visible.	Permanece la línea de corte, la parte que entro en contacto con Diésel se aclara más que el color original.	Permanece la línea de corte recta, los dos colores conservan su intensidad
	<b>24 horas</b>	Permanece la intensidad de color rojo.	Se aclara ligeramente el color que estuvo en contacto con Diésel, la línea de corte es casi imperceptible	Permanecen estables los colores y la línea de corte	Permanecen estables los colores y la línea de corte	Permanecen estables los colores y la línea de corte	El color que entró en contacto con Diésel se aclara ligeramente, la línea de corte permanece recta y visible.
<b>Descomposición al calor (°C)</b>	<b>50 – 67</b>	La crema empieza a separarse, existe la presencia de primeras burbujas. La crema ha empezado a fundirse.	El colorante empieza a desprenderse del cuerpo de la crema, conforme aumenta la temperatura la cantidad de colorante que se desprende aumenta. La crema empieza a fundirse.	La crema se blanquea en ciertas zonas.	El colorante empieza a desprenderse del cuerpo de la crema. Empieza a fundirse.	El colorante se desprende del cuerpo de la crema.	La crema empieza a desprender color, ciertas zonas son de un color azul intenso.

	69 - 78	La crema burbujea y además se evidencia mejor la separación de los componentes; existe la presencia de una sustancia blanca.	Los componentes inorgánicos de la crema se desprenden y se pueden ver en la matriz del colorante por la diferencia en la concentración del color.	La crema se funde a los 70°C, se empiezan a separar los componentes del producto.	A los 70°C la crema se ha terminado de fundir.	La crema se funde a los 70°C.	La crema empieza a fundirse, pasando en ciertas partes a un estado líquido. A los 80°C gran parte de la crema se encuentra en estado líquido, sin embargo, al moverla se puede apreciar que hay zonas más viscosas.
	80 - 95	La sustancia blanca empieza a desaparecer en este rango de temperatura y se empiezan a formar las dos fases finales.	La crema se ha fundido completamente. No se aprecian fases distinguibles. Hay presencia de varias tonalidades de azul.	Es más evidente la separación del colorante el cual se va a la superficie.	La crema presenta una apariencia viscosa. El colorante se va a la superficie. A los 90°C la crema está en un estado líquido.	La consistencia se vuelve viscosa. El colorante que se ha separado se va a la superficie. A los 90°C la crema ya está completamente líquida.	La consistencia de la crema ha cambiado a un estado completamente líquido.

	95 – 100	<p>La crema se encuentra completamente en estado líquido con dos fases, empieza a ebullición a los 100°C.</p>	<p>La crema se encuentra en estado líquido presentando las mismas características que el rango anterior. Hay desprendimiento de gases.</p>	<p>La crema es completamente líquida y se aprecian mejor las dos fases, la superior de un color azul oscuro y la inferior de un color celeste. Presencia de silicato de magnesio en la superficie de la crema</p>	<p>Se puede apreciar la separación en fases, la parte superior de un color azul oscuro y la inferior de un color celeste. Hay restos de silicato de magnesio en la superficie.</p>	<p>Se aprecian dos fases, la superior de un color rojo oscuro y la inferior de un color rosado. Hay presencia de silicato de magnesio en la superficie.</p>	<p>El colorante se concentra en la superficie de la crema líquida, se aprecian líneas blancas en la superficie provocadas por el blanqueador. La parte inferior es de un color celeste.</p>
--	----------	---	--	---	--	---	---

**Elaboración:** Karla Ramírez; Luis Morillo

#### **4.6. Evaluación de las cremas seleccionadas**

A partir de la Tabla XXXIV se asignó valores a las propiedades de cada producto (asignando un valor mayor a las características más favorables del producto, en una escala de 1 a 3) con el fin de seleccionar como producto final aquella crema que tenga el mayor puntaje, en relación con la crema importada y de acuerdo a las propiedades que le brinden mejores características al momento de su uso. (Ver Anexo 1 para detalle de rangos seleccionados).

**Tabla XXXIV.** Puntuación asignada a cada crema por ensayo realizado.

<b>Ensayo</b>	<b>Importada</b>	<b>Crema 01</b>	<b>Crema 19</b>	<b>Crema 20</b>	<b>Crema 21</b>	<b>Crema 22</b>
<b>Solubilidad en agua</b>	1	2	2	2	2	2
<b>Solubilidad en Gasolina</b>	1	1	2	1	1	3
<b>Solubilidad en Diésel</b>	1	3	2	2	2	3
<b>Densidad</b>	1	2	1	2	1	3
<b>Penetración</b>	1	2	1	2	1	3
<b>Punto de gota</b>	2	3	1	1	1	3
<b>Extensibilidad</b>	1	1	1	1	1	3
<b>Comportamiento en gasolina (absorción)</b>	3	1	2	2	2	3
<b>Comportamiento en Diésel (absorción)</b>	3	1	2	2	1	1
<b>Estabilidad del color después de contacto con gasolina</b>	1	1	2	2	2	2
<b>Estabilidad del color después de contacto con diésel</b>	2	1	1	1	1	2
<b>Continuidad de línea de corte</b>	3	1	3	3	3	3
<b>TOTAL</b>	20	19	20	21	18	31

**Elaboración:** Karla Ramírez; Luis Morillo

El producto de mayor calificación es la crema 22 debido a que posee mejores características de acuerdo al uso que se le debe dar.

#### **4.7. Discusión de los Resultados**

##### **4.7.1. Elaboración del producto**

Inicialmente se realizó el producto usando como vehículo una mezcla en partes iguales de vaselina y manteca de cerdo, la manteca de cerdo es un componente de alto peso molecular muy poco soluble en mezclas hidrocarburíferas por lo cual es el vehículo ideal para la elaboración de la crema, mientras que la vaselina es un componente generalmente usado para cremas ya que ayuda a mantener el producto a baja temperatura y con la consistencia adecuada.

Se usó un colorante orgánico de color azul, como blanqueador se optó por un pigmento inorgánico que proporcione una alta pigmentación blanca y como carga se utilizó sulfato de calcio, el resultado fue una crema muy blanda, heterogénea ya que se podía diferenciar la presencia de sulfato de calcio, debido a que posee un tamaño de partícula grande, al probar el producto se obtuvo un cambio de color de celeste a azul pero con una línea

del nivel de combustible no confiable ya que el cambio de color se registró más arriba del nivel real, lo cual probablemente se debió a la mezcla heterogénea que se obtenía, es necesario obtener una fase homogénea para lograr una línea de corte recta.

En las siguientes cremas se fueron modificando los porcentajes de los componentes de modo que se obtenga una línea de corte exacta y la consistencia adecuada de la crema, a partir de estas variaciones se debe resaltar que se hizo el cambio de la carga de sulfato de calcio por silicato de magnesio hidratado que es un componente no polar con alto poder absorbente, lo que permitió que el producto se encuentre en fase homogénea y deje de contener grumos debido a que tiene un menor tamaño de partícula en comparación con el sulfato de calcio.

Sin embargo, no fue suficiente solo el cambio de la carga, en la crema 09 se decidió utilizar como vehículo un componente generalmente usado para cremas que también proporciona un poder emulsionante, cera Lanette W, es muy poco soluble en combustibles, la cual al realizar una mezcla con vaselina se obtuvo una consistencia dura similar al producto importado, y una línea de corte recta, esto es debido a la homogeneidad del

producto, sin embargo el cambio de color fue de celeste a celeste claro, muy poco notorio.

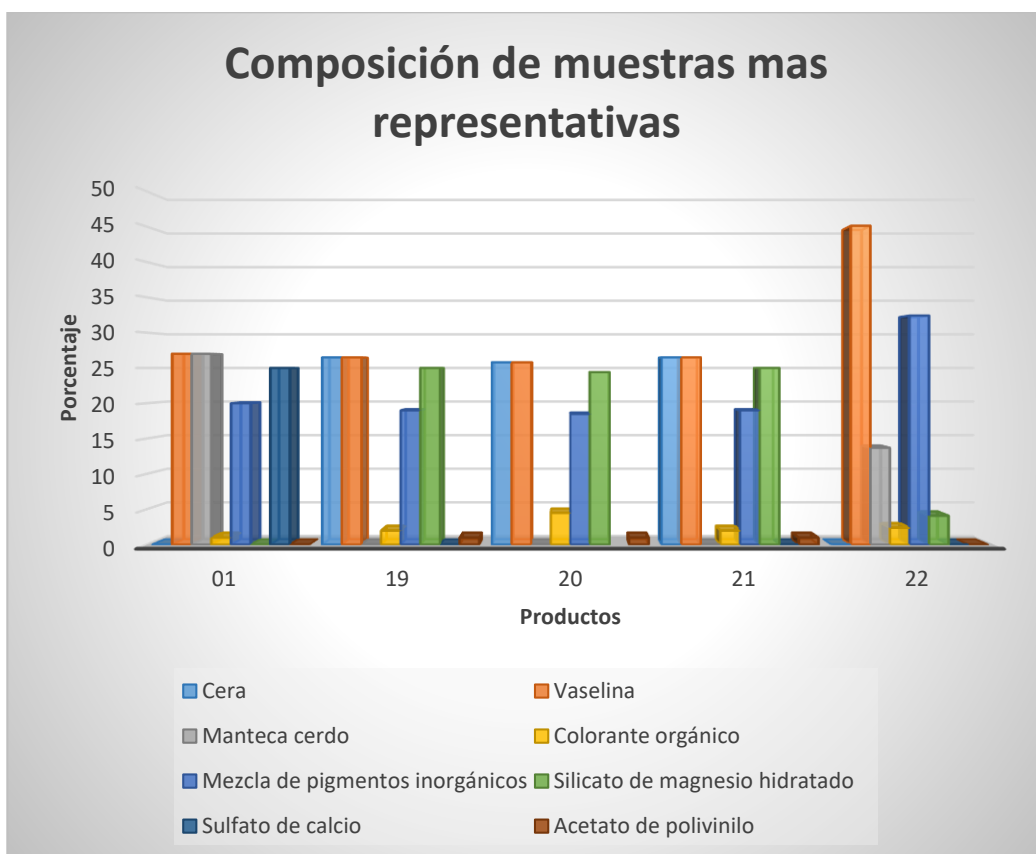
Con dicha consistencia la adherencia no resultó la esperada. A partir de la crema 10 se fueron cambiando los porcentajes de los componentes ya establecidos en la crema 09, a partir de estas variaciones, mientras se utilizaba cera Lanette W fue necesario que la mezcla del vehículo sea en partes iguales ya que si un componente del vehículo se encuentra en mayor proporción al otro no se obtiene la línea de corte recta. Se decidió aumentar otro componente a la mezcla física, en este caso se agregó acetato de polivinilo, este compuesto generalmente se lo utiliza en fabricación de pegamento blanco, al agregar una pequeña cantidad se logró obtener una mayor adherencia del producto y una mejor consistencia; estos resultados se obtuvieron en la crema 19.

A pesar de ya tener la línea de corte regular y una mayor adherencia, el cambio de color no resultó tan notorio, por esto se decidió aumentar el porcentaje de colorante para obtener una mayor diferencia de colores, esta crema (N°20) cambió de azul a azul más claro. No obstante, en la crema 21 se decidió probar con otro colorante de diferente origen, en este caso de color rojo,



obteniéndose el mismo comportamiento que en la crema 19, lo cual indica que a pesar de que los colorantes tienen diferente origen cumplen la misma función.

En el Gráfico 3 podemos ver la variación de la composición de las cremas más representativas (cremas 01, 19, 20, 21 y 22).



**Gráfico 3.** Composición de las cremas seleccionadas.

**Elaboración:** Karla Ramírez; Luis Morillo

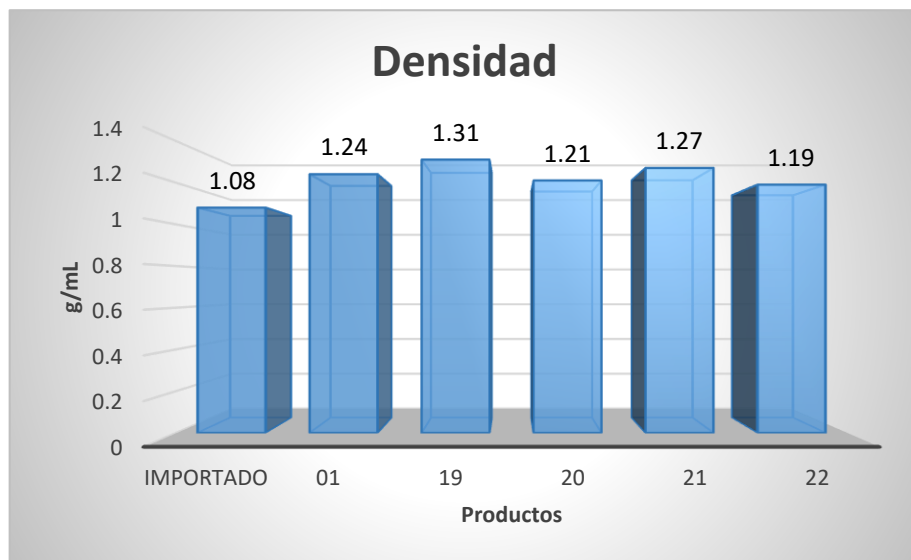
Debido a que en todas las cremas en las que se agregó cera Lanette W no se obtenía el cambio de color a un tono oscuro, mientras que en las cremas que no la contenían si se lograba el cambio de color esperado, a pesar de la línea de nivel irregular, se decidió no utilizar este componente en la crema.

En la crema 22 se utilizó una mezcla de manteca de cerdo y vaselina con una mezcla de pigmentos inorgánicos en mayor proporción, los cuales hicieron el papel de carga y pigmento, se agregó una pequeña cantidad de silicato de magnesio para dar textura a la crema y el colorante respectivo, obteniéndose un cambio de color de un tono claro a oscuro, se realizó esta crema tanto para el color azul como rojo obteniéndose el mismo resultado.

#### **4.7.2. Densidad**

El ensayo de densidad nos indica un valor de  $1.08 \text{ g/cm}^3$  para la crema importada, a diferencia de las cremas elaboradas en el presente proyecto que arrojan valores de densidad entre 1.21 y  $1.31 \text{ g/cm}^3$ .

En el Gráfico 4 podemos ver la comparación de densidades de las diferentes cremas:



**Gráfico 4.** Densidad de las cremas seleccionadas.

**Elaboración:** Karla Ramírez; Luis Morillo

De forma general, la densidad de cada crema estudiada depende de los componentes que integran la mezcla, por esta razón, para realizar un análisis de los resultados que se obtuvieron es necesario conocer los porcentajes en los cuales fueron usados los ingredientes y sus respectivas densidades (Ver Sección 3.2).

La crema 01 con un valor de densidad de  $1.24 \text{ g/cm}^3$ , tiene como vehículo una mezcla de vaselina y manteca de cerdo, ambos componentes con una densidad de aproximadamente 0.9 y  $0.89 \text{ g/cm}^3$  respectivamente, densidades muy parecidas y al estar

agregados en la misma proporción contribuyen con un valor de  $0.9 \text{ g/cm}^3$ , aproximadamente, a la densidad de la mezcla. El componente más denso dentro de la mezcla es el pigmento inorgánico, con un valor mayor a  $4 \text{ g/cm}^3$ ; le sigue el sulfato de calcio ( $\text{CaSO}_4$ ) con un valor de densidad de  $2.32 \text{ g/cm}^3$ . El colorante representa un porcentaje muy bajo dentro de la composición de la mezcla y tiene la densidad más baja,  $0.77 \text{ g/cm}^3$ .

Para la crema 19 y 21 se obtuvo una densidad de 1.31 y  $1.27 \text{ g/cm}^3$  respectivamente, aquí tenemos una composición diferente a la crema 1, pero igual entre ellas; los componentes que se usan tienen densidades similares en comparación con los componentes de la crema 1; por ejemplo, la cera que reemplaza a la manteca de cerdo tiene una densidad de entre  $0.82$  y  $0.9 \text{ g/cm}^3$ , y el silicato de magnesio hidratado que se usa en vez del sulfato de calcio tiene una densidad entre  $2.7$  y  $2.8 \text{ g/cm}^3$ . El acetato de polivinilo se añade en esta composición en un porcentaje en peso muy bajo, éste presenta una densidad de  $1.19 \text{ g/cm}^3$ .

Si realizamos una comparación entre las densidades de las cremas que hemos analizado hasta ahora podemos darnos cuenta que las

mayores densidades están en la crema 19 y 21 y aunque la diferencia por componente sea pequeña, cuando se mezclan nos dan una diferencia notable.

En la crema 20 tenemos una densidad de  $1.21 \text{ g/cm}^3$ , siendo la crema con el menor valor obtenido.

La crema 20, tiene los mismos componentes que la crema 19, sin embargo, el cambio está en el porcentaje en el que se encuentran añadidos, pues la cantidad de colorante aumentó. Como habíamos dicho anteriormente el colorante utilizado tiene una densidad de  $0.77 \text{ g/cm}^3$ , por lo tanto, al aumentar su volumen dentro de la composición es de esperar que exista una disminución en la densidad de la mezcla final.

La crema 22, presenta una densidad de  $1.19 \text{ g/cm}^3$ , siendo la de menor valor entre las 5 cremas desarrolladas. Esta crema tiene en su composición una mayor cantidad de vaselina y de pigmento inorgánico, en comparación con las otras cremas, siendo el compuesto inorgánico el que presenta la mayor densidad. Aun cuando el pigmento inorgánico tiene una densidad alta, como ya se ha dicho anteriormente, este valor se ve disminuido en la mezcla por tener mayor porcentaje en peso de la mezcla compuesta por

vaselina y manteca de cerdo, ambos con densidades menores a uno. Las densidades del talco y el colorante influyen, aunque ambos se encuentren en porcentajes muy bajos.

Volviendo a la crema importada, si comparamos su densidad con las cremas obtenidas en el presente proyecto, nos damos cuenta que la densidad es mucho menor, lo que significa que los componentes de la mezcla tienen densidades menores a las utilizadas en las cremas realizadas o que existe una predominancia de algún componente con una densidad baja.

#### 4.7.3. Solubilidad

A partir del ensayo de solubilidad realizado a la crema indicadora de combustibles de mayor consumo actualmente en el mercado, se determinó que se disuelve  $3,92 \frac{g \text{ crema}}{100mL \text{ agua}}$  a temperatura ambiente, muy poco comparado con compuestos iónicos que presentan valores de solubilidad de aproximadamente  $40 \frac{g \text{ crema}}{100mL \text{ agua}}$ . Es conocido que la composición de la crema es una mezcla entre componentes orgánicos e inorgánicos, por lo cual la solubilidad en un disolvente como el agua es muy baja.

Por otro lado, se analizó la solubilidad en gasolina, teniéndose que se disuelve  $4,9 \frac{g \text{ crema}}{100mL \text{ gasolina}}$ , la solubilidad en este combustible es mayor a la solubilidad en agua lo cual puede ser debido a que la crema contiene mayor cantidad de componentes no polares que polares, conociendo que la gasolina es no polar, la mayor cantidad del producto se disuelve en la gasolina si se realiza agitación continua, no resultó necesario realizar este ensayo a altas temperaturas debido a que la crema no estará sometida a estas condiciones.

Analizando la solubilidad en agua de las cremas 01, 19, 20, 21 y 22 se obtuvo un comportamiento similar en todas, las 5 cremas fueron insolubles en agua, pues se mantenía suspendido en la matriz del soluto a pesar de que se aplicaba agitación a temperatura ambiente. Podemos decir que la mezcla de vehículo utilizada para la obtención de las cremas es la razón de que no se presente solubilidad ya que es una mezcla de compuestos no polares. Estos compuestos son los que contienen en su matriz a lo demás componentes de la crema, por lo tanto, al ser insolubles, dan esta misma característica al producto en general.

Dado que la gasolina tiene en su composición hidrocarburos aromáticos, las cremas 1, 19, 20, 21 y 22 fueron solubles en este combustible, debido a la presencia de vaselina y/o manteca de cerdo en su composición, ya que ambos componentes son solubles en hidrocarburos aromáticos.

Debido a que las muestras 19, 20 y 21 tienen igual contenido de vaselina, la mayor la solubilidad se obtuvo en la crema 20 ( $5,1 \frac{g \text{ crema}}{100mL \text{ gasolina}}$ ) lo cual puede ser debido a su mayor contenido del colorante, ya que el pigmento está disuelto en un solvente el cual es soluble en compuestos orgánicos.

La crema 21 ( $4,9 \frac{g \text{ crema}}{100mL \text{ gasolina}}$ ) tiene una menor solubilidad en gasolina en comparación con la crema 20 debido a que contiene un menor porcentaje de colorante en su composición.

La crema 19 ( $3,2 \frac{g \text{ crema}}{100mL \text{ gasolina}}$ ) a pesar de tener la misma composición que la crema 21, presenta una menor solubilidad en gasolina, esto debido a que el colorante azul tiene un mayor porcentaje de componentes insolubles, 1% en comparación con el colorante rojo 164 que tiene un menor porcentaje, 0,2%.



La crema 01 ( $4,8 \frac{g \text{ crema}}{100mL \text{ gasolina}}$ ) tiene una mayor solubilidad que la crema 22 ( $1,6 \frac{g \text{ crema}}{100mL \text{ gasolina}}$ ) ya que tiene una mayor cantidad de manteca de cerdo, este componente tiene una cadena de átomos de carbono más corta en comparación con la vaselina, por lo tanto es más soluble en el combustible.

A partir de la solubilidad en diésel podemos notar que las cremas 19, 20 y 21 que tienen una composición similar son ligeramente solubles en este combustible, conociendo que el diésel contiene parafinas, estas muestras son solubles debido a la presencia de cera Lanette W en su composición, la cual es soluble en este combustible. Por otro lado, las cremas 01 y 22 no son solubles en diésel ya que no tienen componentes que se puedan solubilizar en este.

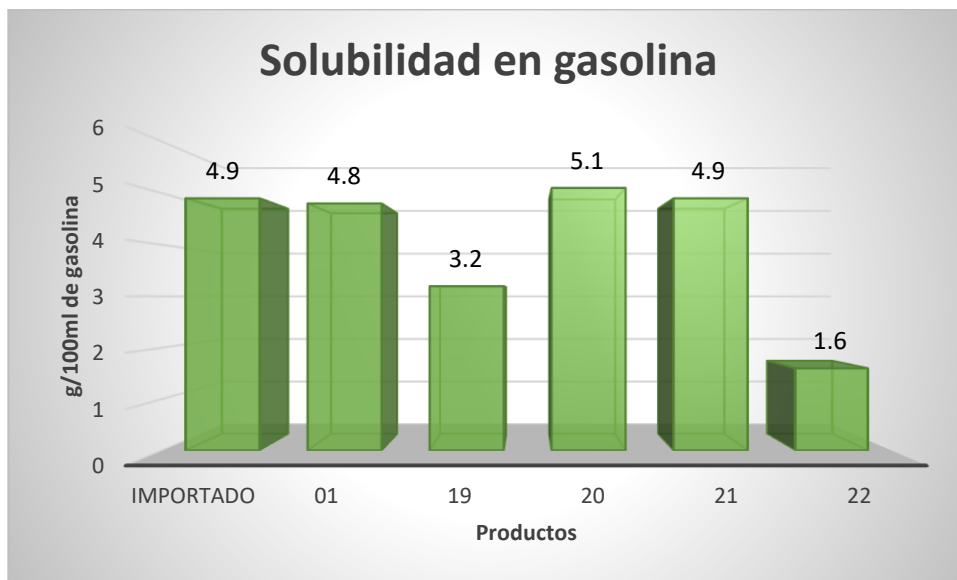
La crema importada es soluble en diésel lo cual indica que en su composición contiene algún tipo de parafina.

En los Gráficos 5, 6 y 7 podemos ver la variación de solubilidad de las cremas.



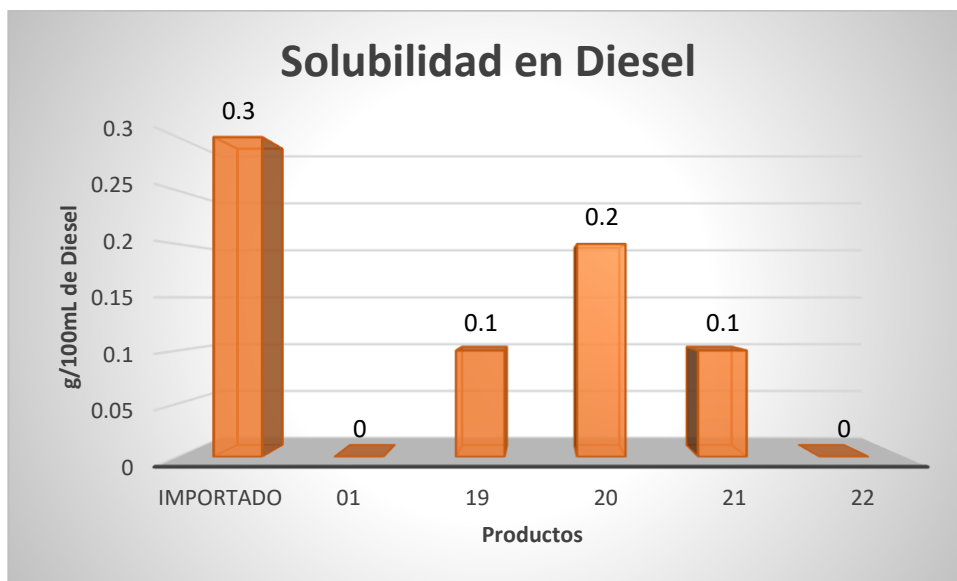
**Gráfico 5.** Comparación de solubilidad en agua de las cremas seleccionadas.

**Elaboración:** Karla Ramírez; Luis Morillo



**Gráfico 6.** Comparación de solubilidad en gasolina eco-país de las cremas seleccionadas.

**Elaboración:** Karla Ramírez; Luis Morillo



**Gráfico 7.** Comparación de solubilidad en diésel de las cremas seleccionadas.

**Elaboración:** Karla Ramírez; Luis Morillo

#### 4.7.4. Estabilidad Térmica

La estabilidad térmica es un ensayo cualitativo, que nos permitió identificar el comportamiento de las cremas cuando están expuestas al calor.

La observación recopilada en el comportamiento de la crema importada al calor nos deja ver cómo se van separando los diferentes componentes debido a los diferentes puntos de fusión que tienen, justamente por ser una mezcla.

Cuando la crema se ha convertido en líquido completamente a los 100 °C las fases que se aprecian nos proporciona una idea del tipo de componentes que posee la crema, pues en la parte superior por ser el componente menos denso en la mezcla se ve el colorante, y en la parte inferior se queda el vehículo (mezcla de componentes), pero en el fondo del recipiente reposan los componentes utilizados como carga totalmente intactos debido a su alto punto de fusión.

Las cremas 19, 20, 21 y 22, elaboradas durante el presente proyecto, presentan características similares con la adición de calor, empezando a fundir entre los 60 y los 75°C aproximadamente y formando a la temperatura de 100°C un estado líquido con presencia de dos fases, similar al comportamiento de la crema importada. La crema 1 presentó un comportamiento un poco distinto ya que no se pudo apreciar la formación de las dos fases al llegar a la temperatura de 100°C.

El comportamiento que la mezcla presente al calor va a depender de los componentes que tenga ya que como se dijo anteriormente tienen distintos puntos de ebullición. Conociendo la composición de las cremas que hemos elaborado podemos tomar como un indicador el punto de fusión; la vaselina se funde a una temperatura

de entre 36 – 60°C, la manteca de cerdo entre los 46 – 49°C y la Cera se funde entre los 50 – 60°C; estos tres componentes mencionados son los que conforman el vehículo de la crema en las diferentes cremas, y como se ha dicho anteriormente, todas las cremas empiezan a fundirse a una temperatura de entre 60 y 75°C, lo cual tiene sentido ya que el vehículo se empieza a fundir a temperaturas aproximadas, en la mezcla el rango de temperatura aumenta porque se encuentran junto a otros componentes de temperaturas de fusión mucho más altas.

En todos los casos lo primero que empieza a desprenderse de la mezcla es el colorante, y es justamente debido a que el vehículo empieza a cambiar de estado generando que el colorante deje de ocupar los espacios que se encontraba ocupando.

Los componentes que presentan un punto de fusión elevado son los inorgánicos que se usaron como carga y blanqueador, es decir, el sulfato de calcio (1450°C), el silicato de magnesio (800°C) y el pigmento inorgánico (menor a 1000°C). Estos componentes quedan en el fondo del recipiente donde se calentó.

#### 4.7.5. Penetración

Los valores de penetración obtenidos en décimas de milímetro, fueron comparados con la tabla NLGI de grasas, diseñada para grasas lubricantes, sin embargo, es una referencia que nos sirve para caracterizar el producto ya que hay similitud entre ambos. Con estos valores podemos ver una diferencia clara entre las consistencias de cada crema ensayada.

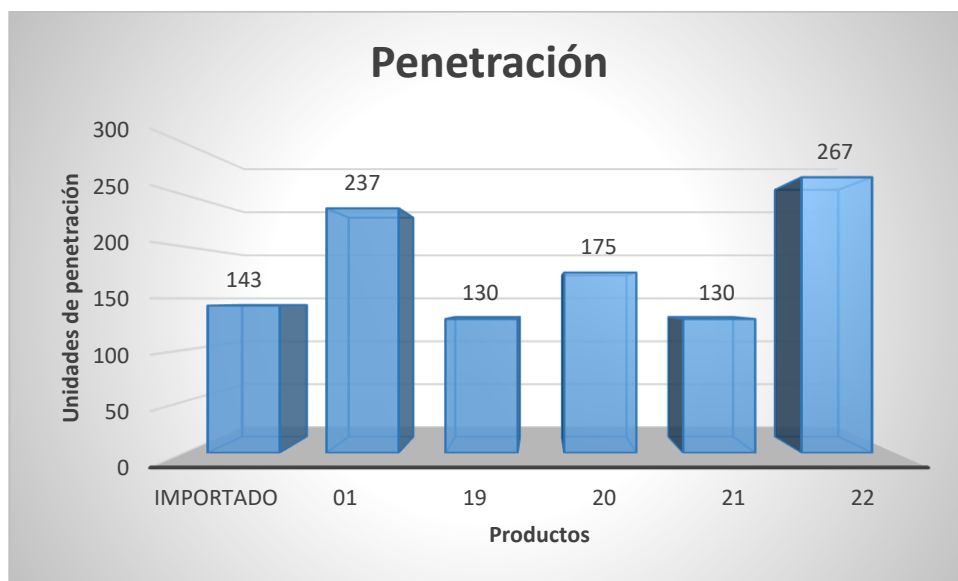
De acuerdo a la Tabla XXXIII, donde se presentan estos resultados, la crema importada presenta un valor de penetración de 143, considerada una crema muy dura. Dentro del rango de valores que pueden llevar a considerar la crema como muy dura, se encuentran también las cremas 19 y 21, ambas presentando un valor de 130, lo cual era de esperarse debido a que ambas tienen la misma composición siendo su única diferencia el cambio de colorante. La crema 20 tiene un valor de penetración mayor, 175, lo que la lleva a ser considerada una crema dura; tiene sentido que la penetración sobre esta crema sea mayor que en las cremas 19 y 21, ya que presenta un aumento en el porcentaje de colorante, a pesar de tener los mismos componentes que las cremas anteriormente mencionadas, la variación de los porcentajes llevan a disminuir la consistencia de la crema.

Las cremas que presentaron un mayor valor de penetración fueron las cremas 01 y 22, teniendo 237 y 267 respectivamente. La crema 1 es considerada una crema de consistencia mediana mientras que la 22 de consistencia blanda, lo cual es apreciable con solo tocarlas. Estos valores de penetración tienen sentido debido a la composición de estas dos cremas, pues a diferencia de las demás, tienen como vehículo una mezcla de vaselina y manteca de cerdo, ya no hay presencia de cera.

De acuerdo a estos resultados, podemos comparar y darnos cuenta que la crema 22 es la que mayor valor de penetración alcanzó entre todas, por lo que resulta más fácil al momento de untar. Es importante darnos cuenta que estos valores dependen de la composición de la crema, la crema importada, cuyos componentes desconocemos a ciencia cierta, tiene una consistencia muy dura, lo que nos lleva a pensar que el vehículo utilizado es justamente una especie de cera o vehículo de mayor peso molecular.

Otro componente que no hay que despreciar al momento de ver la consistencia es la carga utilizada, dependiendo del porcentaje y del

tipo de carga tendremos una variación en los valores de penetración; un claro ejemplo se ve entre las cremas 1 y 22, que presentan los mismos componentes en la mezcla de vehículo (en diferentes porcentajes), pero una diferencia en el componente que actúa como carga, pues para la crema 1 se usa el sulfato de calcio con un porcentaje en peso del 25% mientras que en la crema 22 se usa silicato de magnesio en un porcentaje en peso de 4%, esto también influye en que una crema sea más blanda que la otra.



**Gráfico 8.** Comparación de penetración de las cremas seleccionadas.

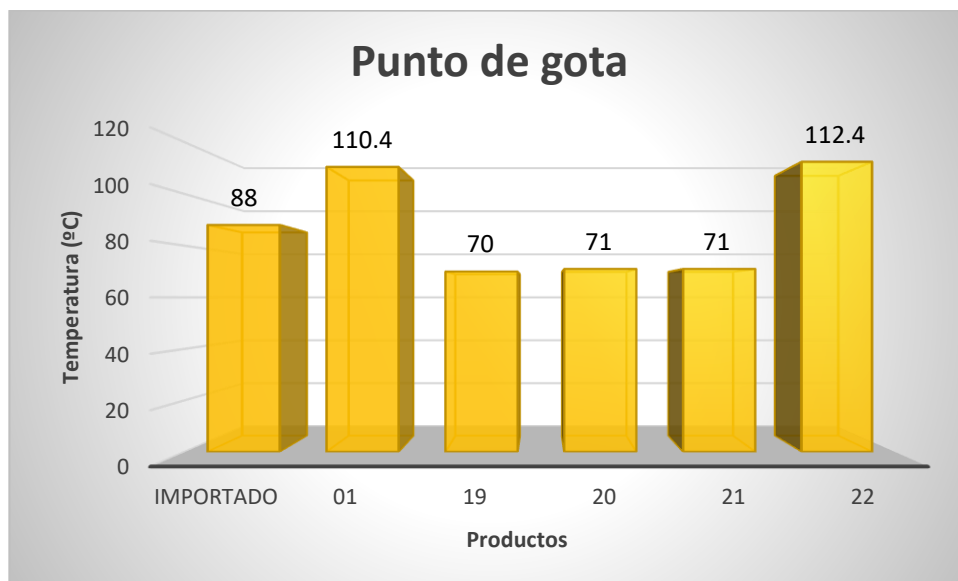
**Elaboración:** Karla Ramírez; Luis Morillo



#### **4.7.6. Punto de Gota**

Los valores obtenidos en el ensayo de punto de gota son un indicador claro de la resistencia que presenta la crema al calor, aunque el uso mismo del producto no sea en escenarios de altas temperaturas.

Los valores de punto de gota más altos obtenidos son para las cremas 01 y 22, las cuales tienen 110,4 y 112,4°C respectivamente, a diferencia de las cremas 19, 20, y 21 que tienen puntos de gota similares entre 70 y 71°C. El mayor punto de gota nos indica que la crema tiene una resistencia mayor al calor antes de empezar a fluir, y las cremas 01 y 22 en su composición presentan cargas como sulfato de calcio y pigmento inorgánico que tienen puntos de fusión muy altos, lo que genera un aumento en el punto de fusión de la mezcla en general.



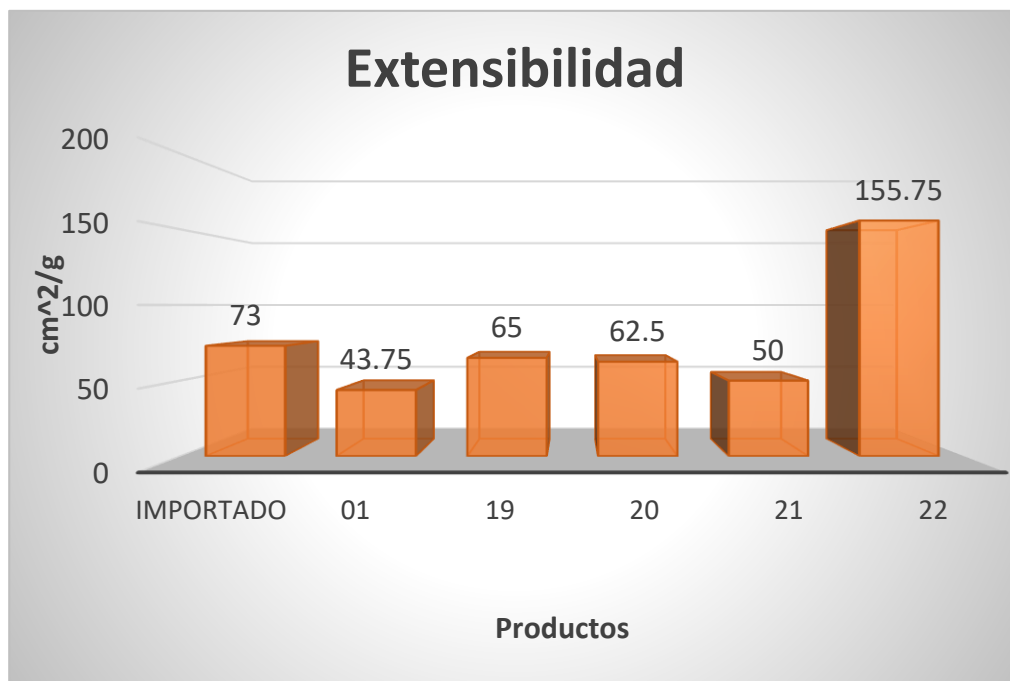
**Gráfico 9.** Comparación de punto de gota de las cremas seleccionadas.

**Elaboración:** Karla Ramírez; Luis Morillo

#### 4.7.7. Extensibilidad

Se realizaron ensayos de extensibilidad a la crema importada y a las cremas con mejores resultados obtenidos en este proyecto, a partir de los resultados mostrados en la Tabla XXXIII. podemos notar que la crema importada tiene una mayor extensibilidad en comparación con las cremas 1,19,20 y 21, sin embargo, la crema 22 supera considerablemente este producto, siendo el que mayor extensibilidad tiene y mejor poder de cubrimiento tiene.

El Gráfico 10 muestra los diferentes valores de extensibilidad de los 5 productos seleccionados.



**Gráfico 10.** Comparación de extensibilidad de las cremas seleccionadas.

**Elaboración:** Karla Ramírez; Luis Morillo

Analizando las 5 cremas podemos ver que la crema 19, 20 y 21 tienen extensibilidades muy similares al producto de importación, conociendo que tienen composiciones similares entre ellas y solo varía el tipo de colorante, podemos notar que uno de los principales componentes que pudo dar esta extensibilidad es la cera. Por otro lado, la crema 01 tiene un bajo resultado lo cual puede ser debido a la falta de homogeneidad en el producto y presencia de grumos.

La crema 22 tiene una mayor extensibilidad debido a la falta de cera en su composición y a la presencia de manteca de cerdo que da mayor extensibilidad al producto, cabe recalcar que la manteca de cerdo no da el mismo efecto en la crema 01 debido a la causa mencionada anteriormente; otro factor importante en el recubrimiento que proporcionó la crema 22 es que debido al alto porcentaje de pigmentos inorgánicos que tiene un alto poder de recubrimiento, se obtuvo una crema con colores más uniformes. Una mayor extensibilidad significará un ahorro para el usuario.

#### **4.7.8. Comportamiento en gasolina**

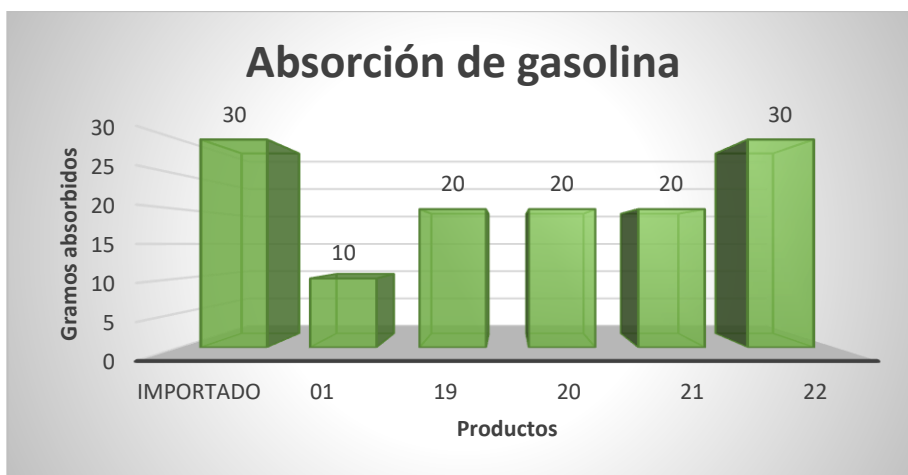
Se analizó el comportamiento de la crema al untar en una varilla metálica e introducir en gasolina eco-país, las cremas 19, 20 y 21 tuvieron valores similares de absorción entre 18 a 20%, la crema 01 tuvo el menor valor de absorción que corresponde al 10%, y las que mayor cantidad de absorción presentaron fueron las crema 22 y la crema importada con un valor de 30%.

La crema 22 tiene mayor absorción debido a la alta presencia de pigmentos inorgánicos, ya que tiene un alto porcentaje en la composición este componente actúa como pigmento y junto con el silicato de magnesio actúan como carga absorbiendo el

combustible, por otro lado, el sulfato de calcio también actúa como absorbente, sin embargo, la consistencia de la crema 01 no permite que el combustible se quede en la misma.

Las cremas 19, 20 y 21 presentan menor absorción debido a la presencia de cera, la cual actúa como una barrera impidiendo la absorción del combustible.

En el Gráfico 11 se observa la comparación de absorción de las diferentes cremas.



**Gráfico 11.** Comportamiento en gasolina eco-país de las cremas seleccionadas.

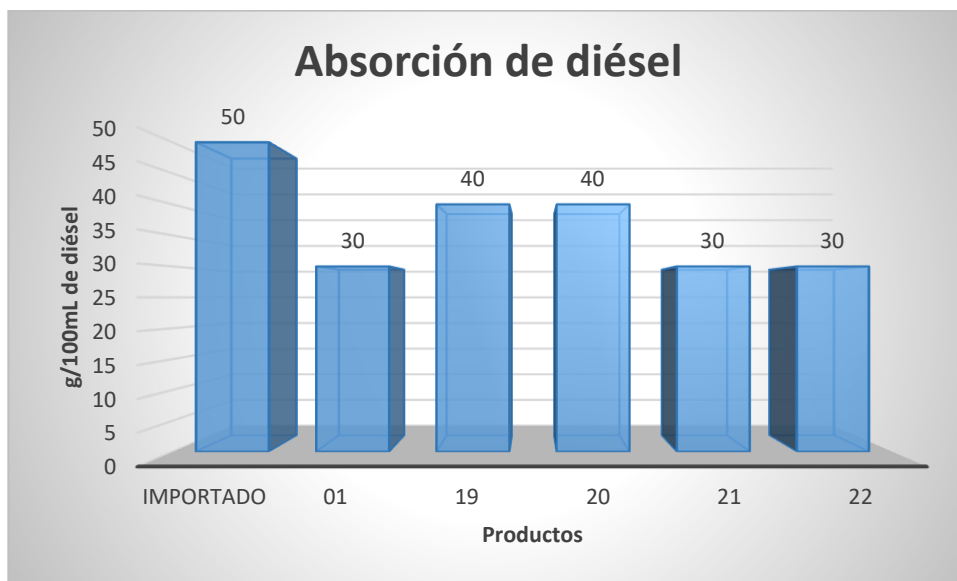
**Elaboración:** Karla Ramírez; Luis Morillo

Cabe notar que, al retirar la varilla metálica con la crema, todas desprenden una mínima cantidad de producto, el cual no es registrado debido a que es mínimo.

#### **4.7.9. Comportamiento en Diésel**

En diésel se pudo notar que todas las cremas presentan una mayor absorción de este combustible en comparación con gasolina, las que menor absorción presentaron fueron las cremas 1, 21 y 22. En el caso de la crema 22 esta tiene el mismo comportamiento que en gasolina, a diferencia del resto de cremas que aumentaron su valor de absorción, esto puede ser debido a que el diésel es más viscoso que la gasolina por lo que se impregna en mayor cantidad a la crema.

En el Gráfico 12 se puede observar la comparación de absorción de las cremas:



**Gráfico 12.** Comportamiento en diésel de las cremas seleccionadas.

**Elaboración:** Karla Ramírez; Luis Morillo

#### 4.7.10. Estabilidad del color

Inicialmente se analizó el comportamiento de la crema importada, al untar sobre una placa de vidrio es rosado pálido, una vez que entra en contacto con el combustible cambia de color a rosado intenso, marcando una línea recta, la duración del color de la crema en contacto con gasolina es menor que con diésel, ya que con gasolina el color duró menos de 1 hora mientras que con diésel permaneció intacto.

El cambio de color se da debido a que la carga absorbe el combustible y el colorante se disuelve en el combustible absorbido, lo que produce que la gasolina contenida en la crema intensifique su color, el color intenso se logra también debido al componente de carga que actúa como una base blanca permitiendo una mejor visualización de colores.

Al analizar la crema 01 en contacto con gasolina esta cambia de color celeste claro a un celeste más intenso, sin embargo, la línea de corte no está a nivel del líquido debido a que la mezcla es heterogénea, por lo cual no es confiable la lectura, los colores se aclararon ligeramente, pero la diferencia de tonalidades era notable. El sulfato de calcio absorbe combustible pero debido a lo expuesto anteriormente la línea de corte no es recta.

En diésel el comportamiento fue diferente ya que las tonalidades de colores duraron menos de 1 hora, la absorción fue por la razón ya explicada.

Las cremas 19, 20 y 21 en contacto con gasolina presentan el mismo comportamiento, tienen un cambio de color de un tono oscuro a uno más claro, se marca una línea de corte exacta en el



nivel sin embargo es necesario dejar actuar por 20 segundos cuando entra en contacto con el combustible, con el paso del tiempo los colores se intensifican. Este cambio de color se da debido a que cierta cantidad de colorante se desprende de la crema logrando una aclaración en el color, cabe recalcar que debido a que es colorante para combustibles este desprendimiento no altera las propiedades del combustible.

En diésel el comportamiento fue diferente ya que este combustible es muy viscoso y al entrar en contacto con las cremas la oscurece momentáneamente debido a que la impregna, sin embargo, en menos de 1 hora se aclara el color ya que la crema no absorbe el combustible.

La crema 22 cambia de un color claro a un color más intenso instantáneamente, el principio es el mismo explicado para la crema de importación. Se presenta el mismo comportamiento para gasolina y diésel, los colores permanecen estables con el tiempo.

#### **4.7.11. Puntuación de cremas**

Se calificó a las diferentes cremas a partir de los rangos establecidos en el Anexo 1, el mayor valor se dio a las cremas cuyas propiedades sean las deseadas para el producto realizado. A partir de esto se obtuvo que la mejor crema indicadora de combustibles es producto número 22, ya que presenta el cambio de color, consistencia, poder de recubrimiento y línea de corte esperada.

Esta crema fue llevada a estaciones de servicio en la ciudad de Guayaquil, en la cual obtuvo la aceptación por parte de los operadores, que son los principales consumidores de la misma, el color preferido fue el rosado debido a su similitud con la crema actual.

#### **4.8. Encuesta de Aceptación del Producto**

Habiéndose seleccionado como la mejor crema nacional el producto N° 22, de acuerdo a los ensayos realizados y a la puntuación asignada en la Tabla XXXIV basándonos en las características que permitirán un mejor desempeño de la crema,

se estimó conveniente realizar una encuesta en diferentes estaciones de servicio de la ciudad de Guayaquil, teniendo como participantes a los operadores que mantienen un uso constante del producto a lo largo de sus actividades laborales. Las preguntas realizadas fueron las siguientes:

1. ¿Qué opina sobre la consistencia?
2. ¿Fue fácil de usar?
3. ¿Es confiable la lectura del nivel de combustible?
4. ¿Qué le parece al untarlo?
5. ¿Usaría el producto?
6. ¿Qué le parece el producto?

Se realizó la encuesta a 5 estaciones de servicio, de las cuales se obtuvieron los siguientes resultados:



**Gráfico 13.** Resultados de encuestas a las gasolineras - Consistencia.

**Elaboración:** Karla Ramírez; Luis Morillo

Al 67% de las personas encuestadas les pareció que la consistencia del producto era buena, al 33% les pareció que era regular. Uno de los puntos más fuertes dentro de las características de la crema fue la consistencia ya que al operador le pareció mucho más blanda y fácil al momento de utilizarla en comparación con la crema importada.



**Gráfico 14.** Resultados de encuestas a las gasolineras - Confiabilidad de la lectura de nivel.

**Elaboración:** Karla Ramírez; Luis Morillo

Al 80% de los encuestados les pareció que la lectura que obtenían con el producto era confiable, sin embargo, el 20% dijo que no.



**Gráfico 15.** Resultados de encuestas a las gasolineras - Untuosidad.

**Elaboración:** Karla Ramírez; Luis Morillo

Todas las personas encuestadas dijeron que el producto era fácil de untar, a diferencia de la crema importada, con la cual tenían que ejercer mayor presión al momento de utilizarla.



**Gráfico 16.** Resultados de encuestas a las gasolineras - ¿Usaría el Producto?

**Elaboración:** Karla Ramírez; Luis Morillo

El 80% de las personas encuestadas si usarían el producto mientras que el 20% no lo usarían.



**Gráfico 17.** Resultados de encuestas a las gasolineras - Apreciación del Producto.

**Elaboración:** Karla Ramírez; Luis Morillo

Al 60% de las personas encuestadas les pareció muy bueno el producto al momento de usarlo, y al 20% les pareció bueno o regular.

En general, la crema tuvo una buena aceptación ya que de una muestra de 5 estaciones de servicio al 80% les pareció un producto bueno y que cumple con el objetivo.

#### 4.9. Análisis económico del producto desarrollado.

A partir del valor de materia prima para la preparación de 75 g de una crema indicadora se obtiene el precio del producto, como se detalla en la Tabla XXXV

**Tabla XXXV.** Costos por materia prima utilizada.

<b>Materia prima</b>	<b>%</b>	<b>Costo <math>\frac{(\\$)}{kg}</math></b>	<b>Cantidad (g)</b>	<b>Costo <math>\frac{(\\$)}{75 g}</math></b>
<b>Colorante orgánico</b>	2.6	179.48	1,95	0,35
<b>Vaselina</b>	48.2	4.15	36,15	0,15
<b>Manteca de cerdo</b>	14.6	28.31	10,95	0,31
<b>Silicato de magnesio</b>	2.2	1.58	1,65	0,0026
<b>Mezcla de pigmentos inorgánicos</b>	32.4	5.76	24,3	0,14
<b>TOTAL</b>	100	219.28	75	0.952

**Elaboración:** Karla Ramírez; Luis Morillo

A partir del costo de la materia prima por kilogramo, determinamos el costo del producto para una presentación de 75 g, el cual es de \$0.952, esto considerando únicamente la materia prima, si consideramos el envase el costo final sería de \$1.15, ya que el valor unitario de éste es de \$0.20.

Actualmente el costo de 64 gramos de la crema importada es de \$10, por lo que se tiene que el producto nacional se puede vender

a un valor de \$6 con lo cual se permite asumir otros gastos como mano de obra, luz, agua, instalaciones, etc.



#### 4.10. Ficha técnica del producto nuevo

<b>1.- IDENTIFICACIÓN DEL PRODUCTO</b>	
<p>La crema indicadora de combustibles, está elaborada a base de un vehículo que contiene alto peso molecular, un componente usado como carga que permite mejorar la consistencia, un pigmento para combustibles y aditivos que mejoran las propiedades de la crema. Este producto proporciona una lectura más exacta al medir el nivel en un tanque de almacenamiento de derivados del petróleo.</p>	
<b>2.- APLICACIÓN</b>	
<p>Su principal uso es para el aforo del nivel de combustible tanto en gasolineras, refinerías, terminales de combustibles, auto-tanques, etc. Esta crema se unta sobre la varilla de medición y al contacto con combustibles cambia de un color rosado claro a rosado intenso, marcando una línea recta en el nivel del tanque.</p> <p>Es recomendable untar la crema con la mano y que esta entre en contacto con el combustible 1 segundo.</p>	
<b>3.- ANÁLISIS</b>	
Estado físico:	Semisólido
Apariencia:	Viscosa
Color:	Rosado claro
pH:	NA

Densidad:	1.19 $g/cm^3$
Solubilidad en agua:	No
Solubilidad en gasolina:	1,6 g crema/100mL gasolina
Solubilidad en diésel:	No
Penetración:	Blanda
Punto de gota:	112,4°C
Temperatura a la que empieza evaporación:	100°C
Extensibilidad:	155,75 $cm^2/g$
Absorción de gasolina:	30%
Absorción de diésel:	30%
<b>4.- ENVASES DISPONIBLES</b>	
Envases de 75g.	

## CONCLUSIONES

1. A partir de ensayos realizados se determinaron las propiedades físicas y químicas de la crema que se comercializa actualmente en Ecuador, de los cuales se conoció que el producto es soluble en agua, gasolina y diésel, es de consistencia muy dura, tiene poca extensibilidad y absorbe los combustibles con lo que entra en contacto cambiando de color de rosado claro a intenso.
2. La operatividad de una crema indicadora se basa en la absorción del combustible debido a la presencia de un componente que actúa como tal, y su principio es similar al de un recubrimiento, compuesto por carga, vehículo, pigmento y aditivos.
3. A partir del ensayo de solubilidad realizado se determinó que el producto final es insoluble en agua debido a que está compuesta de componentes no polares, es soluble en gasolina debido a la presencia de manteca de cerdo y vaselina en su composición, estos componentes son solubles en hidrocarburos aromáticos y es insoluble en diésel ya que no contiene componentes que se disuelvan en este combustible.
4. Mediante el ensayo de penetración se obtuvo que el producto seleccionado es blando en comparación con la crema importada la cual es muy dura, al

ser blando el producto facilita su manejo en las actividades de aforo de tanques de mezclas hidrocarburíferas.

5. Mediante el ensayo de extensibilidad se determinó que el producto seleccionado tiene una mayor extensibilidad y mejor recubrimiento que la crema importada, lo cual implica un ahorro para el consumidor.
6. Tanto el producto importado, tomado como referencia, y todos aquellos que fueron ensayados presentan características de extensibilidad, estabilidad térmica, insolubilidad en agua y un cambio de color notable.
7. El producto formulado y desarrollado en la presente investigación cumple con las características citadas anteriormente.
8. El producto final, elaborado en base a 22 ensayos, y que cumple los requisitos de calidad tiene la siguiente formulación: 48.2% de vaselina, 14.6% de manteca de cerdo, 2.6% de colorante orgánico, 32.4% de mezcla de pigmentos inorgánicos y 2.2% de silicato de magnesio hidratado.
9. Mediante una encuesta realizada a usuarios de la crema de combustibles en las estaciones de servicio, se determinó que el producto tiene una aceptación del 80%

## **RECOMENDACIONES**

1. Difundir los resultados de la presente investigación en la comunidad universitaria del país para su estudio.
2. Complementar este proyecto con la formulación y elaboración de una pasta indicadora con presencia de agua en combustibles, complementaria en el aforo de tanques.
3. Hacer conocer a la Vicepresidencia de la República, para implementar el producto a nivel nacional, de acuerdo a los nuevos lineamientos del cambio de la matriz productiva.
4. Informar acerca de la implementación de este proyecto a entidades pertenecientes al sector petrolero.
5. Utilizar el producto cuando el combustible esté estable y no se encuentre en agitación.

## BIBLIOGRAFÍA

1. El Universo. *El combustible se pierde de seis maneras*. [En línea] <http://www.eluniverso.com/2004/02/08/0001/9/1CF8111E084C4BD48463EA5CC82A0A53.html>.
2. SINAGAP. [En línea] <http://sinagap.agricultura.gob.ec/importaciones-y-exportaciones-bce>.
3. Comercio, El. El Comerio.Data. [En línea] [Citado el: 16 de Mayo de 2016.] <http://especiales.elcomercio.com/2015/10/gasolineras/#ubicacion>.
4. API. Manual de estándares de medición de petróleo. Segunda edición *Procedimiento estándar para la medición manual de petróleo y productos del petróleo*. agosto de 2005. pág. Sección 1A.
5. INEN. Norma NTE INEN 2350(2003). *Medición y transporte de hidrocarburos a bordo de buque tanques - Primera Edición*. 2003.
6. Mohtadi, Nabil J. *Composición de pasta para identificación de mezclas hidrocarburíferas*. UD 7531111B2 Estados Unidos, 8 de Febrero de 2007.
7. Carbonell, Jordi Calvo. *Pinturas y recubrimientos*. s.l. : Ediciones Días de Santos, 2009.
8. Vaselina sólida. *Rebeautys*. [En línea] <http://rebeautys.com/2013/05/17/vaselina-solida/>.
9. PROSPECTOR. *Lanette W*. [En línea] <https://www.ulprospector.com/es/eu/PersonalCare/Detail/804/34221/Lanette-W>.
10. Quiminet. *Usos y aplicaciones del acetato de polivinilo*. [En línea] <http://www.quiminet.com/articulos/usos-y-aplicaciones-del-acetato-de-polivinilo-2714389.htm>.
11. *Evaluación técnica del sulfato de calcio anhidro como carga en la fabricación de papeles*. Silva, Ricardo. Ciencias Forestales.
12. SCIELO. Sulfato de Calcio: Propiedades y aplicaciones clínicas. [En línea] [http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0719-01072011000300012](http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0719-01072011000300012).
13. Doerner, Max. *Los materiales de pintura y su empleo en el arte*. 1998.

14. Institute of Food Science, Technology and Nutrition. ICTAN. [En línea] 14 de junio de 2016. [www.ictan.csic.es/en/organization-structure/organization-chart/](http://www.ictan.csic.es/en/organization-structure/organization-chart/).
15. Santiago Gómez Ruiz, María Isabel Sierra Alonso, Damián Pérez Quintanilla. *Análisis Instrumental*. 2009.
16. Daniel J. Pasto, Carl R. Johnson. *Determinación de estructuras orgánicas*. s.l. : Reverté, 1981.
17. Brown. *Química La Ciencia Central*.
18. INEN. [En línea] [Citado el: 16 de Mayo de 2016.] [http://www.normalizacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/11/n-te\\_inen\\_0035.pdf](http://www.normalizacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/11/n-te_inen_0035.pdf).
19. Petroecuador, EP. Infraestructura Institucional. [En línea] [Citado el: 16 de Mayo de 2016.] <http://www.eppetroecuador.ec/?p=2031>.

# **ANEXOS**

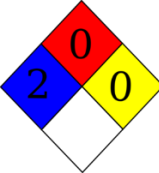


**ANEXO 1.** Criterios para la puntuación de las cremas seleccionadas.

Ensayo	Bajo	Medio	Alto	Valor
Solubilidad en agua ( $\frac{g\ crema}{100mL\ agua}$ )	Soluble		Insoluble	Insoluble=2 Soluble=1
Solubilidad en Gasolina ( $\frac{g\ crema}{100mL\ gasolina}$ )	1,6-2,76	2,77-3,92	3,93-5,10	Baja=3 Media=2 Alta=1
Solubilidad en Diésel ( $\frac{g\ crema}{100mL\ diesel}$ )	0-0,09	0,1-0,2	0,21-0,3	Baja=3 Media=2 Alta=1
Densidad ( $\frac{g}{cm^3}$ )	1,08-1,16	1,17-1,24	1,25-1,32	Alta=3 Media=2 Baja=1
Penetración	Blanda	Dura-Media	Muy dura	Muy dura=1 Media-Dura=2 Blanda=3
Punto de gota(°C)	70-85	86-100	101-115	Alto=3 Medio=2 Bajo=1
Extensibilidad ( $\frac{m^2}{g\ crema}$ )	1,75-3,25	3,26-4,75	4,76-6,25	Alta=3 Media=2 Baja=1
Comportamiento en gasolina (absorción $\frac{g\ gasolina}{0,10\ g\ crema}$ )	<0,01	0,011-0,02	0,021-0,03	Alta=3 Media=2 Baja=1
Comportamiento en Diésel (absorción $\frac{g\ diesel}{0,10\ g\ crema}$ )	< 0,03	0,031-0,04	0,041-0,05	Alta=3 Media=2 Baja=1
Estabilidad del color (hora)	<1		>24	Alta=3 Baja=1
Continuidad de línea de corte	Discontinua		Continua	Alta=3 Baja=1

**Elaboración:** Karla Ramírez; Luis Morillo

**ANEXO 2. MSDS del producto nacional SONDOIL.**

<b>Sección 1-Identificación del producto e información del fabricante</b>			
<b>Nombre del producto:</b>		<b>Uso del producto:</b>	
SONDOIL		Crema indicadora para sondeo de tanques de combustibles	
<b>Fabricante:</b>		<b>Fecha de revisión:</b>	
Karla Ramirez-Luis Morillo		Septiembre, 2016	
<b>Teléfonos de contacto:</b>			
0986401395-0939642352			
<b>Sección 2-Composición e información de ingredientes</b>			
<b>Nombre común</b>	<b>Nombre genérico</b>	<b>Nº. CAS</b>	<b>% en peso</b>
Vaselina	Vaselina sólida	8009-03-8	40-50
Manteca de cerdo			12-15
Colorante orgánico			2-4
Talco	Silicato de magnesio hidratado	14807-96-6	3-5
Pigmento inorgánico			30-40
<b>Sección 3-Identificación de riesgos</b>			
<b>Pictogramas de peligrosidad</b>			

**Efectos de la exposición por:**

Inhalación	Al calentarse a $T > 100^{\circ}\text{C}$ desprende vapores cancerígenos.
Ingestión	Ingestión de gran cantidad puede producir vómito, diarrea.
Contacto con los ojos	Causa seria irritación a los ojos
Contacto con piel	En caso de piel sensible podría causar alergia.

**Información existente para:**

Carcinogenicidad	Contiene componentes cancerígenos
Mutagenicidad	ND
Teratogenicidad	ND
Neurotoxicidad	ND
Sistema reproductor	ND
Órganos blancos	ND
Otros efectos	ND

**Sección 4- Primeros auxilios**

Inhalación	Al calentarse a T>100°C desprende vapores cancerígenos, en caso de inhalación trasladarse a un área ventilada y acudir a un centro médico
Ingestión	Inducir a vómito, acudir al centro médico más cercano.
Contacto con ojos	Enjuagar con abundante agua, en caso de que la molestia presente acudir al centro médico más cercano.
Contacto con piel	Enjuagar con abundante agua y jabón, en caso de que la molestia presente acudir al centro médico más cercano.
<b>Sección 5- Medidas contra incendios</b>	
Métodos de extinción	Utilizar las técnicas adecuadas según la locación
Agentes de extinción:	ND
Peligros específicos que presenta el producto químico	No es una solución inflamable
<b>Sección 6- Medidas en caso de derrames o fuga</b>	
<b>Precauciones personales, equipo de protección personal y procedimientos de emergencia:</b>	
Precauciones personales:	Usar guantes, mascarilla con filtro y mandil
<b>Métodos y materiales para contención y limpieza:</b>	
Métodos para contención:	Prevenir derrames
Métodos para limpieza:	Recoger con espátula y regresar a su envase original
<b>Sección 7- Manipulación y almacenamiento</b>	

Precauciones para el manejo seguro	
Indicaciones para el manejo seguro:	Usar guantes en caso de piel muy sensible
Almacenamiento seguro:	
Condiciones de almacenamiento:	Mantener en su envase original a temperaturas no mayores a 30°C
Materiales incompatibles:	ND
<b>Sección 8- Controles de exposición y protección personal</b>	
Medidas de protección	
Protección para ojos/rostro:	Evitar el contacto con ojos
Protección para la piel :	No se necesita protección en piel normal, en caso de piel altamente sensible se recomienda el uso de guantes
Protección respiratoria:	Asegurarse de usar en áreas con una adecuada ventilación
<b>Sección 9- Propiedades físicas y químicas</b>	
Estado físico:	Semisólido
Apariencia:	Viscosa
Color:	Rosado claro
pH:	NA
Densidad	1,19g/cm <sup>3</sup>
Solubilidad en agua:	No

Solubilidad en gasolina:	1,6 g crema/100mL gasolina
Solubilidad en diésel:	No
Penetración:	Blanda
Punto de gota:	112,4°C
Temperatura a la que empieza evaporación:	100°C
Extensibilidad:	155,75 $cm^2/g$
Absorción de gasolina:	30%
Absorción de diésel:	30%
<b>Sección 10- Estabilidad y reactividad</b>	
Reactividad:	No es reactivo en condiciones normales
Estabilidad química:	Estable en condiciones normales, desprende vapores a temperaturas mayores a 100°C
Posibles reacciones peligrosas:	No en condiciones normales
Condiciones a evitar:	El producto no debe ser calentado a más de 100°C ya que desprende vapores que contienen componentes cancerígenos
<b>Sección 11- Información toxicológica</b>	
<b>Información sobre posibles vías de exposición</b>	
Contacto con ojos	Causa irritación seria
Contacto con piel	En piel normal no hay daños

Inhalación	Al calentamiento desprende vapores cancerígenos, evitar inhalación		
Ingestión	Evitar su ingestión		
<b>Información de componentes</b>			
<b>Nombre químico</b>	<b>Oral LD50</b>	<b>Dermal LD50</b>	<b>Inhalación LC50/4h</b>
Vaselina sólida	ND	ND	ND
Manteca de cerdo	ND	ND	ND
Colorante orgánico	ND	ND	ND
Silicato de magnesio hidratado	ND	ND	ND
Pigmento inorgánico	>5000 mg/kg (rata) (OECD 425)	>5000 mg/kg (conejo)	>6,8 mg/l (rata)
<b>12.- Información ecológica</b>			
<b>Eco toxicidad por componente:</b>			
Vaselina sólida	ND		
Manteca de cerdo	ND		
Colorante orgánico	ND		
Silicato de magnesio hidratado	ND		
Pigmento inorgánico	<b>Toxicidad para peces:</b>		

	<p>Peces en agua dulce: Pimephales promelas</p> <p>LC50(96h)&gt;1000mg/l - Oncorhynchus myskiss</p> <p>LC50(96h):&gt;100mg/L</p>
	<p>Peces en agua salada: Cyprinodon variegatus</p> <p>LC50(96h):&gt;10000mg/L</p>
	<b>Toxicidad para Dafnias y otros invertebrados acuáticos:</b>
	<p>Agua dulce: Dafnia magna LC50(48h):&gt;100mg/L</p>
	<p>Agua salada: Acartia tonsa LC50(48h):&gt;10000mg/L</p>
	<b>Toxicidad para algas y plantas acuáticas:</b>
	<p>Agua dulce: Pseudokirchnerella subcapitata</p> <p>EC50(72h):16mg/L</p>
	<p>Agua salada: Skeletonema costatum</p> <p>EC50(72h):&gt;10000mg/L</p>
	<b>Toxicidad para bacterias:</b>
	<p>Agua dulce: Hyalella azteca NOEC(28d):&gt;100000 mg/kg peso sedimento seco</p>
	<p>Agua salada: Corophium volutator</p> <p>NOEC(10d):&gt;14989mg/kg peso sedimento seco</p>
<b>Degradabilidad:</b>	ND
<b>Bioacumulación:</b>	ND
<b>Movilidad:</b>	ND
<b>Otros efectos:</b>	ND



<b>Sección 13- Consideraciones de disposición final</b>			
<b>Método de tratamiento de desecho:</b>			
<b>Disposición de desechos:</b>	La disposición de desechos debe ser de acuerdo a las normas y leyes aplicables para cada región		
<b>Empaque contaminado:</b>	La disposición de desechos debe ser de acuerdo a las normas y leyes aplicables para cada región		
<b>Sección 14- Información de transporte</b>			
<b>Transporte doméstico:</b>	No determinado		
<b>Transporte marino:</b>	El producto es considerado contaminante marino		
<b>Transporte terrestre:</b>	Seguir lo indicado en la norma NTE INEN 2266		
<b>Transporte aéreo:</b>	No regulado		
<b>Sección 15- Información regulatoria</b>			
-			
<b>Sección 16- Otra información</b>			
<b>NFPA:</b>			
<b>Peligros para la salud</b>	<b>Inflamabilidad</b>	<b>Inestabilidad</b>	<b>Especiales</b>
2	0	0	
<i><b>Este documento fue hecho a partir de información recopilada de cada componente de su composición, en caso de que este producto sea combinado con otros materiales o procesos esta información puede ser no</b></i>			

***válida, queda a consideración del usuario la interpretación y aplicación de esta información***

**Siglas utilizadas**

ND	No determinado
NA	No aplica
LD50	Dosis letal media aguda oral en ratas u otro animal de laboratorio
LC50	Dosis letal media aguda dérmica en conejo u otro animal de laboratorio
EC50	Concentración efectiva máxima media
NOEC	Concentración sin efecto observado