

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO



FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA

TRABAJO ESTRUCTURADO DE MANERA INDEPENDIENTE

TEMA:

ESTUDIO DE LA COMPOSICIÓN RELATIVA ENTRE UN LUBRICANTE MINERAL CON LUBRICANTES ORGÁNICOS Y SU INFLUENCIA EN EL COMPORTAMIENTO DE LA DENSIDAD Y VISCOSIDAD A DIFERENTE TEMPERATURA

AUTOR: Alex Daniel Jiménez Gavilánez

TUTOR: Ing. Mg. Henry Vaca

Ambato 2014

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del trabajo de investigación sobre el tema:

“ESTUDIO DE LA COMPOSICIÓN RELATIVA ENTRE UN LUBRICANTE MINERAL CON LUBRICANTES ORGÁNICOS Y SU INFLUENCIA EN EL COMPORTAMIENTO DE LA DENSIDAD Y VISCOSIDAD A DIFERENTE TEMPERATURA” , desarrollado por la señor Alex Daniel Jiménez Gavilánez egresado de la carrera de Ingeniería Mecánica, considero que dicho informe investigativo reúne los requisitos tanto técnicos como científicos y está acorde a lo establecido en el Reglamento de Graduación de Pregrado, modalidad Trabajo Estructurado de manera Independiente de la Universidad Técnica de Ambato y en el normativo para la presentación de proyectos de investigación de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica.

Por lo tanto, autorizo la presentación del mismo para ser sometidos a la evaluación del Jurado Examinador designado por el H. Consejo Directivo.

Ambato, Marzo del 2013

Ing. Mg. Henry Vaca

Tutor del proyecto

AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN

Yo, Alex Daniel Jiménez Gavilánez , con C.I. 050326632-2, tengo a bien indicar que los criterios emitidos en el informe investigativo, bajo el tema: “ESTUDIO DE LA COMPOSICIÓN RELATIVA ENTRE UN LUBRICANTE MINERAL CON LUBRICANTES ORGÁNICOS Y SU INFLUENCIA EN EL COMPORTAMIENTO DE LA DENSIDAD Y VISCOSIDAD A DIFERENTE TEMPERATURA” así como también los contenidos presentados, ideas, análisis y síntesis de datos y resultados son de exclusiva responsabilidad de mi persona, como autor de este trabajo de Investigación.

Ambato, Enero 2014

.....

Alex Daniel Jiménez Gavilánez

Autor del proyecto

DEDICATORIA

A mi madre Licenia que con su apoyo incondicional, su cariño y lucha, ha sido el pilar fundamental durante toda mi vida, a mí hermana Victoria que siempre ha estado junto a mí. Para estas dos personas que se convirtieron en las razones más importantes para continuar en esta etapa de mi vida.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a toda mi familia por confiar en mí y apoyarme siempre en todo sentido.

A los Docentes de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica por sus enseñanzas tanto en la ciencia como al transmitir sus experiencias de vida que en conjunto serán base fundamental para la vida profesional.

A mi tutor, por la guía, colaboración y paciencia en el desarrollo de este proyecto.

ÍNDICE DE CONTENIDO
PÁGINAS PRELIMINARES

PORTADA	I
APROBACIÓN DEL TUTOR	II
AUTORÍA DE LA TESIS	III
DEDICATORIA	IV
AGRADECIMIENTO	V
ÍNDICE DE CONTENIDO	VI
ÍNDICE DE FIGURAS	XIII
ÍNDICE DE TABLAS	XIV
RESUMEN EJECUTIVO	XVI
CONTENIDO	
CAPITULO I	1
EL PROBLEMA	1
1.1 TEMA	1
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.2.1 Contextualización	1
1.2.2 Análisis crítico	2
1.2.3 Prognosis	3
1.2.4 Formulación del problema	3
1.2.5 Preguntas directrices	3
1.2.6 Delimitación	4
1.3 JUSTIFICACIÓN	5
1.4 OBJETIVOS	6
1.4.1 Objetivo General	6
1.4.2 Objetivos específicos	6
CAPITULO II	7
MARCO TEÓRICO	7
2.1 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS	7
2.2 FUNDAMENTACIÓN FILOSÓFICA	8

2.3 FUNDAMENTACIÓN LEGAL	9
2.4 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	9
2.4.1 Ingeniería de materiales.....	9
Fluidos miscibles	9
2.4.2 Tribología	10
2.4.2.1 Fundamentación de la tribología	10
2.4.2.2 Aplicaciones	11
2.4.2.3 Fricción.....	11
2.4.2.4 Rozamiento.....	12
2.4.5 Desgaste.....	13
2.4.3 Composición relativa de lubricantes	16
2.4.3.1 Fluidos miscibles y no miscibles.....	16
2.4.3.2 Lubricación.....	18
2.4.3.3 Lubricantes	19
2.4.3.4 Funciones de los lubricantes.....	20
2.4.3.5 Composición de los lubricantes	22
2.4.3.5 Clasificación de los lubricantes	25
2.4.4 Mecánica de fluidos.....	27
2.4.5 Propiedades de los fluidos.	28
2.4.5.1 Densidad y peso específico.....	28
2.4.5.2 Compresibilidad.....	28
2.4.5.3 Viscosidad	29
2.4.5.4 Punto de fluidez.....	29
2.4.5.5 Número de neutralización.....	29
2.4.5.6 Demulsibilidad.....	29
2.4.6 Comportamiento de la densidad y viscosidad a diferente temperatura.	30
2.4.6.1 Viscosidad	30
2.4.6.2 Relación entre temperatura y viscosidad	31
2.4.6.3 Viscosidad de mezcla	32
2.4.6.4 Medición de la viscosidad	33

2.4.6.5 Viscosímetro de tubo capilar	34
2.4.6.6 Viscosímetros Rotatorios.....	37
2.4.6.7 Viscosímetros Empíricos.....	41
2.4.6.8 Viscosímetro de Hoppler o de caída de bola	46
2.4.6.9 Índice de viscosidad.....	47
2.4.6.10 Densidad	49
2.4.6.11 Densidad relativa	51
2.5 CATEGORÍAS FUNDAMENTALES.....	54
2.6 HIPÓTESIS	54
2.7 SEÑALAMIENTO DE VARIABLES DE LA HIPÓTESIS	54
2.7.1 Variable Independiente	54
2.7.1 Variable Dependiente	54
CAPÍTULO III	55
METODOLOGÍA.....	55
3.1 ENFOQUE.....	55
3.2 MODALIDAD BÁSICA DE LA INVESTIGACIÓN	55
3.2.1 Experimental	55
3.2.2 Bibliográfica	55
3.3 NIVEL O TIPOS DE INVESTIGACIÓN.....	56
3.3.1 Exploratorio.....	56
3.3.2 Descriptivo.....	56
3.3.3 Estudio de casos.....	56
3.4 POBLACION Y MUESTRA	57
3.4.1 Población.....	57
3.4.2 Muestra	57
3.5 OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES	58
3.5.1 Variable Independiente: Composición relativa entre un lubricante mineral con lubricantes orgánicos.	58
3.5.2 Variable dependiente. Comportamiento de la densidad y viscosidad diferente temperatura.	59
3.6 RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN	60

3.7 PROCESAMIENTOS Y ANÁLISIS	60
3.7.1 Procesamiento.....	60
3.5.2 Análisis e interpretación de resultados.....	60
CAPÍTULO IV.....	61
ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	61
4.1 PROCESO DE ANÁLISIS DE RESULTADOS	61
4.2 EVALUACIÓN DE LA VISCOSIDAD EN LAS DISTINTAS MEZCLAS	63
4.2.1 EVALUACIÓN ACEITE DE TRANSMISIÓN AUTOMÁTICA	63
4.2.2 EVALUACIÓN ACEITE DE PALMA	65
4.2.3 EVALUACIÓN ACEITE DE SOYA.....	67
4.2.4 EVALUACIÓN ACEITE RECICLADO DE FRITURAS	69
4.2.5 EVALUACIÓN COMPOSICIÓN RELATIVA 10/90(ACEITE DE PALMA /ACEITE DE TRANSMISIÓN AUTOMÁTICA).....	71
4.2.6 EVALUACIÓN COMPOSICIÓN RELATIVA 20/80(ACEITE DE PALMA /ACEITE DE TRANSMISIÓN AUTOMÁTICA).....	73
4.2.7 EVALUACIÓN COMPOSICIÓN RELATIVA 30/70(ACEITE DE PALMA /ACEITE DE TRANSMISIÓN AUTOMÁTICA).....	75
4.2.8 EVALUACIÓN COMPOSICIÓN RELATIVA 40/60(ACEITE DE PALMA /ACEITE DE TRANSMISIÓN AUTOMÁTICA).....	77
4.2.9 EVALUACIÓN COMPOSICIÓN RELATIVA 50/50(ACEITE DE PALMA /ACEITE DE TRANSMISIÓN AUTOMÁTICA).....	79
4.2.10 EVALUACIÓN COMPOSICIÓN RELATIVA 10/90 (ACEITE DE SOYA /ACEITE DE TRANSMISIÓN AUTOMÁTICA).....	81
4.2.11 EVALUACIÓN COMPOSICIÓN RELATIVA 20/80 (ACEITE DE SOYA /ACEITE DE TRANSMISIÓN AUTOMÁTICA).....	83
4.2.12 EVALUACIÓN COMPOSICIÓN RELATIVA 30/70 (ACEITE DE SOYA /ACEITE DE TRANSMISIÓN AUTOMÁTICA).....	85
4.2.13 EVALUACIÓN COMPOSICIÓN RELATIVA 40/60 (ACEITE DE SOYA /ACEITE DE TRANSMISIÓN AUTOMÁTICA).....	87
4.2.14 EVALUACIÓN COMPOSICIÓN RELATIVA 50/50 (ACEITE DE SOYA /ACEITE DE TRANSMISIÓN AUTOMÁTICA).....	89
4.2.15 EVALUACIÓN COMPOSICIÓN RELATIVA 10/90 (ACEITE RECICLADO DE FRITURAS /ACEITE DE TRANSMISIÓN).....	91

4.2.16. EVALUACIÓN COMPOSICIÓN RELATIVA 20/80 (ACEITE RECICLADO DE FRITURAS /ACEITE DE TRANSMISIÓN).....	93
4.2.17. EVALUACIÓN COMPOSICIÓN RELATIVA 30/70 (ACEITE RECICLADO DE FRITURAS /ACEITE DE TRANSMISIÓN).....	95
4.2.18. EVALUACIÓN COMPOSICIÓN RELATIVA 40/60 (ACEITE RECICLADO DE FRITURAS /ACEITE DE TRANSMISIÓN).....	97
4.2.19. EVALUACIÓN COMPOSICIÓN RELATIVA 50/50 (ACEITE RECICLADO DE FRITURAS /ACEITE DE TRANSMISIÓN).....	99
4.3EVALUACIÓN DE LA DENSIDAD EN LAS DISTINTAS MEZCLAS	101
4.3.1 EVALUACIÓN ACEITE DE TRANSMISIÓN AUTOMÁTICA	101
4.3.2 EVALUACIÓN ACEITE DE PALMA	104
4.3.3 EVALUACIÓN ACEITE DE SOYA	107
4.3.4 EVALUACIÓN ACEITE RECICLADO DE FRITURAS	110
4.3.5 EVALUACIÓN COMPOSICIÓN RELATIVA 10/90 (ACEITE DE PALMA /ACEITE DE TRANSMISIÓN AUTOMÁTICA)	113
4.3.6 EVALUACIÓN COMPOSICIÓN RELATIVA 20/80 (ACEITE DE PALMA /ACEITE DE TRANSMISIÓN AUTOMÁTICA)	116
4.3.7 EVALUACIÓN COMPOSICIÓN RELATIVA 30/70 (ACEITE DE PALMA /ACEITE DE TRANSMISIÓN AUTOMÁTICA)	119
4.3.8 EVALUACIÓN COMPOSICIÓN RELATIVA 40/60 (ACEITE DE PALMA /ACEITE DE TRANSMISIÓN AUTOMÁTICA)	122
4.3.9 EVALUACIÓN COMPOSICIÓN RELATIVA 50/50 (ACEITE DE PALMA /ACEITE DE TRANSMISIÓN AUTOMÁTICA)	125
4.3.10 EVALUACIÓN COMPOSICIÓN RELATIVA 10/90 (ACEITE DE SOYA /ACEITE DE TRANSMISIÓN AUTOMÁTICA).....	128
4.3.11 EVALUACIÓN COMPOSICIÓN RELATIVA 20/80 (ACEITE DE SOYA /ACEITE DE TRANSMISIÓN AUTOMÁTICA).....	131
4.3.12 EVALUACIÓN COMPOSICIÓN RELATIVA 30/70 (ACEITE DE SOYA /ACEITE DE TRANSMISIÓN AUTOMÁTICA).....	134
4.3.13 EVALUACIÓN COMPOSICIÓN RELATIVA 40/60(ACEITE DE SOYA /ACEITE DE TRANSMISIÓN AUTOMÁTICA)	137
4.3.14 EVALUACIÓN COMPOSICIÓN RELATIVA 50/50 (ACEITE DE SOYA /ACEITE DE TRANSMISIÓN AUTOMÁTICA).....	140

4.3.15 EVALUACIÓN COMPOSICIÓN RELATIVA 10/90 (ACEITE RECICLADO DE FRITURAS /ACEITE DE TRANSMISIÓN AUTOMÁTICA).....	143
4.3.16 EVALUACIÓN COMPOSICIÓN RELATIVA 20/80 (ACEITE RECICLADO DE FRITURAS /ACEITE DE TRANSMISIÓN AUTOMÁTICA).....	146
4.3.17 EVALUACIÓN COMPOSICIÓN RELATIVA 30/70 (ACEITE RECICLADO DE FRITURAS /ACEITE DE TRANSMISIÓN AUTOMÁTICA).....	149
4.3.18 EVALUACIÓN COMPOSICIÓN RELATIVA 40/60 (ACEITE RECICLADO DE FRITURAS /ACEITE DE TRANSMISIÓN AUTOMÁTICA).....	152
4.3.19 EVALUACIÓN COMPOSICIÓN RELATIVA 50/50 (ACEITE RECICLADO DE FRITURAS /ACEITE DE TRANSMISIÓN AUTOMÁTICA).....	155
4.4 MEDICIÓN DE VISCOSIDAD CON VISCOSÍMETRO SAYBOLT	158
4.4.1 EVALUACIÓN COMPOSICIÓN RELATIVA 10/90 (ACEITE DE PALMA /ACEITE DE TRANSMISIÓN AUTOMÁTICA)	160
4.4.2 EVALUACIÓN COMPOSICIÓN RELATIVA 20/80 (ACEITE DE PALMA /ACEITE DE TRANSMISIÓN AUTOMÁTICA).....	162
4.4.3 EVALUACIÓN COMPOSICIÓN RELATIVA 30/70 (ACEITE DE PALMA /ACEITE DE TRANSMISIÓN AUTOMÁTICA)	164
4.4.4 EVALUACIÓN COMPOSICIÓN RELATIVA 40/60 (ACEITE DE PALMA /ACEITE DE TRANSMISIÓN AUTOMÁTICA)	166
4.4.5 EVALUACIÓN COMPOSICIÓN RELATIVA 50/50 (ACEITE DE PALMA /ACEITE DE TRANSMISIÓN AUTOMÁTICA)	168
4.4.6 EVALUACIÓN COMPOSICIÓN RELATIVA 10/90 (ACEITE RECICLADO DE FRITURAS /ACEITE DE TRANSMISIÓN AUTOMÁTICA).....	170
4.4.7 EVALUACIÓN COMPOSICIÓN RELATIVA 20/80 (ACEITE RECICLADO DE FRITURAS /ACEITE DE TRANSMISIÓN AUTOMÁTICA).....	172
4.4.8 EVALUACIÓN COMPOSICIÓN RELATIVA 30/70 (ACEITE RECICLADO DE FRITURAS /ACEITE DE TRANSMISIÓN AUTOMÁTICA).....	174
4.4.9 EVALUACIÓN COMPOSICIÓN RELATIVA 40/60 (ACEITE RECICLADO DE FRITURAS /ACEITE DE TRANSMISIÓN AUTOMÁTICA).....	176
4.4.10 EVALUACIÓN COMPOSICIÓN RELATIVA 50/50 (ACEITE RECICLADO DE FRITURAS /ACEITE DE TRANSMISIÓN AUTOMÁTICA).....	178
4.5 COMPARACIÓN DE COMPOSICIÓN RELATIVA CON RESPECTO A ACEITE DE TRANSMISIÓN AUTOMÁTICA.....	180

4.5.1 EVALUACIÓN COMPARACIÓN DE VISCOSIDAD ENTRE COMPOSICIÓN RELATIVA P-T Y ATF.....	180
4.5.2 EVALUACIÓN COMPARACIÓN DE VISCOSIDAD ENTRE COMPOSICIÓN RELATIVA S-T Y ATF	182
4.5.3 EVALUACIÓN COMPARACIÓN DE VISCOSIDAD ENTRE COMPOSICIÓN RELATIVA R-T Y ATF	184
4.5.4 EVALUACIÓN COMPARACIÓN DE LA DENSIDAD ENTRE COMPOSICIÓN RELATIVA P-T Y ATF	186
4.5.5. EVALUACIÓN COMPARACIÓN DE LA DENSIDAD ENTRE COMPOSICIÓN RELATIVA S-T Y ATF	188
4.5.6 EVALUACIÓN COMPARACIÓN DE LA DENSIDAD ENTRE COMPOSICIÓN RELATIVA R-T Y ATF	190
4.5.7 EVALUACIÓN COMPARACIÓN DE LA VISCOSIDAD ENTRE COMPOSICIÓN RELATIVA P-T Y ATF	192
4.5.8 EVALUACIÓN COMPARACIÓN DE LA VISCOSIDAD ENTRE COMPOSICIÓN RELATIVA S-T Y ATF	193
4.5.9 EVALUACIÓN COMPARACIÓN DE LA VISCOSIDAD ENTRE COMPOSICIÓN RELATIVA R-T Y ATF.....	194
4.5.10 EVALUACIÓN COMPARACIÓN DE LA VISCOSIDAD ENTRE COMPOSICIÓN RELATIVA 10/90 P-T, S-T y R-T.....	195
4.5.11 EVALUACIÓN COMPARACIÓN DE LA VISCOSIDAD ENTRE COMPOSICIÓN RELATIVA 20/80 P-T, S-T y R-T.....	196
4.5.12 EVALUACIÓN COMPARACIÓN DE LA VISCOSIDAD ENTRE COMPOSICIÓN RELATIVA 30/70 P-T, S-T y R-T	197
4.5.13 EVALUACIÓN COMPARACIÓN DE LA VISCOSIDAD ENTRE COMPOSICIÓN RELATIVA 40/60 P-T, S-T y R-T	198
4.5.14 EVALUACIÓN COMPARACIÓN DE LA VISCOSIDAD ENTRE COMPOSICIÓN RELATIVA 50/50 P-T, S-T y R-T	199
4.6 VERIFICACIÓN DE LA HIPÓTESIS	200
CAPITULO V	204
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	204
5.1 CONCLUSIONES	204
5.2 RECOMENDACIONES	205

CAPITULO VI	207
PROPUESTA	207
6.1 DATOS INFORMATIVOS	207
6.2 ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA	207
6.3 JUSTIFICACIÓN	208
6.4 OBJETIVOS	208
6.4.1 Objetivo general	208
6.4.2 Objetivos específicos.....	208
6.5 ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD	209
6.6 FUNDAMENTACIÓN	209
6.7 METODOLOGÍA	209
6.7.1 Flujograma de actividades	210
6.8 ADMINISTRACIÓN	226
6.9 PREVISIÓN DE LA EVALUACIÓN	227
6.10 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	228
ANEXOS.....	231
ANEXO 1. EXTRACTO NORMA INEN 1981. Productos Derivados del Petróleo Determinación de la Viscosidad Saybolt.....	232
ANEXO 2. EXTRACTO NORMA INEN1981.Productos Derivados del Petróleo Determinación de la Viscosidad Saybolt.....	233
ANEXO 3. EXTRACTO NORMA INEN1981.Productos Derivados del Petróleo Determinación de la Viscosidad Saybolt.....	234
ANEXO 4. EXTRACTO NORMA ASTM D2270-93.Standar Practice for Calculating Viscosity Index From Kinematic Viscosity at 40 and 100°C.....	235
ANEXO 5. Certificado de calibración de viscosímetro cannon fenske de flujo en reversa.	236
ANEXO 6. EXTRACTO NORMA INEN 810.Productos de Petróleo Determinación de la Viscosidad Cinemática y Dinámica en Líquidos Transparentes y Opacos.	237
ANEXO 7. EXTRACTO NORMA ASTM D 341-93.Standar Viscosity-Temperature Charts for Liquid Petroleuns Products	238
ANEXO 8. EXTRACTO NORMA ASTM D2270-93.Standar Practice for Calculating Viscosity Index From Kinematic Viscosity at 40 and 100°C.....	239

ANEXO 9. FICHA DE REGISTRO DE DATOS DE VISCOSIDAD	240
ANEXO 10. FICHA DE REGISTRO DE DATOS DE DENSIDAD	241
ANEXO 11. HOJA TECNICA ACEITE DE TRANSMISION AUTOMATICA.....	242

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1 Composición química del gasoil y del aceite vegetal.....	26
Tabla.2.2 Constantes A y B.	44
Tabla 2.3 Factor de corrección b	52
Tabla 3.1 Operacionalización variable independiente.....	58
Tabla 3.2 Operacionalización variable dependiente.....	59
Tabla4.1. Calculo del factor de corrección.....	157
Tabla4.2. variación de la viscosidad con viscosímetro saybolt.....	158
Tabla4.3. Variación del índice de viscosidad con viscosímetro saybolt	158
Tabla 6.1 Registro de tiempos en segundos saybolt universal.	221
Tabla 6.2 Viscosidad en cst a partir de segundos saybolt universal	224
Tabla 6.3 Costos del administrativos.....	226

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura2.1. Creación de la fuerza de fricción	12
Figura2.2. Fuerza de fricción máxima.....	13
Figura2.3. Desgaste adhesivo entre dos piezas.....	14
Figura2.4. Desgaste abrasivo debido a la presencia de partículas duras	15
Figura2.5. Presión en un tubo en U caso de fluidos miscibles	17
Figura2.6. Presión en un tubo en U caso de fluidos no miscibles.....	18
Figura 2.7. Características físicas de algunos aceites vegetales.....	26
Figura 2.8. Flujo viscoso puro en placas paralelas.....	31
Figura 2.9. Variación de la viscosidad cinemática con la temperatura	32
Figura 2.8. Determinación de la viscosidad de una mezcla.....	33

Figura 2.11. Viscosímetro de Tubo Capilar	34
Figura 2.12. Viscosímetro Ostwald	36
Figura 2. 13. Viscosímetro Ubbelohde	36
Figura 2. 14. Viscosímetro Rotacional	37
Figura 2. 15. Viscosímetro de Stormer.....	38
Figura 2. 16. Viscosímetro de cono y placa	40
Figura 2. 17. Agujeros saybolt universal y furol	42
Figura 2. 18 .Viscosímetro Saybolt	43
Figura 2. 19. Esquema de un viscosímetro Engler	46
Figura 2. 20. Categorías fundamentales	52
Grafica 6.1. Banco de pruebas saybolt	213
Grafica 6.2. Orificio saybolt universal	214
Grafica 6.3. Colocación de la muestra.	215
Grafica 6.4. Instrumentos de medición.....	216
Grafica 6.5. Combinación de lubricantes	217
Grafica 6. 6. Agitación de la muestra	217
Grafica 6.7. Indicación de la temperatura de ensayo	218
Grafica 6. 8. Carga de la muestra	218
Grafica 6.9. Estabilización de la temperatura.....	219
Grafica 6. 10. Temperatura a temperatura de ensayo	219
Grafica 6.11. Toma de tiempo de flujo.....	220

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA

ESTUDIO DE LA COMPOSICIÓN RELATIVA ENTRE UN LUBRICANTE MINERAL CON LUBRICANTES ORGÁNICOS Y SU INFLUENCIA EN EL COMPORTAMIENTO DE LA DENSIDAD Y VISCOSIDAD A DIFERENTE TEMPERATURA

Autor: Alex Daniel Jiménez Gavilánez

Tutor: Ing. Mg. Henry Vaca

RESUMEN EJECUTIVO

La presente investigación se refiere al estudio de las propiedades físicas de los lubricantes en combinación relativa, específicamente viscosidad y densidad. Para lo cual se seleccionó un lubricante mineral y tres lubricantes orgánicos, como lubricante mineral se tomó un aceite de transmisión automática (ATF) y como lubricantes orgánicos se seleccionó al aceite de palma, aceite de soya, y aceite reciclado de frituras.

Para la realización del estudio se seleccionaron casos de combinación relativa, en los que se combinan el aceite orgánico con el aceite mineral, estas proporciones son 10/90, 20/80, 30/70, 40/60, y 50/50, además las pruebas de viscosidad como de densidad se realizaron a las temperaturas de 40, 60, 80 y 100 °C.

Una vez terminadas las mediciones se procedió a registrarlas en fichas, de los mismos datos se obtuvieron gráficas de variación de las propiedades respecto a la temperatura, y comparándolas con el lubricante original se aprecian interesantes variaciones así como también conservaciones dentro de las distintas composiciones relativas, estos resultados se pueden apreciar en el capítulo V de este documento.

CAPÍTULO I

1 EL PROBLEMA

1.1 TEMA

ESTUDIO DE LA COMPOSICIÓN RELATIVA ENTRE UN LUBRICANTE MINERAL CON LUBRICANTES ORGÁNICOS Y SU INFLUENCIA EN EL COMPORTAMIENTO DE LA DENSIDAD Y VISCOSIDAD A DIFERENTE TEMPERATURA

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.2.1 Contextualización

La lubricación es un proceso en el cual una sustancia llamada lubricante cumple la función de separador entre dos superficies que están en contacto en un par tribológico, para que el deslizamiento entre estos produzca daño en las superficies o que el rozamiento sea el mínimo.

Los lubricantes han sido por mucho tiempo utilizados para reducir el rozamiento, el desgaste y se utilizan también como refrigerante en superficies que se encuentran en contacto y con movimiento relativo, y en mecánica se los utiliza en la aplicación típica que es el eje cojinete que representa el par tribológico común.

El tipo de lubricación de los pares tribológicos se caracterizan por la forma de aplicación del fluido lubricante se lo puede realizar en forma hidrodinámica que es cuando un caudal de lubricante proporciona una película lubricante a su paso la presión que se necesita se produce por el movimiento relativo entre los componentes.

Otro tipo de lubricación se conoce como lubricación límite que es la presencia de la capa lubricante después de que el caudal del fluido o el movimiento relativo de las piezas se ha detenido. La lubricación hidrostática se da introduciendo una presión de lubricante en la zona de carga para crear una película lubricante sin necesidad que se de movimiento de los componentes mecánicos.

Los lubricantes se los pueden encontrar de tres estados; los líquidos son derivados de petróleo y son los más usados, los lubricantes sólidos se caracterizan por su composición de aceite con viscosidad alta, también se conoce los lubricantes semisólidos que es una combinación de los anteriores. Los lubricantes pueden ser de origen mineral, sintético y orgánico, este último se lo obtiene de animales y vegetales.

1.2.2 Análisis Crítico

En la actualidad los lubricantes que se producen están constituidos por sustancias ya sean de origen mineral, sintético y orgánico, pero al ser los más utilizados los de origen mineral y sintético, una vez que estos han cumplido su ciclo de vida no todos son tratados en forma adecuada y pueden ser una fuente de contaminación, principalmente porque este tipo de lubricante no son de fácil degradación, contribuye también que los individuos encargados de su tratamiento no cumplen a cabalidad las reglamentaciones, otra causa de contaminación con estos productos son los eventuales derrames.

Por otro lado están los lubricantes orgánicos que luego de cumplir su función se degradan sin provocar mayor impacto ambiental pero con la desventaja de su corta vida útil.

A nivel mundial se producen lubricantes que son distribuidos globalmente, estos productos son investigados y desarrollado en centros de investigación tanto dentro de empresas como de centros de educación, mejorando de esta forma sus productos como su reconocimiento a nivel mundial.

1.2.3 Prognosis

En caso de que los lubricantes de origen mineral y sintético cuya degradación es ineficiente, la contaminación ambiental se continuará dando de manera prolongada, afectando fauna , flora y la supervivencia de la humanidad, la combinación de estos lubricantes con los lubricantes orgánicos podrían contribuir en que un porcentaje de los lubricantes que hayan cumplido con su ciclo útil, no causara impacto ambiental, contribuyendo así que la sobreexplotación de nuestro planeta se reduzca de alguna forma.

Al ser el tema de los lubricantes un aspecto innovador dentro de la ingeniería mecánica, y requerir cada vez investigación para el desarrollo de los mismos, si nuestro país no se involucra en este, continuará siendo netamente consumidor de productos investigados y desarrollados en países que incrementaran su capital a costa nuestra, sin tomar en cuenta que nuestro país puede innovar en el campo de los lubricantes orgánicos, al ser un lugar en el que fácilmente se producen la materia prima de las cuales se derivan los mismos.

1.2.4 Formulación del problema

¿Qué porcentaje de lubricante orgánico podrá añadirse al lubricante mineral y a qué temperatura sin que se altere de manera considerable las propiedades físicas del lubricante mineral?

1.2.5 Preguntas directrices

¿Qué composición relativa será la correcta entre el lubricante mineral y orgánico, que mantenga un nivel adecuado de las propiedades físicas del lubricante?

¿Cuál será la variación de la viscosidad con respecto a la variación de la composición relativa del lubricante?

¿Cuál será la variación de la densidad con respecto a la variación de la composición relativa del lubricante?

¿Qué lubricante orgánico permitirá un mejor nivel de conservación de las propiedades físicas del lubricante?

¿Cómo variaran las propiedades físicas con respecto al cambio de temperatura?

1.2.6 Delimitación

1.2.6.1 De contenido

Las asignaturas que se tomaron en cuenta en la investigación son:

- Tribología
- Mecánica de fluidos
- Ingeniería de Materiales
- Diseño de proyectos de investigación.

1.2.6.2 Espacial

La investigación se realizó en los laboratorios de materiales de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica y el laboratorio de Físico-Química de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos, de la Universidad Técnica de Ambato, en la Provincia del Tungurahua.

1.2.6.3 Temporal

La presente investigación se desarrolló en el periodo comprendido entre los meses Mayo del 2013 y Diciembre del 2013.

1.3 JUSTIFICACIÓN

La presente investigación tiene importancia en el campo de la mecánica de fluidos y la tribología que son ciencias crecientes, debido a que el análisis de métodos de lubricación que permitan disminuir el desgaste de los materiales utilizados para la ingeniería es importante, puesto que, el análisis de las propiedades de estos, permite tener un mayor conocimiento de las ventajas o desventajas de obtener fluidos lubricantes con características similares, pero con materia prima alternativa.

El tema a investigar tiene un aspecto novedoso por las características que debe cumplir la combinación de las dos clases de lubricantes, que es el mantener un nivel óptimo en sus características físicas, densidad y viscosidad al mismo tiempo permitir un descenso en la contaminación ambiental producido cuando los lubricantes son desechados al cumplir con su función.

Tiene importancia en el aspecto ecológico, debido a que el lubricante que se obtendrá de la composición relativa entre el lubricante sintético y el orgánico presentará un porcentaje del mismo, capaz de degradarse sin afectar al ambiente, cuando este sea desechado o por posibles derrames del mismo en zonas en las que pueda ocasionar un impacto ambiental.

La investigación de este tema es importante, pues que a través del mismo se podrá determinar una correcta composición relativa de un lubricante mineral y uno orgánico, sin afectar en gran medida sus propiedades físicas más importantes como son la densidad y la viscosidad, teniendo de esta forma una nueva clase de lubricantes.

También por la importancia económica pues la generación de lubricantes orgánicos en este caso aceites tendría un costo relativamente bajo, lo que provocaría que un aceite lubricante combinado mineral y orgánico tenga un costo más bajo que un lubricante mineral normal.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 Objetivo General

Estudiar la composición relativa del lubricante mineral con lubricantes orgánicos a diferente temperatura y su influencia en el comportamiento de la densidad y viscosidad.

1.4.2 Objetivos específicos

- Determinar la composición relativa adecuada entre el lubricante mineral y orgánico, que mantenga un nivel adecuado de las propiedades físicas del lubricante.
- Identificar la variación de la viscosidad con respecto a la variación de la composición relativa del lubricante.
- Establecer la variación de la densidad con respecto a la variación de la composición relativa del lubricante.
- Analizar el lubricante orgánico permitirá un mejor nivel de conservación de las propiedades físicas del lubricante.
- Reconocer como varían las propiedades físicas con respecto al cambio de temperatura.

CAPÍTULO II

2 MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

El presente proyecto pretende obtener un nivel adecuado de relación en composición de un lubricante convencional y uno no convencional, para esto se ha tomado referencias de trabajos relacionados con la viscosidad y densidad en especial relacionados con lubricantes orgánicos como: CALENTAMIENTO DE ACEITES VEGETALES Y SU EFECTO SOBRE LA VISCOSIDAD tema de tesis elaborado por Andrés Guillermo Mena Yépez, previo a la obtención del título de ingeniero mecánico de la Universidad Técnica de Ambato en 2010, de cuyo trabajo se extraen las siguientes conclusiones:

La densidad de cada fluido investigado, guarda relación inversamente proporcional con respecto a la temperatura, es decir mientras mayor sea la temperatura menor será la densidad. La relación entre estas variables lineal decreciente.

Existe una diferencia entre el comportamiento de la viscosidad cinemática y dinámica con respecto a la temperatura ya que la primera mantiene una relación lineal decreciente, mientras que la segunda una relación exponencial decreciente.[7] (Mena,2010,p.160)

Otra referencia a citar es el trabajo EFECTO DE LA TEMPERATURA EN LA VARIACIÓN DE LA VISCOSIDAD DE UN ACEITE DEGRADADO POR FRITURA EN INMERSIÓN DE PAPAS elaborado por Johanna María Mora Lizcano Trabajo presentado como requisito para optar el título de Ingeniero de Alimentos de

la Universidad de Pamplona, Facultad de Ingenierías y Arquitectura, Programa De Ingeniería De Alimentos en el 2007 de la que se obtiene las conclusiones siguientes:

Este estudio ha permitido concluir que el aceite usado y sin usar, se comporta de forma no newtoniana de tipo pseudoplástico, al aumentar el gradiente de velocidad de corte o deformación aplicado sobre el fluido la viscosidad disminuye.

Se determinaron las viscosidades de aceites usados en un intervalo de 7 días en función de temperatura. A partir del análisis fisicoquímico de los aceites usados se encontró que la densidad, humedad y acidez aumentan significativamente.

El índice de saponificación disminuye, lo cual sugiere el incremento en la longitud de cadena de los ácidos grasos debido a fenómenos de polimerización mientras que la acidez del aceite usado se incrementó especialmente a partir del quinto día. [8] (Mora, 2007, p.61-62)

2.2 FUNDAMENTACIÓN FILOSÓFICA

En el proyecto de investigación predominó el paradigma crítico propositivo, pues el estudio que se realizó perseguía determinar características que los fluidos en este caso los lubricantes presentan cuando están en composición relativa.

Para la realización de la investigación se tomó en cuenta la variación de las propiedades físicas (densidad y viscosidad), con relación a composición que se pretendió obtener entre los lubricantes mineral y orgánico.

Estas lecturas son de carácter crítico pues se buscó establecer un porcentaje en el que no varíen en gran medida las mencionadas propiedades de tal forma que al mismo tiempo mantenga su funcionalidad como a la vez permita una disminución en el porcentaje contaminación cuando estos terminan su vida útil.

2.3 FUNDAMENTACIÓN LEGAL

El desarrollo de la presente investigación estuvo basado en las normas técnicas siguientes:

- Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 810 Productos de petróleo. Determinación de la viscosidad cinemática y dinámica en líquidos transparentes y opacos.
- Norma ASTM D 2270 Standard Practice for Calculating Viscosity Index from Kinematic Viscosity at 40 y 100C.
- Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1981.Productos Derivados Del Petróleo. Determinación de la Viscosidad Saybolt.
- Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2028:201.Segunda revisión. Productos Derivados Del Petróleo. Aceites Lubricantes Para Transmisiones Manuales Y Diferenciales De Equipo Automotor. Requisitos.

2.4 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.4.1 Ingeniería de Materiales.

La ciencia de materiales se la puede considerar como un campo multidisciplinario que además de estudiar los materiales existentes busca crear nuevos mediante el conocimiento de su estructura interna, composición, síntesis y procesamiento de los mismos.

En lo que se refiere a su composición, se refiere a la química del mismo. Como ciencia de materiales abarca la búsqueda de relación entre la síntesis y el procesamiento, es decir entre la forma de obtención a partir estructuras y dispositivos útiles los materiales encontrados en la naturaleza como los creados por el hombre, con el modo como se conforman los materiales para formar parte de un componente útil, el mismo que permitirá una mejora de propiedades en los materiales obtenidos.

Como ingeniería de materiales, se plantea convertir los materiales en estructura.

Uno de los aspectos más importantes de la ciencia e ingeniería de materiales es la estructura interna de estos, llamada microestructura, puesto que tiene influencia en muchas de sus propiedades [1](Askeland,2004,p.6-7.)

2.4.2 Tribología

“La palabra Tribología se deriva del término griego tribos, el cual entenderse como frotamiento o rozamiento, así que la interpretación de la palabra puede ser, la ciencia del rozamiento”.[7](Rodríguez, 2007, p.2)

La Tribología es la ciencia que estudia la interacción de las superficies en movimiento relativo.

La Tribología se considera también como el arte de aplicar un análisis operacional a problemas de gran importancia económica, llámese, confiabilidad, mantenimiento, y desgaste del equipo técnico, abarcando desde la tecnología aeroespacial hasta aplicaciones domésticas.

El entendimiento de las interacciones superficiales en una interface requiere tener conocimiento de varias disciplinas incluyendo la física, química, matemáticas aplicadas, mecánica de sólidos, mecánica de fluidos, termodinámica, transferencia de calor, ciencia de materiales, reología, lubricación, diseño de máquinas, desempeño y confiabilidad.[6](Rodríguez, 2007, p.2-3)

2.4.2.1 Fundamentos de la Tribología

La Tribología se centra en el estudio de tres fenómenos; la fricción entre dos cuerpos en movimiento, el desgaste como efecto natural de este fenómeno y la lubricación como un medio para evitar el desgaste.

2.4.2.2 Aplicaciones

La Tribología está presente en prácticamente todos los aspectos de la maquinaria, motores y componentes de la industria en general. En estos casos se pueden encontrar distintos componentes tribológicos y los más comunes se muestran a continuación:

- Rodamientos
- Frenos y embragues
- Sellos
- Anillos de pistones
- Engranajes y Levas

Algunas aplicaciones no tan mencionadas son en Motores eléctricos y de combustión, en todos sus componentes.

- Turbinas
- Extrusión
- Rolado
- Fundición
- Forja
- Procesos de corte (herramientas y fluidos)
- Elementos de almacenamiento magnético
- Prótesis articulares (cuerpo humano)

2.4.2.3 Fricción

Se define como fuerza de rozamiento o fuerza de fricción entre dos superficies en contacto, se conoce a la fuerza que se opone al movimiento de una superficie sobre la otra o fuerza de fricción cinética también está la fuerza que se opone al inicio del movimiento o fuerza de fricción estática. En nuestro diario vivir las fuerzas de rozamiento son importantes puesto que nos permiten caminar y correr o lo podemos

notar en el movimiento de un automóvil que permite que los neumáticos hagan contacto con las irregularidades de la carretera y pueda moverse.[6](Díaz del Castillo Rodríguez, 2007, p.3-4-5)

2.4.2.4 Rozamiento

Como se mencionó existen dos tipos de fricción, la fricción estática y la fricción dinámica o cinética.

- Fuerza de rozamiento estático

Es la fuerza de rozamiento entre dos objetos que no están en movimiento relativo. En la figura se aprecia la fuerza F aplicada sobre el bloque de peso W aumenta gradualmente, pero el bloque permanece en reposo. Como la aceleración es cero la fuerza aplicada es igual y opuesta a la fuerza de rozamiento estático F_e .

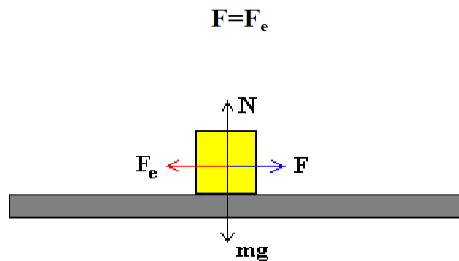


Figura2.1. Creación de la fuerza de fricción. **Fuente:** Felipe Díaz del Castillo Rodríguez. (2007).
Tribología: Fricción, Desgaste Y Lubricación.

- Fuerza de rozamiento cinético

Es la fuerza que se opone al inicio del movimiento de los cuerpos en contacto.

En la figura, se muestra un bloque arrastrado por una fuerza F horizontal. Sobre el bloque actúan el peso mg , la fuerza normal N que es igual al peso, y la fuerza de rozamiento F_k entre el bloque y el plano sobre el cual desliza. Si el bloque desliza con velocidad constante la fuerza aplicada F será igual a la fuerza de rozamiento F_k .

Se puede investigar la dependencia de F_k con la fuerza normal N . Se ve que si se duplica la masa m del bloque que desliza colocando encima de éste otro igual, la fuerza normal N se duplica, la fuerza F con la que se tira del bloque se duplica y por tanto, F_k se duplica. De ese modo, la fuerza de rozamiento dinámico F_k es proporcional a la fuerza normal N .

$$F_k = \mu_k N.$$

Ecuación 2.1

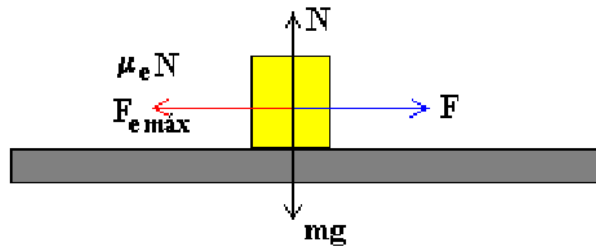


Figura2.2. Fuerza de fricción máxima. **Fuente:** Felipe Díaz del Castillo Rodríguez. (2007). Tribología: Fricción, Desgaste Y Lubricación

La constante μ_k es un número sin dimensiones que se lo conoce como coeficiente de rozamiento cinético.

El valor de μ_k es casi independiente del valor de la velocidad para velocidades relativas pequeñas entre las superficies, y decrece lentamente cuando el valor de la velocidad aumenta.

2.4.2.5 Desgaste

El proceso de desgaste, puede definirse como una pérdida de material de la interface de dos cuerpos, cuando se les ajusta a un movimiento relativo bajo la acción de una fuerza.[15](Potter y Winggert, 1998,p.427)

Los sistemas de ingeniería implican el movimiento relativo entre componentes fabricados a partir de metales y no metales, se pueden identificar los siguientes tipos de desgaste:

- Desgaste por adherencia.
- Desgaste por abrasión.
- Desgaste por ludimiento.
- Desgaste por fatiga.
- Desgaste por erosión.
- Desgaste corrosivo

Desgaste adhesivo. Esta forma de desgaste se da cuando dos superficies se deslizan una contra otra bajo presión. Los puntos de contacto, existen asperezas de la unión en la interface donde ocurre el deslizamiento debido a los altos esfuerzos localizados, estos esfuerzos provocan que las fuerzas de deslizamiento fracturen la unión, desgarrando al material de una superficie y transfiriéndolo a otra, lo que puede ocasionar posteriormente mayor daño.[6](Díaz del Castillo Rodríguez. (2007), pp.11-12)

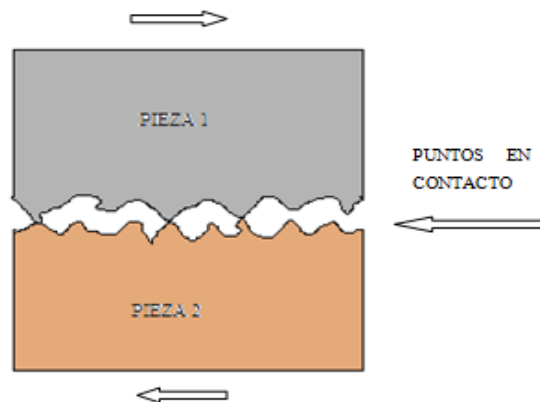


Figura2.3. Desgaste adhesivo entre dos piezas

Fuente: El autor

Desgaste por abrasión. Se conoce como la remoción de material de la superficie en contacto por superficies duras en superficies de coincidencia, o con superficies duras que presentan un movimiento relativo sobre superficie desgastada.

Cuando partículas duras se encuentran entre dos superficies en contacto que se deslizan entre sí como se muestra en la figura 2.7 o se incrustan en cualquiera de las superficies, se produce este tipo de desgaste. Se puede presentar en estado seco o con presencia de un fluido.

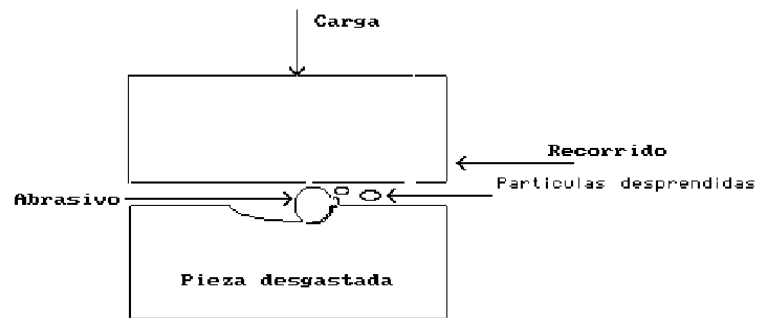


Figura2.4. Desgaste abrasivo debido a la presencia de partículas duras. **Fuente:** Felipe Díaz del Castillo Rodríguez. (2007). Tribología: Fricción, Desgaste Y Lubricación.

Desgaste por ludimiento. “Esta forma de desgaste aparece como resultado del movimiento oscilatorio de dos superficies en contacto, como sucede en máquinas donde existe vibración entre las partes.”[6](Castillo, 2007, p.11)

Desgaste por fatiga superficial. Es probable que el modo predominante de la mayoría de los tipos de desgaste sea por desprendimiento de material de la superficie por fatiga, ya sea que la naturaleza del movimiento sea unidireccional o de vaivén. Clasificar un tipo particular de falla como desgaste por fatiga puede ser confuso. Sin embargo, a fin de hacer un clasificación, el término desgaste por fatiga se reserva para identificar la falla de contactos lubricados en casos como los rodamientos de bolas o rodillo, engranes, levas y mecanismos impulsores de fricción. La pérdida de material es por desprendimiento de superficiales y por picaduras, como en los engranes.

Se piensa que las grietas por fatiga aparecen debajo de la superficie en un punto en que el esfuerzo cortante es máximo

Obviamente, puede lograrse un mejoría en la vida de estos elementos, si trabaja a un carga de contacto baja y el método más preferido en la industria es producir componentes con la profundidad óptima de capa endurecida junto con un buen acabado superficial. El propósito de esta capa externa dura tal como se obtiene por carburación, nitruración o sulfurización es proporcionar una superficie con un alto límite de resistencia en una región vulnerable a la iniciación de grietas.

Desgaste erosivo. Este tipo de desgaste ocasiona pérdidas de material en la superficie por el contacto con un fluido que contiene partículas abrasivas, siendo esencial el movimiento relativo entre el fluido y la superficie, ya que la fuerza de las partículas responsables del daño durante el movimiento. En el desgaste por erosión el movimiento de las partículas sólidas es prácticamente paralelo a las superficies afectadas y se denomina erosión abrasiva, mientras que la erosión en la que el movimiento relativo de las partículas es casi perpendicular a la superficie erosionada se conoce como erosión bajo impacto.

Desgaste corrosivo. En esta forma de desgaste las reacciones químicas o electroquímicas con el medio ambiente contribuyen en la velocidad del desgaste. En algunas ocasiones, las reacciones químicas ocurren primero y son seguidas por una remoción de los productos de la corrosión mediante la abrasión, de otra manera, la acción mecánica podría preceder a la acción química dando como resultado la creación de pequeñas partículas de desperdicio. (Castillo, 2007, p.11-12-13-14-15)

2.4.3 Composición relativa de lubricantes.

La composición relativa se refiere a la combinación de dos o más fluidos, en proporciones definidas, a fin de obtener una mezcla de sus propiedades.

2.4.3.1 Fluidos miscibles y no miscibles.

Fluidos miscibles. Es la característica de fluidos que pueden unir sus características para obtener un fluido con características diferentes a los primeros. “Consideremos el

caso de un sistema de vasos comunicantes (o un tubo en U) que contiene un fluido de densidad ρ . Si denominamos 0_A y 0_B a dos puntos en la base que se encuentran a la misma altura y sin ningún obstáculo entremedias, está claro que la presión en ambos puntos es la misma. Sin embargo queda la duda acerca de lo que ocurre con las presiones en los puntos M y N, que se encuentran a una altura d por encima de 0_A y 0_B y que no están comunicados de una forma tan clara y directa como lo están los puntos 0_A y 0_B . Sin embargo, se ve enseguida que si la diferencia de presiones entre M y 0_A es la diferencia p_M con p_{0A} igual a la resultante de $-\rho g d$ y la diferencia de presiones entre M y 0_B es igual a $-\rho g d$, al tener en cuenta que $p_{0A} = p_{0B}$, se obtiene directamente que para un fluido en reposo, $p_N = p_M$.”

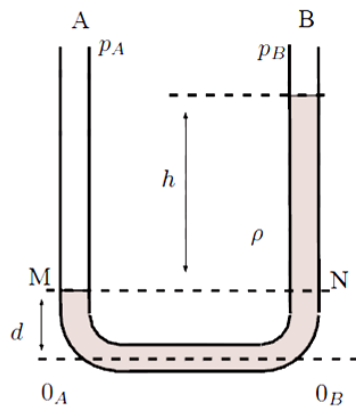


Figura 2.5. Presión en un tubo en U caso de fluidos miscibles

Fuente: Agustín Martín Domingo. Apuntes de Mecánica de Fluidos

Fluidos no miscibles.

Si se tienen fluidos no miscibles. “Consideremos el caso de la figura en el que se tienen dos fluidos no miscibles, de forma que el fluido en la columna B es más denso que el fluido en la columna A. Sea C la línea que pasa por la interface entre los dos fluidos y une dos puntos a la misma altura. Siendo M y N dos puntos a la altura del nivel superior de la columna B. Si las dos columnas están abiertas a la atmósfera, las

presiones en M y N serán igual $p_{atm} + \gamma A dA$ y a la atmosférica p_{atm} respectivamente por lo que claramente $p_M > p_N$. En líquidos no miscibles las presiones a la misma altura son en general distintas. El esquema de la figura nos permite obtener la densidad relativa de los dos fluidos”[1](Austin Martín, 2011, p.14)

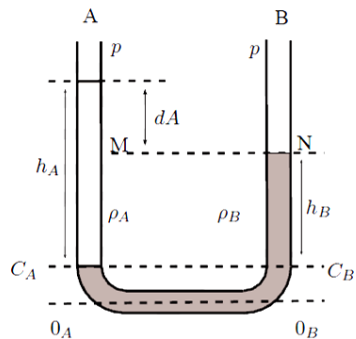


Figura 2.6. Presión en un tubo en U caso de fluidos no miscibles **Fuente:** Agustín Martín Domingo.
Apuntes de Mecánica de Fluidos

2.4.3.2 Lubricación

La lubricación se da cuando los lubricantes se interponen entre las dos superficies en movimiento para de esta manera formar una película separadora o película lubricante que evita el contacto directo entre ellas y por tanto el desgaste. Esta película lubricante no elimina totalmente el rozamiento, aunque sí lo disminuye notablemente. Esta disminución del rozamiento es la definición de lubricación. El rozamiento por contacto directo entre las superficies es sustituido por otro rozamiento interno mucho menor, entre las moléculas del lubricante.

Tipos de lubricación.

La lubricación puede darse de tres formas distintas:

- Lubricación hidrodinámica
- Lubricación límite o de contorno

- Lubricación hidrostática.

Lubricación hidrodinámica. Se da cuando las superficies están separadas por una película de lubricante que proporciona estabilidad. No se basa en introducir lubricante a presión, si no que exige un caudal de aceite, la presión se genera por movimiento relativo. Se habla también de lubricación de película gruesa, fluida, completa o perfecta.

Lubricación límite. La película de lubricante es tan fina que existe un contacto parcial metal-metal. La acción resultante no se explica por la hidrodinámica.

Puede pasarse de lubricación hidrodinámica a límite por caída de la velocidad, aumento de la carga o disminución del caudal de aceite, es decir que cuando el movimiento relativo entre las piezas en contacto se detiene el caudal de lubricante también y el restante que aún estaba sobre las piezas forma esta capa. En este tipo de lubricación más que la viscosidad del lubricante es más importante la composición química.

Lubricación hidrostática. Se obtiene introduciendo a presión el lubricante en la zona de carga para crear una película de lubricante. Al ser estática no es necesario el movimiento relativo entre las superficies, se emplea en cojinetes lentos con grandes cargas, puede emplearse aire o agua como lubricante.

2.4.3.3 Lubricantes

Son sustancias sólidas, semisólidas o líquidas de origen animal, vegetal, mineral o sintético, que pueden utilizarse para reducir el rozamiento entre piezas y mecanismos en movimiento. Como lubricantes sólidos podemos citar el grafito o el bisulfuro de molibdeno. Se utilizan principalmente en aquellas condiciones en donde los lubricantes líquidos son incompatibles o de difícil aplicación en especial con trabajo a muy bajas presiones, altas temperaturas, piezas lubricadas de por vida entre otras.

El ejemplo más común de lubricante líquido, son los aceites ampliamente utilizados en automoción y muchas aplicaciones industriales.

Las grasas, en las que un aceite líquido es retenido por un agente espesante, son los lubricantes semisólidos más conocidos y empleados.

2.4.3.4 Funciones de los lubricantes

Los lubricantes a más de disminuir el rozamiento entre los materiales, también desempeñan otras importantes funciones para asegurar un correcto funcionamiento de la maquinaria, manteniéndola en estas condiciones durante mucho tiempo. Entre estas otras funciones, se presentan a continuación:

- Refrigerante
- Eliminador de impurezas
- Sellante
- Anticorrosivo y antidesgaste
- Transmisor de energía

El lubricante correctamente aplicado consigue:

- Evitar el desgaste por frotamiento
- Ahorrar energía, evitando que se pierda en rozamientos inútiles que se oponen al movimiento, y generan calor.

Refrigeración

El aceite contribuye a mantener el equilibrio térmico de la máquina, disipando el calor que se produce en la misma como consecuencia de frotamientos, combustión. Esta función es especialmente importante, en aquellos casos en que no exista un sistema de refrigeración, o éste no tenga acceso a determinados componentes de la máquina, que únicamente puede eliminar calor a través del aceite

Eliminación de impurezas

En las máquinas y equipos lubricados se producen impurezas de todo tipo; algunas por el propio proceso de funcionamiento como la combustión en los motores de explosión, también en partículas procedentes de desgaste o corrosión y contaminaciones exteriores como polvo, agua, etc.

El lubricante debe eliminar por circulación estas impurezas, siendo capaz de mantenerlas en suspensión en su seno y llevarlas hasta los elementos filtrantes apropiados.

Podemos decir que el lubricante se ensucia para mantener limpia la máquina.

Anticorrosivo y antidesgaste

Los lubricantes tienen propiedades anticorrosivas y reductoras de la fricción y el desgaste naturales, que pueden incrementarse con aditivos específicos para preservar de la corrosión diversos tipos de metales y aleaciones que conforman las piezas y estructuras de equipos o elementos mecánicos.[7](Gluf. Manual Técnico de Lubricantes)

Sellante

El lubricante tiene la misión de hacer estancas aquellas zonas en donde puedan existir fugas de otros líquidos o gases que contaminan el aceite y reducen el rendimiento del motor. La cámara de combustión en los motores de combustión interna y los émbolos en los amortiguadores hidráulicos son dos ejemplos donde un lubricante debe cumplir esta función.

Transmisor de energía

Es una función típica de los fluidos hidráulicos en los que el lubricante además de las funciones anteriores, transmite energía de un punto a otro del sistema.[18](WHITE, 2008, p. 32)

2.4.3.5 Composición de los lubricantes

Los lubricantes se componen de aceites base y una serie de aditivos modificadores de las propiedades de estos aceites.

Los aceites base pueden provenir del refinado del petróleo o bien de reacciones petroquímicas. Los primeros son los denominados aceites minerales y los segundos son conocidos como aceites sintéticos.

Bases minerales

Están constituidos por tres tipos de compuestos: parafínicos, nafténicos y aromáticos, siendo los primeros los que se encuentran en mayor proporción (60 - 70%), por tener las mejores propiedades lubricantes, pero siempre hay compuestos nafténicos y aromáticos que aportan propiedades que no tienen las parafinas.(Gluf. Manual Técnico de Lubricantes)

Bases vegetal

Las bases lubricantes vegetales tienen tasas de biodegradación más altas, por esto estas bases lubricantes son usadas para producir "aceites verdes" o aceites más biodegradables que el aceite mineral. Estos aceites combinados con los aditivos correctos pueden ser biodegradables y no tóxicos.[2](Bulles, 2010, p.7-8)

Base sintética

Las bases lubricantes sintéticas son fabricadas por procesos especiales para realizar funciones específicas, lo cual les otorga una mayor uniformidad en sus propiedades.

Estos aceites son la solución para trabajos en condiciones extremas temperaturas muy altas o muy bajas.

Las principales ventajas del uso de bases sintéticas comparadas con las bases minerales son: amplio rango de temperaturas de operación, mayor resistencia a la oxidación, ahorro de energía, mantenimiento con menor frecuencia, menor LISO de aditivos y más fácil degradación. Los aceites sintéticos suministran aproximadamente cuatro veces el tiempo de operación del mejor aceite mineral, mientras que su costo es aproximadamente cinco veces mayor, su uso se basa más en la idea de preservar la maquinaria que en ahorrar dinero.

Las bases sintéticas son sustancias prácticamente puras que poseen ciertas características especiales que las diferencian de las bases minerales, como son: ⁸

- Mejores propiedades lubricantes
- Mayor índice de viscosidad
- Mayor fluidez a baja temperatura
- Mayor estabilidad térmica y a la oxidación
- Menor volatilidad

Aunque actualmente su importancia es creciente, su consumo se ve limitado por el elevado coste de obtención. Su principal utilización es la fabricación de aceite de automoción de muy alta calidad, especialmente para motores de gasolina.

El aceite base no puede cumplir, por sí sólo, todas las funciones descritas con anterioridad. Tampoco podría soportar las condiciones a veces críticas de funcionamiento de los equipos. Por esta razón, es necesario aditiva los aceites con ciertas sustancias que varían según:

La aplicación del lubricante:

- Motor

- Engranajes
- Sistemas hidráulicos
- Las condiciones de trabajo :
- Monogrado o Multigrado
- Gasolina o Gasóleo

Existen diferentes aditivos que pueden clasificarse según su función específica, en los siguientes grupos:

Mejoradores de las propiedades físicas

- Índice de viscosidad
- Punto de congelación

Mejoradores de las propiedades químicas

- Antioxidantes
- Anticorrosivos

Mejoradores de las propiedades físico-químicas

- Detergentes
- Dispersantes
- Antidesgaste
- Antiherrumbe
- Antiespumantes

Protecciones del equipo

Durante la vida útil de cualquier maquinaria y el aceite que la lubrica, están expuestos a la acción de diversos agentes como son el oxígeno y la humedad del aire, altas presiones y temperaturas desarrolladas, productos químicos originados por el propio proceso de funcionamiento, etc. Un buen lubricante debe ser capaz de resistir estos

agentes perjudiciales, esto es, tener estabilidad y evitar, además, que ataquen los distintos componentes del equipo para conseguir una larga vida del mismo. (Gluf, p.2-3-4-6-8-14-15)

2.4.3.6 Clasificación de los lubricantes.

Según su origen:

- Lubricantes orgánicos.
- Lubricantes minerales.
- Lubricantes sintéticos.

1. Lubricantes orgánicos.

Estos pueden ser de origen animal o vegetal, aunque en la actualidad estos no son muy utilizados debido a la gran variación de su viscosidad con la temperatura; pero se emplean en pequeñas cantidades para mejorar la adhesividad.

Aceite Vegetal. Generalmente, los aceites vegetales de girasol, colza, lino, algodón, oliva, maní, entre otros, nuevos o usados son buenos carburantes para los motores diésel en sustitución total o parcial del gasoil, si:

- Se filtran a una temperatura baja, en torno a los 14 °C (si el aceite es consumido en invierno)
- El contenido en agua es mínimo (en aceites usados).

Con el almacenamiento del aceite se produce una oxidación o enranciamiento que lo hace más inflamable lo que facilita su explosión en el cilindro. Pero atención, porque incluso filtrado, el aceite continúa decantando. Prever refiltrar los fondos de cuba antes de añadirlo al auto.

Composición del aceite vegetal

La composición química del aceite vegetal difiere radicalmente de la del gasoil. Los aceites vegetales, contrariamente a los hidrocarburos compuestos únicamente de carbono e hidrógeno, contienen oxígeno (entre un 10-15 %) que mejora la combustión y disminuye la polución.[9](Lema Costas, 2009, p.10)

Composición química del gasoil y del aceite vegetal

COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL GASOIL Y DEL ACEITE VEGETAL		
Carbono	86%	77%
Hidrogeno	14%	12%
Oxigeno	0%	11%

Tabla 2. 1 Composición química del gasoil y del aceite vegetal **Fuente:** César Lema Costas. Manual para rodar con aceite vegetal 2009. p.10

Características físicas de algunos aceites vegetales

	Punto de fusión (°C)	Densidad	Viscosidad (cSt)	Índice de cetano
Gasoil	-12	0.83	4.2	48/52
Aceite de girasol	-15	0.94	66	30/33
Aceite de lino	-24	0.93	45-50	
Aceite de colza	-16	0.91	98	32/36
Aceite de arroz	-5 à -10	0.91		
Aceite de maíz	-18 à -10	0.90	65-72	
Aceite de oliva	0	0.91	84	
Aceite de ricino	-10	0.96	625-1041	
Aceite de sésamo	-4 à -16	0.91	72	
Aceite de pino	?	0.94	19	
Aceite de soja	-15	0.91	57-76	36/39
Aceite de palma	20 à 25	0.92	-	38/40
Aceite cacahuete	2 à 13	0.94	84	39/41
Aceite de coco	21 à 25	0.92	-	

Figura 2. 7 Características físicas de algunos aceites vegetales **Fuente:** César Lema Costas. Manual para rodar con aceite vegetal 2009, p. 10-11

2. Lubricantes minerales. Son los lubricantes obtenidos a partir del petróleo, y se tiene tres grupos principales.

- Parafínico. Son aceites de baja densidad y volatilidad, bajo poder disolvente y poca variación de viscosidad con la temperatura.

- Nafténica. Este tipo de aceites presentan densidad relativamente alta, grandes variaciones de la viscosidad con la temperatura, poder disolvente relativamente alto y mayor volatilidad que los aceites de origen parafínico.
- Aromático. Presenta alta densidad, variación apreciable de la viscosidad con la temperatura alto poder disolvente, se oxida fácilmente provocando la formación de productos asfálticos.

3. Sintético. Son lubricantes de origen vegetal o animal están constituido por compuestos químicos distintos de los hidrocarburos, la mayoría de los lubricantes sintéticos se utilizan como aditivos de los lubricantes minerales para obtener determinadas propiedades.

2.4.4 Mecánica de fluidos.

La mecánica de fluidos es el estudio del comportamiento de los fluidos, ya sean que estén en reposo o en movimiento, los fluidos pueden estar en estado líquido o gaseoso.

La mecánica de fluidos es una rama de la mecánica como de la física, estudia el movimiento de los fluidos sean gases o líquidos, tomando en cuenta también las fuerzas que lo provocan. Considera además la característica fundamental de los fluidos que es la incapacidad de resistir esfuerzos cortantes, es decir que carecen de forma definida.[9](Mott, 2006,p.1)

2.4.4.1 Hipótesis básicas de la mecánica de fluidos.

La mecánica de fluidos parte de hipótesis de las cuales parte su concepto. En particular asume que los fluidos verifican las siguientes leyes:

- La conservación de la masa y de la cantidad de movimiento.
- La primera y segunda ley de la termodinámica.
- Las leyes de movimiento de Newton.[10](Musson,1999,p.28)

2.4.4.2 Hipótesis de medio continuo.

Es la hipótesis fundamental de la mecánica de fluidos y en general de toda la mecánica de medios continuos. En esta hipótesis se considera que el fluido es continuo a lo largo del espacio que ocupa, ignorando por tanto su estructura molecular y las discontinuidades asociadas a esta. Con esta hipótesis se puede considerar que las propiedades del fluido son también continuas. [3](Cengel,2012,p.36)

2.4.5 Propiedades de los fluidos.

2.4.5.1 Densidad y peso específico

La densidad está relacionada con el grado de acumulación de materia (un cuerpo compacto es, por lo general, más denso que otro más disperso), pero también lo está con el peso. Así, un cuerpo pequeño que es mucho más pesado que otro más grande es también mucho más denso. Esto es debido a la relación existente entre masa y peso. No obstante, para referirse al peso por unidad de volumen la física ha introducido el concepto de peso específico ρ que se define como el cociente entre el peso P de un cuerpo y su volumen

El peso específico representa la fuerza con que la Tierra atrae a un volumen unidad de la misma sustancia considerada.

La relación entre peso específico y densidad es la misma que la existente entre peso y masa.[9](Mott, 2006, p.15)

2.4.5.2 Compresibilidad.

Se considera que todos los fluidos son compresibles en mayor o menor proporción. El los líquidos, al ser su compresibilidad muy baja se los considera como incompresibles, por ejemplo el agua que varía ligeramente su volumen cuando es

sometido a grandes presiones, otros líquidos se comportan en forma similar bajo condiciones de presión y temperatura constantes.[16] (Smits,2003,p.14)

2.4.5.3 Viscosidad

Cuando dos cuerpos sólidos en contacto se mueven uno con respecto al otro, se crea fuerza de fricción en la superficie de contacto en la dirección opuesta al movimiento. Una situación semejante se da entre un fluido con un sólido o cuando dos fluidos se mueven con respecto al otro. Esta resistencia al movimiento, es una resistencia interna del fluido a moverse o fluir y a esta propiedad se conoce como viscosidad. Viscosidad y densidad se analizaran en el numeral 2.4.6.[3](Cengel, 2012, p.46)

2.4.5.4 Punto de fluidez

Esta propiedad de los fluidos viscosos (aceites), se define como la temperatura a la cual el aceite deja de fluir, esta propiedad se toma en cuenta cuando las temperaturas son muy bajas. Esta temperatura se alcanza cuando la viscosidad alcanza los 660 cst.

2.4.5.5 Numero de neutralización.

Este número indica el grado de acidez de un aceite hidráulico. Esta acidez depende de la correcta refinación del lubricante, los lubricantes recién refinados están generalmente libres de ácido, la acidez aparece después de un servicio continuo. Para controlar la acidez se mide el número de neutralización que se recomienda debe ser en un aceite de 0.10 o menor, este número representa los miligramos de potasa cáustica necesarios para neutralizar un gramo de aceite.

2.4.5.6 Demulsibilidad.

La demulsibilidad es la capacidad que tiene un aceite para separarse del agua, en caso de que se haya mezclado con esta. El aceite puede mezclarse con el agua cuando la humedad del medio en el que se encuentra se condensa en el depósito.

Esta mezcla forma emulsiones y espuma que disminuye la resistencia de la película del lubricante, además absorber aire que es perjudicial para componentes metálicos.[4] (Diez de la Cortina León, 2009, p.224-225)

2.4.6 Comportamiento de la densidad y viscosidad a diferente temperatura.

2.4.6.1 Viscosidad

La propiedad más importante de un aceite lubricante es la viscosidad. La viscosidad es un factor fundamental para, la formación de películas lubricantes, afecta la generación de calor y el enfriamiento de cilindros, engranes y cojinetes. La viscosidad rige el efecto sellante del aceite, la tasa de consumo del aceite y determina la facilidad con la cual la maquinaria se enciende en condiciones de frío.

Cuando se selecciona el aceite apropiado para una aplicación, la viscosidad es la que principalmente se revisa, esta debe ser lo suficientemente alta para proveer películas lubricantes pero no tanto como para que las pérdidas debidas a la fricción sean excesivas[2](Bulles, Santiago,2010, p.11)

Es la medida de la fluidez a determinadas temperaturas. Es una propiedad general de un fluido es que a la aplicación de una fuerza tangencial que produce un flujo en el mismo, se le opone una fuerza proporcional al gradiente en la velocidad de flujo.[10](PalateGaybor, 2005, Viscosidad.).Este fenómeno se conoce como viscosidad. “Consideremos dos placas paralelas de área A separadas por una distancia D . es conveniente imaginar que D es pequeña en comparación con cualquier dimensión de las placas para evitar el efecto de borde. Entre las placas hay sustancia fluida uniforme. Si una de las placas se deja en reposo mientras la otra se mueve con velocidad uniforme V_0 en una dirección paralela a su propio plano, en condiciones ideales el fluido sufre un movimiento deslizante puro y se crea un gradiente de velocidad de flujo de magnitud D/ V_0 en el mismo.”

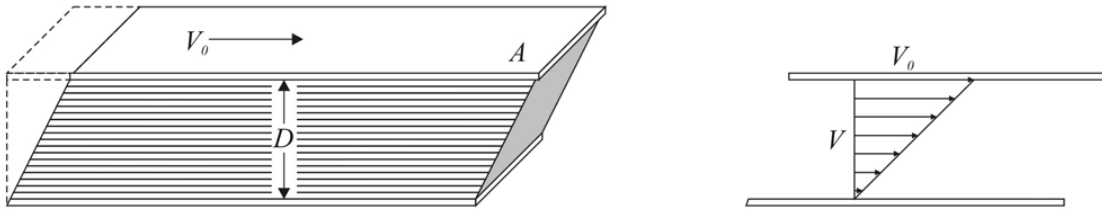


Figura 2. 8 Flujo viscoso puro en placas paralelas. **Fuente:** Luis Valverde c. Determinación de viscosidad. Universidad de Atacama

En la imagen se presenta un flujo laminar o flujo viscoso puro, en el que la inercia del fluido no juega un papel significativo en determinar la naturaleza de su movimiento. Para que se alcance un flujo laminar, la condición más importante que se debe cumplir es que la velocidad del flujo sea lenta. En el flujo laminar en un sistema con límites sólidos estacionarios, las trayectorias de cada elemento del fluido con masa infinitesimal no atraviesan ninguna de las superficies laminares estacionarias de la familia infinita de ellas que puede definirse en el sistema. En el ejemplo sencillo dado antes, estas superficies laminares son los infinitos planos paralelos a las placas. Cuando la velocidad del fluido crece, el flujo se hace turbulento y su momento lo lleva a través de esas superficies laminares en forma que se producen vórtices o remolinos.[12](Luis Valverde c. p.1)

2.4.6.2 Relación entre temperatura y viscosidad

La viscosidad de un lubricante es muy sensible al cambio de temperatura de operación. Cuando se incrementa la temperatura la viscosidad tiende a descender de forma rápida. En ciertos casos la viscosidad de un aceite puede caer alrededor de 80% con un incremento de 25°C. Desde el punto de vista ingenieril es importante conocer la viscosidad a la temperatura de funcionamiento, ya que influye en el espesor de la película lubricante que separa dos superficies.

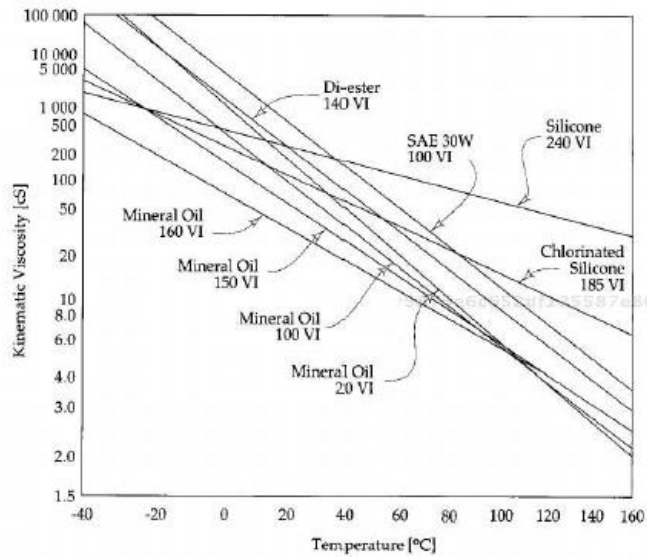


Figura 2. 9. Variación de la viscosidad cinemática con la temperatura **Fuente:** Stachowiak, Gwidon. Engineering Tribology,p16

2.4.6.3 Viscosidad de mezcla

En la industria algunas prácticas pueden ser necesarias para mezclar dos fluidos similares de diferente viscosidad, y obtener una nueva con cierta viscosidad. La incertidumbre para esto es conocer la cantidad de cada fluido o como se muestra en la figura el porcentaje del fluido A y del B, para simplificar el trabajo se puede utilizar la mencionada gráfica con la viscosidad ASTM de cada fluido. Para proceder a utilizar la gráfica se debe señalar las viscosidades de cada fluido y trazar una línea que une a estos dos punto, una segunda línea se traza indicando la viscosidad requerida de la mezcla, esta interseca con la primera y muestra un punto del cual se dibuja una línea vertical hasta que cruce con la línea horizontal que representa el porcentaje del componente menos viscoso, de donde se obtiene los porcentajes requeridos de los dos fluidos.[11](Stachowiak, Gwidon. p.24)

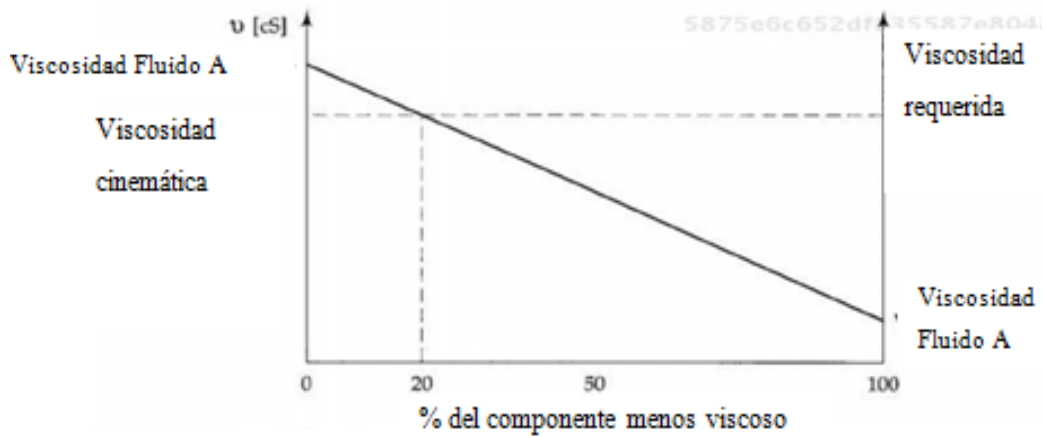


Figura 2. 10. Determinación de la viscosidad de una mezcla **Fuente:** Stachowiak, Gwidon. Engineering Tribology, p.31

2.4.6.4 Medición de la viscosidad

Para medir la viscosidad se utilizan instrumentos conocidos como viscosímetros estos pueden ser de diferentes tipos como los que se muestran a continuación:

De tubo capilar.

- De ostwald.
- Ubbelohde.

Rotacionales.

- Stomer.
- Cono-Placa
- Brookfield.
- De tambor giratorio

Viscosímetros empíricos

- Saybolt.

- Engler.
- Redwood.

Viscosímetro de Hoppler

2.4.6.5 Viscosímetro de tubo capilar

Probablemente el primer experimento científico en el que se utilizó un capilar o tubo para medir el flujo fue realizado en 1839 por Hagen, seguido de cerca por el trabajo de Poiseuille. Poiseuille estudió problemas de flujo capilar para entender mejor la circulación de la sangre a través de los vasos capilares en el cuerpo humano. Descubrió la relación (conocida como la ley de Hagen-Poiseuille) entre la velocidad de flujo y la caída de presión para un flujo capilar.

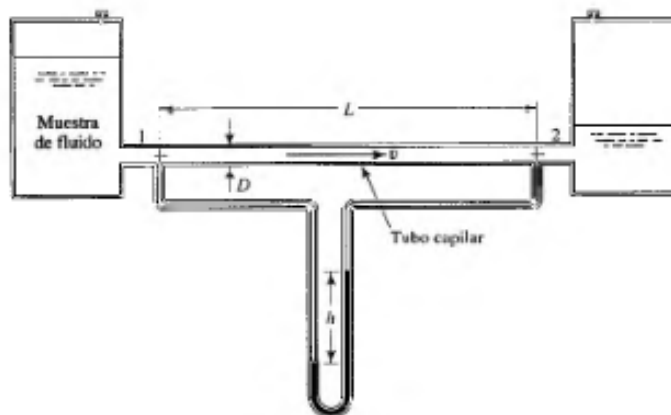


Figura 2. 11 Viscosímetro de Tubo Capilar. **Fuente:** Mott Robert. (2006)

En la figura, se muestran dos recipientes conectados por un tubo largo de diámetro pequeño, conocido como tubo capilar. Conforme el fluido fluye a través del tubo con una velocidad constante, el sistema pierde algo de energía, ocasionando una caída de presión que puede ser medida utilizando un manómetro. La magnitud de la caída de presión está relacionada con la viscosidad del fluido mediante la siguiente ecuación:

$$\eta = \frac{(\rho_1 - \rho_2) D^2}{32vl}$$

Ecuación 2.2

Dónde:

η : Viscosidad dinámica (pa.s)

p_1 y p_2 : presión de puntos 1 y 2 (kg/m^2).

D: diámetro interior del tubo (m).

L: longitud del tubo (m).

V: velocidad del fluido (m/s). (Mott Robert. (2006), p.31-32)

Viscosímetro de Ostwald.

El método más sencillo para medir viscosidades es mediante un viscosímetro de Ostwald. En este tipo de viscosímetros, se determina la viscosidad de un líquido midiendo el tiempo de flujo de un volumen dado V del líquido en un tubo capilar bajo la influencia de la gravedad. Para un fluido virtualmente incompresible, como un líquido, este flujo está gobernado por la ley de Poiseuille de la forma:

$$\frac{dV}{dt} = \frac{\pi r^4 (p_1 - p_2)}{8\eta L}$$

Ecuación 2.3

Donde dV/dt es la velocidad de flujo del líquido a lo largo de un tubo cilíndrico de radio r y de longitud L, y $(p_1 - p_2)$ es la diferencia de presiones entre los dos extremos del tubo. Dado que $(p_1 - p_2)$ es proporcional a la densidad del líquido en estudio, se puede demostrar que para un volumen total dado de un líquido:

$$\frac{\eta}{\rho} = K \cdot t$$

Ecuación 2.4

Donde t es el tiempo en que el menisco superior cae de la marca superior del viscosímetro a la inferior (de A a B) y K es una constante del aparato que debe

determinarse por calibración con un líquido de viscosidad conocida como el agua.[13](Luis Valverde c,p.2-3)

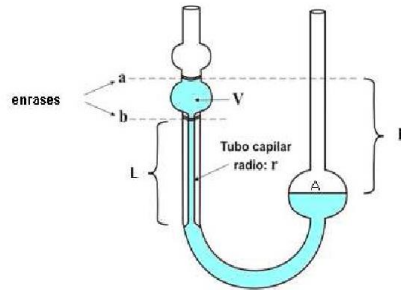


Figura 2. 12Viscosímetro Ostwald.**Fuente:**Trujillo Sonia, Molina Raúl . (2006).p.3

Viscosímetro de Ubbelohde.

Éste viscosímetro se utiliza para determinar viscosidades cinemáticas de líquidos newtonianos transparentes y de lubricante hidráulicos.

Llamado también el viscosímetro de nivel suspendido, el cual elimina el efecto de tensión superficial a la salida del tubo capilar. Además, éste instrumento, con previa calibración puede utilizarse para medir en forma directa y precisa la viscosidad de líquidos mediante la medición del tiempo de emanación del líquido en el viscosímetro, es decir, el tiempo en que un volumen dado del líquido fluye a través del capilar.[12](Trujillo Sonia, Molina Raúl . (2006).p.2)

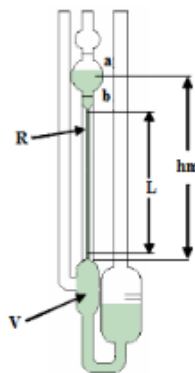


Figura 2. 13 Viscosímetro Ubbelohde.**Fuente:**Trujillo Sonia, Molina Raúl . (2006).

Estos tipos de viscosímetros tienen un funcionamiento es similar al viscosímetro de Ostwald, la ecuación que permite calcular la viscosidad cinemática es:

$$\mu = K * \rho * t \quad \text{Ecuación 2.5}$$

$$\nu = Kt \quad \text{Ecuación 2.6}$$

Dónde:

V: viscosidad cinemática (m²/s)

K: constante del viscosímetro (m²/s²)

T: tiempo de flujo(s)

2.4.6.6 Viscosímetros rotatorios.

En este tipo de viscosímetros usan el torque de un eje rotatorio para medir la resistencia al flujo de la sustancia ensayada. Un viscosímetro de rotación se compone usualmente de un cilindro que gira dentro de un vaso de medición que contiene la muestra. El rotor es accionado por un motor de corriente continua con velocidad fija o programada.[11] (Stachowiak, Gwidon., p.28)

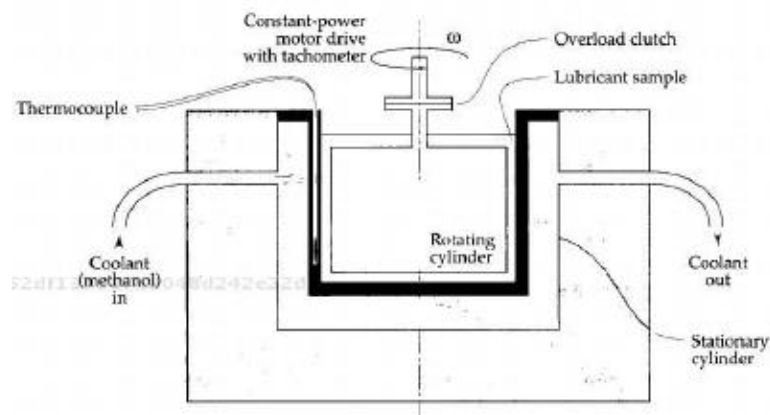


Figura 2. 14 Viscosímetro Rotacional.**Fuente:** Engineering tribology ,p.28

Un taco generador regula el motor de manera exacta, detecta la mínima desviación y la corrige. La resistencia de la muestra a fluir provoca una pequeña torsión en el resorte de medición que se encuentra entre el motor y el árbol de accionamiento. Este movimiento se recoge mediante un traductor electrónico. Se transmiten a la unidad de control señales eléctricas proporcionadas a la torsión y al número de revoluciones para su procesamiento.

Viscosímetro de Stormer

En este equipo se determinan viscosidades de muestras a temperatura ambiente, ya que carecen de baño calefactor. Éste viscosímetro consta de dos cilindros concéntricos siendo el interior móvil y el exterior fijo, colocándose el fluido cuya viscosidad se quiere determinar en el espacio comprendido entre estos.[4](Cosntrusur,pp.3)

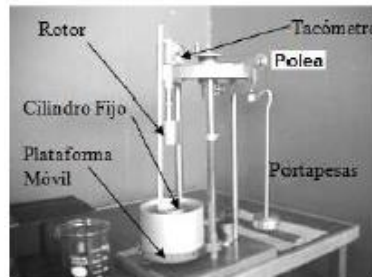


Figura 2. 15 Viscosímetro de Stormer. **Fuente:** Cosntrusur, pp.3

El cilindro interior se puede hacer girar por medio de un hilo enrollado en la polea superior y en cuyo extremo lleva un peso. Se puede deducir que, para éste equipo, la viscosidad se expresa en función del par necesario para hacer girar el cilindro interior a ω rps (revoluciones por segundo) a partir de la siguiente fórmula:

$$\mu = \frac{P_n}{4\Omega_0 L \Pi} \left[\frac{1}{r_2^2 - r_1^2} \right] (Pa * s) \quad \text{Ecuación 2.7}$$

Dónde:

P_n : Par necesario, $[N * m]$

L : Longitud del cilindro interior, $[m]$

ω : Velocidad angular, $[rpm]$

r_1 : Radio del cilindro interior, $[m]$

r_2 : Radio del cilindro exterior, $[m]$

El par necesario se calcula conociendo el peso que se colocó en el extremo del hilo y el radio de la polea.

$$\Omega_0 = \frac{L_r}{\pi * D * t} \left(\frac{1}{s} \right) \quad \text{Ecuación 2.8}$$

Dónde:

L_r : A partir de la longitud recorrida

D : el diámetro del cilindro interno

t : el tiempo medido

Viscosímetro de cono -placa.

El viscosímetro de cono-placa no presenta una distribución compleja de fatiga de cizalla y velocidad de deformación en cizalla tal como la tienen el viscosímetro de cilindros coaxiales.

A una velocidad angular dada, la velocidad tangencial del componente matriz aumenta linealmente con el radio, y esto depende del espacio que hay entre el cono y la placa.

La velocidad de deformación en cizalla y la fatiga de cizalla son uniformes en todo el fluido para ángulos pequeños que sean menores de 32° y no sería necesario hacer correcciones para los fluidos no – newtonianos.

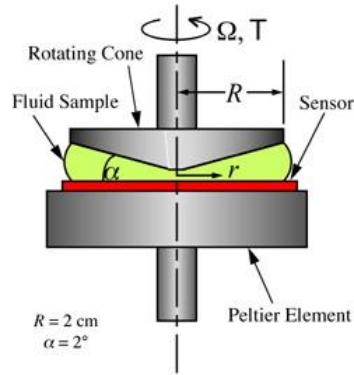


Figura 2. 16Viscosímetro de cono y placa. **Fuente:**Rehometry(2008)

Para calcular la viscosidad en este tipo de viscosímetro se utiliza la siguiente ecuación:

$$\eta = \frac{3M\alpha\cos(1-\frac{\alpha^2}{2})}{2\pi\omega r^3} = \frac{kM}{\omega} \quad \text{Ecuación 2.9}$$

Dónde:

η : viscosidad dinámica (Pas)

r : radio del cono (m)

M : torque sobre el cono (Nm)

ω : velocidad angular (rad/s)

α : ángulo del cono (rad)

k : constante del viscosímetro (m^{-3})[11](Stachowiak, Gwidon.P.28-29.)

Viscosímetro Brookfield.

Fue diseñado como un instrumento económico para uso fácil y de estimaciones reproducibles de viscosidad bajo ciertas condiciones de operación. Se usa principalmente para determinar la viscosidad a baja temperatura de aceites para engranajes, transmisiones automáticas, convertidores de torque y aceites hidráulicos para tractores, automóviles e industriales. La temperatura del ensayo se mantiene constante en el rango de -5 a -40°C.

El Viscosímetro Brookfield es de ejes simple, es más comercial, ampliamente utilizada en la industria alimenticia. Normalmente opera a ocho velocidades diferentes, y es cuestión de ensayar cuáles son el eje y la velocidad angular adecuados para un fluido particular. La técnica de ensayo Brookfield mide la viscosidad Brookfield de una muestra a medida que es enfriada a velocidad constante de 1 °C por hora, este método intenta correlacionar las características de bombeo de un aceite a baja temperatura. El ensayo informa el punto de gelificación, definido como la temperatura a la cual la muestra llega a 30.000 cP.

El índice de gelificación se define como la relación entre la mayor velocidad de cambio en el incremento de la viscosidad desde -5 °C y la temperatura más baja del ensayo. Este método encuentra aplicación en aceites de motores, y es requerido por la ILSAC GF-2.

2.4.6.7 Viscosímetros Empíricos.

Estos viscosímetros se basan en el tiempo que requiere un determinado volumen de fluido en pasar libremente a través de un orificio normalizado.

Viscosímetro Saybolt.

Se utiliza ampliamente con fines industriales comparativos sobre todo para los lubricantes y los productos petroleros.

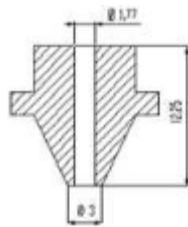
El viscosímetro Saybolt , es uno de los aparatos más utilizados, para obtener la viscosidad de un fluido , la cual se obtiene midiendo el tiempo en segundos que tarda en escurrir, a través de un orificio calibrado, 60 cm³ del mismo, a una temperatura determinada, que por lo general está entre 100°F (37,8°C) y 210°F (98,9°C).

El equipo se completa con la resistencia de calentamiento, los termómetros y el agitador.

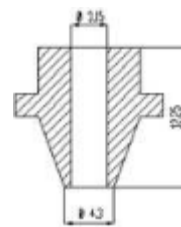
El principio de funcionamiento del viscosímetro saybolt es el de la facilidad con la que un fluido pasa por un orificio de diámetro pequeño es un indicador de su viscosidad .los resultados obtenidos se consideran relativos pues no se basan en la definición fundamental de viscosidad. [9](MOTT ,2006, MÉXICO, P.40)

Se pueden ocupar dos tipos de puntas (diámetro de orificios calibrados de escurrimiento) para el Viscosímetro Saybolt:

- Punta Universal (SSU), líquidos livianos. Los valores de viscosidad se dan en segundos Saybolt Universal, abreviado SSU, a temperaturas especificadas que oscilan entre 21 y 99°C (70 y 210°F), el diámetro del orificio es de 1.77mm±0.015mm.
- Punta Furol (SSF), líquidos pesados donde los tiempos de caída sean superiores 250segundos Saybolt Universal. Los valores de viscosidad se dan en segundos Saybolt. el diámetro del orificio es de 3.15 mm ± 0.020mm.



Agujero universal



Agujero furol

Figura 2. 17 Agujeros saybolt universal y furol. **Fuente:** Norma Inen 1981 Productos Derivados del Petróleo Determinación de la Viscosidad Saybolt, 1993-12, p.2

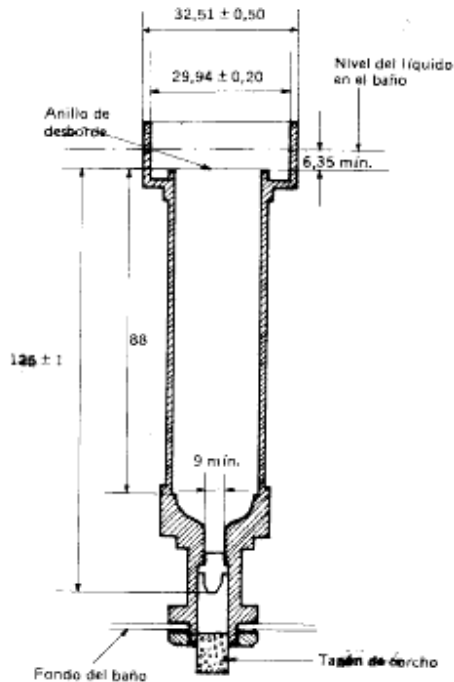


Figura 2. 18 Viscosímetro Saybolt. **Fuente:** Norma Inen 1981 Productos Derivados del Petróleo Determinación de la Viscosidad Saybolt, 1993-12, p.,2

Los equipos utilizados para ambos casos, difieren únicamente en los diámetros de los orificios calibrados de escurrimiento, siendo para Saybolt Universal $\varnothing = 1.754\text{mm} \pm 0,015\text{mm}$ para Saybolt Furol $\varnothing = 3.15\text{mm} \pm 0,02 \text{ mm}$.

El ensayo se realiza, previa colocación del tapón de corcho para impedir que caiga el líquido, introduciendo éste último en el recipiente del líquido, hasta que rebose el mismo. Se calienta el baño a la temperatura de medición y retirando el tapón, se lo deja caer en un recipiente graduado, tomándose el tiempo con un cronómetro, hasta que el líquido llegue al nivel de 60 ml. El tiempo así obtenido es la viscosidad en segundos.

Herschel ha demostrado que la expresión que permite calcular la viscosidad cinemática experimentalmente es:

$$v = At - \frac{B}{t} \quad \text{Ecuación 2.10}$$

Donde A y B son constantes obtenidas experimentalmente y t el tiempo en segundos.[4](Cosntrusur.pp.2-3)

Las constantes A y B para las viscosidades Saybolt, Redwood y Engler, se dan en la siguiente tabla:

Viscosidad	A	B
Saybolt	0.22	180
Redwood	0.26	171
Engler	0.147	374

Tabla.2.2 Constantes A y B. **Fuente:** Cosntrusur, Introducción a la Teoría de la Lubricación.

Calibración del viscosímetro Saybolt

Para obtener la calibración del viscosímetro se debe obtener un aceite o fluido de viscosidad conocida y medir el tiempo de flujo del mismo, si el flujo es superior a los 0.2 % de error con respecto a la viscosidad conocida se deberá calcular el factor de corrección con la siguiente fórmula:

$$F = \frac{V}{t} \quad \text{Ecuación 2.11}$$

Dónde:

F: factor de corrección

V: viscosidad conocida en (ssu o cst)

t: tiempo de flujo a 40°C (s)

El factor de corrección es similar a la constante del viscosímetro mencionada en los viscosímetros anteriores, este factor se lo multiplica por el tiempo medido en el viscosímetro y se obtiene la viscosidad, el factor es el mismo para las diferentes temperaturas en las que se vayan a realizar las pruebas. [13](Norma INEN 1981 Productos Derivados del Petróleo Determinación de la Viscosidad Saybolt,1993-12,p.7)

Viscosímetro Redwood.

En Inglaterra se utiliza la viscosidad Redwood, que se obtiene de la misma manera que la Saybolt, difiriendo en el volumen que escurre, el cual es de 50 cm³, diferenciándose también dos tipos, según el diámetro del orificio de escurrimiento, el Redwood N°1, con orificio de salida de $\varnothing = 1,62$ mm y Redwood N°2, con orificio de salida de $\varnothing = 3,80$ mm, obteniéndose la viscosidad en segundos Redwood.

Viscosímetro Engler

La viscosidad Engler se utiliza en el continente europeo, y consiste en el cociente entre el tiempo en segundos que tarda en derramarse 200 cm³ del líquido cuya viscosidad se desea conocer, y el tiempo en segundos que tarda en derramarse 200 cm³ de agua, todo, por lo general, a 20 °C de temperatura, pudiendo en los casos de líquidos muy viscosos utilizar temperaturas de 50 °C y hasta 100 °C. El equipo, consta, de dos recipientes, entre los que se vierte el aceite o el agua que constituirá el baño de calentamiento, y en el recipiente interior el líquido cuya viscosidad se desea medir; un tubo de salida de longitud l de 20 mm con orificios calibrados a la entrada de $\varnothing = 2,4$ mm y a la salida de $\varnothing = 2,8$ mm, y un tapón de madera para impedir la caída del líquido hasta que no se obtengan las condiciones del ensayo; un matraz aforado para 200 cm³. El equipo se completa con los termómetros, agitador y sistema de calentamiento. Una vez obtenidas las condiciones de ensayo, se retira el tapón y se

toma con un cronómetro el tiempo de caída del líquido, dividiéndose por el tiempo de caída del agua, cuyo valor constituye la constante del aparato, variando entre 51 y 52 segundos a 20 °C, obteniéndose un número que da la viscosidad en grados Engler (°E).(Cosntrusur, Introducción a la Teoría de la Lubricación.pp.2-3)

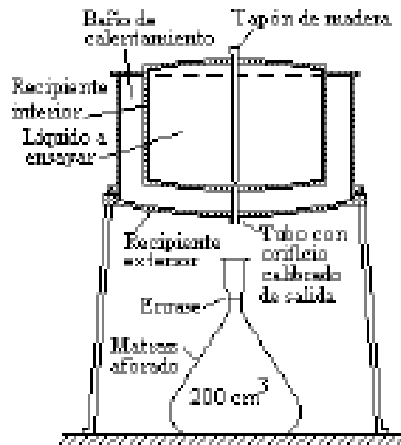


Figura 2. 19Esquema de un viscosímetro Engler.**Fuente:** Cosntrusur, Introducción a la Teoría de la Lubricación.

2.4.6.8 Viscosímetro de Hoppler o de caída de bola.

Cuando un cuerpo cae en un fluido bajo la sola influencia de la gravedad, se acelera hasta que la fuerza hala hacia abajo por su peso y queda balanceada por la fuerza de flotación y la fuerza de arrastre viscoso que actúan hacia arriba. La velocidad que adquiere en ese momento se conoce como velocidad terminal. Éste viscosímetro utiliza el principio de que una bola esférica caiga libremente a través del fluido y midiendo el tiempo requerido para que ésta recorra una distancia conocida.

Éste equipo se utiliza para determinar las viscosidades de fluidos Newtonianos y gases.

Consta de un simple tubo de vidrio, de diámetro pequeño con un ángulo de 180°, que se rellena con el líquido problema y por él se introduce una esfera sólida de diámetro

menor para calcular la viscosidad del fluido. Éste viscosímetro determina la viscosidad de líquidos midiendo el tiempo de caída de una esfera sólida necesita para recorrer una distancia entre dos puntos de referencia dentro del tubo de vidrio inclinado con muestra. El funcionamiento es el siguiente: primeramente se llena la sustancia que va a ser estudiada en el tubo de caída del viscosímetro, en el cual la bola debe caer una distancia calibrada de 100 mm. A partir del tiempo de caída t respectivamente se obtiene la viscosidad dinámica (μ) del líquido según la ecuación de Stokes:

$$\mu = \frac{2}{9} r^2 \frac{g(\rho_s - \rho_L)}{v} \text{ (Pa * s)} \quad \text{Ecuación 2.12}$$

Dónde:

ρ_s : Densidad de la esfera (kg/m^3)

ρ_L : Densidad del liquido (kg/m^3)

r:Radio de la esfera (m)

v: velocidad límite alcanzada por la esfera (m/s)

2.4.6.9 Índice de viscosidad.

El índice de viscosidad es un valor arbitrario que se da para caracterizar la variación de viscosidad cinemática de un derivado de petróleo, un fluido con índice de viscosidad alto indica un pequeño cambio en la viscosidad con respecto a la temperatura, mientras que un índice de viscosidad bajo muestra un cambio considerable de la viscosidad con respecto a la temperatura.[9](Mott,2006,p. 33)

Para el cálculo del índice de viscosidad la norma ASTM D 2270 nos proporciona procedimientos para el cálculo del mismo.

Proceso A. para aceites de índice de viscosidad menores o iguales a 100.

Si la viscosidad del aceite a 100°C es superior a 70 mm²/s. se utiliza la siguiente ecuación:

$$IV = \frac{(L-V)}{(L-H)} * 100. \quad \text{Ecuación 2.13}$$

Proceso B. para aceites cuyo índice de viscosidad es mayor que 100.

Si la viscosidad a 100°C es menor o igual a 70 mm²/s, se aplica la formula siguiente:

$$VI = \frac{(\text{antilog}N)-1}{0.00715} + 100. \quad \text{Ecuación 2.14}$$

Siendo:

$$N = \frac{(\log H - \log U)}{\log Y}. \quad \text{Ecuación 2.15}$$

Dónde:

L: es la viscosidad cinemática 40°C de un aceite con índice de viscosidad cero (0), que tenga la misma viscosidad cinemática a 100°C que la de la muestra, cuyo índice de viscosidad va a ser calculado en mm²/s (cst).

H: es la viscosidad cinemática 40°C de un aceite con índice de viscosidad cien (100), que tenga la misma viscosidad cinemática a 100°C que la de la muestra, cuyo índice de viscosidad va a ser calculado en mm²/s (cst).

Y: es la viscosidad cinemática 100°C de la muestra cuyo índice de viscosidad va a ser calculado en mm²/s (cst).

U: Es la viscosidad cinemática 40°C de la muestra cuyo índice de viscosidad va a ser calculado en mm²/s (cst).

L y H: Se obtienen de la interpolación de valores mostradas en la tabla 1 de la norma D2270, mostrada en el Anexo 4[12](Norma ASTM D 2270-93 Practica estándar para el cálculo del índice de viscosidad a temperaturas de 40°C y 100°C,p.1,3)

Si no se cuenta con valores de viscosidad cinemática a 40°C o a100°C se puede calcular las mismas con las formulas de la norma D341, que se presentan a continuación.

$$V = 10^{(10^{(A-B*\text{Log}(t_3))} - 0.7)} \quad \text{Ecuación 2.16}$$

Dónde:

$$A = \log(\log(v_2 + 0.7)) + B * \log(t_2). \quad \text{Ecuación 2.17}$$

$$B = \frac{\log(\log(v_2+0.7)-\log(\log(v_1+0.7))}{\log(t_1)-\log(t_2)}. \quad \text{Ecuación 2.18}$$

V: viscosidad calculada.

t₁: Temperatura 1 en grados absolutos.

t₂: Temperatura 2 en grados absolutos.

v₁:Viscosidad a la temperatura 1 (cst)

v₂:Viscosidad a la temperatura 1 (cst)

(Norma ASTM D 341-93, p.3-4)

2.4.6.10 Densidad

La densidad es la cantidad de masa por unidad de volumen de una sustancia.[9](Mott Robert,2006, p.14)

Los cuerpos difieren por lo general en su masa y en su volumen. Estos dos atributos físicos varían de un cuerpo a otro, de modo que si consideramos cuerpos de la misma naturaleza, cuanto mayor es el volumen, mayor es la masa del cuerpo considerado. No obstante, existe algo característico del tipo de materia que compone al cuerpo en cuestión y que explica por qué dos cuerpos de sustancias diferentes que ocupan el mismo volumen no tienen la misma masa o viceversa.[2](Cengel, Yanus, 2012,p.36)

Aun cuando para cualquier sustancia la masa y el volumen son directamente proporcionales, la relación de proporcionalidad es diferente para cada sustancia. Es precisamente la constante de proporcionalidad de esa relación la que se conoce por densidad y se representa por la letra griega

$$m = \text{cte} \cdot V$$

es decir: $m = \rho V$

Despejando de la anterior ecuación resulta:

$$\rho = \frac{m}{v} \qquad \text{Ecuación 2.19}$$

Ecuación que facilita la definición de y también su significado físico.

La densidad de una sustancia es la masa que corresponde a un volumen unidad de dicha sustancia. Su unidad en el SI es el cociente entre la unidad de masa y la del volumen, es decir kg/m³.

A diferencia de la masa o el volumen, que dependen de cada objeto, su cociente depende solamente del tipo de material de que está constituido y no de la forma ni del tamaño de aquél. Se dice por ello que la densidad es una propiedad o atributo característico de cada sustancia. En los sólidos la densidad es aproximadamente constante, pero en los líquidos, y particularmente en los gases, varía con las condiciones de medida. Así en el caso de los líquidos se suele especificar la

temperatura a la que se refiere el valor dado para la densidad y en el caso de los gases se ha de indicar, junto con dicho valor, la presión.[5](Nicolás Dancona. La estática de fluidos,p.2)

Se conoce que las propiedades de los fluidos cambian con relación a la temperatura. En general la densidad disminuye con el aumento de la temperatura

2.4.6.11 Densidad relativa

La densidad relativa de una sustancia es el cociente entre su densidad y la de otra sustancia diferente que se toma como referencia o patrón.

Para sustancias líquidas se suele tomar como sustancia patrón el agua cuya densidad a 4 °C es igual a 1000 kg/m³. Para gases la sustancia de referencia la constituye con frecuencia el aire que a 0 °C de temperatura y 1 atm de presión tiene una densidad de 1,293 kg/m³. Como toda magnitud relativa, que se obtiene como cociente entre dos magnitudes iguales, la densidad relativa carece de unidades físicas.(Nicolás Dancona. La estática de fluidos,p.2)

La fórmula que se aplica para encontrar la densidad relativa de un líquido es la siguiente:

$$\delta_r = \frac{\delta_{sc}}{\delta_w}; \quad \text{Ecuación 2.20}$$

Dónde:

δ_r = Densidad relativa

δ_{sc} = Densidad de la sustancia corregida a 15°C.

δ_w = Densidad del agua a 15°C.

La densidad corregida se encuentra a partir de:

$$\delta_{sc} = \delta_s + b(t - 15); \quad \text{Ecuación 2.21}$$

δ_s = Densidad de la sustancia a temperatura de ensayo

b= Factor de corrección.

t= Temperatura de ensayo

El factor de corrección se aprecia en la siguiente tabla:

FACTOR DE CORRECCION b			
Rangos de δ_s	b	Rangos de δ_s	b
0.680-0.689	0.00088	0.800-0.809	0.00070
0.690-0.699	0.00089	0.810-0.819	0.00069
0.700-0.709	0.00085	0.820-0.829	0.00068
0.710-0.719	0.00084	0.830-0.839	0.00067
0.720-0.729	0.00083	0.840-0.849	0.00066
0.730-0.739	0.00081	0.850-0.859	0.00066
0.740-0.749	0.00080	0.860-0.869	0.00066
0.750-0.759	0.00078	0.870-0.879	0.00065
0.760-0.769	0.00076	0.880-0.889	0.00065
0.770-0.779	0.00075	0.890-0.899	0.00064
0.780-0.789	0.00073	0.900-0.909	0.00063
0.790-0.799	0.00072	0.910-0.919	0.000625

Tabla 2.3 Factor de corrección b. **Fuente:** A. Chiaravalotti, J.M.P. Ravera y F.E. Leidi, (2008), p.2

2.5 CATEGORÍAS FUNDAMENTALES

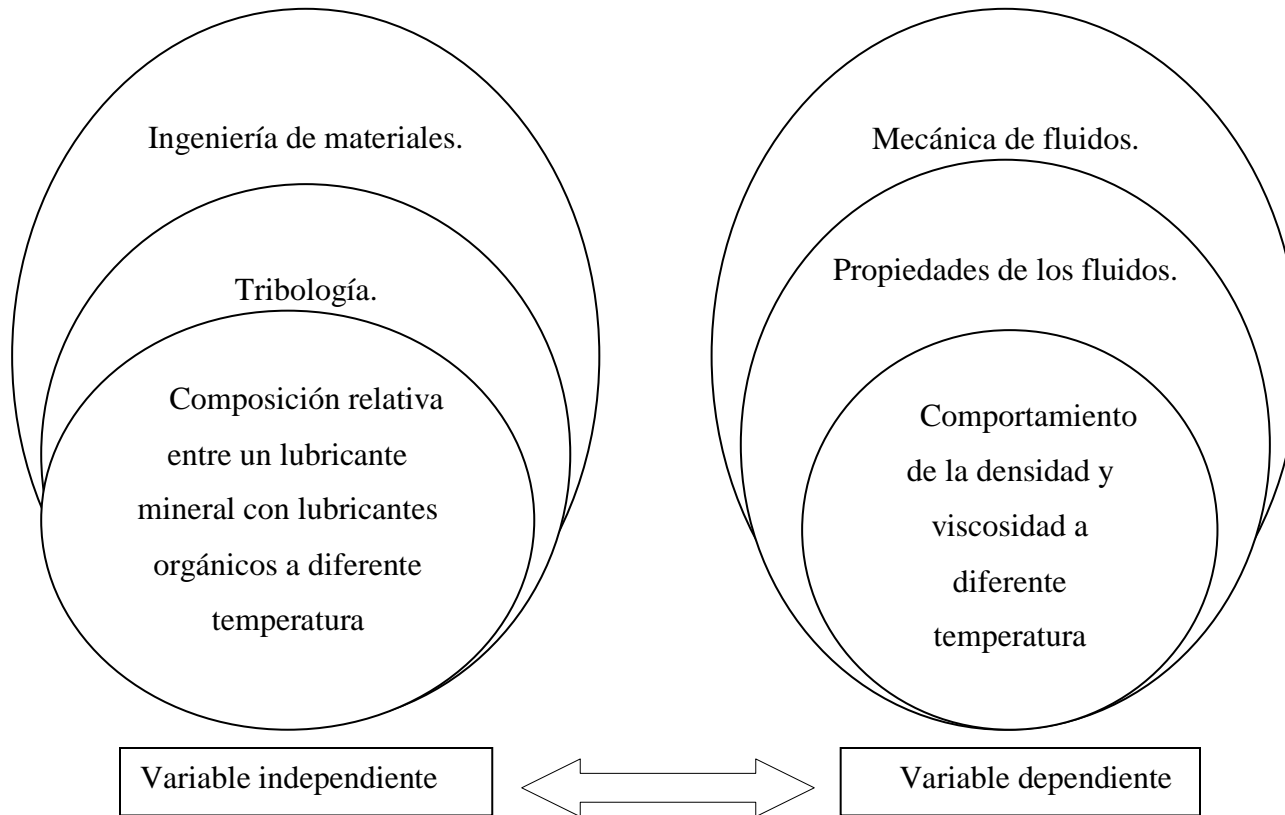


Figura 2. 20. Categorías fundamentales.

(Elaborado por: El autor)

2.6 HIPÓTESIS

El estudio de la composición relativa entre un lubricante mineral con lubricantes orgánicos, permitirá identificar el comportamiento de la densidad y viscosidad a diferente temperatura del nuevo lubricante compuesto.

2.7 SEÑALAMIENTO DE VARIABLES DE LA HIPÓTESIS

2.7.1 Variable Independiente

Estudio de la composición relativa entre un lubricante mineral con lubricantes orgánicos.

2.7.2 Variable Dependiente

Comportamiento de la densidad y viscosidad a diferente temperatura.

CAPÍTULO III

3 METODOLOGÍA

3.1 ENFOQUE

La presente investigación se realizó bajo un enfoque cuali-cuantitativa, pues se basó en propiedades físicas que variaran proporcionalmente a la cantidad de lubricante que se esté utilizando, estos resultados fueron medidos para su posterior análisis e interpretación, de esto se pretendió obtener valores tanto de composición relativa como de las propiedades físicas para que se establecer un rango adecuado de proporción en composición relativa en las que sean aceptables las mismas.

3.2 MODALIDAD BÁSICA DE LA INVESTIGACIÓN

3.2.1 Experimental

La investigación tuvo un carácter experimental por el hecho de que necesitó de un análisis en laboratorio, en este caso en el laboratorio de Materiales de la Carrera de Ingeniería Mecánica, y el laboratorio de Físico-química e Instrumentación de la Facultad de Ingeniería y Ciencia en Alimentos, lugares en los que se realizaron las pruebas y mediciones de las variables tanto independiente como dependiente.

3.2.2 Bibliográfica

La investigación fue también de tipo bibliográfica pues se necesitó información pertinente tanto como guía en los inicios del trabajo como también información que permitieron comparaciones de los diferentes resultados que se obtuvieron durante la investigación.

3.3 NIVEL O TIPOS DE INVESTIGACIÓN

3.3.1 Exploratorio

La investigación abarcó el nivel exploratorio, debido a que reconoció las variables en forma de análisis, además al ser una investigación que se realizó en laboratorios, también es de tipo experimental, de manera que conllevará a que los análisis de las variables presenten datos nuevos en cuanto la investigación estaba en proceso, estos datos fueron medidos, registrados y analizados, luego se usaron para la comprobación de la hipótesis, luego de lo cual por su carácter exploratorio permitirá que se deriven más trabajos investigativos que contribuirán con el avance de tecnologías económicas y amigables con el ambiente.

3.3.2 Descriptivo

La investigación es de carácter descriptiva, pues se realizó un seguimiento del procedimiento durante el proceso investigativo, para posteriormente identificar los resultados relevantes y darlos a conocer como base de posteriores investigaciones.

3.3.3 Estudio de casos

Se seleccionaron veinte casos para cada lubricante orgánico del presente estudio:

Composición relativa 1= 10/90 a temperaturas de 40, 60, 80, 100°C.

Composición relativa 2= 20/80 a temperaturas de 40, 60, 80, 100°C.

Composición relativa 3= 30/70 a temperaturas de 40, 60, 80, 100°C.

Composición relativa 4= 40/60 a temperaturas de 40, 60, 80, 100°C.

Composición relativa 5= 50/50 a temperaturas de 40, 60, 80, 100°C.

3.4 POBLACION Y MUESTRA

3.4.1 POBLACIÓN

Para el estudio se tomó en cuenta las composiciones relativas del lubricante mineral con respecto a un lubricante mineral en veinte casos 10/90, 20/80, 30/70, 40/60, 50/50, cada uno de estos a temperaturas de 40,60, 80 y 100°C para los tres lubricantes orgánicos que se tomaran en cuenta aceite de palma, de soya y aceite reciclado de frituras.

3.4.2 MUESTRA

El presente trabajo al ser un estudio de casos no presenta muestras.

3.5 OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

3.5.1 Variable Independiente: Composición relativa entre un lubricante mineral con lubricantes orgánicos.

CONCEPTO	CATEGORÍA	INDICADOR	ÍNDICE	TÉCNICAS INSTRUMENTOS
Lubricantes. Son sustancias sólidas, semisólidas o líquidas de origen animal, vegetal, mineral o sintético, que pueden utilizarse para reducir el rozamiento entre piezas y mecanismos en movimiento.	Lubricante mineral	Porcentaje de lubricante mineral. (%)	50-100	Observación directa. Formato de registro Toma de datos de los equipos. .
		Porcentaje de lubricante orgánico. (%)	0-50	
	Lubricante orgánico.	Variación de la composición relativa. (%)	0/100-50/50	
		Variación de la temperatura para los diferentes casos.(°C)	20-50	

Tabla 3.1: Operacionalización variable independiente. (Elaborado por: El autor)

3.5.2 Variable dependiente. Comportamiento de la densidad y viscosidad diferente temperatura.

CONCEPTO	CATEGORÍA	INDICADOR	ÍNDICE	TÉCNICAS INSTRUMENTOS
<p>Viscosidad. Es una propiedad general de un fluido es que a la aplicación de una fuerza tangencial que produce un flujo en el mismo, se le opone una fuerza proporcional al gradiente en la velocidad de flujo.</p> <p>Densidad. Se define como la masa por unidad de volumen. Sus unidades en el sistema internacional son [gr/cm³].</p>	<p>Viscosidad</p> <p>Densidad</p>	<p>Variación de la viscosidad con respecto a la composición relativa a diferente temperatura.</p> <p>Variación de la densidad con respecto a la composición relativa a diferente temperatura.</p> <p>Variación de la temperatura para los diferentes casos.</p>	<p>5-50 mm²/s</p> <p>0.5-1 gr./cm³</p> <p>40-40°C</p>	<p>Observación directa.</p> <p>Formato de registro</p> <p>Toma de datos de los equipos.</p>

Tabla 3.2.Operacionalización variable dependiente. (Elaborado por: El autor)

3.6 RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN

La información que arrojó el proyecto de investigación se recogió por la técnica de observación directa, con la ayuda de un formato de registro elaborado por el autor, este instrumento permitió el registro de las variaciones tanto de la composición relativa del lubricante como de las propiedades físicas que se pretendió evaluar a las diferentes temperaturas, los valores fueron leídos de los distintos instrumentos de medida con los que se cuenta en los laboratorios de Materiales de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica y el laboratorio de Físico-química e Instrumentación de la Facultad de Ingeniería y Ciencia en Alimentos.

3.7 PROCESAMIENTOS Y ANÁLISIS

3.7.1 Procesamiento

Para procesar la información luego de la recolección se realizó un análisis de los datos y poder verificar si existen datos incoherentes o contradictorios, que requirieron una nueva lectura.

Posterior a esto, la información fue recopilada en tablas y gráficas comparativas entre los ítems de cada variable con ayuda de programas computarizados.

3.7.2 Análisis e interpretación de resultados

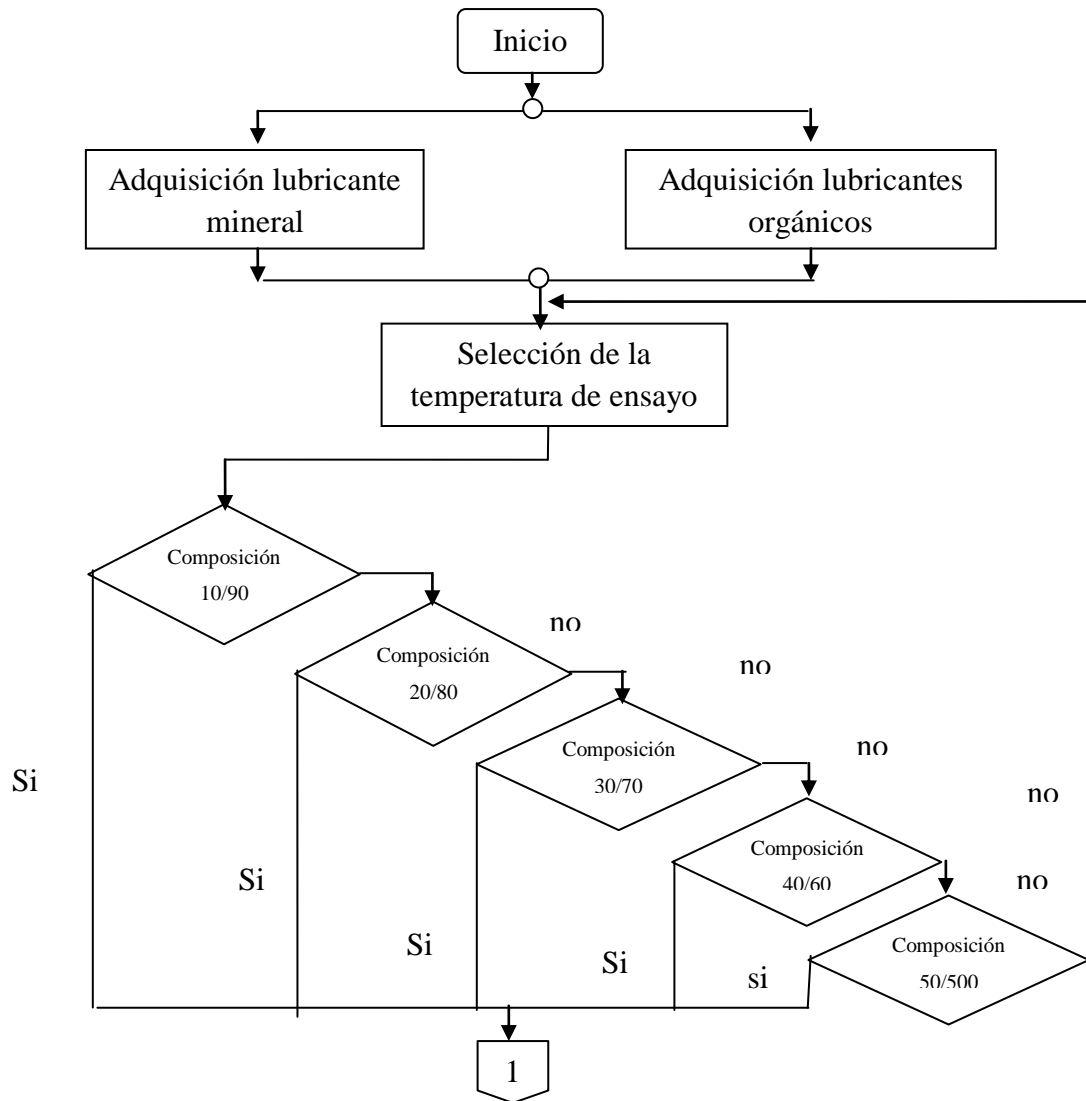
Una vez obtenidas las gráficas y las tablas comparativas de los datos obtenidos se procedió a un análisis crítico de las mismas, buscando en el caso de la presente investigación una correlación adecuada entre cada variable es decir entre la composición relativa de los lubricantes y las propiedades físicas (densidad y viscosidad), de esta forma dar un criterio que contribuya a un adecuado porcentaje de composición relativa, y de esta forma sea base para posteriores trabajos relacionados.

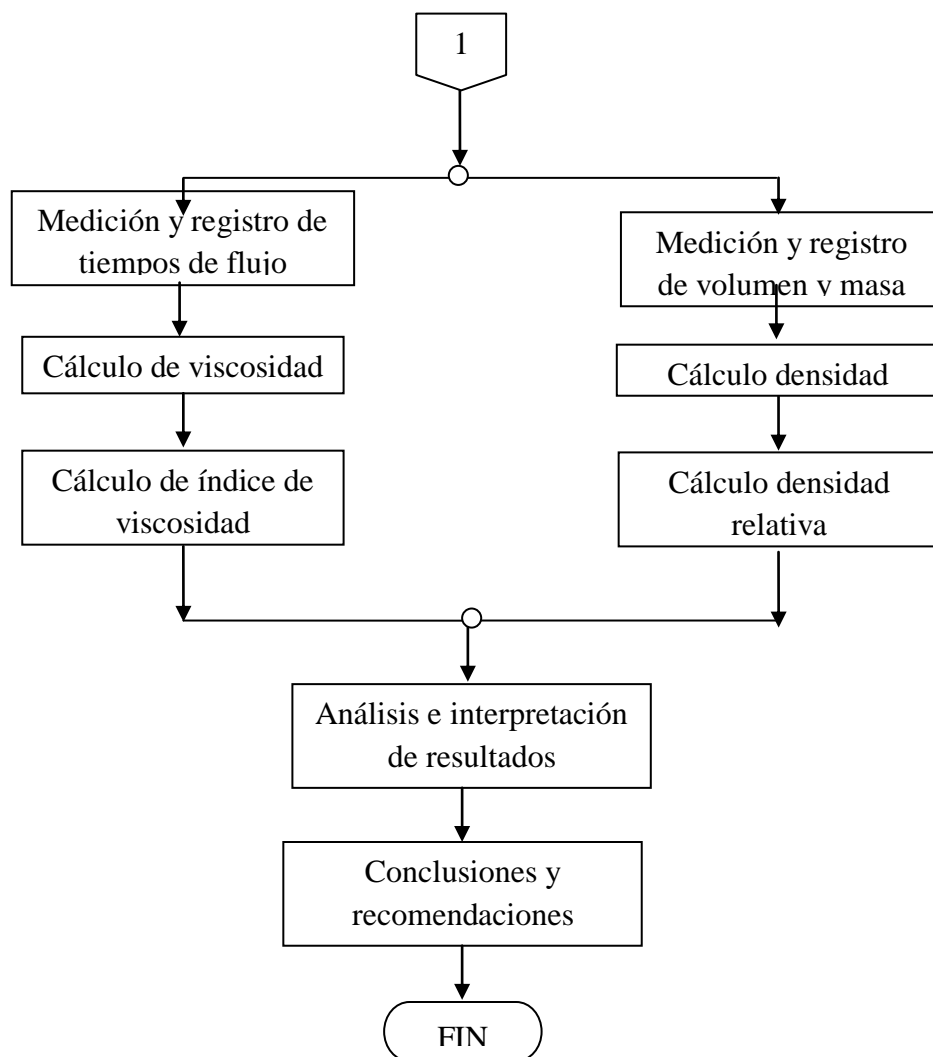
CAPITULO IV

4 ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.

4.1 PROCESO DE ANÁLISIS DE RESULTADOS.

Para el presente estudio se ha considerado el siguiente diagrama de actividades, para la obtención de los resultados de mediciones y cálculos correspondientes.





4.2 EVALUACIÓN DE LA VISCOSIDAD EN LAS DISTINTAS MEZCLAS

4.2.1 EVALUACIÓN ACEITE DE TRANSMISIÓN AUTOMÁTICA

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA										
Datos informativos:										
Muestra:	ATF			Fecha de realización:	08/11/2013					
Lugar de realización:	Laboratorio de físico química e instrumentación –FCIAL									
Realizado por:	Egdo. Alex Jiménez	Autorizado por:			Ing. Mg. Henry Vaca					
Identificación de parámetros										
Norma aplicable:	INEN 810 1986-11									
Instrumento principal:	Viscosímetro Cannon-Fenske de Flujo en Reversa									
			Constantes de Calibración							
			Temperatura ° C	Cc (cst/seg.)	Dc (cst/seg.)					
			40	0,2639	0,1943					
			100	0,2657	0,1959					
Resultados										
TIEMPOS DE FLUJO DE ACUERDO A LA TEMPERATURA										
TEMPERATURA	40°C		60°C		80°C		100°C			
TIEMPO	C (seg)	D(seg)	C(seg)	D(seg)	C(seg)	D(seg)	C(seg)	D(seg)		
1	151	210,21	75,36	102,33	44,52	60,64	28,85	39,08		
2	151,16	210,69	74,49	103,49	44,09	61,46	28,72	38,49		
3	151,09	210,17	74,97	102,66	43,98	61,65	29,02	38,64		
4	150,9	209,75	74,83	102,92	44,13	60,87	28,56	38,75		
5	152,16	206,43	75,15	102,21	44,46	60,67	29,08	39,04		
6	152,49	208,83	74,75	102,77	45,12	60,05	28,49	39,52		
7	151,25	210,39	74,87	102,51	44,23	61,03	28,49	38,97		
8	151,45	208,3	74,96	102,37	44,74	60,34	29,14	39,56		
9	151,15	209,88	75,08	102,4	45,02	60,29	28,53	38,73		
10	151,12	210,05	74,85	102,41	44,56	61,42	28,38	39,11		
Prom.	151,38	209,47	74,93	102,61	44,49	60,84	28,73	38,99		
Determinación de la viscosidad e índice de viscosidad										
Corrección de las constantes del viscosímetro: $Cc = C \frac{g}{gl}$ (Certificado de calibración. Anexo 5) $g = 977.24 \text{ cm/seg}^2$ (Gravedad Ambato). $gl = 980.1 \text{ cm/seg}^2$ (Gravedad cannon)				Constantes Corregidas						
				Temperatura ° C	Cc (cst/seg.)	Dc (cst/seg.)				
				40	0,2639	0,1943				
				100	0,2657	0,1959				
							<i>Continúa</i>			

<u>Continuación</u>						
Cálculo de viscosidad						
Norma aplicable :				NTE INEN 810		
Fórmula aplicable: $V_c = C * t$, (NTE INEN 810, 1996-11. Anexo 6) C=constante de viscosímetro. (cst/seg) t=tiempo de flujo. (seg)						
Cálculo de índice de viscosidad:						
Norma aplicable :				ASTM D 2270-93		
Fórmula aplicable: $VI = \frac{(\log^{-1}N)-1}{0.00715} + 100$.Ecuación 2.14 $N = \frac{(\log H - \log U)}{\log Y}$.Ecuación 2.14						
Tabla de resultados						
ACEITE TRANSMISIÓN AUTOMÁTICA (ATF)						
TEMPERATUR A (°C)	Tiempo bulbo C (seg)	Viscosidad C (cst)	Tiempo bulbo D (seg)	Viscosidad D (cst)	Viscosidad promedio (cst)	I.V.
40	151,38	39,9484	209,47	40,7000	40,3242	161
60	74,93	19,8192	102,61	19,9981	19,9087	
80	44,49	11,7930	60,84	11,8885	11,8408	
100	28,73	7,6326	38,99	7,6379	7,6352	
Gráfica viscosidad según temperatura. Aceite de Transmisión Automática						
Observaciones:						
El aceite de transmisión automática, presenta una viscosidad de 40.3242 cst a 40°C y 7.6352 cst a 100 °C, con lo que se obtiene un índice de viscosidad de 161.						

4.2.2 EVALUACIÓN ACEITE DE PALMA

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA										
Datos informativos:										
Muestra:	PALMA P-1			Fecha de realización:	07/11/2013					
Lugar de realización:	Laboratorio de físico química e instrumentación –FCIAL									
Realizado por:	Egdo. Alex Jiménez	Autorizado por:			Ing. Mg. Henry Vaca					
Identificación de parámetros										
Norma aplicable:	INEN 810 1986-11									
Instrumento principal:	Viscosímetro Cannon-Fenske de Flujo en Reversa									
Constantes de Calibración										
Temperatura ° C		Cc (cst/seg.)		Dc (cst/seg.)						
40		0,2639		0,1943						
100		0,2657		0,1959						
Resultados										
TIEMPOS DE FLUJO DE ACUERDO A LA TEMPERATURA										
TEMPERATURA	40°C		60°C		80°C		100°C			
TIEMPO	C (seg)	D(seg)	C(seg)	D(seg)	C(seg)	D(seg)	C(seg)	D(seg)		
1	180,73	245,85	79,62	107,87	47,2	64,37	30,77	41,58		
2	180,95	244,4	79	108,16	46,91	64,66	30,71	41,86		
3	180,95	244,84	79,29	107,96	47,23	64,34	30,74	41,88		
4	181,02	244,79	79,85	107,89	47,18	64,23	30,60	41,72		
5	180,23	245,35	79,43	108,06	46,98	64,86	30,67	41,61		
6	180,46	245,78	79,28	108,17	46,93	64,17	30,92	41,79		
7	180,55	244,87	79,34	107,91	46,85	64,96	30,87	41,86		
8	181,06	245,6	79,16	108,03	47,09	64,42	30,51	41,88		
9	180,49	245,18	79,52	107,98	47,32	64,38	30,53	41,61		
10	180,76	245,06	79,19	108,07	46,95	64,76	30,71	41,67		
Prom.	180,72	245,17	79,37	108,01	47,06	64,52	30,70	41,75		
Determinación de la viscosidad e índice de viscosidad										
Corrección de las constantes del viscosímetro: $Cc = C \frac{g}{gl}$ (Certificado de calibración. Anexo 5) $g = 977.24 \text{cm/seg}^2$ (Gravedad Ambato). $gl = 980.1 \text{cm/seg}^2$ (Gravedad cannon).					Constantes Corregidas					
					Temperatura °C		Cc (cst/seg.)		Dc (cst/seg.)	
					40		0,2639		0,1943	
					100		0,2657		0,1959	
<i>Continúa</i>										

<u>Continuación</u>						
Cálculo de viscosidad						
Norma aplicable :				NTE INEN 810		
Fórmula aplicable: $V_c = C * t$, (NTE INEN 810, 1996-11. Anexo 6) C=constante de viscosímetro. (cst/seg) t=tiempo de flujo. (seg)						
Cálculo de índice de viscosidad:						
Norma aplicable :				ASTM D 2270-93		
Fórmula aplicable: $VI = \frac{(\log^{-1}N)^{-1}}{0.00715} + 100$. Ecuación 2.14 $N = \frac{(\log H - \log U)}{\log Y}$. Ecuación 2.15						
Tabla de resultados						
ACEITE DE PALMA						
TEMPERATURA (°C)	Tiempo bulbo C (seg)	Viscosidad C (cst)	Tiempo bulbo D (seg)	Viscosidad D (cst)	Viscosidad promedio (cst)	I.V.
40	180,72	47,6920	245,17	47,6369	47,6645	145
60	79,37	20,9928	108,01	21,0511	21,0220	
80	47,06	12,4767	64,52	12,6062	12,5414	
100	30,70	8,1578	41,75	8,1782	8,1680	
Gráfica viscosidad según temperatura. Muestra Aceite de Palma.						
<p style="text-align: center;">ACEITE DE PALMA</p>						
Observaciones:						
El aceite de palma, presenta una viscosidad de 47.6645 cst a 40°C y 8.1680 cst a 100 °C, con lo que se obtiene un índice de viscosidad de 145.						

4.2.3 EVALUACIÓN ACEITE DE SOYA

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA									
Datos informativos:									
Muestra:	SOYA S-1			Fecha de realización:	06/11/2013				
Lugar de realización:	Laboratorio de físico química e instrumentación –FCIAL								
Realizado por:	Egdo. Alex Jiménez		Autorizado por:	Ing. Mg. Henry Vaca					
Identificación de parámetros									
Norma aplicable:	INEN 810 1986-11								
Instrumento principal:	Viscosímetro Cannon-Fenske de Flujo en Reversa								
			Constantes de Calibración						
			Temperatura ° C	Cc (cst/seg.)	Dc (cst/seg.)				
			40	0,2639	0,1943				
			100	0,2657	0,1959				
Resultados									
TIEMPOS DE FLUJO DE ACUERDO A LA TEMPERATURA									
TEMPERATURA	40°C		60°C		80°C		100°C		
TIEMPO	C (seg)	D(seg)	C(seg)	D(seg)	C(seg)	D(seg)	C(seg)	D(seg)	
1	123,08	169,89	68,73	94,8	43,27	58,89	29,74	40,67	
2	123,47	169,36	68,4	94,63	42,82	58,95	29,29	40,81	
3	123,16	169,26	68,75	94,21	42,89	59,05	29,49	40,74	
4	123,46	169,74	68,52	94,76	42,97	59,09	29,76	40,57	
5	123,58	169,52	68,36	94,86	43,18	59,13	29,48	40,55	
6	123,39	169,08	68,28	94,65	43,21	58,83	29,79	40,72	
7	123,41	169,35	68,83	94,71	42,98	58,96	29,67	40,84	
8	123,14	169,46	68,91	94,79	42,86	58,79	29,60	40,82	
9	123,35	169,81	68,44	94,35	43,05	59,03	29,90	40,70	
10	123,61	169,51	68,95	94,62	43,11	58,96	29,53	40,75	
Prom.	123,37	169,50	68,62	94,64	43,03	58,97	29,62	40,72	
Determinación de la viscosidad e índice de viscosidad									
Corrección de las constantes del viscosímetro:				Constantes Corregidas					
$Cc = C \frac{g}{gl}$ (Certificado de calibración. Anexo 5)									
g= 977.24cm/seg ² (Gravedad Ambato).									
gl=980.1cm/seg ² (Gravedad cannon).									
				Temperatura °C	Cc (cst/seg.)	Dc (cst/seg.)			
				40	0,2639	0,1943			
				100	0,2657	0,1959			

Continúa

<u>Continuación</u>						
Cálculo de viscosidad						
Norma aplicable :	NTE INEN 810					
Fórmula aplicable: $V_c = C * t$, (NTE INEN 810, 1996-11. Anexo 6) C=constante de viscosímetro. (cst/seg) t=tiempo de flujo. (seg)						
Cálculo de índice de viscosidad:						
Norma aplicable :	ASTM D 2270-93					
Fórmula aplicable: $VI = \frac{(\log^{-1}N)^{-1}}{0.00715} + 100$.Ecuación 2.14 $N = \frac{(\log H - \log U)}{\log Y}$.Ecuación 2.15						
Tabla de resultados						
ACEITE DE SOYA						
TEMPERATURA (°C)	Tiempo bulbo C (seg)	Viscosidad C (cst)	Tiempo bulbo D (seg)	Viscosidad D (cst)	Viscosidad promedio (cst)	I.V.
40	123,37	32,5560	169,50	32,9335	32,7447	228
60	68,62	18,1492	94,64	18,4449	18,2971	
80	43,03	11,4083	58,97	11,5223	11,4653	
100	29,62	7,8712	40,72	7,9765	7,9239	
Gráfica viscosidad según temperatura. Muestra Aceite de Soya.						
Observaciones:						
El aceite de soya, presenta una viscosidad de 32.7447 cst a 40°C y 7.9239 cst a 100 °C, con lo que se obtiene un índice de viscosidad de 228.						

4.2.4 EVALUACIÓN ACEITE RECICLADO DE FRITURAS

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA								
Datos informativos:								
Muestra:	RECICLADO R-1			Fecha de realización:	05/11/2013			
Lugar de realización:	Laboratorio de físico química e instrumentación –FCIAL							
Realizado por:	Egdo. Alex Jiménez	Autorizado por:	Ing. Mg. Henry Vaca					
Identificación de parámetros								
Norma aplicable:	INEN 810 1986-11							
Instrumento principal:	Viscosímetro Cannon-Fenske de Flujo en Reversa							
			Constantes de Calibración					
		Temperatura ° C	Cc (cst/seg.)	Dc (cst/seg.)				
		40	0,2639	0,1943				
		100	0,2657	0,1959				
Resultados								
TIEMPOS DE FLUJO DE ACUERDO A LA TEMPERATURA								
TEMPERATURA	40°C		60°C		80°C		100°C	
TIEMPO	C (seg)	D(seg)	C(seg)	D(seg)	C(seg)	D(seg)	C(seg)	D(seg)
1	134,49	183,57	72,61	99,92	45,61	61,22	30,89	42,43
2	134,47	185,21	72,84	99,93	45,47	62,31	31,01	42,14
3	134,16	185,18	72,61	99,89	45,38	62,46	30,80	42,37
4	134,51	184,82	72,25	99,85	45,49	62,27	30,73	42,48
5	134,28	184,59	72,56	99,91	45,21	62,28	31,02	42,44
6	134,46	184,91	72,48	100,06	45,76	62,79	31,43	42,64
7	134,49	185,13	72,16	99,83	45,58	62,16	31,11	42,06
8	134,38	185,09	72,89	100,11	45,63	62,24	30,68	42,17
9	134,41	184,75	72,85	99,62	45,69	62,63	30,83	42,35
10	134,48	184,62	72,58	99,96	45,43	62,23	30,88	42,45
Prom.	134,41	184,79	72,58	99,91	45,53	62,26	30,94	42,35
Determinación de la viscosidad e índice de viscosidad								
Corrección de las constantes del viscosímetro:					Constantes Corregidas			
$Cc = C \frac{g}{gl}$, (Certificado de calibración. Anexo 5) $g = 977.24 \text{ cm/seg}^2$ (Gravedad Ambato). $gl = 980.1 \text{ cm/seg}^2$ (Gravedad cannon).					Temperatura °C	Cc (cst/seg.)	Dc (cst/seg.)	
					40	0,2639	0,1943	
					100	0,2657	0,1959	
					<i>Continúa.</i>			

<u>Continuación.</u>						
Cálculo de viscosidad						
Norma aplicable :				NTE INEN 810		
Fórmula aplicable: $V_C = C * t$, (NTE INEN 810, 1996-11. Anexo 6) C=constante de viscosímetro. (cst/seg) t=tiempo de flujo. (seg)						
Cálculo de índice de viscosidad:						
Norma aplicable :				ASTM D 2270-93		
Fórmula aplicable: $VI = \frac{(\log^{-1}N)-1}{0.00715} + 100$.Ecuación 2.14 $N = \frac{(\log H - \log U)}{\log Y}$.Ecuación 2.15						
Tabla de resultados						
ACEITE RECICLADO DE FRITURAS						
TEMPERATURA (°C)	Tiempo bulbo C (seg)	Viscosidad C (cst)	Tiempo bulbo D (seg)	Viscosidad D (cst)	Viscosidad promedio (cst)	I.V.
40	134,41	35,4716	184,79	35,9041	35,6879	218
60	72,58	19,1982	99,91	19,4721	19,3351	
80	45,53	12,0687	62,26	12,1654	12,1170	
100	30,94	8,2204	42,35	8,2967	8,2585	
Gráfica viscosidad según temperatura. Muestra Reciclado de frituras.						
Observaciones:						
El aceite reciclado de frituras, presenta una viscosidad de 35.6879 cst a 40°C y 8.2585 cst a 100 °C, con lo que se obtiene un índice de viscosidad de 218.						

4.2.5 EVALUACIÓN COMPOSICIÓN RELATIVA 10/90(ACEITE DE PALMA /ACEITE DE TRANSMISIÓN AUTOMÁTICA)

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA								
Datos informativos:								
Muestra:	10/90 P-T			Fecha de realización:	08/10/2013			
Lugar de realización:	Laboratorio de físico química e instrumentación –FCIAL							
Realizado por:	Egdo. Alex Jiménez	Autorizado por:			Ing. Mg. Henry Vaca			
Identificación de parámetros								
Norma aplicable:	INEN 810 1986-11							
Instrumento principal:	Viscosímetro Cannon-Fenske de Flujo en Reversa							
		Constantes de Calibración						
		Temperatura ° C	Cc (cst/seg.)	Dc (cst/seg.)				
		40	0,2639	0,1943				
		100	0,2657	0,1959				
Resultados								
TIEMPOS DE FLUJO DE ACUERDO A LA TEMPERATURA								
TEMPERATURA	40°C		60°C		80°C		100°C	
TIEMPO	C (seg)	D(seg)	C(seg)	D(seg)	C(seg)	D(seg)	C(seg)	D(seg)
1	144,14	200,47	72,63	99,28	44,11	58,4	28,19	39,14
2	145,21	199,82	73,07	99,98	43,5	58,86	28,54	38,65
3	144,75	199,25	72,56	99,32	43,75	58,74	28,61	38,46
4	145,25	200,25	72,86	99,38	43,89	58,76	28,39	38,99
5	144,56	198,89	73,02	99,86	43,62	58,55	28,11	38,82
6	145,12	200,47	72,69	99,21	44,05	58,51	28,65	38,95
7	145,02	199,13	73,13	99,95	44,1	58,63	28,46	39,04
8	145,16	198,69	72,91	99,46	43,38	58,81	28,49	39,20
9	144,85	198,36	72,88	99,43	43,56	58,96	28,22	39,17
10	145,96	199,5	72,69	99,85	43,67	58,65	28,52	38,95
Prom.	145	199,48	72,84	99,57	43,76	58,69	28,42	38,91
Determinación de la viscosidad e índice de viscosidad								
Corrección de las constantes del viscosímetro:		Constantes Corregidas						
$Cc = C \frac{g}{gl}$, (Certificado de calibración. Anexo 5)		Temperatura ° C	Cc (cst/seg.)	Dc (cst/seg.)				
g= 977.24cm/seg ² (Gravedad Ambato).		40	0,2639	0,1943				
gl=980.1cm/seg ² (Gravedad cannon).		100	0,2657	0,1959				
		<i>Continúa</i>						

<u>Continuación</u>						
Cálculo de viscosidad						
Norma aplicable :				NTE INEN 810		
Fórmula aplicable: $V_c = C * t$, (NTE INEN 810, 1996-11. Anexo 6) C=constante de viscosímetro. (cst/seg) t=tiempo de flujo. (seg)						
Cálculo de índice de viscosidad:						
Norma aplicable :				ASTM D 2270-93		
Fórmula aplicable: $VI = \frac{(\log^{-1}N)-1}{0.00715} + 100$.Ecuación 2.14 $N = \frac{(\log H - \log U)}{\log Y}$.Ecuación 2.15						
Tabla de resultados						
COMPOSICIÓN RELATIVA 10/90 PALMA/ATF						
TEMPERATURA (°C)	Tiempo bulbo C (seg)	Viscosidad C (cst)	Tiempo bulbo D (seg)	Viscosidad D (cst)	Viscosidad Promedio (cst)	I.V.
40	145,00	38,2655	199,48	38,7590	38,5122	170
60	72,84	19,2662	99,57	19,4062	19,3362	
80	43,76	11,6008	58,69	11,4680	11,5344	
100	28,42	7,5512	38,91	7,6225	7,5868	
Gráfica viscosidad según temperatura. Muestra 10/90 palma/ATF.						
<p style="text-align: center;">COMPOSICIÓN RELATIVA 10/90 PALMA/ATF</p>						
Observaciones:						
La composición relativa 10/90 p-t, presenta una viscosidad de 38.5122 cst a 40°C y 7.5868 cst a 100 °C, con lo que se obtiene un índice de viscosidad de 170.						

4.2.6 EVALUACIÓN COMPOSICIÓN RELATIVA 20/80 (ACEITE DE PALMA /ACEITE DE TRANSMISIÓN AUTOMÁTICA)

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA								
Datos informativos:								
Muestra:	20/80 P-T			Fecha realización:	de	11/10/2013		
Lugar de realización:	Laboratorio de físico química e instrumentación –FCIAL							
Realizado por:	Egdo. Jiménez	Alex	Autorizado por:	Ing. Mg. Henry Vaca				
Identificación de parámetros								
Norma aplicable:	INEN 810 1986-11							
Instrumento principal:	Viscosímetro Cannon-Fenske de Flujo en Reversa							
			Constantes de Calibración					
			Temperatura ° C	Cc (cst/seg.)	Dc (cst/seg.)			
			40	0,2639	0,1943			
			100	0,2657	0,1959			
Resultados								
TIEMPOS DE FLUJO DE ACUERDO A LA TEMPERATURA								
TEMPERATURA	40°C		60°C		80°C		100°C	
TIEMPO	C (seg)	D(seg)	C(seg)	D(seg)	C(seg)	D(seg)	C(seg)	D(seg)
1	148,04	205,31	74,61	97,29	43,71	58,81	28,91	38,23
2	148,24	206,07	75,03	97,92	44,44	57,92	29,02	37,97
3	148,16	204,78	74,85	97,36	43,94	58,27	28,82	38,07
4	148,32	204,57	74,53	97,43	43,96	58,71	28,77	37,94
5	149,02	204,81	75,16	97,35	44,16	58,62	29,09	38,12
6	148,08	204,12	74,62	97,86	44,25	57,99	29,13	38,24
7	148,56	205,15	74,69	97,36	43,78	57,84	29,10	37,95
8	148,25	204,76	74,81	97,85	43,58	58,16	28,82	37,90
9	148,17	203,98	74,82	97,69	43,81	58,31	28,89	38,07
10	148,27	204,46	75,06	97,54	43,92	58,06	28,50	38,02
Prom.	148,31	204,80	74,82	97,57	43,96	58,27	28,91	38,05
Determinación de la viscosidad e índice de viscosidad								
Corrección de las constantes del viscosímetro:				Constantes Corregidas				
$Cc = C \frac{g}{gl}$ (Certificado de calibración. Anexo 5)				Temperatura ° C				
$g = 977.24 \text{cm/seg}^2$ (Gravedad Ambato).				Cc (cst/seg.)				
$gl = 980.1 \text{cm/seg}^2$ (Gravedad cannon).				Dc (cst/seg.)				
				40				
				0,2639				
				0,1943				
				100				
				0,2657				
				0,1959				
<i>Continúa</i>								

<u>Continuación</u>						
Cálculo de viscosidad						
Norma aplicable :				NTE INEN 810		
Fórmula aplicable: $V_C = C * t$, (NTE INEN 810, 1996-11. Anexo 6) C=constante de viscosímetro. (cst/seg) t=tiempo de flujo. (seg)						
Cálculo de índice de viscosidad:						
Norma aplicable :				ASTM D 2270-93		
Fórmula aplicable: $VI = \frac{(\log^{-1}N)-1}{0.00715} + 100$.Ecuación 2.14 $N = \frac{(\log H - \log U)}{\log Y}$.Ecuación 2.15						
Tabla de resultados						
COMPOSICIÓN RELATIVA 20/80 PALMA/ATF						
TEMPERATURA (°C)	Tiempo bulbo C (seg)	Viscosidad C (cst)	Tiempo bulbo D (seg)	Viscosidad D (cst)	Viscosidad promedio (cst)	I.V.
40	148,31	39,1393	204,80	39,7928	39,4661	163
60	74,82	19,7894	97,57	19,0154	19,4024	
80	43,96	11,6525	58,27	11,3858	11,5191	
100	28,91	7,6803	38,05	7,4538	7,5671	
Gráfica viscosidad según temperatura. Muestra 20/80 palma/ATF.						
Observaciones:						
La composición relativa 20/80 P-T, presenta una viscosidad de 39.4661 cst a 40°C y 7.5671 cst a 100 °C, con lo que se obtiene un índice de viscosidad de 163.						

4.2.7 EVALUACIÓN COMPOSICIÓN RELATIVA 30/70 (ACEITE DE PALMA /ACEITE DE TRANSMISIÓN AUTOMÁTICA)

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA									
Datos informativos:									
Muestra:	30/70 P-T			Fecha realización:	de 15/10/2013				
Lugar de realización:	Laboratorio de físico química e instrumentación –FCIAL								
Realizado por:	Egdo. Alex Jiménez	Autorizado por:			Ing. Mg. Henry Vaca				
Identificación de parámetros									
Norma aplicable:	INEN 810 1986-11								
Instrumento principal:	Viscosímetro Cannon-Fenske de Flujo en Reversa								
			Constantes de Calibración						
			Temperatura ° C	Cc (cst/seg.)	Dc (cst/seg.)				
			40	0,2639	0,1943				
			100	0,2657	0,1959				
Resultados									
TIEMPOS DE FLUJO DE ACUERDO A LA TEMPERATURA									
TEMPERATURA	40°C		60°C		80°C		100°C		
TIEMPO	C (seg)	D(seg)	C(seg)	D(seg)	C(seg)	D(seg)	C(seg)	D(seg)	
1	152,13	210,75	75,69	103,34	44,14	60,46	29,12	39,85	
2	153,54	210,72	75,01	103,96	44,16	60,95	29,22	39,83	
3	150,87	211,73	76,01	103,15	44,25	60,17	29,09	39,88	
4	151,71	209,85	75,32	103,45	44,36	60,78	29,38	39,75	
5	150,56	208,96	75,02	103,23	44,62	60,96	29,26	39,61	
6	151,45	210,25	76,16	103,56	43,97	60,36	29,33	39,73	
7	152,03	210,55	75,54	103,68	44,32	60,45	28,80	39,75	
8	150,65	211,31	75,39	103,57	44,16	60,52	29,19	39,79	
9	152,5	208,78	75,26	103,45	44,65	60,59	29,02	39,90	
10	150,17	211,12	75,45	103,16	44,03	60,81	29,18	39,89	
Prom.	151,56	210,40	75,49	103,46	44,27	60,61	29,16	39,80	
Determinación de la viscosidad e índice de viscosidad									
Corrección de las constantes del viscosímetro: $Cc = C \frac{g}{gl}$ (Certificado de calibración. Anexo 5) $g = 977.24 \text{ cm/seg}^2$ (Gravedad Ambato). $gl = 980.1 \text{ cm/seg}^2$ (Gravedad cannon).				Constantes Corregidas					
				Temperatura ° C	Cc (cst/seg.)		Dc (cst/seg.)		
				40	0,2639		0,1943		
				100	0,2657		0,1959		
<i>Continúa</i>									

<u>Continuación</u>						
Cálculo de viscosidad						
Norma aplicable :				NTE INEN 810		
Fórmula aplicable: $V_c = C * t$, (NTE INEN 810, 1996-11. Anexo 6) C=constante de viscosímetro. (cst/seg) t=tiempo de flujo. (seg)						
Cálculo de índice de viscosidad:						
Norma aplicable :				ASTM D 2270-93		
Fórmula aplicable: $VI = \frac{(\log^{-1}N)-1}{0.00715} + 100$.Ecuación 2.14 $N = \frac{(\log H - \log U)}{\log Y}$.Ecuación 2.15						
Tabla de resultados						
COMPOSICIÓN RELATIVA 30/70 PALMA/ATF						
TEMPERATURA (°C)	Tiempo bulbo C (seg)	Viscosidad C (cst)	Tiempo bulbo D (seg)	Viscosidad D (cst)	Viscosidad promedio (cst)	I.V.
40	151,56	39,9969	210,40	40,8811	40,4390	166
60	75,49	19,9658	103,46	20,1634	20,0646	
80	44,27	11,7349	60,61	11,8422	11,7886	
100	29,16	7,7475	39,80	7,7962	7,7718	
Gráfica viscosidad según temperatura. Muestra 30/70 palma/ATF.						
<p style="text-align: center;">COMPOSICIÓN RELATIVA 30/70 PALMA/ATF</p>						
Observaciones:						
La composición relativa 30/70 P-T, presenta una viscosidad de 40.4390 cst a 40°C y 7.7718 cst a 100 °C, con lo que se obtiene un índice de viscosidad de 166.						

4.2.8 EVALUACIÓN COMPOSICIÓN RELATIVA 40/60 (ACEITE DE PALMA /ACEITE DE TRANSMISIÓN AUTOMÁTICA)

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA									
Datos informativos:									
Muestra:	40/70 P-T			Fecha realización:	de	17/10/2013			
Lugar de realización:	Laboratorio de físico química e instrumentación –FCIAL								
Realizado por:	Egdo. Alex Jiménez	Autorizado por:			Ing. Mg. Henry Vaca				
Identificación de parámetros									
Norma aplicable:	INEN 810 1986-11								
Instrumento principal:	Viscosímetro Cannon-Fenske de Flujo en Reversa								
Constantes de Calibración									
		Temperatura ° C	Cc (cst/seg.)	Dc (cst/seg.)					
		40	0,2639	0,1943					
		100	0,2657	0,1959					
Resultados									
TIEMPOS DE FLUJO DE ACUERDO A LA TEMPERATURA									
TEMPERATURA	40°C		60°C		80°C		100°C		
TIEMPO	C (seg)	D(seg)	C(seg)	D(seg)	C(seg)	D(seg)	C(seg)	D(seg)	D(seg)
1	153,88	210,75	74,84	104,2	44,21	60,75	29,11	39,86	
2	151,96	210,72	74,77	103,4	44,37	60,44	29,11	40,13	
3	152,47	211,86	74,83	103,41	44,16	60,24	29,18	39,88	
4	152,87	211,46	74,79	103,75	44,52	60,39	29,03	40,42	
5	152,95	210,93	74,96	103,81	44,56	60,91	28,95	40,07	
6	153,45	210,81	74,85	103,79	44,46	60,18	29,18	40,22	
7	152,93	210,39	75,06	104,17	44,38	60,75	29,29	40,63	
8	153,18	211,4	74,96	103,98	43,98	60,48	29,10	39,71	
9	152,64	210,87	74,68	103,16	44,06	60,21	29,19	39,83	
10	152,34	210,96	74,77	103,42	44,27	60,72	29,17	40,06	
Prom.	152,87	211,02	74,85	103,71	44,30	60,51	29,13	40,08	
Determinación de la viscosidad e índice de viscosidad									
Corrección de las constantes del viscosímetro:					Constantes Corregidas				
$Cc = C \frac{g}{gl}$ (Certificado de calibración. Anexo 5) $g = 977.24 \text{ cm/seg}^2$ (Gravedad Ambato). $gl = 980.1 \text{ cm/seg}^2$ (Gravedad cannon).					Temperatura ° C	Cc (cst/seg.)	Dc (cst/seg.)		
					40	0,2639	0,1943		
					100	0,2657	0,1959		
					<i>Continúa</i>				

<u>Continuación</u>						
Cálculo de viscosidad						
Norma aplicable :				NTE INEN 810		
Fórmula aplicable:						
V _c =C*t,(NTE INEN 810,1996-11. Anexo 6)						
C=constante de viscosímetro.(cst/seg)						
t=tiempo de flujo. (seg)						
Cálculo de índice de viscosidad:						
Norma aplicable :				ASTM D 2270-93		
Fórmula aplicable:						
$VI = \frac{(\log^{-1}N)-1}{0.00715} + 100$.Ecuación 2.14						
$N = \frac{(\log H-\log U)}{\log Y}$.Ecuación 2.15						
Tabla de resultados						
COMPOSICIÓN RELATIVA 40/60 PALMA/ATF						
TEMPERATURA (°C)	Tiempo bulbo C (seg)	Viscosidad C (cst)	Tiempo bulbo D (seg)	Viscosidad D (cst)	Viscosidad promedio (cst)	I.V.
40	152,87	40,3416	211,02	41,0002	40,6709	165
60	74,85	19,7981	103,71	20,2129	20,0055	
80	44,30	11,7431	60,51	11,8231	11,7831	
100	29,13	7,7399	40,08	7,8522	7,7961	
Gráfica viscosidad según temperatura. Muestra 40/60 palma/ATF.						
<p style="text-align: center;">COMPOSICIÓN RELATIVA 40/60 PALMA/ATF</p>						
Observaciones:						
La composición relativa 40/60 P-T, presenta una viscosidad de 40.6709 cst a 40°C y 7.7961 cst a 100 °C, con lo que se obtiene un índice de viscosidad de 165.						

4.2.9 EVALUACIÓN COMPOSICIÓN RELATIVA 50/50 (ACEITE DE PALMA /ACEITE DE TRANSMISIÓN AUTOMÁTICA)

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA								
Datos informativos:								
Muestra:	50/50 P-T			Fecha de realización:	21/10/2013			
Lugar de realización:	Laboratorio de físico química e instrumentación –FCIAL							
Realizado por:	Egdo. Alex Jiménez	Autorizado por:			Ing. Mg. Henry Vaca			
Identificación de parámetros								
Norma aplicable:	INEN 810 1986-11							
Instrumento principal:	Viscosímetro Cannon-Fenske de Flujo en Reversa							
			Constantes de Calibración					
			Temperatura ° C	Cc (cst/seg.)	Dc (cst/seg.)			
			40	0,2639	0,1943			
			100	0,2657	0,1959			
Resultados								
TIEMPOS DE FLUJO DE ACUERDO A LA TEMPERATURA								
TEMPERATURA	40°C		60°C		80°C		100°C	
TIEMPO	C (seg)	D(seg)	C(seg)	D(seg)	C(seg)	D(seg)	C(seg)	D(seg)
1	152,91	209,13	75,68	103,47	45,18	61,71	29,82	40,86
2	152,64	209,94	74,81	103,76	45,11	62,53	29,70	40,78
3	152,56	209,44	74,95	103,25	45,26	61,87	29,68	40,88
4	152,65	209,63	74,86	103,86	44,98	62,32	29,95	40,58
5	152,71	209,54	75,35	103,45	45,21	62,61	30,00	40,99
6	152,66	209,36	75,65	103,89	45,36	62,34	29,53	40,66
7	152,83	208,96	75,49	104,03	45,02	61,87	29,73	40,66
8	152,86	208,78	75,63	103,46	45,21	61,94	29,64	40,74
9	153,15	209,18	75,16	103,58	45,12	62,24	29,95	40,83
10	152,23	209,39	75,37	103,77	45,17	62,56	29,84	40,92
Prom.	152,72	209,34	75,30	103,65	45,16	62,20	29,78	40,79
Determinación de la viscosidad e índice de viscosidad								
Corrección de las constantes del viscosímetro:				Constantes Corregidas				
$Cc = C \frac{g}{gl}$, (Certificado de calibración. Anexo 5)				Temperatura ° C				
g= 977.24cm/seg ² (Gravedad Ambato).				Cc (cst/seg.)				
gl=980.1cm/seg ² (Gravedad cannon).				Dc (cst/seg.)				
				40				
				0,2639				
				0,1943				
				100				
				0,2657				
				0,1959				
<i>Continúa</i>								

<u>Continuación</u>						
Cálculo de viscosidad						
Norma aplicable :			NTE INEN 810			
Fórmula aplicable:						
V _c =C*t,(NTE INEN 810,1996-11. Anexo 6)						
C=constante de viscosímetro.(cst/seg)						
t=tiempo de flujo. (seg)						
Cálculo de índice de viscosidad:						
Norma aplicable :			ASTM D 2270-93			
Fórmula aplicable:						
$VI = \frac{(\log^{-1}N)-1}{0.00715} + 100$.Ecuación 2.14						
$N = \frac{(\log H-\log U)}{\log Y}$.Ecuación 2.15						
Tabla de resultados						
COMPOSICIÓN RELATIVA 50/50 PALMA/ATF						
TEMPERATURA (°C)	Tiempo bulbo C (seg)	Viscosidad C (cst)	Tiempo bulbo D (seg)	Viscosidad D (cst)	Viscosidad promedio (cst)	I.V.
40	152,23	40,1735	209,39	40,6845	40,4290	174
60	75,37	19,9354	103,77	20,2248	20,0801	
80	45,17	11,9746	62,56	12,2242	12,0994	
100	29,84	7,9287	40,92	8,0153	7,9720	
Gráfica viscosidad según temperatura. Muestra 50/50 palma/ATF.						
<p style="text-align: center;">COMPOSICIÓN RELATIVA 50/50 PALMA/ATF</p>						
Observaciones:						
La composición relativa 50/50 P-T, presenta una viscosidad de 40.4290 cst a 40°C y 7.9720 cst a 100 °C, con lo que se obtiene un índice de viscosidad de 174.						

4.2.10 EVALUACIÓN COMPOSICIÓN RELATIVA 10/90 (ACEITE DE SOYA /ACEITE DE TRANSMISIÓN AUTOMÁTICA)

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA										
Datos informativos:										
Muestra:	90/10 S-T			Fecha de realización:	22/10/2013					
Lugar de realización:	Laboratorio de físico química e instrumentación –FCIAL									
Realizado por:	Egdo. Alex Jiménez	Autorizado por:			Ing. Mg. Henry Vaca					
Identificación de parámetros										
Norma aplicable:	INEN 810 1986-11									
Instrumento principal:	Viscosímetro Cannon-Fenske de Flujo en Reversa									
	Constantes de Calibración									
	Temperatura ° C		Cc (cst/seg.)		Dc (cst/seg.)					
	40		0,2639		0,1943					
	100		0,2657		0,1959					
Resultados										
TIEMPOS DE FLUJO DE ACUERDO A LA TEMPERATURA										
TEMPERATURA	40°C		60°C		80°C		100°C			
TIEMPO	C (seg)	D(seg)	C(seg)	D(seg)	C(seg)	D(seg)	C(seg)	D(seg)		
1	139,84	193,08	70,34	97,92	42,33	57,72	27,97	38,27		
2	139,93	193,54	70,79	97,95	42,07	58,28	27,49	38,27		
3	139,77	193,26	70,27	97,47	42,27	58,37	27,90	38,44		
4	139,81	193,32	70,16	98,02	42,31	57,89	27,85	38,49		
5	139,94	193,67	70,86	97,46	41,96	57,97	27,61	38,12		
6	139,68	193,16	70,84	97,37	42,17	58,16	27,79	38,33		
7	139,86	193,09	70,25	97,87	42,25	58,06	28,10	38,15		
8	139,75	193,42	70,64	97,86	42,26	58,31	27,61	38,20		
9	139,64	193,38	70,09	97,98	42,05	58,27	27,72	38,41		
10	139,82	193,28	70,84	97,91	42,14	58,29	27,91	38,26		
Prom.	139,80	193,32	70,51	97,78	42,18	58,13	27,79	38,29		
Determinación de la viscosidad e índice de viscosidad										
Corrección de las constantes del viscosímetro: $Cc = C \frac{g}{gl}$ (Certificado de calibración. Anexo 5) $g = 977.24 \text{ cm/seg}^2$ (Gravedad Ambato). $gl = 980.1 \text{ cm/seg}^2$ (Gravedad cannon).					Constantes Corregidas					
					Temperatura ° C		Cc (cst/seg.)		Dc (cst/seg.)	
					40		0,2639		0,1943	
					100		0,2657		0,1959	
<i>Continúa</i>										

<u>Continuación</u>						
Cálculo de viscosidad						
Norma aplicable :				NTE INEN 810		
Fórmula aplicable: $V_C = C * t$, (NTE INEN 810, 1996-11. Anexo 6) C=constante de viscosímetro. (cst/seg) t=tiempo de flujo. (seg)						
Cálculo de índice de viscosidad:						
Norma aplicable :				ASTM D 2270-93		
Fórmula aplicable: $VI = \frac{(\log^{-1}N)-1}{0.00715} + 100$.Ecuación 2.14 $N = \frac{(\log H - \log U)}{\log Y}$.Ecuación 2.15						
Tabla de resultados						
COMPOSICIÓN RELATIVA 10/90 SOYA/ATF						
TEMPERATURA (°C)	Tiempo bulbo C (seg)	Viscosidad C (cst)	Tiempo bulbo D (seg)	Viscosidad D (cst)	Viscosidad promedio (cst)	I.V.
40	139,80	36,8943	193,32	37,5621	37,2282	171
60	70,51	18,6494	97,78	19,0575	18,8534	
80	42,18	11,1822	58,13	11,3590	11,2706	
100	27,79	7,3849	38,29	7,5019	7,4434	
Gráfica viscosidad según temperatura. Muestra 10/90 soya/ATF.						
<p style="text-align: center;">COMPOSICIÓN RELATIVA 10/90 SOYA/ATF</p>						
Observaciones:						
La composición relativa 10/90 S-T, presenta una viscosidad de 37.2282 cst a 40°C y 7.4434 cst a 100 °C, con lo que se obtiene un índice de viscosidad de 171.						

4.2.11 EVALUACIÓN COMPOSICIÓN RELATIVA 20/80 (ACEITE DE SOYA /ACEITE DE TRANSMISIÓN AUTOMÁTICA)

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA								
Datos informativos:								
Muestra:	20/80 S-T			Fecha realización:	de 23/10/2013			
Lugar de realización:	Laboratorio de físico química e instrumentación –FCIAL							
Realizado por:	Egdo. Alex Jiménez	Autorizado por:			Ing. Mg. Henry Vaca			
Identificación de parámetros								
Norma aplicable:	INEN 810 1986-11							
Instrumento principal:	Viscosímetro Cannon-Fenske de Flujo en Reversa							
			Constantes de Calibración					
			Temperatura ° C	Cc (cst/seg.)	Dc (cst/seg.)			
			40	0,2639	0,1943			
			100	0,2657	0,1959			
Resultados								
TIEMPOS DE FLUJO DE ACUERDO A LA TEMPERATURA								
TEMPERATURA	40°C		60°C		80°C		100°C	
TIEMPO	C (seg)	D(seg)	C(seg)	D(seg)	C(seg)	D(seg)	C(seg)	D(seg)
1	137,28	189,11	71,13	97,23	42,79	58,4	28,74	39,16
2	138,13	189,98	71,03	97,89	42,56	58,89	28,32	39,17
3	137,92	188,67	71,45	97,88	42,85	59,69	28,36	39,09
4	137,37	188,84	71,56	97,16	42,41	58,76	28,57	39,29
5	137,89	189,06	70,96	98,09	42,86	58,94	28,46	39,38
6	137,68	188,56	71,46	97,81	42,27	59,27	28,75	39,08
7	137,59	189,12	71,31	97,25	42,63	58,89	28,46	39,23
8	138,1	188,71	71,22	98,46	42,52	59,39	28,37	39,41
9	138,09	188,63	71,09	97,51	42,76	58,91	28,65	38,59
10	137,75	188,59	71,13	97,39	42,69	58,96	28,70	39,33
Prom.	137,78	188,93	71,23	97,67	42,63	59,01	28,54	39,17
Determinación de la viscosidad e índice de viscosidad								
Corrección de las constantes del viscosímetro: $Cc = C \frac{g}{gl}$ (Certificado de calibración. Anexo 5) $g = 977.24 \text{ cm/seg}^2$ (Gravedad Ambato). $gl = 980.1 \text{ cm/seg}^2$ (Gravedad cannon).				Constantes Corregidas				
				Temperatura ° C	Cc (cst/seg.)		Dc (cst/seg.)	
				40	0,2639		0,1943	
				100	0,2657		0,1959	
<i>Continúa</i>								

<u>Continuación</u>						
Cálculo de viscosidad						
Norma aplicable :				NTE INEN 810		
Fórmula aplicable: $V_c = C * t$, (NTE INEN 810, 1996-11. Anexo 6) C=constante de viscosímetro. (cst/seg) t=tiempo de flujo. (seg)						
Cálculo de índice de viscosidad:						
Norma aplicable :				ASTM D 2270-93		
Fórmula aplicable: $VI = \frac{(\log^{-1}N)-1}{0.00715} + 100$.Ecuación 2.14 $N = \frac{(\log H - \log U)}{\log Y}$.Ecuación 2.15						
Tabla de resultados						
COMPOSICIÓN RELATIVA 20/80 SOYA/ATF						
TEMPERATURA (°C)	Tiempo bulbo C (seg)	Viscosidad C (cst)	Tiempo bulbo D (seg)	Viscosidad D (cst)	Viscosidad promedio (cst)	I.V.
40	137,78	36,3601	188,93	36,7085	36,5343	184
60	71,23	18,8414	97,67	19,0353	18,9383	
80	42,63	11,3023	59,01	11,5306	11,4164	
100	28,54	7,5825	39,17	7,6738	7,6281	
Gráfica viscosidad según temperatura. Muestra 20/80 soya/ATF.						
<p style="text-align: center;">COMPOSICIÓN RELATIVA 20/80 SOYA/ATF</p>						
Observaciones:						
La composición relativa 20/80 S-T, presenta una viscosidad de 36.5343 cst a 40°C y 7.6281 cst a 100 °C, con lo que se obtiene un índice de viscosidad de 184.						

4.2.12 EVALUACIÓN COMPOSICIÓN RELATIVA 30/70 (ACEITE DE SOYA /ACEITE DE TRANSMISIÓN AUTOMÁTICA)

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA								
Datos informativos:								
Muestra:	30/70 S-T			Fecha realización:	de	24/10/2013		
Lugar de realización:	Laboratorio de físico química e instrumentación –FCIAL							
Realizado por:	Egdo. Jiménez	Alex	Autorizado por:	Ing. Mg. Henry Vaca				
Identificación de parámetros								
Norma aplicable:	INEN 810 1986-11							
Instrumento principal:	Viscosímetro Cannon-Fenske de Flujo en Reversa							
			Constantes de Calibración					
			Temperatura ° C	Cc (cst/seg.)	Dc (cst/seg.)			
			40	0,2639	0,1943			
			100	0,2657	0,1959			
Resultados								
TIEMPOS DE FLUJO DE ACUERDO A LA TEMPERATURA								
TEMPERATURA	40°C		60°C		80°C		100°C	
TIEMPO	C (seg)	D(seg)	C(seg)	D(seg)	C(seg)	D(seg)	C(seg)	D(seg)
1	138,62	191,16	71,45	98,82	43,59	60,18	28,98	40,69
2	138,75	191,43	71,16	99,96	43,44	60,15	28,94	40,19
3	138,53	190,21	71,63	98,41	43,52	60,35	29,01	40,81
4	138,45	190,45	71,26	98,32	43,75	60,42	28,90	40,46
5	138,78	191,06	71,19	98,83	43,26	60,17	29,31	40,38
6	138,63	190,62	71,46	98,26	43,56	60,08	29,05	40,60
7	138,55	190,46	71,53	99,06	43,71	60,67	28,81	40,55
8	138,46	190,39	71,28	98,94	43,49	60,72	29,25	40,77
9	138,61	190,59	71,67	98,42	43,61	60,49	29,28	40,47
10	138,75	190,85	71,13	98,36	43,68	60,64	28,97	40,49
Prom.	138,61	190,72	71,38	98,74	43,56	60,39	29,05	40,54
Determinación de la viscosidad e índice de viscosidad								
Corrección de las constantes del viscosímetro: $Cc = C \frac{g}{gl}$ (Certificado de calibración. Anexo 5) $g = 977.24 \text{ cm/seg}^2$ (Gravedad Ambato). $gl = 980.1 \text{ cm/seg}^2$ (Gravedad cannon).				Constantes Corregidas				
				Temperatura ° C	Cc (cst/seg.)		Dc (cst/seg.)	
				40	0,2639		0,1943	
				100	0,2657		0,1959	
<i>Continúa</i>								

<u>Continuación</u>						
Cálculo de viscosidad						
Norma aplicable :				NTE INEN 810		
Fórmula aplicable: $V_c = C * t$, (NTE INEN 810, 1996-11. Anexo 6) C=constante de viscosímetro. (cst/seg) t=tiempo de flujo. (seg)						
Cálculo de índice de viscosidad:						
Norma aplicable :				ASTM D 2270-93		
Fórmula aplicable: $VI = \frac{(\log^{-1}N)-1}{0.00715} + 100$.Ecuación 2.14 $N = \frac{(\log H - \log U)}{\log Y}$.Ecuación 2.15						
Tabla de resultados						
COMPOSICIÓN RELATIVA 30/70 SOYA/ATF						
TEMPERATURA (°C)	Tiempo bulbo C (seg)	Viscosidad C (cst)	Tiempo bulbo D (seg)	Viscosidad D (cst)	Viscosidad promedio (cst)	I.V.
40	138,61	36,5800	190,72	37,0573	36,8186	191
60	71,38	18,8790	98,74	19,2440	19,0615	
80	43,56	11,5480	60,39	11,7996	11,6738	
100	29,05	7,7188	40,54	7,9422	7,8305	
Gráfica viscosidad según temperatura. Muestra 30/70 soya/ATF.						
<p style="text-align: center;">COMPOSICIÓN RELATIVA 30/70 SOYA/ATF</p>						
Observaciones:						
La composición relativa 30/70 S-T, presenta una viscosidad de 36.8186 cst a 40°C y 7.8305 cst a 100 °C, con lo que se obtiene un índice de viscosidad de 191.						

4.2.13 EVALUACIÓN COMPOSICIÓN RELATIVA 40/60 (ACEITE DE SOYA /ACEITE DE TRANSMISIÓN AUTOMÁTICA)

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA									
Datos informativos:									
Muestra:	40/60 S-T		Fecha realización:	de 25/10/2013					
Lugar de realización:	Laboratorio de físico química e instrumentación –FCIAL								
Realizado por:	Egdo. Alex Jiménez	Autorizado por:	Ing. Mg. Henry Vaca						
Identificación de parámetros									
Norma aplicable:	INEN 810 1986-11								
Instrumento principal:	Viscosímetro Cannon-Fenske de Flujo en Reversa								
			Constantes de Calibración						
			Temperatura ° C	Cc (cst/seg.)	Dc (cst/seg.)				
			40	0,2639	0,1943				
			100	0,2657	0,1959				
Resultados									
TIEMPOS DE FLUJO DE ACUERDO A LA TEMPERATURA									
TEMPERATURA	40°C		60°C		80°C		100°C		
TIEMPO	C (seg)	D(seg)	C(seg)	D(seg)	C(seg)	D(seg)	C(seg)	D(seg)	
1	133,76	184,47	70,8	95,92	42,53	58,63	28,11	40,07	
2	133,69	184,61	70,01	97,91	43,08	58,92	28,49	38,98	
3	133,32	185,42	71,12	97,01	42,72	58,63	28,80	39,17	
4	133,46	184,56	69,89	97,26	42,86	58,42	28,59	39,60	
5	133,65	184,63	70,67	96,89	42,75	58,77	28,89	39,68	
6	133,73	185,36	71,05	97,93	43,12	58,96	28,20	39,31	
7	133,6	184,52	70,49	97,78	42,65	58,56	28,57	39,51	
8	133,36	184,61	70,72	97,13	42,91	58,42	28,63	39,42	
9	133,67	184,42	70,16	97,12	42,3	58,19	28,87	39,39	
10	133,75	184,59	70,36	97,22	42,68	58,91	28,67	39,28	
Prom.	133,60	184,72	70,53	97,22	42,76	58,64	28,58	39,44	
Determinación de la viscosidad e índice de viscosidad									
Corrección de las constantes del viscosímetro: $Cc = C \frac{g}{gl}$, (Certificado de calibración. Anexo 5) $g = 977.24 \text{cm/seg}^2$ (Gravedad Ambato). $gl = 980.1 \text{cm/seg}^2$ (Gravedad cannon).			Constantes Corregidas						
			Temperatura °	Cc		Dc			
			C	(cst/seg.)		(cst/seg.)			
			40	0,2639		0,1943			
			100	0,2657		0,1959			

Continúa

<u>Continuación</u>																
Cálculo de viscosidad																
Norma aplicable :				NTE INEN 810												
Fórmula aplicable: $V_c = C * t$, (NTE INEN 810, 1996-11. Anexo 6) C=constante de viscosímetro. (cst/seg) t=tiempo de flujo. (seg)																
Cálculo de índice de viscosidad:																
Norma aplicable :				ASTM D 2270-93												
Fórmula aplicable: $VI = \frac{(\log^{-1}N)-1}{0.00715} + 100$.Ecuación 2.14 $N = \frac{(\log H - \log U)}{\log Y}$.Ecuación 2.15																
Tabla de resultados																
COMPOSICIÓN RELATIVA 40/60 SOYA/ATF																
TEMPERATURA (°C)	Tiempo bulbo C (seg)	Viscosidad C (cst)	Tiempo bulbo D (seg)	Viscosidad D (cst)	Viscosidad promedio (cst)	I.V.										
40	133,60	35,2568	184,72	35,8909	35,5738	193										
60	70,53	18,6544	97,22	18,9476	18,8010											
80	42,76	11,3357	58,64	11,4585	11,3971											
100	28,58	7,5940	39,44	7,7264	7,6602											
Gráfica viscosidad según temperatura. Muestra 40/60 soya/ATF.																
<p style="text-align: center;">COMPOSICIÓN RELATIVA 40/60 SOYA/ATF</p> <table border="1" style="margin: auto;"> <caption>Data points for the viscosity graph</caption> <thead> <tr> <th>TEMPERATURA °C</th> <th>Viscosidad (cst)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>40</td> <td>35,5738</td> </tr> <tr> <td>60</td> <td>18,8010</td> </tr> <tr> <td>80</td> <td>11,3971</td> </tr> <tr> <td>100</td> <td>7,6602</td> </tr> </tbody> </table>							TEMPERATURA °C	Viscosidad (cst)	40	35,5738	60	18,8010	80	11,3971	100	7,6602
TEMPERATURA °C	Viscosidad (cst)															
40	35,5738															
60	18,8010															
80	11,3971															
100	7,6602															
Observaciones:																
La composición relativa 40/60 S-T, presenta una viscosidad de 35.5738 cst a 40°C y 7.6602 cst a 100 °C, con lo que se obtiene un índice de viscosidad de 193.																

4.2.14 EVALUACIÓN COMPOSICIÓN RELATIVA 50/50 (ACEITE DE SOYA /ACEITE DE TRANSMISIÓN AUTOMÁTICA)

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA									
Datos informativos:									
Muestra:	50/50 S-T			Fecha de realización:	28/10/2013				
Lugar de realización:	Laboratorio de físico química e instrumentación –FCIAL								
Realizado por:	Egdo. Alex Jiménez	Autorizado por:			Ing. Mg. Henry Vaca				
Identificación de parámetros									
Norma aplicable:	INEN 810 1986-11								
Instrumento principal:	Viscosímetro Cannon-Fenske de Flujo en Reversa								
	Constantes de Calibración								
	Temperatura ° C	Cc (cst/seg.)		Dc (cst/seg.)					
	40	0,2639		0,1943					
	100	0,2657		0,1959					
Resultados									
TIEMPOS DE FLUJO DE ACUERDO A LA TEMPERATURA									
TEMPERATURA	40°C		60°C		80°C		100°C		
TIEMPO	C (seg)	D(seg)	C(seg)	D(seg)	C(seg)	D(seg)	C(seg)	D(seg)	
1	130,74	180,85	69,39	94,61	43,35	58,46	28,91	39,28	
2	131,01	180,47	69,46	95,53	43,6	58,34	28,61	39,35	
3	130,85	180,72	69,04	95,03	43,21	58,75	28,88	39,31	
4	130,94	180,54	69,06	94,74	43,72	58,26	28,48	38,87	
5	131,05	180,46	69,36	95,32	43,69	58,19	28,91	39,24	
6	130,93	180,8	69,46	94,79	43,48	58,36	28,36	39,11	
7	131,1	180,63	68,97	94,96	43,71	58,62	28,59	39,47	
8	130,76	180,59	69,94	95,09	43,19	58,37	28,93	38,90	
9	130,82	180,78	69,16	95,24	43,28	58,46	28,57	39,22	
10	130,91	180,41	69,37	95,01	43,37	58,83	28,63	39,31	
Prom.	130,91	180,63	69,32	95,03	43,46	58,46	28,69	39,21	
Determinación de la viscosidad e índice de viscosidad									
Corrección de las constantes del viscosímetro: $Cc = C \frac{g}{gl}$ (Certificado de calibración. Anexo 5) $g = 977.24 \text{ cm/seg}^2$ (Gravedad Ambato). $gl = 980.1 \text{ cm/seg}^2$ (Gravedad cannon).					Constantes Corregidas				
					Temperatura ° C	Cc (cst/seg.)		Dc (cst/seg.)	
					40	0,2639		0,1943	
					100	0,2657		0,1959	
<i>Continúa</i>									

<u>Continuación</u>						
Cálculo de viscosidad						
Norma aplicable :				NTE INEN 810		
Fórmula aplicable: $V_C = C * t$, (NTE INEN 810, 1996-11. Anexo 6) C=constante de viscosímetro. (cst/seg) t=tiempo de flujo. (seg)						
Cálculo de índice de viscosidad:						
Norma aplicable :				ASTM D 2270-93		
Fórmula aplicable: $VI = \frac{(\log^{-1}N)-1}{0.00715} + 100$.Ecuación 2.14 $N = \frac{(\log H - \log U)}{\log Y}$.Ecuación 2.15						
Tabla de resultados						
COMPOSICIÓN RELATIVA 50/50 SOYA/ATF						
TEMPERATURA (°C)	Tiempo bulbo C (seg)	Viscosidad C (cst)	Tiempo bulbo D (seg)	Viscosidad D (cst)	Viscosidad promedio (cst)	I.V.
40	130,91	34,5474	180,63	35,0954	34,8214	198
60	69,32	18,3354	95,03	18,5217	18,4286	
80	43,46	11,5212	58,46	11,4239	11,4726	
100	28,69	7,6217	39,21	7,6806	7,6512	
Gráfica viscosidad según temperatura. Muestra 50/50 soya/ATF.						
Observaciones:						
La composición relativa 50/50 S-T, presenta una viscosidad de 34.8214 cst a 40°C y 7.6512 cst a 100 °C, con lo que se obtiene un índice de viscosidad de 198.						

**4.2.15 EVALUACIÓN COMPOSICIÓN RELATIVA 10/90 (ACEITE
RECICLADO DE FRITURAS /ACEITE DE TRANSMISIÓN)**

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA								
Datos informativos:								
Muestra:	10/90 R-T			Fecha de realización:	29/10/2013			
Lugar de realización:	Laboratorio de físico química e instrumentación –FCIAL							
Realizado por:	Egdo. Alex Jiménez	Autorizado por:			Ing. Mg. Henry Vaca			
Identificación de parámetros								
Norma aplicable:	INEN 810 1986-11							
Instrumento principal:	Viscosímetro Cannon-Fenske de Flujo en Reversa							
	Constantes de Calibración							
	Temperatura ° C	Cc (cst/seg.)	Dc (cst/seg.)					
	40	0,2639	0,1943					
	100	0,2657	0,1959					
Resultados								
TIEMPOS DE FLUJO DE ACUERDO A LA TEMPERATURA								
TEMPERATURA	40°C		60°C		80°C		100°C	
TIEMPO	C (seg)	D(seg)	C(seg)	D(seg)	C(seg)	D(seg)	C(seg)	D(seg)
1	143,05	198,13	72,11	99,2	42,78	58,76	28,35	38,85
2	145,82	197,73	72,04	99,96	43	58,64	28,06	38,67
3	141,89	197,1	72,02	99,36	43,12	58,71	27,89	38,97
4	144,35	197,84	72,21	99,42	43,08	58,52	28,36	38,53
5	142,75	197,58	71,95	99,75	42,87	58,47	28,08	38,75
6	143,27	197,46	71,87	99,18	42,94	58,94	27,91	38,93
7	144,56	198,19	71,96	99,43	42,56	58,74	28,36	38,98
8	143,19	197,41	72,09	99,56	42,62	58,63	28,37	38,57
9	145,12	197,68	72,24	99,78	42,79	58,46	28,17	38,50
10	142,86	197,76	72,15	99,82	43,14	58,26	27,99	38,82
Prom.	143,69	197,69	72,06	99,55	42,89	58,61	28,15	38,76
Determinación de la viscosidad e índice de viscosidad								
Corrección de las constantes del viscosímetro:					Constantes Corregidas			
$Cc = C \frac{g}{gl}$ (Certificado de calibración. Anexo 5)					Temperatura ° C			
$g = 977.24 \text{cm/seg}^2$ (Gravedad Ambato).					Cc (cst/seg.)			
$gl = 980.1 \text{cm/seg}^2$ (Gravedad cannon).					Dc (cst/seg.)			
					40			
					0,2639			
					0,1943			
					100			
					0,2657			
					0,1959			
<i>Continúa</i>								

<u>Continuación</u>						
Cálculo de viscosidad						
Norma aplicable :				NTE INEN 810		
Fórmula aplicable: $V_C = C * t$, (NTE INEN 810, 1996-11. Anexo 6) C=constante de viscosímetro. (cst/seg) t=tiempo de flujo. (seg)						
Cálculo de índice de viscosidad:						
Norma aplicable :				ASTM D 2270-93		
Fórmula aplicable: $VI = \frac{(\log^{-1}N)-1}{0.00715} + 100$.Ecuación 2.14 $N = \frac{(\log H - \log U)}{\log Y}$.Ecuación 2.15						
Tabla de resultados						
COMPOSICIÓN RELATIVA 10/90 RECICLADO/ATF						
TEMPERATURA (°C)	Tiempo bulbo C (seg)	Viscosidad C (cst)	Tiempo bulbo D (seg)	Viscosidad D (cst)	Viscosidad promedio (cst)	I.V.
40	143,69	37,9187	197,69	38,4108	38,1648	170
60	72,06	19,0609	99,55	19,4015	19,2312	
80	42,89	11,3701	58,61	11,4530	11,4116	
100	28,15	7,4804	38,76	7,5923	7,5364	
Gráfica viscosidad según temperatura. Muestra 10/90 Reciclado/ATF.						
<p style="text-align: center;">COMPOSICIÓN RELATIVA 10/90 RECICLADO/ATF</p>						
Observaciones:						
La composición relativa 10/90 R-T, presenta una viscosidad de 38.1648 cst a 40°C y 7.5364 cst a 100 °C, con lo que se obtiene un índice de viscosidad de 170.						

4.2.16 EVALUACIÓN COMPOSICIÓN RELATIVA 20/80 (ACEITE RECICLADO DE FRITURAS /ACEITE DE TRANSMISIÓN)

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA									
Datos informativos:									
Muestra:	20/80 R-T			Fecha de realización:	30/10/2013				
Lugar de realización:	Laboratorio de físico química e instrumentación –FCIAL								
Realizado por:	Egdo. Alex Jiménez	Autorizado por:			Ing. Mg. Henry Vaca				
Identificación de parámetros									
Norma aplicable:	INEN 810 1986-11								
Instrumento principal:	Viscosímetro Cannon-Fenske de Flujo en Reversa								
		Constantes de Calibración							
		Temperatura ° C	Cc (cst/seg.)		Dc (cst/seg.)				
		40	0,2639		0,1943				
		100	0,2657		0,1959				
Resultados									
TIEMPOS DE FLUJO DE ACUERDO A LA TEMPERATURA									
TEMPERATURA	40°C		60°C		80°C		100°C		
TIEMPO	C(seg)	D(seg)	C(seg)	D(seg)	C(seg)	D(seg)	C(seg)	D(seg)	D(seg)
1	141,42	194,95	71,88	99,01	43,19	58,81	28,36	38,88	
2	141,76	194,78	72,12	100,63	42,94	59,1	28,44	39,08	
3	140,91	195,16	72,41	99,9	42,56	59,38	28,39	39,21	
4	140,87	194,76	71,94	99,85	42,85	58,97	28,30	39,05	
5	141,68	194,91	71,67	99,71	42,79	59,14	28,37	38,88	
6	141,34	195,12	72,36	100,25	42,96	59,34	28,66	39,31	
7	141,49	195,03	72,65	99,46	43,06	58,97	28,50	38,63	
8	141,52	194,87	72,24	100,16	42,94	58,86	28,52	38,89	
9	141,73	194,79	72,19	100,49	43,16	59,18	28,20	39,19	
10	141,37	194,65	72,42	99,87	42,88	59,07	28,40	39,28	
Prom.	141,41	194,90	72,19	99,93	42,93	59,08	28,41	39,04	
Determinación de la viscosidad e índice de viscosidad									
Corrección de las constantes del viscosímetro:					Constantes Corregidas				
$Cc = C \frac{g}{gl}$ (Certificado de calibración. Anexo 5)					Temperatura ° C				
$g = 977.24 \text{cm/seg}^2$ (Gravedad Ambato).					Cc (cst/seg.)				
$gl = 980.1 \text{cm/seg}^2$ (Gravedad cannon).					Dc (cst/seg.)				
					40				
					0,2639				
					0,1943				
					100				
					0,2657				
					0,1959				
<i>Continúa</i>									

<u>Continuación</u>						
Cálculo de viscosidad						
Norma aplicable :				NTE INEN 810		
Fórmula aplicable: $V_C = C * t$, (NTE INEN 810, 1996-11. Anexo 6) C=constante de viscosímetro. (cst/seg) t=tiempo de flujo. (seg)						
Cálculo de índice de viscosidad:						
Norma aplicable :				ASTM D 2270-93		
Fórmula aplicable: $VI = \frac{(\log^{-1}N)-1}{0.00715} + 100$.Ecuación 2.14 $N = \frac{(\log H - \log U)}{\log Y}$.Ecuación 2.15						
Tabla de resultados						
COMPOSICIÓN RELATIVA 20/80 RECICLADO/ATF						
TEMPERATURA (°C)	Tiempo bulbo C (seg)	Viscosidad C (cst)	Tiempo bulbo D (seg)	Viscosidad D (cst)	Viscosidad promedio (cst)	I.V.
40	141,41	37,3178	194,90	37,8695	37,5936	176
60	72,19	19,0937	99,93	19,4769	19,2853	
80	42,93	11,3815	59,08	11,5446	11,4631	
100	28,41	7,5493	39,04	7,6480	7,5987	
Gráfica viscosidad según temperatura. Muestra 20/80 Reciclado/ATF.						
<p style="text-align: center;">COMPOSICIÓN RELATIVA 20/80 RECICLADO/ATF</p>						
Observaciones:						
La composición relativa 20/80 R-T, presenta una viscosidad de 37.5936 cst a 40°C y 7.5987 cst a 100 °C, con lo que se obtiene un índice de viscosidad de 176.						

**4.2.17 EVALUACIÓN COMPOSICIÓN RELATIVA 30/70 (ACEITE
RECICLADO DE FRITURAS /ACEITE DE TRANSMISIÓN)**

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA								
Datos informativos:								
Muestra:	30/70 R-T			Fecha de realización:	31/10/2013			
Lugar de realización:	Laboratorio de físico química e instrumentación –FCIAL							
Realizado por:	Egdo. Alex Jiménez	Autorizado por:			Ing. Mg. Henry Vaca			
Identificación de parámetros								
Norma aplicable:	INEN 810 1986-11							
Instrumento principal:	Viscosímetro Cannon-Fenske de Flujo en Reversa							
	Constantes de Calibración							
	Temperatura ° C	Cc (cst/seg.)		Dc (cst/seg.)				
	40	0,2639		0,1943				
	100	0,2657		0,1959				
Resultados								
TIEMPOS DE FLUJO DE ACUERDO A LA TEMPERATURA								
TEMPERATURA	40°C		60°C		80°C		100°C	
TIEMPO	C (seg)	D(seg)	C(seg)	D(seg)	C(seg)	D(seg)	C(seg)	D(seg)
1	137,24	189,05	71,62	97,61	42,98	58,78	28,43	39,45
2	138,29	187,58	71,56	97,46	42,79	58,73	28,35	39,25
3	137,67	188,17	71,22	98,29	43,11	58,89	28,71	39,43
4	138,39	188,63	71,16	97,85	42,86	58,46	28,50	39,17
5	138,25	188,74	71,87	97,78	42,78	58,79	28,73	38,97
6	138,15	188,67	71,58	98,16	43,08	58,93	28,38	39,55
7	137,59	189,13	71,36	97,85	42,96	58,94	28,66	39,43
8	137,48	188,51	71,54	97,79	42,89	58,63	28,75	39,32
9	138,08	187,37	71,82	98,21	43,16	58,73	28,28	39,19
10	137,69	189,25	71,63	97,76	42,12	58,66	28,41	39,28
Prom.	137,88	188,51	71,54	97,88	42,87	58,75	28,52	39,31
Determinación de la viscosidad e índice de viscosidad								
Corrección de las constantes del viscosímetro:					Constantes Corregidas			
$Cc = C \frac{g}{gl}$ (Certificado de calibración. Anexo 5)					Temperatura ° C			
$g = 977.24 \text{cm/seg}^2$ (Gravedad Ambato).					Cc (cst/seg.)			
$gl = 980.1 \text{cm/seg}^2$ (Gravedad cannon).					Dc (cst/seg.)			
					40			
					0,2639			
					0,1943			
					100			
					0,2657			
					0,1959			
<i>Continúa</i>								

<u>Continuación</u>						
Cálculo de viscosidad						
Norma aplicable :				NTE INEN 810		
Fórmula aplicable: $V_C = C * t$, (NTE INEN 810, 1996-11. Anexo 6) C=constante de viscosímetro. (cst/seg) t=tiempo de flujo. (seg)						
Cálculo de índice de viscosidad:						
Norma aplicable :				ASTM D 2270-93		
Fórmula aplicable: $VI = \frac{(\log^{-1}N)-1}{0.00715} + 100$.Ecuación 2.14 $N = \frac{(\log H - \log U)}{\log Y}$.Ecuación 2.15						
Tabla de resultados						
COMPOSICIÓN RELATIVA 30/70 RECICLADO/ATF						
TEMPERATURA (°C)	Tiempo bulbo C (seg)	Viscosidad C (cst)	Tiempo bulbo D (seg)	Viscosidad D (cst)	Viscosidad promedio (cst)	I.V.
40	137,88	36,3873	188,51	36,6275	36,5074	185
60	71,54	18,9213	97,88	19,0760	18,9987	
80	42,87	11,3656	58,75	11,4805	11,4231	
100	28,52	7,5772	39,31	7,7001	7,6386	
Gráfica viscosidad según temperatura. Muestra 30/70 Reciclado/ATF.						
<p style="text-align: center;">COMPOSICIÓN RELATIVA 30/70 RECICLADO/ATF</p>						
Observaciones:						
La composición relativa 30/70 R-T, presenta una viscosidad de 36.5074 cst a 40°C y 7.6386 cst a 100 °C, con lo que se obtiene un índice de viscosidad de 158.						

**4.2.18 EVALUACIÓN COMPOSICIÓN RELATIVA 40/60 (ACEITE
RECICLADO DE FRITURAS /ACEITE DE TRANSMISIÓN)**

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA										
Datos informativos:										
Muestra:	40/60 R-T			Fecha de realización:	01/11/2013					
Lugar de realización:	Laboratorio de físico química e instrumentación –FCIAL									
Realizado por:	Egdo. Alex Jiménez	Autorizado por:			Ing. Mg. Henry Vaca					
Identificación de parámetros										
Norma aplicable:	INEN 810 1986-11									
Instrumento principal:	Viscosímetro Cannon-Fenske de Flujo en Reversa									
		Constantes de Calibración								
		Temperatura ° C		Cc (cst/seg.)		Dc (cst/seg.)				
		40		0,2639		0,1943				
		100		0,2657		0,1959				
Resultados										
TIEMPOS DE FLUJO DE ACUERDO A LA TEMPERATURA										
TEMPERATURA	40°C		60°C		80°C		100°C			
TIEMPO	C (seg)	D(seg)	C(seg)	D(seg)	C(seg)	D(seg)	C(seg)	D(seg)		
1	137,65	190,16	73,42	100,43	43,18	59,12	29,04	39,98		
2	137,92	189,68	73,72	100,34	43,5	60,18	29,14	39,63		
3	138,13	189,72	73,39	100,29	42,79	59,78	29,09	40,10		
4	137,75	190,09	73,31	100,47	42,89	59,28	28,95	39,66		
5	138,04	189,86	73,68	100,27	43,34	59,79	29,29	40,03		
6	137,94	189,94	73,35	100,39	43,25	59,95	29,41	39,62		
7	137,69	190,07	73,58	100,51	43,18	60,26	28,71	40,08		
8	137,87	189,88	73,49	100,26	42,89	59,37	28,96	39,79		
9	137,92	189,73	73,51	100,34	42,79	59,79	29,35	39,71		
10	137,96	189,89	73,7	100,41	43,07	59,41	29,17	40,17		
Prom.	137,89	189,90	73,52	100,37	43,09	59,69	29,11	39,88		
Determinación de la viscosidad e índice de viscosidad										
Corrección de las constantes del viscosímetro: $Cc = C \frac{g}{gl}$, (Certificado de calibración. Anexo 5) $g = 977.24 \text{cm/seg}^2$ (Gravedad Ambato). $gl = 980.1 \text{cm/seg}^2$ (Gravedad cannon).					Constantes Corregidas					
					Temperatura ° C		Cc (cst/seg.)		Dc (cst/seg.)	
					40		0,2639		0,1943	
					100		0,2657		0,1959	
<i>Continúa</i>										

<u>Continuación</u>						
Cálculo de viscosidad						
Norma aplicable :				NTE INEN 810		
Fórmula aplicable: $V_c = C * t$, (NTE INEN 810, 1996-11. Anexo 6) C=constante de viscosímetro. (cst/seg) t=tiempo de flujo. (seg)						
Cálculo de índice de viscosidad:						
Norma aplicable :				ASTM D 2270-93		
Fórmula aplicable: $VI = \frac{(\log^{-1}N)-1}{0.00715} + 100$.Ecuación 2.14 $N = \frac{(\log H - \log U)}{\log Y}$.Ecuación 2.15						
Tabla de resultados						
COMPOSICIÓN RELATIVA 40/60 RECICLADO/ATF						
TEMPERATURA (°C)	Tiempo bulbo C (seg)	Viscosidad C (cst)	Tiempo bulbo D (seg)	Viscosidad D (cst)	Viscosidad promedio (cst)	I.V.
40	137,89	36,3884	189,90	36,8980	36,6432	190
60	73,52	19,4447	100,37	19,5623	19,5035	
80	43,09	11,4226	59,69	11,6640	11,5433	
100	29,11	7,7351	39,88	7,8123	7,7737	
Gráfica viscosidad según temperatura. Muestra 40/60 Reciclado/ATF.						
<p style="text-align: center;">COMPOSICIÓN RELATIVA 40/60 RECICLADO/ATF</p>						
Observaciones:						
La composición relativa 40/60 R-T, presenta una viscosidad de 36.6432 cst a 40°C y 7.7737 cst a 100 °C, con lo que se obtiene un índice de viscosidad de 190.						

**4.2.19 EVALUACIÓN COMPOSICIÓN RELATIVA 50/50 (ACEITE
RECICLADO DE FRITURAS /ACEITE DE TRANSMISIÓN)**

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA								
Datos informativos:								
Muestra:	50/50 R-T			Fecha de realización:	04/11/2013			
Lugar de realización:	Laboratorio de físico química e instrumentación –FCIAL							
Realizado por:	Egdo. Alex Jiménez	Autorizado por:			Ing. Mg. Henry Vaca			
Identificación de parámetros								
Norma aplicable:	INEN 810 1986-11							
Instrumento principal:	Viscosímetro Cannon-Fenske de Flujo en Reversa							
	Constantes de Calibración							
	Temperatura ° C	Cc (cst/seg.)	Dc (cst/seg.)					
	40	0,2639	0,1943					
	100	0,2657	0,1959					
Resultados								
TIEMPOS DE FLUJO DE ACUERDO A LA TEMPERATURA								
TEMPERATURA	40°C		60°C		80°C		100°C	
TIEMPO	C (seg)	D(seg)	C(seg)	D(seg)	C(seg)	D(seg)	C(seg)	D(seg)
1	136,61	188,2	71,78	98,74	44,08	60,05	29,38	40,88
2	136,44	188,79	71,79	99,96	44,01	60,06	29,51	40,29
3	137,32	189,23	71,8	98,56	43,97	59,97	29,58	40,47
4	136,9	189,63	71,56	98,97	43,79	60,08	29,12	40,93
5	136,74	188,76	71,89	99,17	43,82	60,16	29,43	40,41
6	137,19	188,62	71,64	98,85	43,98	59,79	29,53	40,79
7	137,06	189,38	71,49	98,67	44,11	59,66	29,40	40,57
8	136,89	188,61	72,06	99,08	43,96	59,83	29,33	40,98
9	136,52	189,15	71,81	98,95	44,05	59,91	29,50	41,09
10	136,78	188,89	71,77	98,93	43,82	59,93	29,48	40,59
Prom.	136,85	188,93	71,76	98,99	43,96	59,94	29,43	40,70
Determinación de la viscosidad e índice de viscosidad								
Corrección de las constantes del viscosímetro:					Constantes Corregidas			
$Cc = C \frac{g}{gl}$ (Certificado de calibración. Anexo 5)					Temperatura ° C	Cc (cst/seg.)	Dc (cst/seg.)	
g= 977.24cm/seg ² (Gravedad Ambato).					40	0,2639	0,1943	
gl=980.1cm/seg ² (Gravedad cannon).					100	0,2657	0,1959	
<i>Continúa</i>								

<u>Continuación</u>						
Cálculo de viscosidad						
Norma aplicable :				NTE INEN 810		
Fórmula aplicable: $V_C = C * t$, (NTE INEN 810, 1996-11. Anexo 6) C=constante de viscosímetro. (cst/seg) t=tiempo de flujo. (seg)						
Cálculo de índice de viscosidad:						
Norma aplicable :				ASTM D 2270-93		
Fórmula aplicable: $VI = \frac{(\log^{-1}N)-1}{0.00715} + 100$.Ecuación 2.14 $N = \frac{(\log H - \log U)}{\log Y}$.Ecuación 2.15						
Tabla de resultados						
COMPOSICIÓN RELATIVA 50/50 RECICLADO/ATF						
TEMPERATURA (°C)	Tiempo bulbo C (seg)	Viscosidad C (cst)	Tiempo bulbo D (seg)	Viscosidad D (cst)	Viscosidad promedio (cst)	I.V.
40	136,85	36,1134	188,93	36,7083	36,4109	197
60	71,76	18,9803	98,99	19,2928	19,1365	
80	43,96	11,6535	59,94	11,7131	11,6833	
100	29,43	7,8185	40,70	7,9732	7,8959	
Grafica viscosidad según temperatura. Muestra 50/50 Reciclado/ATF.						
<p style="text-align: center;">COMPOSICIÓN RELATIVA 50/50 RECICLADO/ATF</p>						
Observaciones:						
La composición relativa 50/50 R-T, presenta una viscosidad de 36.4109 cst a 40°C y 7.8959 cst a 100 °C, con lo que se obtiene un índice de viscosidad de 197.						

4.3 EVALUACIÓN DE LA DENSIDAD EN LAS DISTINTAS MEZCLAS

4.3.1 EVALUACIÓN ACEITE DE TRANSMISIÓN AUTOMÁTICA

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA				
Datos informativos:				
Muestra:	ATF		Fecha de realización:	13/11/13
Lugar de realización:	Laboratorio de físico química e instrumentación –FCIAL			
Realizado por:	Egdo. Alex Jiménez	Autorizado por:	Ing. Mg. Henry Vaca	
Identificación de parámetros				
Norma aplicable:	INEN 810 1986-11			
Instrumento principal:	PICNÓMETRO 25ml			
Resultados				
Determinación de la densidad				
Fórmula aplicable: $\rho = \frac{m}{v}$: Ecuación 2.19				
DENSIDAD ATF				
TEMP.	Masa Picnómetro (g)	Masa pic.+ ATF(g)	Masa ATF (g)	Densidad (g/ml)
40°C	23,934	46,05	22,116	0,885
	23,934	46,049	22,115	0,885
	23,934	46,05	22,116	0,885
	23,934	46,049	22,115	0,885
	23,934	46,049	22,115	0,885
	23,934	46,049	22,115	0,885
PROM.	23,934	46,049	22,115	0,885
DENSIDAD ATF				
TEMP.	Masa Picnómetro (g)	Masa pic.+ ATF(g)	Masa ATF (g)	Densidad(g/ml)
60°C	23,934	45,699	21,765	0,871
	23,934	45,702	21,768	0,871
	23,934	45,701	21,767	0,871
	23,934	45,701	21,767	0,871
	23,934	45,701	21,767	0,871
	23,934	45,701	21,767	0,871
PROM.	23,934	45,701	21,767	0,871

Continúa

Continuación

DENSIDAD ATF				
TEMP.	Masa Picnómetro (g)	Masa pic.+ ATF(g)	Masa ATF (g)	Densidad(g/ml)
80°C	23,934	45,387	21,453	0,858
	23,934	45,388	21,454	0,858
	23,934	45,388	21,454	0,858
	23,934	45,388	21,454	0,858
	23,934	45,388	21,454	0,858
	23,934	45,388	21,454	0,858
PROM.	23,934	45,388	21,454	0,858
DENSIDAD ATF				
TEMP.	Masa Picnómetro (g)	Masa pic.+ ATF(g)	Masa ATF (g)	Densidad(g/ml)
100°C	23,934	45,062	21,128	0,845
	23,934	45,063	21,129	0,845
	23,934	45,063	21,129	0,845
	23,934	45,063	21,129	0,845
	23,934	45,063	21,129	0,845
	23,934	45,063	21,129	0,845
PROM.	23,934	45,063	21,129	0,845

4.3.1.1 EVALUACIÓN ACEITE DE TRANSMISIÓN AUTOMÁTICA

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA			
Cálculo densidad relativa.			
Fórmula aplicable: $\delta_r = \frac{\delta_{sc}}{\delta_w}$; ecuación 2.20 δ_r = Densidad relativa δ_{sc} = Densidad de la sustancia corregida a 15°C. δ_w = Densidad del agua a 15°C.		Corrección de la densidad a 15°C Fórmula aplicable: $\delta_{sc} = \delta_s + b(t - 15)$; ecuación 2.21 δ_s = Densidad de la sustancia a temperatura de ensayo b= Factor de corrección; tabla 2.4. t= Temperatura de ensayo	
Tabla de resultados			
DENSIDAD ATF			
TEMPERATURA (°C)	DENSIDAD (g/ml)	DEN. CORREGIDA a 15 °C (g/ml)	DENS. RELATIVA a 15 °C
40	0,885	0,901	0,902
60	0,871	0,900	0,901
80	0,858	0,901	0,902
100	0,845	0,901	0,902
PROMEDIO		0,901	0,902
Gráfica densidad según temperatura.			
Observaciones:			
El aceite de transmisión automática, presenta una densidad de 0.885 g/ml a 40°C y 0.845 g/ml a 100 °C, y presenta una densidad relativa de 0.902.			

4.3.2 EVALUACIÓN ACEITE DE PALMA

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA				
Datos informativos:				
Muestra:	PALMA-1		Fecha de realización:	14/10/13
Lugar de realización:	Laboratorio de físico química e instrumentación –FCIAL			
Realizado por:	Egdo. Alex Jiménez	Autorizado por:	Ing. Mg. Henry Vaca	
Identificación de parámetros				
Norma aplicable:	INEN 810 1986-11			
Instrumento principal:	PICNÓMETRO 25ml			
Resultados				
Determinación de la densidad				
Fórmula aplicable: $\rho = \frac{m}{v}$:Ecuación 2.19				
DENSIDAD ACEITE DE PALMA				
TEMP.	Masa Picnómetro (g)	Masa pic.+ PALMA(g)	Masa Palma(g)	Densidad (g/ml)
40°C	23,934	47,952	24,018	0,961
	23,934	47,953	24,019	0,961
	23,934	47,952	24,018	0,961
	23,934	47,952	24,018	0,961
	23,934	47,952	24,018	0,961
	23,934	47,952	24,018	0,961
PROM.	23,934	47,952	24,018	0,961
DENSIDAD ACEITE DE PALMA				
TEMP.	Masa Picnómetro (g)	Masa pic.+ PALMA(g)	Masa Palma(g)	Densidad (g/ml)
60°C	23,934	47,361	23,427	0,937
	23,934	47,36	23,426	0,937
	23,934	47,361	23,427	0,937
	23,934	47,361	23,427	0,937
	23,934	47,361	23,427	0,937
	23,934	47,361	23,427	0,937
PROM.	23,934	47,361	23,427	0,937

Continúa

Continuación

DENSIDAD ACEITE DE PALMA				
TEMP.	Masa Picnómetro (g)	Masa pic.+ PALMA(g)	Masa Palma(g)	Densidad (g/ml)
80°C	23,934	47,188	23,254	0,930
	23,934	47,188	23,254	0,930
	23,934	47,188	23,254	0,930
	23,934	47,188	23,254	0,930
	23,934	47,188	23,254	0,930
	23,934	47,188	23,254	0,930
PROM.	23,934	47,188	23,254	0,930
DENSIDAD ACEITE DE PALMA				
TEMP.	Masa Picnómetro (g)	Masa pic.+ PALMA(g)	Masa Palma(g)	Densidad (g/ml)
100°C	23,934	46,875	22,941	0,918
	23,934	46,875	22,941	0,918
	23,934	46,875	22,941	0,918
	23,934	46,875	22,941	0,918
	23,934	46,875	22,941	0,918
	23,934	46,875	22,941	0,918
PROM.	23,934	46,875	22,941	0,918

4.3.2.1 EVALUACIÓN ACEITE DE PALMA

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA			
Cálculo densidad relativa.			
Fórmula aplicable: $\delta_r = \frac{\delta_{sc}}{\delta_w}$; ecuación 2.20 δ_r = Densidad relativa δ_{sc} = Densidad de la sustancia corregida a 15°C. δ_w = Densidad del agua a 15°C.		Corrección de la densidad a 15°C Fórmula aplicable: $\delta_{sc} = \delta_s + b(t - 15)$; ecuación 2.21 δ_s = Densidad de la sustancia a temperatura de ensayo b= Factor de corrección; tabla 2.4. t= Temperatura de ensayo	
Tabla de resultados			
DENSIDAD ACEITE DE PALMA			
TEMPERATURA (°C)	DENSIDAD (g/ml)	DEN. CORREGIDA a 15 °C (g/ml)	DENS. RELATIVA a 15 °C
40	0,961	0,976	0,977
60	0,937	0,965	0,966
80	0,930	0,971	0,972
100	0,918	0,971	0,972
PROMEDIO		0,971	0,972
Gráfica densidad según temperatura.			
<p style="text-align: center;">DENSIDAD vs. TEMPERATURA</p>			
Observaciones:			
El aceite de palma, presenta una densidad de 0.961 g/ml a 40°C y 0.918 g/ml a 100 °C, y presenta una densidad relativa de 0.972.			

4.3.3 EVALUACIÓN ACEITE DE SOYA

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA				
Datos informativos:				
Muestra:	SOYA-1	Fecha de realización:	15/10/13	
Lugar de realización:	Laboratorio de físico química e instrumentación –FCIAL			
Realizado por:	Egdo. Alex Jiménez	Autorizado por:	Ing. Mg. Henry Vaca	
Identificación de parámetros				
Norma aplicable:	INEN 810 1986-11			
Instrumento principal:	PICNÓMETRO 25ml			
Resultados				
Determinación de la densidad				
Fórmula aplicable: $\rho = \frac{m}{v}$: Ecuación 2.19				
DENSIDAD ACEITE DE SOYA				
TEMP.	Masa Picnómetro (g)	Masa pic.+SOYA(g)	Masa Soya (g)	Densidad (g/ml)
40°C	23,934	47,976	24,042	0,962
	23,934	47,976	24,042	0,962
	23,934	47,976	24,042	0,962
	23,934	47,976	24,042	0,962
	23,934	47,976	24,042	0,962
	23,934	47,976	24,042	0,962
PROM.	23,934	47,976	24,042	0,962
DENSIDAD ACEITE DE SOYA				
TEMP.	Masa Picnómetro (g)	Masa pic.+SOYA(g)	Masa Soya (g)	Densidad (g/ml)
60°C	23,934	47,595	23,661	0,946
	23,934	47,595	23,661	0,946
	23,934	47,595	23,661	0,946
	23,934	47,594	23,660	0,946
	23,934	47,595	23,661	0,946
	23,934	47,595	23,661	0,946
PROM.	23,934	47,595	23,661	0,946

Continúa

<u>Continuación</u>				
DENSIDAD ACEITE DE SOYA				
TEMP.	Masa Picnómetro (g)	Masa pic.+SOYA(g)	Masa Soya (g)	Densidad (g/ml)
80°C	23,934	47,317	23,383	0,935
	23,934	47,317	23,383	0,935
	23,934	47,317	23,383	0,935
	23,934	47,316	23,382	0,935
	23,934	47,317	23,383	0,935
	23,934	47,317	23,383	0,935
PROM.	23,934	47,317	23,383	0,935
DENSIDAD ACEITE DE SOYA				
TEMP.	Masa Picnómetro (g)	Masa pic.+SOYA(g)	Masa Soya (g)	Densidad (g/ml)
100°C	23,934	47,004	23,070	0,923
	23,934	47,004	23,070	0,923
	23,934	47,004	23,070	0,923
	23,934	47,004	23,070	0,923
	23,934	47,004	23,070	0,923
	23,934	47,004	23,070	0,923
PROM.	23,934	47,004	23,070	0,923

4.3.3.1 EVALUACIÓN ACEITE DE SOYA

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA			
Cálculo densidad relativa.			
Fórmula aplicable: $\delta_r = \frac{\delta_{sc}}{\delta_w}$; ecuación 2.20 δ_r = Densidad relativa δ_{sc} = Densidad de la sustancia corregida a 15°C. δ_w = Densidad del agua a 15°C.		Corrección de la densidad a 15°C Fórmula aplicable: $\delta_{sc} = \delta_s + b(t - 15)$; ecuación 2.21 δ_s = Densidad de la sustancia a temperatura de ensayo b= Factor de corrección; tabla 2.4. t= Temperatura de ensayo	
Tabla de resultados			
DENSIDAD ACEITE DE SOYA			
TEMPERATURA (°C)	DENSIDAD (g/ml)	DEN. CORREGIDA a 15 °C (g/ml)	DENS. RELATIVA a 15 °C
40	0,962	0,977	0,978
60	0,946	0,975	0,975
80	0,935	0,976	0,977
100	0,923	0,976	0,977
PROMEDIO		0,976	0,977
Gráfica densidad según temperatura.			
<p style="text-align: center;">DENSIDAD vs. TEMPERATURA</p>			
Observaciones:			
El aceite de soya, presenta una densidad de 0.962 g/ml a 40°C y 0.923 g/ml a 100 °C, y presenta una densidad relativa de 0.977.			

4.3.4 EVALUACIÓN ACEITE RECICLADO DE FRITURAS

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA				
Datos informativos:				
Muestra:	RECICLADO-1	Fecha de realización:	18/11/13	
Lugar de realización:	Laboratorio de físico química e instrumentación –FCIAL			
Realizado por:	Egdo. Alex Jiménez	Autorizado por:	Ing. Mg. Henry Vaca	
Identificación de parámetros				
Norma aplicable:	INEN 810 1986-11			
Instrumento principal:	PICNÓMETRO 25ml			
Resultados				
Determinación de la densidad				
Fórmula aplicable: $\rho = \frac{m}{v}$: Ecuación 2.19				
DENSIDAD ACEITE RECICLADO DE FRITURAS				
TEMP.	Masa Picnómetro (g)	Masa pic.+ Reciclado(g)	Masa Reciclado(g)	Densidad (g/ml)
40°C	23,934	47,883	23,949	0,958
	23,934	47,883	23,949	0,958
	23,934	47,884	23,950	0,958
	23,934	47,882	23,948	0,958
	23,934	47,883	23,949	0,958
	23,934	47,883	23,949	0,958
PROM.	23,934	47,883	23,949	0,958
DENSIDAD ACEITE RECICLADO DE FRITURAS				
TEMP.	Masa Picnómetro (g)	Masa pic. +Reciclado(g)	Masa Reciclado(g)	Densidad (g/ml)
60°C	23,934	47,527	23,593	0,944
	23,934	47,526	23,592	0,944
	23,934	47,526	23,592	0,944
	23,934	47,527	23,593	0,944
	23,934	47,527	23,593	0,944
	23,934	47,527	23,593	0,944
PROM.	23,934	47,527	23,593	0,944

Continúa

Continuación

DENSIDAD ACEITE RECICLADO DE FRITURAS				
TEMP.	Masa Picnómetro (g)	Masa pic.+Reciclado(g)	Masa Reciclado(g)	Densidad (g/ml)
80°C	23,934	47,236	23,302	0,932
	23,934	47,236	23,302	0,932
	23,934	47,236	23,302	0,932
	23,934	47,236	23,302	0,932
	23,934	47,236	23,302	0,932
	23,934	47,236	23,302	0,932
PROM.	23,934	47,236	23,302	0,932
DENSIDAD ACEITE RECICLADO DE FRITURAS				
TEMP.	Masa Picnómetro (g)	Masa pic.+Reciclado(g)	Masa Reciclado(g)	Densidad (g/ml)
100°C	23,934	46,924	22,990	0,920
	23,934	46,923	22,989	0,920
	23,934	46,924	22,990	0,920
	23,934	46,923	22,989	0,920
	23,934	46,924	22,990	0,920
	23,934	46,924	22,990	0,920
PROM.	23,934	46,924	22,990	0,920

4.3.4.1 EVALUACIÓN RECICLADO DE FRITURAS

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA			
Cálculo densidad relativa.			
Fórmula aplicable: $\delta_r = \frac{\delta_{sc}}{\delta_w}$; ecuación 2.20 δ_r = Densidad relativa δ_{sc} = Densidad de la sustancia corregida a 15°C. δ_w = Densidad del agua a 15°C.		Corrección de la densidad a 15°C Fórmula aplicable: $\delta_{sc} = \delta_s + b(t - 15)$; ecuación 2.21 δ_s = Densidad de la sustancia a temperatura de ensayo b= Factor de corrección; tabla 2.4. t= Temperatura de ensayo	
Tabla de resultados			
DENSIDAD ACEITE RECICLADO DE FRITURAS			
TEMPERATURA (°C)	DENSIDAD (g/ml)	DEN. CORREGIDA a 15 °C (g/ml)	DENS. RELATIVA a 15 °C
40	0,958	0,974	0,974
60	0,944	0,972	0,973
80	0,932	0,973	0,973
100	0,920	0,973	0,973
PROMEDIO		0,973	0,973
Gráfica densidad según temperatura.			
Observaciones:			
El aceite reciclado de frituras, presenta una densidad de 0.958 g/ml a 40°C y 0.920 g/ml a 100 °C, y una densidad relativa de 0.973.			

4.3.5 EVALUACIÓN COMPOSICIÓN RELATIVA 10/90 (ACEITE DE PALMA /ACEITE DE TRANSMISIÓN AUTOMÁTICA)

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA				
Datos informativos:				
Muestra:	10/90 P-T	Fecha de realización:	15/10/13	
Lugar de realización:	Laboratorio de físico química e instrumentación –FCIAL			
Realizado por:	Egdo. Alex Jiménez	Autorizado por:	Ing. Mg. Henry Vaca	
Identificación de parámetros				
Norma aplicable:	INEN 810 1986-11			
Instrumento principal:	PICNÓMETRO 25ml			
Resultados				
Determinación de la densidad				
Fórmula aplicable: $\rho = \frac{m}{v}$: Ecuación 2.19				
DENSIDAD 90/10 P-T				
TEMP.	Masa Picnómetro (g)	Masa pic.+10/90P-T(g)	Masa 10/90P-T(g)	Densidad (g/ml)
40°C	23,934	46,222	22,288	0,892
	23,932	46,221	22,289	0,892
	23,934	46,221	22,287	0,891
	23,934	46,220	22,286	0,891
	23,934	46,221	22,287	0,891
	23,934	46,221	22,287	0,891
PROM.	23,934	46,221	22,287	0,891
DENSIDAD 90/10 P-T				
TEMP.	Masa Picnómetro (g)	Masa pic.+10/90P-T(g)	Masa 10/90P-T(g)	Densidad (g/ml)
60°C	23,934	45,900	21,966	0,879
	23,934	45,903	21,969	0,879
	23,934	45,901	21,967	0,879
	23,934	45,900	21,966	0,879
	23,934	45,901	21,967	0,879
	23,934	45,901	21,967	0,879
PROM.	23,934	45,901	21,967	0,879

Continúa

Continuación

DENSIDAD 90/10 P-T				
TEMP.	Masa Picnómetro (g)	Masa pic.+10/90P-T(g)	Masa 10/90P-T(g)	Densidad (g/ml)
80°C	23,934	45,572	21,638	0,866
	23,932	45,571	21,639	0,866
	23,934	45,571	21,637	0,865
	23,934	45,570	21,636	0,865
	23,934	45,571	21,637	0,865
	23,934	45,571	21,637	0,865
PROM.	23,934	45,571	21,637	0,865
DENSIDAD 90/10 P-T				
TEMP.	Masa Picnómetro (g)	Masa pic.+10/90P-T(g)	Masa 10/90P-T(g)	Densidad (g/ml)
100°C	23,934	45,247	21,313	0,853
	23,934	45,246	21,312	0,852
	23,934	45,246	21,312	0,852
	23,934	45,247	21,313	0,853
	23,934	45,246	21,312	0,852
	23,934	45,246	21,312	0,852
PROM.	23,934	45,246	21,312	0,852

4.3.5.1 EVALUACIÓN COMPOSICIÓN RELATIVA 10/90 (ACEITE DE PALMA /ACEITE DE TRANSMISIÓN AUTOMÁTICA)

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA													
Cálculo densidad relativa.													
Fórmula aplicable: $\delta_r = \frac{\delta_{sc}}{\delta_w}$; ecuación 2.20 δ_r = Densidad relativa δ_{sc} = Densidad de la sustancia corregida a 15°C. δ_w = Densidad del agua a 15°C.		Corrección de la densidad a 15°C Fórmula aplicable: $\delta_{sc} = \delta_s + b(t - 15)$; ecuación 2.21 δ_s = Densidad de la sustancia a temperatura de ensayo b= Factor de corrección; tabla 2.4. t= Temperatura de ensayo											
Tabla de resultados													
DENSIDAD 90/10 P-T													
TEMPERATURA °C	DENSIDAD (g/ml)	DEN. CORREGIDA a 15 °C (g/ml)	DENS. RELATIVA a 15 °C										
40	0,891	0,907	0,8917										
60	0,879	0,90825	0,8797										
80	0,865	0,9079	0,8657										
100	0,852	0,9081	0,8527										
PROMEDIO		0,9078	0,8725										
Gráfica viscosidad según temperatura.													
<div style="text-align: center;"> <h4>DENSIDAD vs. TEMPERATURA</h4> <table border="1"> <caption>Data for Density vs. Temperature Graph</caption> <thead> <tr> <th>TEMPERATURA °C</th> <th>DENSIDAD (g/ml)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>40</td> <td>0,891</td> </tr> <tr> <td>60</td> <td>0,879</td> </tr> <tr> <td>80</td> <td>0,865</td> </tr> <tr> <td>100</td> <td>0,852</td> </tr> </tbody> </table> </div>				TEMPERATURA °C	DENSIDAD (g/ml)	40	0,891	60	0,879	80	0,865	100	0,852
TEMPERATURA °C	DENSIDAD (g/ml)												
40	0,891												
60	0,879												
80	0,865												
100	0,852												
Observaciones:													
La composición relativa 10/90 P-T, presenta una densidad de 0.891 g/ml a 40°C y 0.852 g/ml a 100 °C, y presenta una densidad relativa de 0.8725.													

4.3.6 EVALUACIÓN COMPOSICIÓN RELATIVA 20/80 (ACEITE DE PALMA /ACEITE DE TRANSMISIÓN AUTOMÁTICA)

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA				
Datos informativos:				
Muestra:	20/80 P-T	Fecha de realización:	17/10/13	
Lugar de realización:	Laboratorio de físico química e instrumentación –FCIAL			
Realizado por:	Egdo. Alex Jiménez	Autorizado por:	Ing. Mg. Henry Vaca	
Identificación de parámetros				
Norma aplicable:	INEN 810 1986-11			
Instrumento principal:	PICNÓMETRO 25ml			
Resultados				
Determinación de la densidad				
Fórmula aplicable: $\rho = \frac{m}{v}$: Ecuación 2.19				
DENSIDAD 20/80 P-T				
TEMP.	Masa Picnómetro (g)	Masa pic.+20/80P-T(g)	Masa 20/80P-T(g)	Densidad (g/ml)
40°C	23,934	46,405	22,471	0,899
	23,934	46,405	22,471	0,899
	23,934	46,405	22,471	0,899
	23,934	46,405	22,471	0,899
	23,934	46,405	22,471	0,899
	23,934	46,405	22,471	0,899
PROM.	23,934	46,405	22,471	0,899
DENSIDAD 20/80 P-T				
TEMP.	Masa Picnómetro (g)	Masa pic.+20/80P-T(g)	Masa 20/80P-T(g)	Densidad (g/ml)
60°C	23,934	46,085	22,151	0,886
	23,934	46,085	22,151	0,886
	23,934	46,085	22,151	0,886
	23,934	46,085	22,151	0,886
	23,934	46,086	22,152	0,886
	23,934	46,085	22,151	0,886
PROM.	23,934	46,085	22,151	0,886

Continúa

<u>Continuación</u>				
DENSIDAD 20/80 P-T				
TEMP.	Masa Picnómetro (g)	Masa pic.+20/80P-T(g)	Masa 20/80P-T(g)	Densidad (g/ml)
80°C	23,934	45,765	21,831	0,873
	23,934	45,765	21,831	0,873
	23,934	45,766	21,832	0,873
	23,934	45,765	21,831	0,873
	23,934	45,764	21,830	0,873
	23,934	45,765	21,831	0,873
PROM.	23,934	45,765	21,831	0,873
DENSIDAD 20/80 P-T				
TEMP.	Masa Picnómetro (g)	Masa pic.+20/80P-T(g)	Masa 20/80P-T(g)	Densidad (g/ml)
100°C	23,934	45,445	21,511	0,860
	23,934	45,445	21,511	0,860
	23,934	45,445	21,511	0,860
	23,934	45,446	21,512	0,860
	23,934	45,446	21,512	0,860
	23,934	45,445	21,511	0,860
PROM.	23,934	45,445	21,511	0,860

4.3.6.1 EVALUACIÓN COMPOSICIÓN RELATIVA 10/90 (ACEITE DE PALMA /ACEITE DE TRANSMISIÓN AUTOMÁTICA)

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA																		
Cálculo densidad relativa.																		
Fórmula aplicable: $\delta_r = \frac{\delta_{sc}}{\delta_w}$; ecuación 2.20 δ_r = Densidad relativa δ_{sc} = Densidad de la sustancia corregida a 15°C. δ_w = Densidad del agua a 15°C.		Corrección de la densidad a 15°C Fórmula aplicable: $\delta_{sc} = \delta_s + b(t - 15)$; ecuación 2.21 δ_s = Densidad de la sustancia a temperatura de ensayo b= Factor de corrección; tabla 2.4. t= Temperatura de ensayo																
Tabla de resultados																		
DENSIDAD 20/80 P-T																		
TEMPERATURA (°C)	DENSIDAD (g/ml)	DEN. CORREGIDA a 15 °C (g/ml)	DENS. RELATIVA a 15 °C															
40	0,899	0,915	0,900															
60	0,886	0,916	0,887															
80	0,873	0,915	0,874															
100	0,86	0,916	0,861															
PROMEDIO		0,916	0,880															
Gráfica densidad según temperatura.																		
<div style="text-align: center;"> <h4>DENSIDAD vs. TEMPERATURA</h4> <table border="1"> <caption>Data for Density vs. Temperature Graph</caption> <thead> <tr> <th>TEMPERATURA (°C)</th> <th>DENSIDAD (g/ml)</th> <th>DEN. CORREGIDA a 15 °C (g/ml)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>40</td> <td>0,899</td> <td>0,915</td> </tr> <tr> <td>60</td> <td>0,886</td> <td>0,916</td> </tr> <tr> <td>80</td> <td>0,873</td> <td>0,915</td> </tr> <tr> <td>100</td> <td>0,86</td> <td>0,916</td> </tr> </tbody> </table> </div>				TEMPERATURA (°C)	DENSIDAD (g/ml)	DEN. CORREGIDA a 15 °C (g/ml)	40	0,899	0,915	60	0,886	0,916	80	0,873	0,915	100	0,86	0,916
TEMPERATURA (°C)	DENSIDAD (g/ml)	DEN. CORREGIDA a 15 °C (g/ml)																
40	0,899	0,915																
60	0,886	0,916																
80	0,873	0,915																
100	0,86	0,916																
Observaciones:																		
La composición relativa 20/80 P-T, presenta una densidad de 0.899 g/ml a 40°C y 0.860 g/ml a 100 °C, y presenta una densidad relativa de 0.880.																		

4.3.7 EVALUACIÓN COMPOSICIÓN RELATIVA 30/70 (ACEITE DE PALMA /ACEITE DE TRANSMISIÓN AUTOMÁTICA)

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA				
Datos informativos:				
Muestra:	30/70 P-T		Fecha de realización:	21/10/13
Lugar de realización:	Laboratorio de físico química e instrumentación –FCIAL			
Realizado por:	Egdo. Alex Jiménez	Autorizado por:	Ing. Mg. Henry Vaca	
Identificación de parámetros				
Norma aplicable:	INEN 810 1986-11			
Instrumento principal:	PICNÓMETRO 25ml			
Resultados				
Determinación de la densidad				
Fórmula aplicable: $\rho = \frac{m}{v}$: Ecuación 2.19				
DENSIDAD 30/70 P-T				
TEMP.	Masa Picnómetro (g)	Masa pic.+30/70P-T(g)	Masa 30/70P-T(g)	Densidad (g/ml)
40°C	23,934	46,514	22,580	0,903
	23,934	46,514	22,580	0,903
	23,934	46,513	22,579	0,903
	23,934	46,514	22,580	0,903
	23,934	46,514	22,580	0,903
	23,934	46,513	22,579	0,903
PROM.	23,934	46,514	22,580	0,903
DENSIDAD 30/70 P-T				
TEMP.	Masa Picnómetro (g)	Masa pic.+30/70P-T (g)	Masa 30/70P-T(g)	Densidad (g/ml)
60°C	23,934	46,199	22,265	0,891
	23,934	46,199	22,265	0,891
	23,934	46,199	22,265	0,891
	23,934	46,198	22,264	0,891
	23,934	46,199	22,265	0,891
	23,934	46,198	22,264	0,891
PROM.	23,934	46,199	22,265	0,891

Continúa

<u>Continuación</u>				
DENSIDAD 30/70 P-T				
TEMP.	Masa Picnómetro (g)	Masa pic.+30/70P-T(g)	Masa 30/70P-T(g)	Densidad (g/ml)
80°C	23,934	45,884	21,950	0,878
	23,934	45,884	21,950	0,878
	23,934	45,883	21,949	0,878
	23,934	45,884	21,950	0,878
	23,934	45,884	21,950	0,878
	23,934	45,883	21,949	0,878
PROM.	23,934	45,884	21,950	0,878
DENSIDAD 30/70 P-T				
TEMP.	Masa Picnómetro (g)	Masa pic.+30/70P-T (g)	Masa 30/70P-T(g)	Densidad (g/ml)
100°C	23,934	45,569	21,635	0,865
	23,934	45,569	21,635	0,865
	23,934	45,568	21,634	0,865
	23,934	45,569	21,635	0,865
	23,934	45,569	21,635	0,865
	23,934	45,569	21,635	0,865
PROM.	23,934	45,569	21,635	0,865

4.3.7.1 EVALUACIÓN COMPOSICIÓN RELATIVA 70/30 (ACEITE DE PALMA /ACEITE DE TRANSMISIÓN AUTOMÁTICA)

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA			
Cálculo densidad relativa.			
Fórmula aplicable: $\delta_r = \frac{\delta_{sc}}{\delta_w}$; ecuación 2.20 δ_r = Densidad relativa δ_{sc} = Densidad de la sustancia corregida a 15°C. δ_w = Densidad del agua a 15°C.		Corrección de la densidad a 15°C Fórmula aplicable: $\delta_{sc} = \delta_s + b(t - 15)$;ecuación 2.21 δ_s = Densidad de la sustancia a temperatura de ensayo b= Factor de corrección; tabla 2.4. t= Temperatura de ensayo	
Tabla de resultados			
DENSIDAD 30/70 P-T			
TEMPERATURA (°C)	DENSIDAD (g/ml)	DEN. CORREGIDA a 15 °C (g/ml)	DENS. RELATIVA a 15 °C
40	0,903	0,91875	0,9037
60	0,891	0,9198	0,8917
80	0,878	0,92025	0,8787
100	0,865	0,9211	0,8657
PROMEDIO		0,9200	0,8850
Gráfica densidad según temperatura.			
Observaciones:			
La composición relativa 20/80 P-T, presenta una densidad de 0.903 g/ml a 40°C y 0.865 g/ml a 100 °C, y presenta una densidad relativa de 0.885.			

4.3.8 EVALUACIÓN COMPOSICIÓN RELATIVA 40/60 (ACEITE DE PALMA /ACEITE DE TRANSMISIÓN AUTOMÁTICA)

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA				
Datos informativos:				
Muestra:	40/60 P-T	Fecha de realización:	22/10/13	
Lugar de realización:	Laboratorio de físico química e instrumentación –FCIAL			
Realizado por:	Egdo. Alex Jiménez	Autorizado por:	Ing. Mg. Henry Vaca	
Identificación de parámetros				
Norma aplicable:	INEN 810 1986-11			
Instrumento principal:	PICNÓMETRO 25ml			
Resultados				
Determinación de la densidad				
Fórmula aplicable: $\rho = \frac{m}{v}$: Ecuación 2.19				
DENSIDAD 40/60 P-T				
TEMP.	Masa Picnómetro (g)	Masa pic.+40/60P-T(g)	Masa 40/60P-T(g)	Densidad (g/ml)
40°C	23,934	46,681	22,747	0,910
	23,934	46,682	22,748	0,910
	23,934	46,683	22,749	0,910
	23,934	46,682	22,748	0,910
	23,934	46,682	22,748	0,910
	23,934	46,682	22,748	0,910
PROM.	23,934	46,682	22,748	0,910
Masa pic.+40/60P-T(g)				
TEMP.	Masa Picnómetro (g)	Masa pic.+10/90P-T(g)	Masa 40/60P-T(g)	Densidad (g/ml)
60°C	23,934	46,369	22,435	0,897
	23,934	46,370	22,436	0,897
	23,934	46,371	22,437	0,897
	23,934	46,370	22,436	0,897
	23,934	46,370	22,436	0,897
	23,934	46,370	22,436	0,897
PROM.	23,934	46,370	22,436	0,897

Continúa

<u>Continuación</u>				
DENSIDAD 40/60 P-T				
TEMP.	Masa Picnómetro (g)	Masa pic.+40/60P-T(g)	Masa 40/60P-T(g)	Densidad (g/ml)
80°C	23,934	46,056	22,122	0,885
	23,934	46,057	22,123	0,885
	23,934	46,057	22,124	0,885
	23,934	46,057	22,123	0,885
	23,934	46,057	22,123	0,885
	23,934	46,057	22,123	0,885
PROM.	23,934	46,057	22,123	0,885
DENSIDAD 40/60 P-T				
TEMP.	Masa Picnómetro (g)	Masa pic.+40/60P-T(g)	Masa 40/60P-T(g)	Densidad (g/ml)
100°C	23,934	45,744	21,810	0,872
	23,934	45,745	21,811	0,872
	23,934	45,744	21,810	0,872
	23,934	45,744	21,810	0,872
	23,934	45,745	21,811	0,872
	23,934	45,744	21,810	0,872
PROM.	23,934	45,744	21,810	0,872

4.3.8.1 EVALUACIÓN COMPOSICIÓN RELATIVA 40/60 (ACEITE DE PALMA /ACEITE DE TRANSMISIÓN AUTOMÁTICA)

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA																		
Cálculo densidad relativa.																		
Fórmula aplicable: $\delta_r = \frac{\delta_{sc}}{\delta_w}$; ecuación 2.20 δ_r = Densidad relativa δ_{sc} = Densidad de la sustancia corregida a 15°C. δ_w = Densidad del agua a 15°C.		Corrección de la densidad a 15°C Fórmula aplicable: $\delta_{sc} = \delta_s + b(t - 15)$; ecuación 2.21 δ_s = Densidad de la sustancia a temperatura de ensayo b= Factor de corrección; tabla 2.4. t= Temperatura de ensayo																
Tabla de resultados																		
DENSIDAD 40/60 P-T																		
TEMPERATURA (°C)	DENSIDAD (g/ml)	DEN. CORREGIDA a 15 °C (g/ml)	DENS. RELATIVA a 15 °C															
40	0,91	0,92575	0,9107															
60	0,897	0,9258	0,8977															
80	0,885	0,92725	0,8857															
100	0,872	0,92725	0,8727															
PROMEDIO		0,927	0,892															
Gráfica densidad según temperatura.																		
<div style="text-align: center;"> <h4>DENSIDAD vs. TEMPERATURA</h4> <table border="1"> <caption>Data for Density vs. Temperature Graph</caption> <thead> <tr> <th>TEMPERATURA °C</th> <th>DENSIDAD (g/ml)</th> <th>DEN. CORREGIDA a 15 °C (g/ml)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>40</td> <td>0,91</td> <td>0,92575</td> </tr> <tr> <td>60</td> <td>0,897</td> <td>0,9258</td> </tr> <tr> <td>80</td> <td>0,885</td> <td>0,92725</td> </tr> <tr> <td>100</td> <td>0,872</td> <td>0,92725</td> </tr> </tbody> </table> </div>				TEMPERATURA °C	DENSIDAD (g/ml)	DEN. CORREGIDA a 15 °C (g/ml)	40	0,91	0,92575	60	0,897	0,9258	80	0,885	0,92725	100	0,872	0,92725
TEMPERATURA °C	DENSIDAD (g/ml)	DEN. CORREGIDA a 15 °C (g/ml)																
40	0,91	0,92575																
60	0,897	0,9258																
80	0,885	0,92725																
100	0,872	0,92725																
Observaciones:																		
La composición relativa 40/60 P-T, presenta una densidad de 0.910 g/ml a 40°C y 0.872 g/ml a 100 °C, y presenta una densidad relativa de 0.892.																		

4.3.9 EVALUACIÓN COMPOSICIÓN RELATIVA 50/50 (ACEITE DE PALMA /ACEITE DE TRANSMISIÓN AUTOMÁTICA)

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA				
Datos informativos:				
Muestra:	50/50 P-T		Fecha de realización:	23/10/13
Lugar de realización:	Laboratorio de físico química e instrumentación –FCIAL			
Realizado por:	Egdo. Alex Jiménez	Autorizado por:	Ing. Mg. Henry Vaca	
Identificación de parámetros				
Norma aplicable:	INEN 810 1986-11			
Instrumento principal:	PICNÓMETRO 25ml			
Resultados				
Determinación de la densidad				
Fórmula aplicable: $\rho = \frac{m}{v}$: Ecuación 2.19				
DENSIDAD 50/50 P-T				
TEMP.	Masa Picnómetro (g)	Masa pic.+50/50P-T(g)	Masa 50/50P-T(g)	Densidad (g/ml)
40°C	23,934	46,928	22,994	0,920
	23,934	46,929	22,995	0,920
	23,934	46,928	22,994	0,920
	23,934	46,928	22,994	0,920
	23,934	46,928	22,994	0,920
	23,934	46,928	22,994	0,920
PROM.	23,934	46,928	22,994	0,920
DENSIDAD 40/60 P-T				
TEMP.	Masa Picnómetro (g)	Masa pic.+50/50P-T(g)	Masa 50/50P-T(g)	Densidad (g/ml)
60°C	23,934	46,617	22,683	0,907
	23,934	46,617	22,683	0,907
	23,934	46,617	22,683	0,907
	23,934	46,616	22,682	0,907
	23,934	46,616	22,682	0,907
	23,934	46,617	22,683	0,907
PROM.	23,934	46,616	22,682	0,907

Continúa

<u>Continuación</u>				
DENSIDAD 40/60 P-T				
TEMP.	Masa Picnómetro (g)	Masa pic.+50/50P-T(g)	Masa 50/50P-T(g)	Densidad (g/ml)
80°C	23,934	46,304	22,370	0,895
	23,934	46,304	22,370	0,895
	23,934	46,305	22,371	0,895
	23,934	46,305	22,371	0,895
	23,934	46,304	22,370	0,895
	23,934	46,304	22,370	0,895
PROM.	23,934	46,304	22,370	0,895
DENSIDAD 40/60 P-T				
TEMP.	Masa Picnómetro (g)	Masa pic.+50/50P-T(g)	Masa 50/50P-T(g)	Densidad (g/ml)
100°C	23,934	45,992	22,058	0,882
	23,934	45,992	22,058	0,882
	23,934	45,993	22,059	0,882
	23,934	45,992	22,058	0,882
	23,934	45,992	22,058	0,882
	23,934	45,992	22,058	0,882
PROM.	23,934	45,992	22,058	0,882

4.3.9.1 EVALUACIÓN COMPOSICIÓN RELATIVA 50/50 (ACEITE DE PALMA /ACEITE DE TRANSMISIÓN AUTOMÁTICA)

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA													
Cálculo densidad relativa.													
Fórmula aplicable: $\delta_r = \frac{\delta_{sc}}{\delta_w}$; ecuación 2.20 δ_r = Densidad relativa δ_{sc} = Densidad de la sustancia corregida a 15°C. δ_w = Densidad del agua a 15°C.		Corrección de la densidad a 15°C Fórmula aplicable: $\delta_{sc} = \delta_s + b(t - 15)$;ecuación 2.21 δ_s = Densidad de la sustancia a temperatura de ensayo b= Factor de corrección; tabla 2.4. t= Temperatura de ensayo											
Tabla de resultados													
DENSIDAD 40/60 P-T													
TEMPERATURA (°C)	DENSIDAD (g/ml)	DEN. CORREGIDA a 15 °C (g/ml)	DENS. RELATIVA a 15 °C										
40	0,92	0,936	0,921										
60	0,907	0,935	0,908										
80	0,895	0,937	0,896										
100	0,882	0,937	0,883										
PROMEDIO		0,936	0,902										
Gráfica densidad según temperatura.													
<div style="text-align: center;"> <h4>DENSIDAD vs. TEMPERATURA</h4> <table border="1"> <caption>Data for Density vs. Temperature Graph</caption> <thead> <tr> <th>TEMPERATURA (°C)</th> <th>DENSIDAD (g/ml)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>40</td> <td>0,921</td> </tr> <tr> <td>60</td> <td>0,908</td> </tr> <tr> <td>80</td> <td>0,896</td> </tr> <tr> <td>100</td> <td>0,883</td> </tr> </tbody> </table> </div>				TEMPERATURA (°C)	DENSIDAD (g/ml)	40	0,921	60	0,908	80	0,896	100	0,883
TEMPERATURA (°C)	DENSIDAD (g/ml)												
40	0,921												
60	0,908												
80	0,896												
100	0,883												
Observaciones:													
La composición relativa 50/50 P-T, presenta una densidad de 0.920 g/ml a 40°C y 0.882 g/ml a 100 °C, y presenta una densidad relativa de 0.902.													

4.3.10 EVALUACIÓN COMPOSICIÓN RELATIVA 10/90 (ACEITE DE SOYA /ACEITE DE TRANSMISIÓN AUTOMÁTICA)

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA				
Datos informativos:				
Muestra:	10/90 S-T		Fecha de realización:	24/10/13
Lugar de realización:	Laboratorio de físico química e instrumentación –FCIAL			
Realizado por:	Egdo. Alex Jiménez	Autorizado por:		Ing. Mg. Henry Vaca
Identificación de parámetros				
Norma aplicable:	INEN 810 1986-11			
Instrumento principal:	PICNÓMETRO 25ml			
Resultados				
Determinación de la densidad				
Fórmula aplicable: $\rho = \frac{m}{v}$: Ecuación 2.19				
DENSIDAD 10/90 S-T				
TEMP.	Masa Picnómetro (g)	Masa pic.+10/90S-T(g)	Masa 10/90 S-T(g)	Densidad (g/ml)
40°C	23,934	46,236	22,302	0,892
	23,934	46,236	22,302	0,892
	23,934	46,236	22,302	0,892
	23,934	46,235	22,301	0,892
	23,934	46,236	22,302	0,892
	23,934	46,236	22,302	0,892
PROM.	23,934	46,236	22,302	0,892
DENSIDAD 10/90 S-T				
TEMP.	Masa Picnómetro (g)	Masa pic.+10/90S-T(g)	Masa 10/90 S-T(g)	Densidad (g/ml)
60°C	23,934	45,911	21,977	0,879
	23,934	45,911	21,977	0,879
	23,934	45,911	21,977	0,879
	23,934	45,911	21,977	0,879
	23,934	45,911	21,977	0,879
	23,934	45,911	21,977	0,879
PROM.	23,934	45,911	21,977	0,879

Continúa

<u>Continuación</u>				
DENSIDAD 10/90 S-T				
TEMP.	Masa Picnómetro (g)	Masa pic.+10/90S-T(g)	Masa 10/90 S-T(g)	Densidad (g/ml)
80°C	23,934	45,586	21,652	0,866
	23,934	45,586	21,652	0,866
	23,934	45,585	21,651	0,866
	23,934	45,587	21,653	0,866
	23,934	45,586	21,652	0,866
	23,934	45,586	21,652	0,866
PROM.	23,934	45,586	21,652	0,866
DENSIDAD 10/90 S-T				
TEMP.	Masa Picnómetro (g)	Masa pic.+10/90S-T(g)	Masa 10/90 S-T(g)	Densidad (g/ml)
100°C	23,934	45,261	21,327	0,853
	23,934	45,261	21,327	0,853
	23,934	45,261	21,327	0,853
	23,934	45,261	21,327	0,853
	23,934	45,261	21,327	0,853
	23,934	45,261	21,327	0,853
PROM.	23,934	45,261	21,327	0,853

4.3.10.1 EVALUACIÓN COMPOSICIÓN RELATIVA 10/90 (ACEITE DE SOYA /ACEITE DE TRANSMISIÓN AUTOMÁTICA)

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA																											
Cálculo densidad relativa.																											
Formula aplicable: $\delta_r = \frac{\delta_{sc}}{\delta_w}$; ecuación 2.20 δ_r = Densidad relativa δ_{sc} = Densidad de la sustancia corregida a 15°C. δ_w = Densidad del agua a 15°C.		Corrección de la densidad a 15°C Formula aplicable: $\delta_{sc} = \delta_s + b(t - 15)$; ecuación 2.21 δ_s = Densidad de la sustancia a temperatura de ensayo b= Factor de corrección; tabla 2.4. t= Temperatura de ensayo																									
Tabla de resultados																											
DENSIDAD 10/90 S-T																											
TEMPERATURA (°C)	DENSIDAD (g/ml)	DEN. CORREGIDA a 15 °C (g/ml)	DENS. RELATIVA a 15 °C																								
40	0,892	0,908	0,893																								
60	0,879	0,908	0,880																								
80	0,866	0,909	0,867																								
100	0,853	0,909	0,854																								
PROMEDIO		0,909	0,873																								
Gráfica densidad según temperatura.																											
<div style="text-align: center;"> <h4>DENSIDAD vs. TEMPERATURA</h4> <table border="1"> <caption>Data for DENSIDAD vs. TEMPERATURA</caption> <thead> <tr> <th>TEMPERATURA (°C)</th> <th>DENSIDAD (g/ml)</th> <th>DEN. CORREGIDA a 15 °C (g/ml)</th> <th>DENS. RELATIVA a 15 °C</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>40</td> <td>0,892</td> <td>0,908</td> <td>0,893</td> </tr> <tr> <td>60</td> <td>0,879</td> <td>0,908</td> <td>0,880</td> </tr> <tr> <td>80</td> <td>0,866</td> <td>0,909</td> <td>0,867</td> </tr> <tr> <td>100</td> <td>0,853</td> <td>0,909</td> <td>0,854</td> </tr> <tr> <td colspan="2">PROMEDIO</td> <td>0,909</td> <td>0,873</td> </tr> </tbody> </table> </div>				TEMPERATURA (°C)	DENSIDAD (g/ml)	DEN. CORREGIDA a 15 °C (g/ml)	DENS. RELATIVA a 15 °C	40	0,892	0,908	0,893	60	0,879	0,908	0,880	80	0,866	0,909	0,867	100	0,853	0,909	0,854	PROMEDIO		0,909	0,873
TEMPERATURA (°C)	DENSIDAD (g/ml)	DEN. CORREGIDA a 15 °C (g/ml)	DENS. RELATIVA a 15 °C																								
40	0,892	0,908	0,893																								
60	0,879	0,908	0,880																								
80	0,866	0,909	0,867																								
100	0,853	0,909	0,854																								
PROMEDIO		0,909	0,873																								
Observaciones:																											
La composición relativa 10/90 S-T, presenta una densidad de 0.892 g/ml a 40°C y 0.853 g/ml a 100 °C, y presenta una densidad relativa de 0.873.																											

4.3.11 EVALUACIÓN COMPOSICIÓN RELATIVA 20/80 (ACEITE DE SOYA /ACEITE DE TRANSMISIÓN AUTOMÁTICA)

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA				
Datos informativos:				
Muestra:	20/80 S-T	Fecha de realización:	25/10/13	
Lugar de realización:	Laboratorio de físico química e instrumentación –FCIAL			
Realizado por:	Egdo. Alex Jiménez	Autorizado por:	Ing. Mg. Henry Vaca	
Identificación de parámetros				
Norma aplicable:	INEN 810 1986-11			
Instrumento principal:	PICNÓMETRO 25ml			
Resultados				
Determinación de la densidad				
Fórmula aplicable: $\rho = \frac{m}{v}$: Ecuación 2.19				
DENSIDAD 20/80 S-T				
TEMP.	Masa Picnómetro (g)	Masa pic.+20/80S-T(g)	Masa 20/80 S-T(g)	Densidad (g/ml)
40°C	23,934	46,457	22,523	0,901
	23,934	46,458	22,524	0,901
	23,934	46,458	22,524	0,901
	23,934	46,457	22,523	0,901
	23,934	46,457	22,523	0,901
	23,934	46,457	22,523	0,901
PROM.	23,934	46,457	22,523	0,901
DENSIDAD 20/80 S-T				
TEMP.	Masa Picnómetro (g)	Masa pic.+20/80S-T(g)	Masa 20/80 S-T(g)	Densidad (g/ml)
60°C	23,934	46,142	22,208	0,888
	23,934	46,143	22,209	0,888
	23,934	46,142	22,208	0,888
	23,934	46,142	22,208	0,888
	23,934	46,142	22,208	0,888
	23,934	46,142	22,208	0,888
PROM.	23,934	46,142	22,208	0,888
<i>Continúa</i>				

<u>Continuación</u>				
DENSIDAD 20/80 S-T				
TEMP.	Masa Picnómetro (g)	Masa pic.+20/80S-T(g)	Masa 20/80 S-T(g)	Densidad (g/ml)
100°C	23,934	45,513	21,579	0,863
	23,934	45,513	21,579	0,863
	23,934	45,513	21,579	0,863
	23,934	45,513	21,579	0,863
	23,934	45,512	21,578	0,863
	23,934	45,513	21,579	0,863
PROM.	23,934	45,513	21,579	0,863
DENSIDAD 20/80 S-T				
TEMP.	Masa Picnómetro (g)	Masa pic.+20/80S-T(g)	Masa 20/80 S-T(g)	Densidad (g/ml)
80°C	23,934	45,827	21,893	0,876
	23,934	45,828	21,894	0,876
	23,934	45,828	21,894	0,876
	23,934	45,828	21,894	0,876
	23,934	45,827	21,893	0,876
	23,934	45,827	21,893	0,876
PROM.	23,934	45,828	21,894	0,876

4.3.11.1 EVALUACIÓN COMPOSICIÓN RELATIVA 20/80 (ACEITE DE SOYA /ACEITE DE TRANSMISIÓN AUTOMÁTICA)

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA			
Cálculo densidad relativa.			
Fórmula aplicable: $\delta_r = \frac{\delta_{sc}}{\delta_w}$; ecuación 2.20 δ_r = Densidad relativa δ_{sc} = Densidad de la sustancia corregida a 15°C. δ_w = Densidad del agua a 15°C.		Corrección de la densidad a 15°C Fórmula aplicable: $\delta_{sc} = \delta_s + b(t - 15)$;ecuación 2.21 δ_s = Densidad de la sustancia a temperatura de ensayo b= Factor de corrección; tabla 2.4. t= Temperatura de ensayo	
Tabla de resultados			
DENSIDAD 20/80 S-T			
TEMPERATURA (°C)	DENSIDAD (g/ml)	DEN. CORREGIDA a 15 °C (g/ml)	DENS. RELATIVA a 15 °C
40	0,901	0,917	0,902
60	0,888	0,917	0,889
80	0,876	0,918	0,877
100	0,863	0,919	0,864
PROMEDIO		0,918	0,883
Gráfica densidad según temperatura.			
Observaciones:			
La composición relativa 20/80 S-T, presenta una densidad de 0.901 g/ml a 40°C y 0.863 g/ml a 100 °C, y presenta una densidad relativa de 0.883.			

4.3.12 EVALUACIÓN COMPOSICIÓN RELATIVA 30/70 (ACEITE DE SOYA /ACEITE DE TRANSMISIÓN AUTOMÁTICA)

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA				
Datos informativos:				
Muestra:	30/70 S-T		Fecha de realización:	31/10/13
Lugar de realización:	Laboratorio de físico química e instrumentación –FCIAL			
Realizado por:	Egdo. Alex Jiménez	Autorizado por:	Ing. Mg. Henry Vaca	
Identificación de parámetros				
Norma aplicable:	INEN 810 1986-11			
Instrumento principal:	PICNÓMETRO 25ml			
Resultados				
Determinación de la densidad				
Fórmula aplicable: $\rho = \frac{m}{v}$: Ecuación 2.19				
DENSIDAD 30/70 S-T				
TEMP.	Masa Picnómetro (g)	Masa pic.+30/70S-T(g)	Masa 30/70 S-T(g)	Densidad (g/ml)
40°C	23,934	46,607	22,673	0,907
	23,934	46,606	22,672	0,907
	23,934	46,605	22,671	0,907
	23,934	46,606	22,672	0,907
	23,934	46,606	22,672	0,907
	23,934	46,605	22,671	0,907
PROM.	23,934	46,606	22,672	0,907
DENSIDAD 30/70 S-T				
TEMP.	Masa Picnómetro (g)	Masa pic.+30/70S-T(g)	Masa 30/70 S-T(g)	Densidad (g/ml)
60°C	23,934	46,292	22,358	0,894
	23,934	46,291	22,357	0,894
	23,934	46,292	22,358	0,894
	23,934	46,292	22,358	0,894
	23,934	46,291	22,357	0,894
	23,934	46,292	22,358	0,894
PROM.	23,934	46,292	22,358	0,894

Continúa

<u>Continuación</u>				
DENSIDAD 30/70 S-T				
TEMP.	Masa Picnómetro (g)	Masa pic.+30/70S-T(g)	Masa 30/70 S-T(g)	Densidad (g/ml)
80°C	23,934	45,977	22,043	0,882
	23,934	45,977	22,043	0,882
	23,934	45,977	22,043	0,882
	23,934	45,977	22,043	0,882
	23,934	45,976	22,042	0,882
	23,934	45,977	22,043	0,882
PROM.	23,934	45,977	22,043	0,882
DENSIDAD 30/70 S-T				
TEMP.	Masa Picnómetro (g)	Masa pic.+30/70S-T(g)	Masa 30/70 S-T(g)	Densidad (g/ml)
100°C	23,934	45,662	21,728	0,869
	23,934	45,661	21,727	0,869
	23,934	45,662	21,728	0,869
	23,934	45,663	21,729	0,869
	23,934	45,661	21,727	0,869
	23,934	45,662	21,728	0,869
PROM.	23,934	45,662	21,728	0,869

4.3.12.1 EVALUACIÓN COMPOSICIÓN RELATIVA 30/70 (ACEITE DE SOYA /ACEITE DE TRANSMISIÓN AUTOMÁTICA)

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA			
Cálculo densidad relativa.			
Fórmula aplicable: $\delta_r = \frac{\delta_{sc}}{\delta_w}$; ecuación 2.20 δ_r = Densidad relativa δ_{sc} = Densidad de la sustancia corregida a 15°C. δ_w = Densidad del agua a 15°C.		Corrección de la densidad a 15°C Fórmula aplicable: $\delta_{sc} = \delta_s + b(t - 15)$; ecuación 2.21 δ_s = Densidad de la sustancia a temperatura de ensayo b= Factor de corrección; tabla 2.4. t= Temperatura de ensayo	
Tabla de resultados			
DENSIDAD 30/70 S-T			
TEMPERATURA (°C)	DENSIDAD (g/ml)	DEN. CORREGIDA a 15 °C (g/ml)	DENS. RELATIVA a 15 °C
40	0,907	0,923	0,908
60	0,894	0,923	0,895
80	0,882	0,924	0,883
100	0,869	0,925	0,870
PROMEDIO		0,924	0,889
Gráfica densidad según temperatura.			
<div style="text-align: center;"> <p>DENSIDAD vs. TEMPERATURA</p> </div>			
Observaciones:			
La composición relativa 30/70 S-T, presenta una densidad de 0.907 g/ml a 40°C y 0.869 g/ml a 100 °C, y presenta una densidad relativa de 0.889.			

4.3.13 EVALUACIÓN COMPOSICIÓN RELATIVA 40/60 (ACEITE DE SOYA /ACEITE DE TRANSMISIÓN AUTOMÁTICA)

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA				
Datos informativos:				
Muestra:	40/60 S-T	Fecha de realización:	01/11/13	
Lugar de realización:	Laboratorio de físico química e instrumentación –FCIAL			
Realizado por:	Egdo. Alex Jiménez	Autorizado por:	Ing. Mg. Henry Vaca	
Identificación de parámetros				
Norma aplicable:	INEN 810 1986-11			
Instrumento principal:	PICNÓMETRO 25ml			
Resultados				
Determinación de la densidad				
Fórmula aplicable: $\rho = \frac{m}{v}$: Ecuación 2.19				
DENSIDAD 40/60 S-T				
TEMP.	Masa Picnómetro (g)	Masa pic.+40/60S-T(g)	Masa 40/60 S-T(g)	Densidad (g/ml)
40°C	23,934	46,814	22,880	0,915
	23,934	46,813	22,879	0,915
	23,934	46,814	22,880	0,915
	23,934	46,813	22,879	0,915
	23,934	46,813	22,879	0,915
	23,934	46,813	22,879	0,915
PROM.	23,934	46,813	22,879	0,915
DENSIDAD 40/60 S-T				
TEMP.	Masa Picnómetro (g)	Masa pic.+40/60S-T(g)	Masa 40/60 S-T(g)	Densidad (g/ml)
60°C	23,934	46,502	22,568	0,903
	23,934	46,502	22,568	0,903
	23,934	46,502	22,568	0,903
	23,934	46,502	22,568	0,903
	23,934	46,502	22,567	0,903
	23,934	46,502	22,568	0,903
PROM.	23,934	46,502	22,568	0,903

Continúa

<u>Continuación</u>				
DENSIDAD 40/60 S-T				
TEMP.	Masa Picnómetro (g)	Masa pic.+40/60S-T(g)	Masa 40/60 S-T(g)	Densidad (g/ml)
80°C	23,934	46,189	22,255	0,890
	23,934	46,188	22,254	0,890
	23,934	46,188	22,254	0,890
	23,934	46,188	22,254	0,890
	23,934	46,188	22,254	0,890
	23,934	46,189	22,255	0,890
PROM.	23,934	46,188	22,254	0,890
DENSIDAD 40/60 S-T				
TEMP.	Masa Picnómetro (g)	Masa pic.+40/60S-T(g)	Masa 40/60 S-T(g)	Densidad (g/ml)
100°C	23,934	45,877	21,943	0,878
	23,934	45,877	21,943	0,878
	23,934	45,877	21,943	0,878
	23,934	45,876	21,942	0,878
	23,934	45,876	21,942	0,878
	23,934	45,876	21,942	0,878
PROM.	23,934	45,876	21,942	0,878

4.3.13.1 EVALUACIÓN COMPOSICIÓN RELATIVA 40/60 (ACEITE DE SOYA /ACEITE DE TRANSMISIÓN AUTOMÁTICA)

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA													
Cálculo densidad relativa.													
Fórmula aplicable: $\delta_r = \frac{\delta_{sc}}{\delta_w}$; ecuación 2.20 δ_r = Densidad relativa δ_{sc} = Densidad de la sustancia corregida a 15°C. δ_w = Densidad del agua a 15°C.		Corrección de la densidad a 15°C Fórmula aplicable: $\delta_{sc} = \delta_s + b(t - 15)$; ecuación 2.21 δ_s = Densidad de la sustancia a temperatura de ensayo b= Factor de corrección; tabla 2.4. t= Temperatura de ensayo											
Tabla de resultados													
DENSIDAD 40/60 S-T													
TEMPERATURA (°C)	DENSIDAD (g/ml)	DEN. CORREGIDA a 15 °C (g/ml)	DENS. RELATIVA a 15 °C										
40	0,915	0,931	0,931										
60	0,903	0,931	0,932										
80	0,89	0,932	0,932										
100	0,878	0,933	0,934										
PROMEDIO		0,932	0,932										
Gráfica densidad según temperatura.													
<div style="text-align: center;"> <p>DENSIDAD vs. TEMPERATURA</p> <table border="1"> <caption>Datos extraídos del gráfico</caption> <thead> <tr> <th>Temperatura (°C)</th> <th>Densidad (g/ml)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>40</td> <td>0,915</td> </tr> <tr> <td>60</td> <td>0,903</td> </tr> <tr> <td>80</td> <td>0,89</td> </tr> <tr> <td>100</td> <td>0,878</td> </tr> </tbody> </table> </div>				Temperatura (°C)	Densidad (g/ml)	40	0,915	60	0,903	80	0,89	100	0,878
Temperatura (°C)	Densidad (g/ml)												
40	0,915												
60	0,903												
80	0,89												
100	0,878												
Observaciones:													
La composición relativa 30/70 S-T, presenta una densidad de 0.907 g/ml a 40°C y 0.869 g/ml a 100 °C, y presenta una densidad relativa de 0.889.													

4.3.14 EVALUACIÓN COMPOSICIÓN RELATIVA 50/50 (ACEITE DE SOYA /ACEITE DE TRANSMISIÓN AUTOMÁTICA)

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA				
Datos informativos:				
Muestra:	50/50 S-T	Fecha de realización:	04/11/13	
Lugar de realización:	Laboratorio de físico química e instrumentación –FCIAL			
Realizado por:	Egdo. Alex Jiménez	Autorizado por:	Ing. Mg. Henry Vaca	
Identificación de parámetros				
Norma aplicable:	INEN 810 1986-11			
Instrumento principal:	PICNÓMETRO 25ml			
Resultados				
Determinación de la densidad				
Fórmula aplicable: $\rho = \frac{m}{v}$: Ecuación 2.19				
DENSIDAD 50/50 S-T				
TEMP.	Masa Picnómetro (g)	Masa pic.+50/50S-T(g)	Masa 50/50 S-T(g)	Densidad (g/ml)
40°C	23,934	46,992	23,058	0,922
	23,934	46,992	23,058	0,922
	23,934	46,992	23,058	0,922
	23,934	46,992	23,058	0,922
	23,934	46,992	23,058	0,922
	23,934	46,992	23,058	0,922
PROM.	23,934	46,992	23,058	0,922
DENSIDAD 50/50 S-T				
TEMP.	Masa Picnómetro (g)	Masa pic.+50/50S-T(g)	Masa 50/50 S-T(g)	Densidad (g/ml)
60°C	23,934	46,680	22,746	0,910
	23,934	46,680	22,746	0,910
	23,934	46,679	22,745	0,910
	23,934	46,680	22,746	0,910
	23,934	46,680	22,746	0,910
	23,934	46,679	22,745	0,910
PROM.	23,934	46,679	22,745	0,910

Continúa

<u>Continuación</u>				
DENSIDAD 50/50 S-T				
TEMP.	Masa Picnómetro (g)	Masa pic.+50/50S-T(g)	Masa 50/50 S-T(g)	Densidad (g/ml)
80°C	23,934	46,367	22,433	0,897
	23,934	46,367	22,433	0,897
	23,934	46,367	22,433	0,897
	23,934	46,367	22,433	0,897
	23,934	46,367	22,433	0,897
	23,934	46,367	22,433	0,897
PROM.	23,934	46,367	22,433	0,897
DENSIDAD 50/50 S-T				
TEMP.	Masa Picnómetro (g)	Masa pic.+50/50S-T(g)	Masa 50/50 S-T(g)	Densidad (g/ml)
100°C	23,934	46,055	22,121	0,885
	23,934	46,055	22,121	0,885
	23,934	46,054	22,120	0,885
	23,934	46,055	22,121	0,885
	23,934	46,055	22,121	0,885
	23,934	46,055	22,121	0,885
PROM.	23,934	46,055	22,121	0,885

4.3.14.1 EVALUACIÓN COMPOSICIÓN RELATIVA 50/50 (ACEITE DE SOYA /ACEITE DE TRANSMISIÓN AUTOMÁTICA)

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA			
Cálculo densidad relativa.			
Fórmula aplicable: $\delta_r = \frac{\delta_{sc}}{\delta_w}$; ecuación 2.20 δ_r = Densidad relativa δ_{sc} = Densidad de la sustancia corregida a 15°C. δ_w = Densidad del agua a 15°C.		Corrección de la densidad a 15°C Fórmula aplicable: $\delta_{sc} = \delta_s + b(t - 15)$; ecuación 2.21 δ_s = Densidad de la sustancia a temperatura de ensayo b= Factor de corrección; tabla 2.4. t= Temperatura de ensayo	
Tabla de resultados			
DENSIDAD 50/50 S-T			
TEMPERATURA (°C)	DENSIDAD (g/ml)	DEN. CORREGIDA a 15 °C (g/ml)	DENS. RELATIVA a 15 °C
40	0,922	0,938	0,938
60	0,91	0,938	0,939
80	0,897	0,939	0,939
100	0,885	0,940	0,941
PROMEDIO		0,939	0,939
Gráfica densidad según temperatura.			
<p style="text-align: center;">DENSIDAD vs. TEMPERATURA</p>			
Observaciones:			
La composición relativa 50/50 S-T, presenta una densidad de 0.922 g/ml a 40°C y 0.885 g/ml a 100 °C, y presenta una densidad relativa de 0.939.			

4.3.15 EVALUACIÓN COMPOSICIÓN RELATIVA 10/90 (ACEITE RECICLADO DE FRITURAS /ACEITE DE TRANSMISIÓN AUTOMÁTICA)

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA				
Datos informativos:				
Muestra:	10/90 R-T		Fecha de realización:	05/11/13
Lugar de realización:	Laboratorio de físico química e instrumentación –FCIAL			
Realizado por:	Egdo. Alex Jiménez	Autorizado por:	Ing. Mg. Henry Vaca	
Identificación de parámetros				
Norma aplicable:	INEN 810 1986-11			
Instrumento principal:	PICNÓMETRO 25ml			
Resultados				
Determinación de la densidad				
Fórmula aplicable: $\rho = \frac{m}{v}$: Ecuación 2.19				
DENSIDAD 10/90 R-T				
TEMP.	Masa Picnómetro (g)	Masa pic.+10/90R-T(g)	Masa 10/90R-T(g)	Densidad (g/ml)
40°C	23,934	46,287	22,353	0,894
	23,934	46,287	22,353	0,894
	23,934	46,286	22,352	0,894
	23,934	46,287	22,353	0,894
	23,934	46,287	22,353	0,894
	23,934	46,287	22,353	0,894
PROM.	23,934	46,287	22,353	0,894
DENSIDAD 10/90 R-T				
TEMP.	Masa Picnómetro (g)	Masa pic.+10/90R-T(g)	Masa 10/90R-T(g)	Densidad (g/ml)
60°C	23,934	45,967	22,033	0,881
	23,934	45,967	22,033	0,881
	23,934	45,975	22,041	0,881
	23,934	45,967	22,033	0,881
	23,934	45,967	22,033	0,881
	23,934	45,975	22,041	0,881
PROM.	23,934	45,970	22,036	0,881

Continúa

<u>Continuación</u>				
DENSIDAD 10/90 R-T				
TEMP.	Masa Picnómetro (g)	Masa pic.+10/90R-T(g)	Masa 10/90R-T(g)	Densidad (g/ml)
80°C	23,934	45,662	21,728	0,869
	23,934	45,662	21,728	0,869
	23,934	45,662	21,728	0,869
	23,934	45,662	21,728	0,869
	23,934	45,661	21,727	0,869
	23,934	45,662	21,728	0,869
PROM.	23,934	45,662	21,728	0,869
DENSIDAD 10/90 R-T				
TEMP.	Masa Picnómetro (g)	Masa pic.+10/90R-T(g)	Masa 10/90R-T(g)	Densidad (g/ml)
100°C	23,934	45,327	21,393	0,856
	23,934	45,327	21,393	0,856
	23,934	45,326	21,392	0,856
	23,934	45,327	21,393	0,856
	23,934	45,326	21,392	0,856
	23,934	45,327	21,393	0,856
PROM.	23,934	45,327	21,393	0,856

4.3.15.1 EVALUACIÓN COMPOSICIÓN RELATIVA 10/90 (ACEITE RECICLADO DE FRITURAS /ACEITE DE TRANSMISIÓN AUTOMÁTICA)

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA			
Cálculo densidad relativa.			
Fórmula aplicable: $\delta_r = \frac{\delta_{sc}}{\delta_w}$; ecuación 2.20 δ_r = Densidad relativa δ_{sc} = Densidad de la sustancia corregida a 15°C. δ_w = Densidad del agua a 15°C.		Corrección de la densidad a 15°C Fórmula aplicable: $\delta_{sc} = \delta_s + b(t - 15)$;ecuación 2.21 δ_s = Densidad de la sustancia a temperatura de ensayo b= Factor de corrección; tabla 2.4. t= Temperatura de ensayo	
Tabla de resultados			
DENSIDAD 10/90 R-T			
TEMPERATURA (°C)	DENSIDAD (g/ml)	DEN. CORREGIDA a 15 °C (g/ml)	DENS. RELATIVA a 15 °C
40	0,894	0,910	0,911
60	0,881	0,910	0,911
80	0,869	0,912	0,913
100	0,856	0,912	0,913
PROMEDIO		0,911	0,912
Gráfica densidad según temperatura.			
<p style="text-align: center;">DENSIDAD vs. TEMPERATURA</p>			
Observaciones:			
La composición relativa 10/90 R-T, presenta una densidad de 0.894 g/ml a 40°C y 0.856 g/ml a 100 °C, y presenta una densidad relativa de 0.912.			

4.3.16 EVALUACIÓN COMPOSICIÓN RELATIVA 20/80 (ACEITE RECICLADO DE FRITURAS /ACEITE DE TRANSMISIÓN AUTOMÁTICA)

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA				
Datos informativos:				
Muestra:	20/80 R-T		Fecha de realización:	07/11/13
Lugar de realización:	Laboratorio de físico química e instrumentación –FCIAL			
Realizado por:	Egdo. Alex Jiménez	Autorizado por:	Ing. Mg. Henry Vaca	
Identificación de parámetros				
Norma aplicable:	INEN 810 1986-11			
Instrumento principal:	PICNÓMETRO 25ml			
Resultados				
Determinación de la densidad				
Fórmula aplicable: $\rho = \frac{m}{v}$: Ecuación 2.19				
DENSIDAD 20/80 R-T				
TEMP.	Masa Picnómetro (g)	Masa pic.+20/80R-T(g)	Masa 20/80R-T(g)	Densidad (g/ml)
40°C	23,934	46,445	22,511	0,900
	23,934	46,445	22,511	0,900
	23,934	46,445	22,511	0,900
	23,934	46,445	22,511	0,900
	23,934	46,445	22,511	0,900
	23,934	46,445	22,511	0,900
PROM.	23,934	46,445	22,511	0,900
DENSIDAD 20/80 R-T				
TEMP.	Masa Picnómetro (g)	Masa pic.+20/80R-T(g)	Masa 20/80R-T(g)	Densidad (g/ml)
60°C	23,934	46,130	22,196	0,888
	23,934	46,130	22,196	0,888
	23,934	46,130	22,196	0,888
	23,934	46,130	22,196	0,888
	23,934	46,130	22,196	0,888
	23,934	46,130	22,196	0,888
PROM.	23,934	46,130	22,196	0,888

Continúa

<u>Continuación</u>				
DENSIDAD 20/80 R-T				
TEMP.	Masa Picnómetro (g)	Masa pic.+20/80R-T(g)	Masa 20/80R-T(g)	Densidad (g/ml)
80°C	23,934	45,815	21,881	0,875
	23,934	45,815	21,881	0,875
	23,934	45,815	21,881	0,875
	23,934	45,815	21,881	0,875
	23,934	45,816	21,882	0,875
	23,934	45,816	21,882	0,875
PROM.	23,934	45,815	21,881	0,875
DENSIDAD 20/80 R-T				
TEMP.	Masa Picnómetro (g)	Masa pic.+20/80R-T(g)	Masa 20/80R-T(g)	Densidad (g/ml)
100°C	23,934	45,500	21,566	0,863
	23,934	45,500	21,566	0,863
	23,934	45,501	21,567	0,863
	23,934	45,500	21,566	0,863
	23,934	45,500	21,566	0,863
	23,934	45,500	21,566	0,863
PROM.	23,934	45,500	21,566	0,863

4.3.16.1 EVALUACIÓN COMPOSICIÓN RELATIVA 20/80 (ACEITE RECICLADO DE FRITURAS /ACEITE DE TRANSMISIÓN AUTOMÁTICA)

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA													
Cálculo densidad relativa.													
Fórmula aplicable: $\delta_r = \frac{\delta_{sc}}{\delta_w}$; ecuación 2.20 δ_r = Densidad relativa δ_{sc} = Densidad de la sustancia corregida a 15°C. δ_w = Densidad del agua a 15°C.		Corrección de la densidad a 15°C Fórmula aplicable: $\delta_{sc} = \delta_s + b(t - 15)$;ecuación 2.21 δ_s = Densidad de la sustancia a temperatura de ensayo b= Factor de corrección; tabla 2.4. t= Temperatura de ensayo											
Tabla de resultados													
DENSIDAD 20/80 R-T													
TEMPERATURA (°C)	DENSIDAD (g/ml)	DEN. CORREGIDA a 15 °C (g/ml)	DENS. RELATIVA a 15 °C										
40	0,9	0,916	0,916										
60	0,888	0,917	0,918										
80	0,875	0,917	0,918										
100	0,863	0,919	0,920										
PROMEDIO		0,917	0,918										
Gráfica densidad según temperatura.													
<table border="1" style="margin: 10px auto; border-collapse: collapse;"> <caption>Datos de la Gráfica: DENSIDAD vs. TEMPERATURA</caption> <thead> <tr> <th>Temperatura (°C)</th> <th>Densidad (g/ml)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>40</td> <td>0,900</td> </tr> <tr> <td>60</td> <td>0,888</td> </tr> <tr> <td>80</td> <td>0,875</td> </tr> <tr> <td>100</td> <td>0,863</td> </tr> </tbody> </table>				Temperatura (°C)	Densidad (g/ml)	40	0,900	60	0,888	80	0,875	100	0,863
Temperatura (°C)	Densidad (g/ml)												
40	0,900												
60	0,888												
80	0,875												
100	0,863												
Observaciones:													
La composición relativa 20/80 R-T, presenta una densidad de 0.900 g/ml a 40°C y 0.863 g/ml a 100 °C, y presenta una densidad relativa de 0.918.													

4.3.17 EVALUACIÓN COMPOSICIÓN RELATIVA 30/70 (ACEITE RECICLADO DE FRITURAS /ACEITE DE TRANSMISIÓN AUTOMÁTICA)

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA				
Datos informativos:				
Muestra:	30/90 R-T	Fecha realización:	de	08/11/13
Lugar de realización:	Laboratorio de físico química e instrumentación –FCIAL			
Realizado por:	Egdo. Alex Jiménez	Autorizado por:	Ing. Mg. Henry Vaca	
Identificación de parámetros				
Norma aplicable:	INEN 810 1986-11			
Instrumento principal:	PICNÓMETRO 25ml			
Resultados				
Determinación de la densidad				
Fórmula aplicable: $\rho = \frac{m}{v}$: Ecuación 2.19				
DENSIDAD 30/70 R-T				
TEMP.	Masa Picnómetro (g)	Masa pic.+30/70R-T(g)	Masa 30/70R-T(g)	Densidad (g/ml)
40°C	23,934	46,629	22,695	0,908
	23,934	46,629	22,695	0,908
	23,934	46,628	22,694	0,908
	23,934	46,628	22,694	0,908
	23,934	46,629	22,695	0,908
	23,934	46,629	22,695	0,908
PROM.	23,934	46,629	22,695	0,908
DENSIDAD 30/70 R-T				
TEMP.	Masa Picnómetro (g)	Masa pic.+30/70R-T(g)	Masa 30/70R-T(g)	Densidad (g/ml)
60°C	23,934	46,314	22,380	0,895
	23,934	46,314	22,380	0,895
	23,934	46,314	22,380	0,895
	23,934	46,313	22,379	0,895
	23,934	46,314	22,380	0,895
	23,934	46,314	22,380	0,895
PROM.	23,934	46,314	22,380	0,895

Continúa

<u>Continuación</u>				
DENSIDAD 30/70 R-T				
TEMP.	Masa Picnómetro (g)	Masa pic.+30/70R-T(g)	Masa 30/70R-T(g)	Densidad (g/ml)
80°C	23,934	45,999	22,065	0,883
	23,934	45,999	22,065	0,883
	23,934	45,998	22,064	0,883
	23,934	45,998	22,064	0,883
	23,934	45,998	22,064	0,883
	23,934	45,998	22,064	0,883
PROM.	23,934	45,998	22,064	0,883
DENSIDAD 30/70 R-T				
TEMP.	Masa Picnómetro (g)	Masa pic.+30/70R-T(g)	Masa 30/70R-T(g)	Densidad (g/ml)
100°C	23,934	45,684	21,750	0,870
	23,934	45,684	21,750	0,870
	23,934	45,684	21,750	0,870
	23,934	45,684	21,750	0,870
	23,934	45,684	21,750	0,870
	23,934	45,684	21,750	0,870
PROM.	23,934	45,684	21,750	0,870

4.3.17.1 EVALUACIÓN COMPOSICIÓN RELATIVA 30/70 (ACEITE RECICLADO DE FRITURAS /ACEITE DE TRANSMISIÓN AUTOMÁTICA)

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA			
Cálculo densidad relativa.			
Fórmula aplicable: $\delta_r = \frac{\delta_{sc}}{\delta_w}$; ecuación 2.20 δ_r = Densidad relativa δ_{sc} = Densidad de la sustancia corregida a 15°C. δ_w = Densidad del agua a 15°C.		Corrección de la densidad a 15°C Fórmula aplicable: $\delta_{sc} = \delta_s + b(t - 15)$;ecuación 2.21 δ_s = Densidad de la sustancia a temperatura de ensayo b= Factor de corrección; tabla 2.4. t= Temperatura de ensayo	
Tabla de resultados			
DENSIDAD 30/70 R-T			
TEMPERATURA (°C)	DENSIDAD (g/ml)	DEN. CORREGIDA a 15 °C (g/ml)	DENS. RELATIVA a 15 °C
40	0,908	0,924	0,924
60	0,895	0,924	0,925
80	0,883	0,925	0,926
100	0,87	0,925	0,926
PROMEDIO		0,925	0,925
Gráfica densidad según temperatura.			
Observaciones:			
La composición relativa 30/70 R-T, presenta una densidad de 0.908 g/ml a 40°C y 0.870 g/ml a 100 °C, y presenta una densidad relativa de 0.925.			

4.3.18 EVALUACIÓN COMPOSICIÓN RELATIVA 40/60 (ACEITE RECICLADO DE FRITURAS /ACEITE DE TRANSMISIÓN AUTOMÁTICA)

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA				
Datos informativos:				
Muestra:	40/60 R-T		Fecha de realización:	11/11/13
Lugar de realización:	Laboratorio de físico química e instrumentación –FCIAL			
Realizado por:	Egdo. Alex Jiménez	Autorizado por:	Ing. Mg. Henry Vaca	
Identificación de parámetros				
Norma aplicable:	INEN 810 1986-11			
Instrumento principal:	PICNÓMETRO 25ml			
Resultados				
Determinación de la densidad				
Fórmula aplicable: $\rho = \frac{m}{v}$: Ecuación 2.19				
DENSIDAD 40/60 R-T				
TEMP.	Masa Picnómetro (g)	Masa pic.+40/60R-T(g)	Masa 40/60R-T(g)	Densidad (g/ml)
40°C	23,934	46,775	22,841	0,914
	23,934	46,776	22,842	0,914
	23,934	46,776	22,842	0,914
	23,934	46,776	22,842	0,914
	23,934	46,776	22,842	0,914
	23,934	46,776	22,842	0,914
PROM.	23,934	46,776	22,842	0,914
DENSIDAD 40/60 R-T				
TEMP.	Masa Picnómetro (g)	Masa pic.+40/60R-T(g)	Masa 40/60R-T(g)	Densidad (g/ml)
60°C	23,934	46,464	22,530	0,901
	23,934	46,464	22,530	0,901
	23,934	46,464	22,530	0,901
	23,934	46,464	22,530	0,901
	23,934	46,464	22,530	0,901
	23,934	46,464	22,530	0,901
PROM.	23,934	46,464	22,530	0,901

Continúa

<u>Continuación</u>				
DENSIDAD 40/60 R-T				
TEMP.	Masa Picnómetro (g)	Masa pic.+40/60R-T(g)	Masa 40/60R-T(g)	Densidad (g/ml)
80°C	23,934	46,151	22,217	0,889
	23,934	46,151	22,217	0,889
	23,934	46,15	22,216	0,889
	23,934	46,151	22,217	0,889
	23,934	46,151	22,217	0,889
	23,934	46,15	22,216	0,889
PROM.	23,934	46,151	22,217	0,889
DENSIDAD 40/60 R-T				
TEMP.	Masa Picnómetro (g)	Masa pic.+40/60R-T(g)	Masa 40/60R-T(g)	Densidad (g/ml)
100°C	23,934	45,838	21,904	0,876
	23,934	45,839	21,905	0,876
	23,934	45,838	21,904	0,876
	23,934	45,839	21,905	0,876
	23,934	45,839	21,905	0,876
	23,934	45,839	21,905	0,876
PROM.	23,934	45,838	21,904	0,876

4.3.18.1 EVALUACIÓN COMPOSICIÓN RELATIVA 40/60 (ACEITE RECICLADO DE FRITURAS /ACEITE DE TRANSMISIÓN AUTOMÁTICA)

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA													
Cálculo densidad relativa.													
Fórmula aplicable: $\delta_r = \frac{\delta_{sc}}{\delta_w}$; ecuación 2.20 δ_r = Densidad relativa δ_{sc} = Densidad de la sustancia corregida a 15°C. δ_w = Densidad del agua a 15°C.		Corrección de la densidad a 15°C Fórmula aplicable: $\delta_{sc} = \delta_s + b(t - 15)$;ecuación 2.21 δ_s = Densidad de la sustancia a temperatura de ensayo b= Factor de corrección; tabla 2.4. t= Temperatura de ensayo											
Tabla de resultados													
DENSIDAD 40/60 R-T													
TEMPERATURA (°C)	DENSIDAD (g/ml)	DEN. CORREGIDA a 15 °C (g/ml)	DENS. RELATIVA a 15 °C										
40	0,914	0,930	0,930										
60	0,901	0,929	0,930										
80	0,889	0,931	0,931										
100	0,876	0,931	0,932										
PROMEDIO		0,930	0,931										
Gráfica densidad según temperatura.													
<div style="text-align: center;"> <h4>DENSIDAD vs. TEMPERATURA</h4> <table border="1"> <caption>Data for Density vs. Temperature Graph</caption> <thead> <tr> <th>Temperatura (°C)</th> <th>Densidad (g/ml)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>40</td> <td>0,914</td> </tr> <tr> <td>60</td> <td>0,901</td> </tr> <tr> <td>80</td> <td>0,889</td> </tr> <tr> <td>100</td> <td>0,876</td> </tr> </tbody> </table> </div>				Temperatura (°C)	Densidad (g/ml)	40	0,914	60	0,901	80	0,889	100	0,876
Temperatura (°C)	Densidad (g/ml)												
40	0,914												
60	0,901												
80	0,889												
100	0,876												
Observaciones:													
La composición relativa 40/60 R-T, presenta una densidad de 0.914 g/ml a 40°C y 0.876 g/ml a 100 °C, y presenta una densidad relativa de 0.931.													

4.3.19 EVALUACIÓN COMPOSICIÓN RELATIVA 50/50 (ACEITE RECICLADO DE FRITURAS /ACEITE DE TRANSMISIÓN AUTOMÁTICA)

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA				
Datos informativos:				
Muestra:	50/50 R-T	Fecha realización:	de	12/11/13
Lugar de realización:	Laboratorio de físico química e instrumentación –FCIAL			
Realizado por:	Egdo. Alex Jiménez	Autorizado por:	Ing. Mg. Henry Vaca	
Identificación de parámetros				
Norma aplicable:	INEN 810 1986-11			
Instrumento principal:	PICNÓMETRO 25ml			
Resultados				
Determinación de la densidad				
Fórmula aplicable: $\rho = \frac{m}{v}$: Ecuación 2.19				
DENSIDAD 50/50 R-T				
TEMP.	Masa Picnómetro (g)	Masa pic.+50/50R-T(g)	Masa 50/50R-T(g)	Densidad (g/ml)
40°C	23,934	46,939	23,005	0,920
	23,934	46,94	23,006	0,920
	23,934	46,939	23,005	0,920
	23,934	46,939	23,005	0,920
	23,934	46,939	23,005	0,920
	23,934	46,939	23,005	0,920
PROM.	23,934	46,939	23,005	0,920
DENSIDAD 50/50 R-T				
TEMP.	Masa Picnómetro (g)	Masa pic.+50/50R-T(g)	Masa 50/50R-T(g)	Densidad (g/ml)
60°C	23,934	46,627	22,693	0,908
	23,934	46,628	22,694	0,908
	23,934	46,627	22,693	0,908
	23,934	46,627	22,693	0,908
	23,934	46,628	22,694	0,908
	23,934	46,627	22,693	0,908
PROM.	23,934	46,627	22,693	0,908

Continúa

Continuación

DENSIDAD 50/50 R-T				
TEMP.	Masa Picnómetro (g)	Masa pic.+50/50R-T(g)	Masa 50/50R-T(g)	Densidad (g/ml)
100°C	23,934	46,002	22,068	0,883
	23,934	46,003	22,069	0,883
	23,934	46,002	22,068	0,883
	23,934	46,002	22,068	0,883
	23,934	46,002	22,068	0,883
	23,934	46,002	22,068	0,883
PROM.	23,934	46,002	22,068	0,883
DENSIDAD 50/50 R-T				
TEMP.	Masa Picnómetro (g)	Masa pic.+50/50R-T(g)	Masa 50/50R-T(g)	Densidad (g/ml)
80°C	23,934	46,314	22,380	0,895
	23,934	46,314	22,380	0,895
	23,934	46,314	22,380	0,895
	23,934	46,314	22,380	0,895
	23,934	46,314	22,380	0,895
	23,934	46,314	22,380	0,895
PROM.	23,934	46,314	22,380	0,895

4.3.19.1 EVALUACIÓN COMPOSICIÓN RELATIVA 50/50 (ACEITE RECICLADO DE FRITURAS /ACEITE DE TRANSMISIÓN AUTOMÁTICA)

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA			
Cálculo densidad relativa.			
Fórmula aplicable: $\delta_r = \frac{\delta_{sc}}{\delta_w}$; ecuación 2.20 δ_r = Densidad relativa δ_{sc} = Densidad de la sustancia corregida a 15°C. δ_w = Densidad del agua a 15°C.		Corrección de la densidad a 15°C Fórmula aplicable: $\delta_{sc} = \delta_s + b(t - 15)$; ecuación 2.21 δ_s = Densidad de la sustancia a temperatura de ensayo b= Factor de corrección; tabla 2.4. t= Temperatura de ensayo	
Tabla de resultados			
DENSIDAD 50/50 R-T			
TEMPERATURA (°C)	DENSIDAD (g/ml)	DEN. CORREGIDA a 15 °C (g/ml)	DENS. RELATIVA a 15 °C
40	0,92	0,936	0,936
60	0,908	0,936	0,937
80	0,895	0,937	0,938
100	0,883	0,949	0,950
PROMEDIO		0,940	0,940
Gráfica densidad según temperatura.			
Observaciones:			
La composición relativa 50/50 R-T, presenta una densidad de 0.920 g/ml a 40°C y 0.883 g/ml a 100 °C, y presenta una densidad relativa de 0.940.			

4.4 MEDICIÓN DE VISCOSIDAD CON VISCOSÍMETRO SAYBOLT.

Medición de factor de corrección.

Previo a la medición de la viscosidad del lubricante en combinación relativa se optó por medir el factor de corrección el mismo que permitió calcular de forma rápida la viscosidad en las unidades que deseamos en centiestoks (cst). Para lo cual se procedió de la forma siguiente.

Se seleccionó un lubricante tal que se pueda conocer su viscosidad, en este caso se optó por un SAE 40 en cuya ficha técnica se muestra la viscosidad a 40°C es 140 cst que en SSU es 637.6468. Se realizó la medición del tiempo de flujo y con ayuda de la fórmula que se aprecia a continuación, se obtuvo los resultados siguientes:

$$F=V/T$$

Ecuación 2.11

F= Factor de corrección.

V= Viscosidad conocida a 40°C.

T= Tiempo de flujo 40°C.

CALCULO FACTOR DE CORRECCIÓN		
Nº	Tiempo de flujo	Factor de corrección
1	790,45	0,8067
2	766,79	0,8316
3	776,97	0,8207
4	786,749	0,8105
5	772,11	0,8258
6	795,94	0,8011
7	826,47	0,7715
8	779,25	0,8183
9	819,56	0,7780
10	785,18	0,8121
Promedio.	789,9469	0,8076

Tabla4.1.Calculo del factor de corrección.

Se obtuvo un factor de corrección de 0.8076 seg/seg, el cual se aplicara para los cálculos siguientes.

Variación de resultados con viscosímetro saybolt.

Para obtener una comparación del uso viscosímetro se realiza la siguiente tabla en la que se nos muestra la variación de resultados entre los datos de la ficha técnica del lubricante de transmisión automática, con los datos obtenidos con el viscosímetro saybolt. Además se debe considerar la transformación de SSU a cst siguiente:

$$SSU = V * 4.664. \qquad \text{Ecuación 4.1}$$

Dónde:

SSU: segundos saybolt

V: viscosidad en cst. [9] (Mott.(2006).p.42)

Tabla4.2. Variación de la viscosidad con viscosímetro saybolt.

Porcentaje variación saybolt			
Temperatura	Dato ficha técnica (cst)	Dato saybolt (cst)	Variación (%)
40°C	40	39,5181	1,22
100°C	7,6	8,4780	10,36
	Variación promedio		5,79

Como podemos observar en las tablas el valor de la variación o error porcentual es de 5.79% para las viscosidades tomadas con el viscosímetro saybolt.

4.4.1 EVALUACIÓN COMPOSICIÓN RELATIVA 10/90(ACEITE DE PALMA /ACEITE DE TRANSMISIÓN AUTOMÁTICA)

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA				
Datos informativos:				
Muestra:	10/90 P-T	Fecha de realización:	27/11/2013	
Lugar de realización:	Laboratorio de Materiales –FICM			
Realizado por:	Egdo. Alex Jiménez	Autorizado por:	Ing. Mg. Henry Vaca	
Identificación de parámetros				
Norma aplicable:	INEN 1993 1993-12			
Instrumento principal:	Viscosímetro Saybolt			
Resultados				
SEGUNDOS SAYBOLT UNIVERSAL 10/90 P-T				
TEMPERATURA	40°C	60°C	80°C	90°C
1	217,69	115,05	74,77	57,61
2	216,03	116,01	74,62	56,49
3	216,59	113,15	75,41	57,42
4	218,16	114,54	74,96	57,23
5	218,24	114,65	75,63	56,94
6	217,54	115,63	75,94	57,12
7	216,67	113,97	74,23	57,42
8	216,23	114,45	75,41	56,43
9	216,58	113,01	74,58	56,39
10	216,79	114,52	75,49	57,33
PROM.	217,05	114,50	75,10	57,04
Determinación de la viscosidad en cst e índice de viscosidad				
Factor de Corrección : $F = \frac{V}{T}$, (Ecuación 2.11) $V_{a 40^{\circ}\text{C}} = 637.6468\text{SSU}$ $T_{\text{prom}} = 789,95\text{seg}$		Factor de Corrección		
		Temperatura ° C	F (cst/seg.)	
		40	0,8076	
<i>Continúa</i>				

<u>Continuación</u>					
Cálculo de índice de viscosidad:					
Norma aplicable :			ASTM D 2270-93		
Fórmula aplicable:					
$VI = \frac{(\log^{-1}N)-1}{0.00715} + 100$.Ecuación 2.14					
$N = \frac{(\log H - \log U)}{\log Y}$.Ecuación 2.15					
Cálculo viscosidad a 100°C:					
Norma aplicable :			ASTM D 2270-93, Anexo X1(ASTM D341)		
Fórmula aplicable:					
$V_{100} = 10^{(10^{(A-B \cdot \log(t_3))}) - 0.7}$;Ecuación 2.16					
$A = \log(\log(v_2 + 0.7)) + B \cdot \log(t_2)$;Ecuación 2.17					
$B = \frac{\log(\log(v_2+0.7) - \log(\log(v_1+0.7)))}{\log(t_1) - \log(t_2)}$;Ecuación 2.18					
Tabla de resultados					
COMPOSICIÓN RELATIVA 10/90 P-T					
TEMPERATURA (°C)	Tiempo(s)	Factor de Corrección	SSU	Viscosidad(cst)	I.V.
40	217,05	0,8076	175,2990	37,5855	198
60	114,50	0,8076	92,4727	19,8269	
80	75,10	0,8076	60,6567	13,0053	
90	57,04	0,8076	46,0661	9,8769	
100				8,1263	
Gráfica viscosidad según temperatura. Muestra 10/90 palma/ATF.					
<p style="text-align: center;">VISCOSIDAD VS. TEMPERATURA</p>					
Observaciones:					

4.4.2 EVALUACIÓN COMPOSICIÓN RELATIVA 20/80(ACEITE DE PALMA /ACEITE DE TRANSMISIÓN AUTOMÁTICA)

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA					
Datos informativos:					
Muestra:	20/80 P-T	Fecha de realización:	28/11/2013		
Lugar de realización:	Laboratorio de Materiales –FICM				
Realizado por:	Egdo. Alex Jiménez	Autorizado por:	Ing. Mg. Henry Vaca		
Identificación de parámetros					
Norma aplicable:	INEN 1993 1993-12				
Instrumento principal:	Viscosímetro Saybolt				
Resultados					
	SEGUNDOS SAYBOLT UNIVERSAL 20/80 P-T				
	TEMPERATURA	40°C	60°C	80°C	90°C
	1	218,97	119,48	86,57	62,94
	2	219,98	122,41	79,81	62,17
	3	219,55	119,56	81,27	63,01
	4	218,37	120,53	79,43	62,45
	5	219,56	120,78	79,26	62,19
	6	218,98	121,36	80,41	61,97
	7	219,02	121,75	80,73	62,66
	8	218,23	122,53	81,52	62,74
	9	219,56	121,42	79,56	62,3
	10	219,62	120,75	79,84	63,06
	PROM.	219,18	121,06	80,84	62,55
Determinación de la viscosidad en cst e índice de viscosidad					
Factor de Corrección : $F = \frac{V}{T}$, (Ecuación 2.11) $V_{a 40°C} = 637.6468SSU$ $T_{prom} = 789,95seg$		Factor de Corrección			
		Temperatura ° C	F (cst/seg.)		
		40	0,8076		
<i>Continúa</i>					

<u>Continuación</u>															
Cálculo de índice de viscosidad:															
Norma aplicable :	ASTM D 2270-93														
Fórmula aplicable:															
$VI = \frac{(\log^{-1}N)-1}{0.00715} + 100$.Ecuación 2.14															
$N = \frac{(\log H - \log U)}{\log Y}$.Ecuación 2.15															
Cálculo viscosidad a 100°C:															
Norma aplicable :	ASTM D 2270-93, Anexo X1(ASTM D341)														
Fórmula aplicable:															
$V_{100} = 10^{(10^{(A-B \cdot \log(t_3))}) - 0.7}$;Ecuación 2.16															
$A = \log(\log(v_2 + 0.7)) + B \cdot \log(t_2)$;Ecuación 2.17															
$B = \frac{\log(\log(v_2+0.7) - \log(\log(v_1+0.7))}{\log(t_1) - \log(t_2)}$;Ecuación 2.18															
Tabla de resultados															
COMPOSICIÓN RELATIVA 20/80 P-T															
TEMPERATURA (°C)	Tiempo (s)	Factor de Corrección	SSU	Viscosidad (cst)	I.V.										
40	219,18	0,8076	177,0209	37,9547	230										
60	121,06	0,8076	97,7700	20,9627											
80	80,84	0,8076	65,2893	13,9986											
90	62,55	0,8076	50,5168	10,8312											
100				8,9923											
Gráfica viscosidad según temperatura. Muestra 20/80 palma/ATF.															
<p style="text-align: center;">VISCOSIDAD VS. TEMPERATURA</p> <table border="1" style="margin: auto;"> <caption>Data points for the viscosity vs. temperature graph</caption> <thead> <tr> <th>Temperatura (°C)</th> <th>Viscosidad (cst)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>40</td> <td>37,9547</td> </tr> <tr> <td>60</td> <td>20,9627</td> </tr> <tr> <td>80</td> <td>13,9986</td> </tr> <tr> <td>100</td> <td>8,9923</td> </tr> </tbody> </table>						Temperatura (°C)	Viscosidad (cst)	40	37,9547	60	20,9627	80	13,9986	100	8,9923
Temperatura (°C)	Viscosidad (cst)														
40	37,9547														
60	20,9627														
80	13,9986														
100	8,9923														
Observaciones:															

4.4.3 EVALUACIÓN COMPOSICIÓN RELATIVA 30/70(ACEITE DE PALMA /ACEITE DE TRANSMISIÓN AUTOMÁTICA)

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA					
Datos informativos:					
Muestra:	30/70 P-T	Fecha de realización:	29/11/2013		
Lugar de realización:	Laboratorio de Materiales –FICM				
Realizado por:	Egdo. Alex Jiménez	Autorizado por:	Ing. Mg. Henry Vaca		
Identificación de parámetros					
Norma aplicable:	INEN 1993 1993-12				
Instrumento principal:	Viscosímetro Saybolt				
Resultados					
	SEGUNDOS SAYBOLT UNIVERSAL 30/70 P-T				
	TEMPERATURA	40°C	60°C	80°C	90°C
	1	220,66	114,41	77,63	59,32
	2	220,83	114,01	79,97	60,12
	3	230,5	121,31	79,78	60,46
	4	220,31	120,53	78,46	61,02
	5	218,95	119,87	79,12	60,16
	6	221,45	118,45	79,28	60,25
	7	221,12	120,26	78,93	59,16
	8	220,46	120,61	79,71	60,6
	9	220,67	120,12	80,01	61,11
	10	220,41	119,21	79,31	60,23
	PROM.	221,54	118,88	79,22	60,24
Determinación de la viscosidad en cst e índice de viscosidad					
Factor de Corrección : $F = \frac{V}{T}$, (Ecuación 2.11) $V_{a 40^{\circ}\text{C}} = 637.6468\text{SSU}$ $T_{\text{prom}} = 789,95\text{seg}$		Factor de Corrección			
		Temperatura ° C	F (cst/seg.)		
		40	0,8076		
					<i>Continúa</i>

<u>Continuación</u>																	
Cálculo de índice de viscosidad:																	
Norma aplicable :			ASTM D 2270-93														
Fórmula aplicable:																	
$VI = \frac{(\log^{-1}N)-1}{0.00715} + 100$.Ecuación 2.14																	
$N = \frac{(\log H - \log U)}{\log Y}$.Ecuación 2.15																	
Cálculo viscosidad a 100°C:																	
Norma aplicable :			ASTM D 2270-93, Anexo X1(ASTM D341)														
Fórmula aplicable:																	
$V_{100} = 10^{(10^{(A-B \cdot \log(t_3))} - 0.7)}$;Ecuación 2.16																	
$A = \log(\log(v_2 + 0.7)) + B \cdot \log(t_2)$;Ecuación 2.17																	
$B = \frac{\log(\log(v_2+0.7) - \log(\log(v_1+0.7)))}{\log(t_1) - \log(t_2)}$;Ecuación 2.18																	
Tabla de resultados																	
COMPOSICIÓN RELATIVA 30/70 P-T																	
TEMPERATURA (°C)	Tiempo (s)	Factor de Corrección	SSU	Viscosidad (cst)	I.V.												
40	221,54	0,8076	178,9204	38,3620	213												
60	118,88	0,8076	96,0101	20,5854													
80	79,22	0,8076	63,9809	13,7180													
90	60,24	0,8076	48,6541	10,4318													
100				8,6134													
Gráfica viscosidad según temperatura. Muestra 30/70 palma/ATF.																	
<h3>VISCOSIDAD VS. TEMPERATURA</h3> <table border="1" style="display: none;"> <caption>Data points for Viscosidad vs. Temperatura</caption> <thead> <tr> <th>Temperatura (°C)</th> <th>Viscosidad (cst)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>40</td> <td>38,3620</td> </tr> <tr> <td>60</td> <td>20,5854</td> </tr> <tr> <td>80</td> <td>13,7180</td> </tr> <tr> <td>90</td> <td>10,4318</td> </tr> <tr> <td>100</td> <td>8,6134</td> </tr> </tbody> </table>						Temperatura (°C)	Viscosidad (cst)	40	38,3620	60	20,5854	80	13,7180	90	10,4318	100	8,6134
Temperatura (°C)	Viscosidad (cst)																
40	38,3620																
60	20,5854																
80	13,7180																
90	10,4318																
100	8,6134																
Observaciones:																	

4.4.4 EVALUACIÓN COMPOSICIÓN RELATIVA 40/60 (ACEITE DE PALMA /ACEITE DE TRANSMISIÓN AUTOMÁTICA)

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA										
Datos informativos:										
Muestra:	40/60 P-T	Fecha de realización:	30/11/2013							
Lugar de realización:	Laboratorio de Materiales –FICM									
Realizado por:	Egdo. Alex Jiménez	Autorizado por:	Ing. Mg. Henry Vaca							
Identificación de parámetros										
Norma aplicable:	INEN 1993 1993-12									
Instrumento principal:	Viscosímetro Saybolt									
Resultados										
SEGUNDOS SAYBOLT UNIVERSAL 40/60 P-T										
TEMPERATURA	40°C	60°C	80°C	90°C						
1	229,25	120,35	77,96	60,44						
2	228,53	122,56	76,84	61,13						
3	228,15	120,33	78,25	60,46						
4	228,46	122,12	77,36	60,25						
5	229,41	121,98	78,14	60,74						
6	229,36	121,58	78,02	61,03						
7	227,97	122,37	76,95	61,13						
8	228,65	120,94	77,45	60,99						
9	229,13	120,96	78,62	60,46						
10	228,32	120,75	78,03	60,02						
PROM.	228,72	121,39	77,76	60,66						
Determinación de la viscosidad en cst e índice de viscosidad										
Factor de Corrección : $F = \frac{V}{T}$, (Ecuación 2.11) $V_{a 40°C} = 637.6468SSU$ $T_{prom} = 789,95seg$		<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Factor de Corrección</th> </tr> <tr> <th>Temperatura ° C</th> <th>F (cst/seg.)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>40</td> <td>0,8076</td> </tr> </tbody> </table>			Factor de Corrección		Temperatura ° C	F (cst/seg.)	40	0,8076
Factor de Corrección										
Temperatura ° C	F (cst/seg.)									
40	0,8076									
<i>Continúa</i>										

<u>Continuación</u>																	
Cálculo de índice de viscosidad:																	
Norma aplicable :			ASTM D 2270-93														
Fórmula aplicable:																	
$VI = \frac{(\log^{-1}N)-1}{0.00715} + 100$.Ecuación 2.14																	
$N = \frac{(\log H - \log U)}{\log Y}$.Ecuación 2.15																	
Cálculo viscosidad a 100°C:																	
Norma aplicable :			ASTM D 2270-93, Anexo X1(ASTM D341)														
Fórmula aplicable:																	
$V_{100} = 10^{(10^{(A-B \cdot \log(t_3))}) - 0.7}$;Ecuación 2.16																	
$A = \log(\log(v_2 + 0.7)) + B \cdot \log(t_2)$;Ecuación 2.17																	
$B = \frac{\log(\log(v_2+0.7)) - \log(\log(v_1+0.7))}{\log(t_1) - \log(t_2)}$;Ecuación 2.18																	
Tabla de resultados																	
COMPOSICIÓN RELATIVA 40/60 P-T																	
TEMPERATURA (°C)	Tiempo(s)	Factor de Corrección	SSU	Viscosidad (cst)	I.V.												
40	228,72	0,8076	184,7249	39,6065	205												
60	121,39	0,8076	98,0422	21,0210													
80	77,76	0,8076	62,8034	13,4656													
90	60,66	0,8076	48,9949	10,5049													
100				8,6478													
Gráfica viscosidad según temperatura. Muestra 40/60 palma/ATF.																	
<h3>VISCOSIDAD VS. TEMPERATURA</h3> <table border="1" style="display: none;"> <caption>Data points for Viscosity vs. Temperature</caption> <thead> <tr> <th>TEMPERATURA (°C)</th> <th>Viscosidad (cst)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>40</td> <td>39,6065</td> </tr> <tr> <td>60</td> <td>21,0210</td> </tr> <tr> <td>80</td> <td>13,4656</td> </tr> <tr> <td>90</td> <td>10,5049</td> </tr> <tr> <td>100</td> <td>8,6478</td> </tr> </tbody> </table>						TEMPERATURA (°C)	Viscosidad (cst)	40	39,6065	60	21,0210	80	13,4656	90	10,5049	100	8,6478
TEMPERATURA (°C)	Viscosidad (cst)																
40	39,6065																
60	21,0210																
80	13,4656																
90	10,5049																
100	8,6478																
Observaciones:																	

4.4.5 EVALUACIÓN COMPOSICIÓN RELATIVA 50/50 (ACEITE DE PALMA /ACEITE DE TRANSMISIÓN AUTOMÁTICA)

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA										
Datos informativos:										
Muestra:	50/50 P-T	Fecha de realización:	01/12/2013							
Lugar de realización:	Laboratorio de Materiales –FICM									
Realizado por:	Egdo. Alex Jiménez	Autorizado por:	Ing. Mg. Henry Vaca							
Identificación de parámetros										
Norma aplicable:	INEN 1993 1993-12									
Instrumento principal:	Viscosímetro Saybolt									
Resultados										
SEGUNDOS SAYBOLT UNIVERSAL 50/50 P-T										
TEMPERATURA	40°C	60°C	80°C	90°C						
1	230,43	121,32	76,56	58,45						
2	229,35	121,72	73,89	59,16						
3	230,15	121,29	80,56	58,36						
4	230,54	122,79	74,57	60,12						
5	229,63	121,56	76,46	59,96						
6	229,36	122,63	75,25	58,85						
7	228,97	121,12	76,55	60,2						
8	230,41	121,79	77,12	59,44						
9	229,74	121,67	76,36	59,16						
10	229,63	122,46	76,63	58,63						
PROM.	229,82	121,84	76,40	59,23						
Determinación de la viscosidad en cst e índice de viscosidad										
Factor de Corrección : $F = \frac{V}{T}$, (Ecuación 2.11) $V_{a 40°C} = 637.6468SSU$ $T_{prom} = 789,95seg$		<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Factor de Corrección</th> </tr> <tr> <th>Temperatura ° C</th> <th>F (cst/seg.)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>40</td> <td>0,8076</td> </tr> </tbody> </table>			Factor de Corrección		Temperatura ° C	F (cst/seg.)	40	0,8076
Factor de Corrección										
Temperatura ° C	F (cst/seg.)									
40	0,8076									
<i>Continúa</i>										

<u>Continuación</u>					
Cálculo de índice de viscosidad:					
Norma aplicable :			ASTM D 2270-93		
Fórmula aplicable:					
$VI = \frac{(\log^{-1}N)-1}{0.00715} + 100$.Ecuación 2.14					
$N = \frac{(\log H - \log U)}{\log Y}$.Ecuación 2.15					
Cálculo viscosidad a 100°C:					
Norma aplicable :			ASTM D 2270-93, Anexo X1(ASTM D341)		
Fórmula aplicable:					
$V_{100} = 10^{(10^{(A-B \cdot \log(t_3))}) - 0.7}$;Ecuación 2.16					
$A = \log(\log(v_2 + 0.7)) + B * \log(t_2)$;Ecuación 2.17					
$B = \frac{\log(\log(v_2+0.7)-\log(\log(v_1+0.7))}{\log(t_1)-\log(t_2)}$;Ecuación 2.18					
Tabla de resultados					
COMPOSICIÓN RELATIVA 50/50 P-T					
TEMPERATURA (°C)	Tiempo (s)	Factor de Corrección	SSU	Viscosidad (cst)	I.V.
40	229,82	0,8076	185,6117	39,7967	195
60	121,84	0,8076	98,3983	21,0974	
80	76,40	0,8076	61,6994	13,2288	
90	59,23	0,8076	47,8385	10,2570	
100				8,4171	
Gráfica viscosidad según temperatura. Muestra 50/50 palma/ATF.					
<p style="text-align: center;">VISCOSIDAD VS. TEMPERATURA</p>					
Observaciones:					

4.4.6 EVALUACIÓN COMPOSICIÓN RELATIVA 10/90 (ACEITE RECICLADO DE FRITURAS/ACEITE DE TRANSMISIÓN AUTOMÁTICA)

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA										
Datos informativos:										
Muestra:	10/90 R-T	Fecha de realización:	02/12/2013							
Lugar de realización:	Laboratorio de Materiales –FICM									
Realizado por:	Egdo. Alex Jiménez	Autorizado por:	Ing. Mg. Henry Vaca							
Identificación de parámetros										
Norma aplicable:	INEN 1993 1993-12									
Instrumento principal:	Viscosímetro Saybolt									
Resultados										
SEGUNDOS SAYBOLT UNIVERSAL 10/90 R-T										
TEMPERATURA	40°C	60°C	80°C	90°C						
1	211,28	111,83	73,19	59,87						
2	212,45	111,46	73,87	58,79						
3	210,79	111,58	72,58	59,13						
4	211,46	110,36	73,96	58,97						
5	211,49	111,37	74,12	60,12						
6	211,58	112,13	73,61	59,98						
7	211,95	111,94	73,58	60,46						
8	212,31	110,25	73,45	60,02						
9	210,94	111,75	73,21	58,19						
10	211,62	111,97	73,09	59,46						
PROM.	211,59	111,46	73,47	59,50						
Determinación de la viscosidad en cst e índice de viscosidad										
Factor de Corrección : $F = \frac{V}{T}$, (Ecuación 2.11) $V_{a 40^{\circ}C} = 637.6468SSU$ $T_{prom} = 789,95seg$		<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Factor de Corrección</th> </tr> <tr> <th>Temperatura ° C</th> <th>F (cst/seg.)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>40</td> <td>0,8076</td> </tr> </tbody> </table>			Factor de Corrección		Temperatura ° C	F (cst/seg.)	40	0,8076
Factor de Corrección										
Temperatura ° C	F (cst/seg.)									
40	0,8076									
				<i>Continúa</i>						

<u>Continuación</u>					
Cálculo de índice de viscosidad:					
Norma aplicable :			ASTM D 2270-93		
Fórmula aplicable:					
$VI = \frac{(\log^{-1}N)-1}{0.00715} + 100$.Ecuación 2.14					
$N = \frac{(\log H - \log U)}{\log Y}$.Ecuación 2.15					
Cálculo viscosidad a 100°C:					
Norma aplicable :			ASTM D 2270-93, Anexo X1(ASTM D341)		
Fórmula aplicable:					
$V_{100} = 10^{(10^{(A-B \cdot \log(t_3))}) - 0.7}$;Ecuación 2.16					
$A = \log(\log(v_2 + 0.7)) + B \cdot \log(t_2)$;Ecuación 2.17					
$B = \frac{\log(\log(v_2+0.7)) - \log(\log(v_1+0.7))}{\log(t_1) - \log(t_2)}$;Ecuación 2.18					
Tabla de resultados					
COMPOSICIÓN RELATIVA 10/90 R-T					
TEMPERATURA (°C)	Tiempo (s)	Factor de Corrección	SSU	Viscosidad (cst)	I.V.
40	211,59	0,8076	170,8853	36,6392	222
60	111,46	0,8076	90,0223	19,3015	
80	73,47	0,8076	59,3338	12,7217	
90	59,50	0,8076	48,0536	10,3031	
100				8,5420	
Gráfica viscosidad según temperatura. Muestra 10/90 Reciclado/ATF.					
<p style="text-align: center;">VISCOSIDAD VS. TEMPERATURA</p>					
Observaciones:					

4.4.7 EVALUACIÓN COMPOSICIÓN RELATIVA 20/80 (ACEITE RECICLADO DE FRITURAS/ACEITE DE TRANSMISIÓN AUTOMÁTICA)

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA										
Datos informativos:										
Muestra:	20/80 R-T	Fecha realización:	de	03/12/2013						
Lugar de realización:	Laboratorio de Materiales –FICM									
Realizado por:	Egdo. Alex Jiménez	Autorizado por:	Ing. Mg. Henry Vaca							
Identificación de parámetros										
Norma aplicable:	INEN 1993 1993-12									
Instrumento principal:	Viscosímetro Saybolt									
Resultados										
	SEGUNDOS SAYBOLT UNIVERSAL 20/80 R-T									
	TEMPERATURA	40°C	60°C	80°C	90°C					
	1	208,23	112,01	73,44	60,09					
	2	208,46	111,96	74,15	61,13					
	3	207,23	111,56	73,99	60,95					
	4	209,23	112,23	73,58	59,95					
	5	209,45	111,79	74,16	59,81					
	6	209,11	111,26	74,69	60,26					
	7	209,45	112,13	74,86	60,16					
	8	208,79	112,42	74,06	59,46					
	9	208,41	111,96	73,85	60,64					
	10	208,66	112,06	73,76	60,03					
	PROM.	208,70	111,94	74,05	60,25					
Determinación de la viscosidad en cst e índice de viscosidad										
Factor de Corrección : $F = \frac{V}{T}$, (Ecuación 2.11) $V_{a 40^{\circ}C} = 637.6468SSU$ $T_{prom} = 789,95seg$		<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Factor de Corrección</th> </tr> <tr> <th>Temperatura ° C</th> <th>F (cst/seg.)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td align="center">40</td> <td align="center">0,8076</td> </tr> </tbody> </table>			Factor de Corrección		Temperatura ° C	F (cst/seg.)	40	0,8076
Factor de Corrección										
Temperatura ° C	F (cst/seg.)									
40	0,8076									
<i>Continúa</i>										

<u>Continuación</u>					
Cálculo de índice de viscosidad:					
Norma aplicable :			ASTM D 2270-93		
Fórmula aplicable:					
$VI = \frac{(\log^{-1}N)-1}{0.00715} + 100$.Ecuación 2.14					
$N = \frac{(\log H - \log U)}{\log Y}$.Ecuación 2.15					
Cálculo viscosidad a 100°C:					
Norma aplicable :			ASTM D 2270-93, Anexo X1(ASTM D341)		
Fórmula aplicable:					
$V_{100} = 10^{(10^{(A-B*\log(t_3))}) - 0.7}$;Ecuación 2.16					
$A = \log(\log(v_2 + 0.7)) + B * \log(t_2)$;Ecuación 2.17					
$B = \frac{\log(\log(v_2+0.7)-\log(\log(v_1+0.7))}{\log(t_1)-\log(t_2)}$;Ecuación 2.18					
Tabla de resultados					
COMPOSICIÓN RELATIVA 20/80 R-T					
TEMPERATURA (°C)	Tiempo (s)	Factor de Corrección	SSU	Viscosidad (cst)	I.V.
40	208,70	0,8076	168,5552	36,1396	232
60	111,94	0,8076	90,4052	19,3836	
80	74,05	0,8076	59,8087	12,8235	
90	60,25	0,8076	48,6588	10,4328	
100				8,6761	
Gráfica viscosidad según temperatura. Muestra 10/90 Reciclado/ATF.					
<p style="text-align: center;">VISCOSIDAD VS. TEMPERATURA</p>					
Observaciones:					

4.4.8 EVALUACIÓN COMPOSICIÓN RELATIVA 30/70 (ACEITE RECICLADO DE FRITURAS/ACEITE DE TRANSMISIÓN AUTOMÁTICA)

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA										
Datos informativos:										
Muestra:	30/70 R-T	Fecha realización:	de	04/12/2013						
Lugar de realización:	Laboratorio de Materiales –FICM									
Realizado por:	Egdo. Alex Jiménez	Autorizado por:	Ing. Mg. Henry Vaca							
Identificación de parámetros										
Norma aplicable:	INEN 1993 1993-12									
Instrumento principal:	Viscosímetro Saybolt									
Resultados										
SEGUNDOS SAYBOLT UNIVERSAL 30/70 S-T										
TEMPERATURA	40°C	60°C	80°C	90°C						
1	202,44	110,64	73,25	60,15						
2	205,12	110,45	73,16	60,16						
3	202,41	110,66	72,96	60,47						
4	203,46	109,91	73,48	59,46						
5	204,58	111,37	73,82	60,19						
6	202,96	110,84	72,58	59,97						
7	202,43	111,24	73,08	61,03						
8	202,63	110,93	72,81	60,75						
9	203,91	111,13	72,97	59,84						
10	202,65	110,82	73,1	60,75						
PROM.	203,26	110,80	73,12	60,28						
Determinación de la viscosidad en cst e índice de viscosidad										
Factor de Corrección : $F = \frac{V}{T}$, (Ecuación 2.11) $V_{a 40^{\circ}\text{C}} = 637.6468\text{SSU}$ $T_{\text{prom}} = 789,95\text{seg}$		<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Factor de Corrección</th> </tr> <tr> <th>Temperatura ° C</th> <th>F (cst/seg.)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>40</td> <td>0,8076</td> </tr> </tbody> </table>			Factor de Corrección		Temperatura ° C	F (cst/seg.)	40	0,8076
Factor de Corrección										
Temperatura ° C	F (cst/seg.)									
40	0,8076									
<i>Continúa</i>										

<u>Continuación</u>					
Cálculo de índice de viscosidad:					
Norma aplicable :			ASTM D 2270-93		
Fórmula aplicable:					
$VI = \frac{(\log^{-1}N)-1}{0.00715} + 100$.Ecuación 2.14					
$N = \frac{(\log H - \log U)}{\log Y}$.Ecuación 2.15					
Cálculo viscosidad a 100°C:					
Norma aplicable :			ASTM D 2270-93, Anexo X1(ASTM D341)		
Fórmula aplicable:					
$V_{100} = 10^{(10^{(A-B \cdot \log(t_3))}) - 0.7}$;Ecuación 2.16					
$A = \log(\log(v_2 + 0.7)) + B \cdot \log(t_2)$;Ecuación 2.17					
$B = \frac{\log(\log(v_2+0.7)) - \log(\log(v_1+0.7))}{\log(t_1) - \log(t_2)}$;Ecuación 2.18					
Tabla de resultados					
COMPOSICIÓN RELATIVA 30/70 R-T					
TEMPERATURA (°C)	Tiempo(s)	Factor de Corrección	SSU	Viscosidad (cst)	I.V.
40	203,26	0,8076	164,1593	35,1971	241
60	110,80	0,8076	89,4853	19,1864	
80	73,12	0,8076	59,0551	12,6619	
90	60,28	0,8076	48,6822	10,4379	
100				8,7086	
Gráfica viscosidad según temperatura. Muestra 30/70 Reciclado/ATF.					
<p style="text-align: center;">VISCOSIDAD VS. TEMPERATURA</p>					
Observaciones:					

4.4.9 EVALUACIÓN COMPOSICIÓN RELATIVA 40/60 (ACEITE RECICLADO DE FRITURAS/ACEITE DE TRANSMISIÓN AUTOMÁTICA)

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA				
Datos informativos:				
Muestra:	40/60 R-T	Fecha de realización:	05/12/2013	
Lugar de realización:	Laboratorio de Materiales –FICM			
Realizado por:	Egdo. Alex Jiménez	Autorizado por:	Ing. Mg. Henry Vaca	
Identificación de parámetros				
Norma aplicable:	INEN 1993 1993-12			
Instrumento principal:	Viscosímetro Saybolt			
Resultados				
SEGUNDOS SAYBOLT UNIVERSAL 40/60 S-T				
TEMPERATURA	40°C	60°C	80°C	90°C
1	203,17	113,22	73,82	60,80
2	203,78	113,06	73,56	60,46
3	202,65	113,45	73,85	61,16
4	203,98	112,75	73,61	61,31
5	203,79	122,69	74,26	60,6
6	202,91	113,52	73,88	60,73
7	202,83	113,26	74,16	60,16
8	203,22	112,78	73,12	61,03
9	203,07	111,91	73,67	60,98
10	203,37	113,19	73,96	60,24
PROM.	203,28	113,98	73,79	60,75
Determinación de la viscosidad en cst e índice de viscosidad				
Factor de Corrección : $F = \frac{V}{T}$, (Ecuación 2.11) $V_{a 40^{\circ}C} = 637.6468SSU$ $T_{prom} = 789,95seg$		Factor de Corrección		
		Temperatura ° C	F (cst/seg.)	
		40	0,8076	
<i>Continúa</i>				

<u>Continuación</u>																	
Cálculo de índice de viscosidad:																	
Norma aplicable :			ASTM D 2270-93														
Fórmula aplicable:																	
$VI = \frac{(\log^{-1}N)-1}{0.00715} + 100$.Ecuación 2.14																	
$N = \frac{(\log H - \log U)}{\log Y}$.Ecuación 2.15																	
Cálculo viscosidad a 100°C:																	
Norma aplicable :			ASTM D 2270-93, Anexo X1(ASTM D341)														
Fórmula aplicable:																	
$V_{100} = 10^{(10^{(A-B \cdot \log(t_3))}) - 0.7}$;Ecuación 2.16																	
$A = \log(\log(v_2 + 0.7)) + B \cdot \log(t_2)$;Ecuación 2.17																	
$B = \frac{\log(\log(v_2+0.7)-\log(\log(v_1+0.7)))}{\log(t_1)-\log(t_2)}$;Ecuación 2.18																	
Tabla de resultados																	
COMPOSICIÓN RELATIVA 40/60 R-T																	
TEMPERATURA (°C)	Tiempo(s)	Factor de Corrección	SSU	Viscosidad(cst)	I.V.												
40	203,28	0,8076	164,1738	35,2002	244												
60	113,98	0,8076	92,0568	19,7377													
80	73,79	0,8076	59,5947	12,7776													
90	60,75	0,8076	49,0615	10,5192													
100				8,7841													
Gráfica viscosidad según temperatura. Muestra 40/60 Reciclado/ATF.																	
<p style="text-align: center;">VISCOSIDAD VS. TEMPERATURA</p> <table border="1" style="margin: auto;"> <caption>Datos extraídos del gráfico</caption> <thead> <tr> <th>Temperatura (°C)</th> <th>Viscosidad (cst)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>40</td> <td>35,2002</td> </tr> <tr> <td>60</td> <td>19,7377</td> </tr> <tr> <td>80</td> <td>12,7776</td> </tr> <tr> <td>90</td> <td>10,5192</td> </tr> <tr> <td>100</td> <td>8,7841</td> </tr> </tbody> </table>						Temperatura (°C)	Viscosidad (cst)	40	35,2002	60	19,7377	80	12,7776	90	10,5192	100	8,7841
Temperatura (°C)	Viscosidad (cst)																
40	35,2002																
60	19,7377																
80	12,7776																
90	10,5192																
100	8,7841																
Observaciones:																	

4.4.10 EVALUACIÓN COMPOSICIÓN RELATIVA 50/50 (ACEITE RECICLADO DE FRITURAS/ACEITE DE TRANSMISIÓN AUTOMÁTICA)

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA										
Datos informativos:										
Muestra:	50/50 R-T	Fecha realización:	de	06/12/2013						
Lugar de realización:	Laboratorio de Materiales –FICM									
Realizado por:	Egdo. Alex Jiménez	Autorizado por:	Ing. Mg. Henry Vaca							
Identificación de parámetros										
Norma aplicable:	INEN 1993 1993-12									
Instrumento principal:	Viscosímetro Saybolt									
Resultados										
SEGUNDOS SAYBOLT UNIVERSAL 50/50 R-T										
TEMPERATURA	40°C	60°C	80°C	90°C						
1	201,93	111,35	74,48	61,30						
2	201,46	110,25	74,12	60,46						
3	202,24	110,58	74,66	61,06						
4	201,96	110,79	73,82	61,46						
5	200,96	111,96	74,63	61,97						
6	201,46	111,48	74,52	60,59						
7	200,75	110,95	74,95	60,93						
8	202,16	111,42	74,42	61,42						
9	201,84	111,32	74,12	61,74						
10	201,81	111,16	74,55	61,12						
PROM.	201,66	111,13	74,43	61,21						
Determinación de la viscosidad en cst e índice de viscosidad										
Factor de Corrección : $F = \frac{V}{T}$, (Ecuación 2.11) $V_{a 40^{\circ}C} = 637.6468SSU$ $T_{prom} = 789,95seg$		<table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th colspan="2" style="text-align: center;">Factor de Corrección</th> </tr> <tr> <th style="text-align: center;">Temperatura ° C</th> <th style="text-align: center;">F (cst/seg.)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">40</td> <td style="text-align: center;">0,8076</td> </tr> </tbody> </table>			Factor de Corrección		Temperatura ° C	F (cst/seg.)	40	0,8076
Factor de Corrección										
Temperatura ° C	F (cst/seg.)									
40	0,8076									
<i>Continúa</i>										

<u>Continuación</u>					
Cálculo de índice de viscosidad:					
Norma aplicable :			ASTM D 2270-93		
Fórmula aplicable:					
$VI = \frac{(\log^{-1}N)-1}{0.00715} + 100$.Ecuación 2.14					
$N = \frac{(\log H - \log U)}{\log Y}$.Ecuación 2.15					
Cálculo viscosidad a 100°C:					
Norma aplicable :			ASTM D 2270-93, Anexo X1(ASTM D341)		
Fórmula aplicable:					
$V_{100} = 10^{(10^{(A-B*\log(t_3))}) - 0.7}$;Ecuación 2.16					
$A = \log(\log(v_2 + 0.7)) + B * \log(t_2)$;Ecuación 2.17					
$B = \frac{\log(\log(v_2+0.7)-\log(\log(v_1+0.7)))}{\log(t_1)-\log(t_2)}$;Ecuación 2.18					
Tabla de resultados					
COMPOSICIÓN RELATIVA 50/50 R-T					
TEMPERATURA (°C)	Tiempo (s)	Factor de Corrección	SSU	Viscosidad (cst)	I.V.
40	201,66	0,8076	162,8654	34,9197	250
60	111,13	0,8076	89,7494	19,2430	
80	74,43	0,8076	60,1099	12,8881	
90	61,21	0,8076	49,4317	10,5986	
100				8,8667	
Gráfica viscosidad según temperatura. Muestra 50/50 Reciclado/ATF.					
<p style="text-align: center;">VISCOSIDAD VS. TEMPERATURA</p>					
Observaciones:					

4.5 COMPARACIÓN DE COMPOSICIÓN RELATIVA CON RESPECTO A ACEITE DE TRANSMISIÓN AUTOMÁTICA

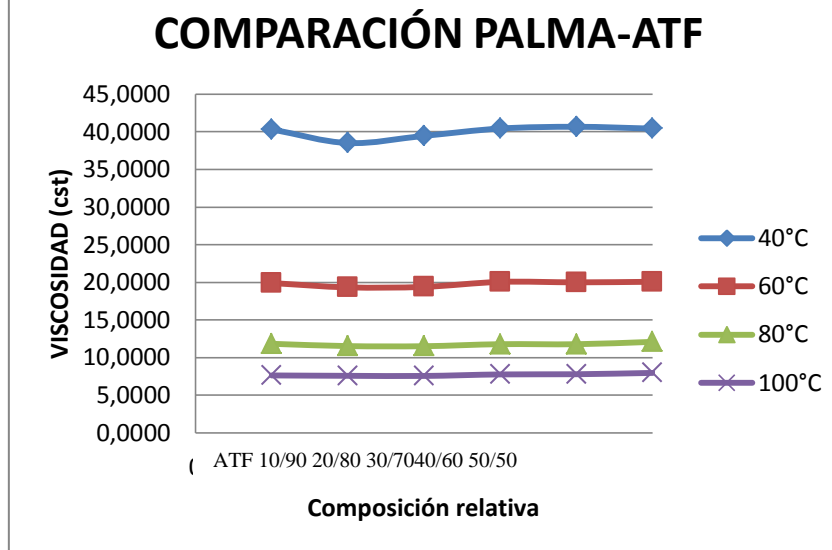
4.5.1 EVALUACIÓN COMPARACIÓN DE VISCOSIDAD ENTRE COMPOSICIÓN RELATIVA P-T Y ATF

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA						
Datos informativos:						
Muestra:	-	Fecha de realización:	09/12/2013			
Lugar de realización:	Laboratorio de Materiales –FICM					
Realizado por:	Egdo. Alex Jiménez	Autorizado por:	Ing. Mg. Henry Vaca			
Comparación de viscosidad entre composición relativa P-T y ATF						
COMPARACIÓN COMPOSICIÓN RELATIVA ACEITE DE PALMA - ATF						
TEMPERATURA	40°C	60°C	80°C	100°C	I.V.	
COMP. RELATIVA						
ATF	40,3242	19,9087	11,8408	7,6352	161	
10/90 P-T	38,5122	19,3362	11,5344	7,5868	170	
20/80 P-T	39,4661	19,4024	11,5191	7,5671	163	
30/70 P-T	40,4390	20,0646	11,7886	7,7718	166	
40/60 P-T	40,6709	20,0055	11,7831	7,7961	165	
50/50 P-T	40,4290	20,0801	12,0994	7,9720	174	
Valoración del porcentaje de variación con respecto a ATF						
COMPARACIÓN COMPOSICIÓN RELATIVA ACEITE DE PALMA- ATF						
TEMPERATURA	PORCENTAJE DE VARIACIÓN (%) RESPECTO A ATF					
	10/90 P-T vs. ATF	20/80 P-T vs. ATF	30/70 P-T vs. ATF	40/60 P-T vs. ATF	50/50 P-T vs. ATF	Promedio
40 °C	4,49	2,13	0,28	0,86	0,26	1,61
60 °C	2,88	2,54	0,78	0,49	0,86	1,51
80 °C	2,59	2,72	0,44	0,49	2,18	1,68
100 °C	0,63	0,89	1,79	2,11	4,41	1,97
ATF	5,59	1,24	3,11	2,48	8,07	4,10

Continúa

Continuación

Gráfica de comparación



Observaciones:

El aceite de palma combinado con aceite de transmisión presenta una variación muy baja con respecto al aceite transmisión puro, esta variación va desde 4.49% en la combinación 10/90 P-T hasta un 0.26% en la combinación 50/50 P-T a 40°C, es decir que las combinaciones que se analizaron en el estudio experimental referente al aceite de palma combinado, permite una conservación adecuada de la viscosidad, en cada una de las temperaturas de análisis pues se encuentra una variación promedio de 1.69% con respecto a la del aceite de transmisión automática puro, además se debe considerar un incremento en el índice de viscosidad

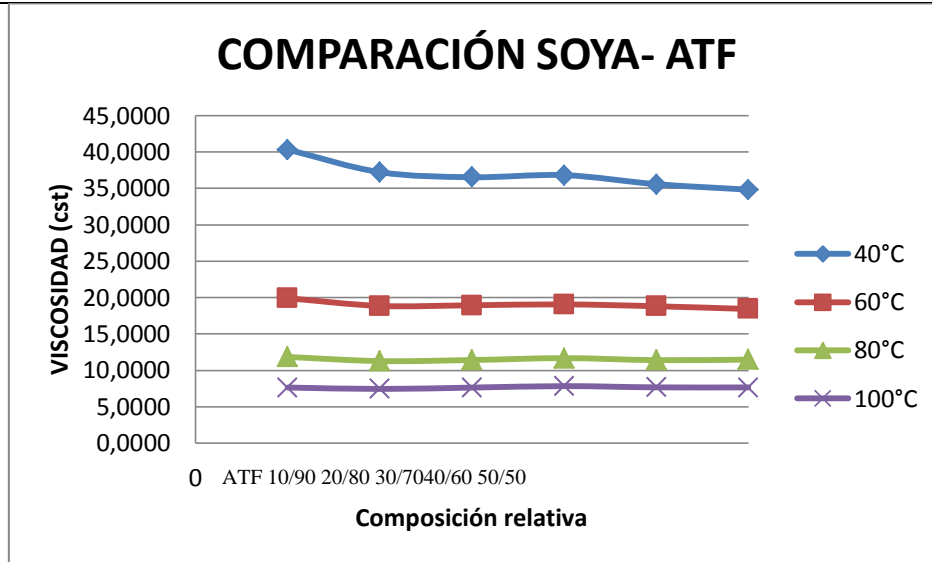
4.5.2 EVALUACIÓN COMPARACIÓN DE VISCOSIDAD ENTRE COMPOSICIÓN RELATIVA S-T Y ATF

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA						
Datos informativos:						
Muestra:	-	Fecha de realización:	09/12/2013			
Lugar de realización:	Laboratorio de Materiales –FICM					
Realizado por:	Egdo. Alex Jiménez	Autorizado por:	Ing. Mg. Henry Vaca			
Comparación de viscosidad entre composición relativa S-T y ATF						
COMPARACIÓN COMPOSICIÓN RELATIVA ACEITE DE SOYA- ATF						
TEMPERATURA	40°C	60°C	80°C	100°C	I.V.	
COMP. RELATIVA						
ATF	40,3242	19,9087	11,8408	7,6352	161	
10/90 P-T	37,2282	18,8534	11,2706	7,4434	171	
20/80 P-T	36,5343	18,9383	11,4164	7,6281	184	
30/70 P-T	36,8186	19,0615	11,6738	7,8305	191	
40/60 P-T	35,5738	18,8010	11,3971	7,6602	193	
50/50 P-T	34,8214	18,4286	11,4726	7,6512	198	
Valoración del porcentaje de variación con respecto a ATF						
COMPARACIÓN COMPOSICIÓN RELATIVA ACEITE DE SOYA- ATF						
TEMPERATURA	PORCENTAJE de VARIACIÓN (%) RESPECTO A ATF					
	10/90 S-T vs. ATF	20/80 S-T vs. ATF	30/70 S-T vs. ATF	40/60 S-T vs. ATF	50/50 S-T vs. ATF	Promedio
40 °C	7,68	9,40	8,69	11,78	13,65	10,24
60 °C	5,30	4,87	4,26	5,56	7,43	5,49
80 °C	4,82	3,58	1,41	3,75	3,11	3,33
100 °C	2,51	0,09	2,56	0,33	0,21	1,14
ATF	6,21	14,29	18,63	19,88	22,98	16,40

Continúa

Continuación

Gráfica de comparación



Observaciones.

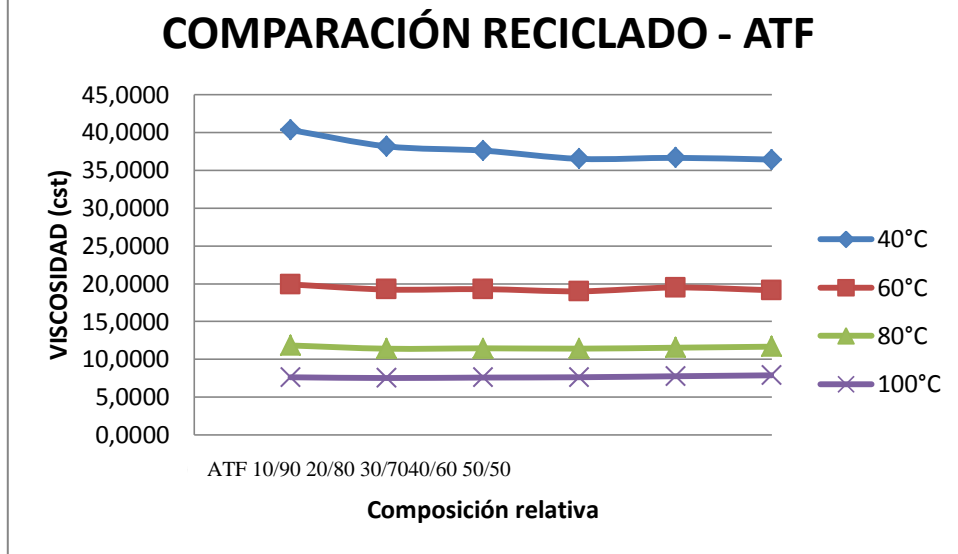
El aceite de soya combinado con aceite de transmisión presenta una variación de 10.24% en promedio con respecto al aceite de transmisión automática a 40 °C, a esta temperatura se aprecia también un descenso del valor de la viscosidad mientras se aumenta el porcentaje de aceite de soya, mientras que en lo que se refiere a las temperaturas de 60,80,100 °C, el porcentaje de variación es relativamente bajo que va de 5.49,3.33,1.14% respectivo para cada temperatura, con esto se presenta una conservación de la viscosidad a estas temperaturas, además cada combinación presenta índices de viscosidad grandes que indican una buena conservación de la viscosidad con la temperatura.

4.5.3 EVALUACIÓN COMPARACIÓN DE VISCOSIDAD ENTRE COMPOSICIÓN RELATIVA R-T Y ATF

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA						
Datos informativos:						
Muestra:	-	Fecha de realización:	10/12/2013			
Lugar de realización:	Laboratorio de Materiales –FICM					
Realizado por:	Egdo. Alex Jiménez	Autorizado por:	Ing. Mg. Henry Vaca			
Comparación de viscosidad entre composición relativa R-T y ATF						
COMPARACIÓN COMPOSICIÓN RELATIVA ACEITE RECICLADO- ATF						
TEMPERATURA	40°C	60°C	80°C	100°C	I.V.	
COMP. RELATIVA						
ATF	40,3242	19,9087	11,8408	7,6352	161	
10/90 P-T	38,1647569	19,2312217	11,4115596	7,53635961	170	
20/80 P-T	37,5936469	19,2853339	11,4630806	7,59866745	176	
30/70 P-T	36,5074084	18,9986522	11,423082	7,6386374	185	
40/60 P-T	36,643169	19,5035127	11,5433205	7,77371281	190	
50/50 P-T	36,4108587	19,1365084	11,6832943	7,89587964	197	
Valoración del porcentaje de variación con respecto a ATF						
COMPARACIÓN COMPOSICIÓN RELATIVA ACEITE DE SOYA- ATF						
PORCENTAJE DE VARIACIÓN (%) RESPECTO A ATF						
TEMPERATURA	10/90 R-T vs. ATF	20/80 R-T vs. ATF	30/70 R-T vs. ATF	40/60 R-T vs. ATF	50/50 R-T vs. ATF	Prom.
40 °C	5,36	6,77	9,47	9,13	9,70	8,09
60 °C	3,40	3,13	4,57	2,04	3,88	3,40
80 °C	3,62	3,19	3,53	2,51	1,33	2,84
100 °C	1,29	0,48	0,04	1,81	3,41	1,41
ATF	5,59	9,32	14,91	18,01	22,36	14,04
<i>Continúa</i>						

Continuación

Gráfica de comparación



Observaciones.

El aceite de reciclado de frituras combinado con aceite de transmisión presenta una variación de 8.09% en promedio con respecto al aceite de transmisión automática a 40 °C, pero presenta una estabilización de la viscosidad a partir de la combinación 30/70R-T hasta la combinación 50/50R-T, que es aproximadamente de 36 cst, , en lo que se refiere a las temperaturas de 60,80,100 °C, el porcentaje de variación es bajo , este va de 3.40,2.84,1.41% respectivo para cada temperatura, por lo que presenta una conservación de la viscosidad a estas temperaturas, se observa además que los índices de viscosidad presentan incremento de acuerdo al aumento del porcentaje de aceite reciclado lo que representa una buena conservación de la viscosidad con la temperatura.

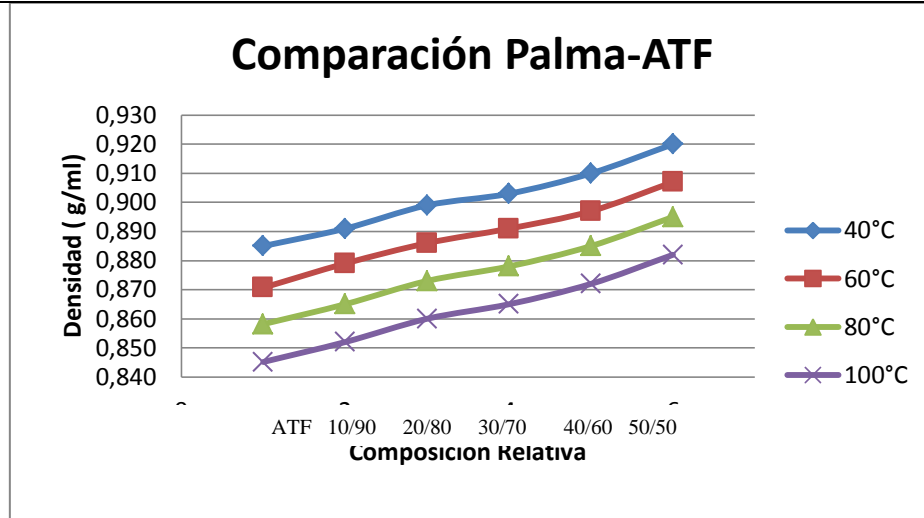
4.5.4 EVALUACIÓN COMPARACIÓN DE LA DENSIDAD ENTRE COMPOSICIÓN RELATIVA P-T Y ATF

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA						
Datos informativos:						
Muestra:	-	Fecha de realización:	10/12/2013			
Lugar de realización:	Laboratorio de Materiales –FICM					
Realizado por:	Egdo. Alex Jiménez	Autorizado por:	Ing. Mg. Henry Vaca			
Comparación de densidad entre composición relativa P-T y ATF						
COMPARACIÓN COMPOSICIÓN RELATIVA ACEITE DEPALMA - ATF						
COMP. RELATIVA	ATF	10/90 P-T	20/80 P-T	30/70 P-T	40/60 P-T	50/50 P-T
TEMPERATURA	DENSIDAD g/ml					
40°C	0,885	0,891	0,899	0,903	0,91	0,92
60°C	0,871	0,879	0,886	0,891	0,897	0,907
80°C	0,858	0,865	0,873	0,878	0,885	0,895
100°C	0,845	0,852	0,86	0,865	0,872	0,882
Valoración del porcentaje de variación con respecto a ATF						
COMPARACIÓN COMPOSICIÓN RELATIVA ACEITE DEPALMA - ATF						
PORCENTAJE DE VARIACIÓN (%) RESPECTO A ATF						
TEMPERATURA	10/90 P-T vs.ATF	20/80 P-T vs.ATF	30/70 P-T vs.ATF	40/60 P-T vs.ATF	50/50 P-T vs.ATF	Prom.
40°C	0,68	1,58	2,03	2,82	3,95	2,21
60°C	0,96	1,76	2,33	3,02	4,17	2,45
80°C	0,80	1,73	2,31	3,13	4,29	2,45
100°C	0,81	1,76	2,35	3,18	4,36	2,49

Continúa

Continuación

Gráfica de comparación



Observaciones.

La combinación de aceite de palma y aceite de transmisión presenta un incremento de la densidad según el aumento del porcentaje de aceite de palma, se aprecia también que la temperatura se presenta inversamente proporcional a la densidad es decir la temperatura incrementa y provoca un descenso del valor de la densidad.

Al comparar las densidades obtenidas experimentalmente de cada una de las mezclas con la densidad del ATF, se presentan variaciones como a 40 °C la viscosidad del atf .885 g/ml y las viscosidades respectivas de las composiciones relativas de 10/90 P-T, 20/80 P-T, 30/70 P-T, 40/60 P-T, 50/50 P-T, son 0.891,0.899,0.903,0.910,0.920g/ml, se puede apreciar además una variación promedio que va desde 2.21 a 40 °C hasta 2.49% a los 100°C.

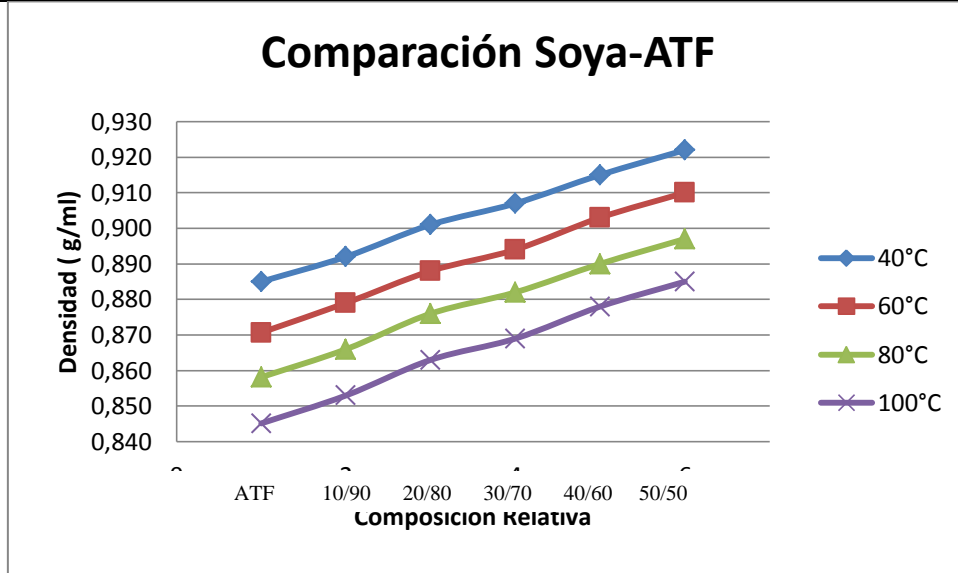
4.5.5 EVALUACIÓN COMPARACIÓN DE LA DENSIDAD ENTRE COMPOSICIÓN RELATIVA S-T Y ATF

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA						
Datos informativos:						
Muestra:	-	Fecha de realización:	10/12/2013			
Lugar de realización:	Laboratorio de Materiales –FICM					
Realizado por:	Egdo. Jiménez	Alex	Autorizado por:	Ing. Mg. Henry Vaca		
Comparación de viscosidad entre composición relativa S-T y ATF						
COMPARACIÓN COMPOSICIÓN RELATIVA ACEITE DE SOYA - ATF						
COMP. RELATIVA	ATF	10/90 P-T	20/80 P-T	30/70 P-T	40/60 P-T	50/50 P-T
TEMPERATURA	DENSIDAD g/ml					
40°C	0,885	0,892	0,901	0,907	0,915	0,922
60°C	0,871	0,879	0,888	0,894	0,903	0,91
80°C	0,858	0,866	0,876	0,882	0,89	0,897
100°C	0,845	0,853	0,863	0,869	0,878	0,885
Valoración del porcentaje de variación con respecto a ATF						
COMPARACIÓN COMPOSICIÓN RELATIVA ACEITE DE SOYA - ATF						
PORCENTAJE DE VARIACIÓN (%) RESPECTO A ATF						
TEMPERATURA	10/90 S-T vs. ATF	20/80 S-T vs. ATF	30/70 S-T vs. ATF	40/60 S-T vs. ATF	50/50 S-T vs. ATF	PROM.
40°C	0,79	1,81	2,49	3,39	4,18	2,53
60°C	0,96	1,99	2,68	3,71	4,52	2,77
80°C	0,92	2,08	2,78	3,71	4,53	2,80
100°C	0,93	2,11	2,82	3,89	4,72	2,89

Continúa

Continuación

Gráfica de comparación



Observaciones.

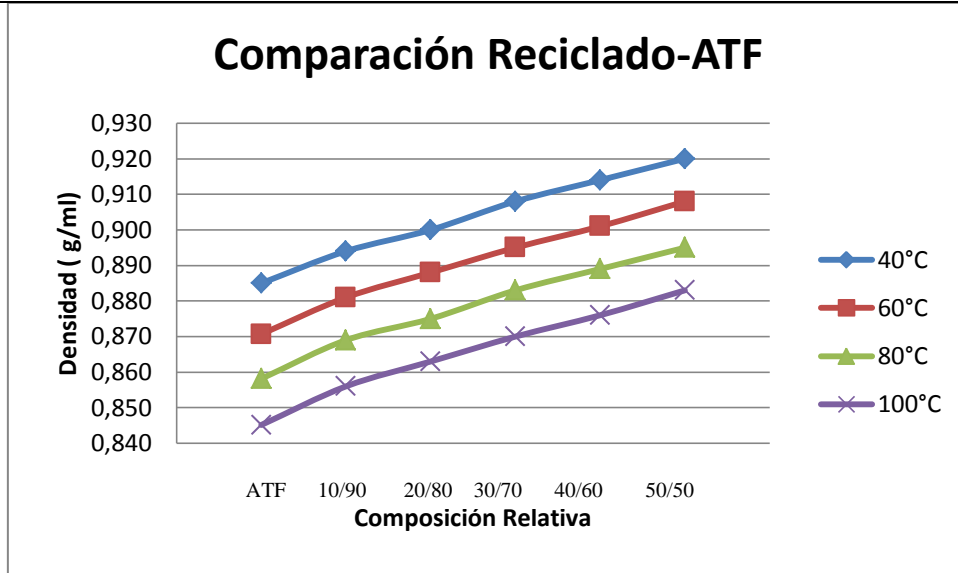
La combinación de aceite de transmisión con el aceite de soya, presenta cambios de su densidad en incremento proporcional al incremento de porcentaje de aceite de soya en la composición relativa de la mezcla, se puede apreciar esta variación en todas las temperaturas como a 40 °C, el ATF muestra una densidad de 0.885 g/ml, y las combinaciones aumentan de 0.892 g/ml en 10/90S-T hasta un 0.922g/ml en la combinación de 50/50S-T, por lo que se puede encontrar una variación promedio en incremento que va de 2.53% a 40 °C hasta un 2.89% a 100 °C.

4.5.6 EVALUACIÓN COMPARACIÓN DE LA DENSIDAD ENTRE COMPOSICIÓN RELATIVA R-T Y ATF

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA						
Datos informativos:						
Muestra:	-	Fecha de realización:	10/12/2013			
Lugar de realización:	Laboratorio de Materiales –FICM					
Realizado por:	Egdo. Jiménez	Alex	Autorizado por:	Ing. Mg. Henry Vaca		
Comparación de viscosidad entre composición relativa R-T y ATF						
COMPARACIÓN COMPOSICIÓN RELATIVA ACEITE RECICLADO - ATF						
COMP. RELATIVA	ATF	10/90 R-T	20/80 R-T	30/70 R-T	40/60 R-T	50/50 R-T
TEMPERATURA	DENSIDAD g/ml					
40°C	0,885	0,894	0,9	0,908	0,914	0,92
60°C	0,871	0,881	0,888	0,895	0,901	0,908
80°C	0,858	0,869	0,875	0,883	0,889	0,895
100°C	0,845	0,856	0,863	0,87	0,876	0,883
Valoración del porcentaje de variación con respecto a ATF						
COMPARACIÓN COMPOSICIÓN RELATIVA ACEITE RECICLADO - ATF						
PORCENTAJE DE VARIACIÓN (%) RESPECTO A ATF						
TEMPERATURA	10/90 R-T vs. ATF	20/80 R-T vs. ATF	30/70 R-T vs. ATF	40/60 R-T vs. ATF	50/50 R-T vs. ATF	Prom.
40°C	1,02	1,69	2,60	3,28	3,95	2,51
60°C	1,19	1,99	2,79	3,48	4,29	2,75
80°C	1,27	1,96	2,90	3,60	4,29	2,80
100°C	1,28	2,11	2,94	3,65	4,48	2,89
<i>Continúa</i>						

Continuación

Gráfica de comparación



Observaciones.

En las combinaciones de aceite de transmisión con el aceite reciclado de frituras, la densidad tiende a descender con el incremento de la temperatura es decir que la temperatura tiene una relación inversamente proporcional a la densidad, lo contrario sucede con la composición relativa y la densidad, pues al igual que con el aceite de palma y el de soya, el aceite reciclado en combinación produce un incremento de la densidad mientras se incremente su concentración en la mezcla. La variación de que presentan las combinaciones de aceite reciclado con atf y el aceite de transmisión automática va de 2.51% 40 °Ca un 2.89% a los 100 °C. Además se muestra la densidad que va de 0.894 a 0.0920g/ml, 0.881 a 0.908 g/ml, 0.869 a 0.895g/ml, 0.856 a 0.883 g/ml, a las temperaturas de 40, 60, 80, y 100°C respectivamente.

4.5.7 EVALUACIÓN COMPARACIÓN DE LA VISCOSIDAD ENTRE COMPOSICIÓN RELATIVA P-T Y ATF

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA					
Datos informativos:					
Muestra:	-	Fecha de realización:	09/12/2013		
Lugar de realización:	Laboratorio de Materiales –FICM				
Realizado por:	Egdo. Alex Jiménez	Autorizado por:	Ing. Mg. Henry Vaca		
Comparación de viscosidad entre composición relativa P-T y ATF					
COMPARACIÓN COMPOSICIÓN RELATIVA ACEITE DEPALMA - ATF					
TEMPERATURA	40°C	60°C	80°C	100°C	I.V.
COMP. RELATIVA					
ATF	40,3242	19,9087	11,8408	7,6352	161
10/90 P-T	38,5122	19,3362	11,5344	7,5868	170
20/80 P-T	39,4661	19,4024	11,5191	7,5671	163
30/70 P-T	40,4390	20,0646	11,7886	7,7718	166
40/60 P-T	40,6709	20,0055	11,7831	7,7961	165
50/50 P-T	40,4290	20,0801	12,0994	7,9720	174
Gráfica de comparación					
<p style="text-align: center;">COMPARACIÓN PALMA-ATF</p>					
Observaciones:					
<p>Se puede apreciar que las composiciones relativas de palma no presenta gran variación de viscosidad, sobre todo a temperaturas altas, a acepción de la composición 50/50 que tiende a aumentar en decimas de cst. A 40°C la palma tiene comportamiento especial pues mientras el porcentaje de palma es bajo la viscosidad tiende a bajar con respecto al original, y subir cuando esta aumenta, es decir la viscosidad se comporta directamente proporcional al porcentaje de palma.</p>					

4.5.8 EVALUACIÓN COMPARACIÓN DE LA VISCOSIDAD ENTRE COMPOSICIÓN RELATIVA S-T Y ATF

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA					
Datos informativos:					
Muestra:	-	Fecha de realización:	09/12/2013		
Lugar de realización:	Laboratorio de Materiales –FICM				
Realizado por:	Egdo. Alex Jiménez	Autorizado por:	Ing. Mg. Henry Vaca		
Comparación de viscosidad entre composición relativa S-T y ATF					
COMPARACIÓN COMPOSICIÓN RELATIVA ACEITE DE SOYA- ATF					
TEMPERATURA	40°C	60°C	80°C	100°C	I.V.
COMP. RELATIVA					
ATF	40,3242	19,9087	11,8408	7,6352	161
10/90 P-T	37,2282	18,8534	11,2706	7,4434	171
20/80 P-T	36,5343	18,9383	11,4164	7,6281	184
30/70 P-T	36,8186	19,0615	11,6738	7,8305	191
40/60 P-T	35,5738	18,8010	11,3971	7,6602	193
50/50 P-T	34,8214	18,4286	11,4726	7,6512	198
Gráfica de comparación					
<p style="text-align: center;">COMPARACIÓN SOYA-ATF</p> <p style="text-align: center;">VISCOSIDAD (cst)</p> <p style="text-align: center;">TEMPERATURA (°C)</p>					
Observaciones.					
Las composiciones relativas de aceite de soya con ATF, desciende a los 40 y 60 °C, en gran porcentaje y en forma proporcional al porcentaje de aceite de soya, pero se observa que aumenta la temperatura la viscosidad permanece prácticamente idéntica a la original es decir a las viscosidades del ATF.					

4.5.9 EVALUACIÓN COMPARACIÓN DE LA VISCOSIDAD ENTRE COMPOSICIÓN RELATIVA R-T Y ATF

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA					
Datos informativos:					
Muestra:	-	Fecha de realización:	10/12/2013		
Lugar de realización:	Laboratorio de Materiales –FICM				
Realizado por:	Egdo. Alex Jiménez	Autorizado por:	Ing. Mg. Henry Vaca		
Comparación de viscosidad entre composición relativa R-T y ATF					
COMPARACIÓN COMPOSICIÓN RELATIVA ACEITE RECICLADO- ATF					
TEMPERATURA	40°C	60°C	80°C	100°C	I.V.
COMP. RELATIVA					
ATF	40,3242	19,9087	11,8408	7,6352	161
10/90 P-T	38,1648	19,2312	11,4116	7,5364	170
20/80 P-T	37,5936	19,2853	11,4631	7,5987	176
30/70 P-T	36,5074	18,9987	11,4230	7,6386	185
40/60 P-T	36,6432	19,5035	11,5433	7,7737	190
50/50 P-T	36,4108	19,1365	11,6833	7,8959	197
Gráfica de comparación					
Observaciones.					
En las combinaciones de ATF con aceite reciclado de frituras, presentan gran estabilidad a temperaturas superiores de 60 °C en todas las proporciones estudiadas. A 40°C se nota el descenso en los porcentajes de 10,20y30% a partir de este se estabiliza y mantiene la viscosidad hasta el 50% en proporción que mantiene un 36.5 cst aproximado.					

4.5.10 EVALUACIÓN COMPARACIÓN DE LA VISCOSIDAD ENTRE COMPOSICIÓN RELATIVA 10/90 P-T , S-T y R-T

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA				
Datos informativos:				
Muestra:	-	Fecha de realización:	10/12/2013	
Lugar de realización:	Laboratorio de Materiales –FICM			
Realizado por:	Egdo. Alex Jiménez	Autorizado por:	Ing. Mg. Henry Vaca	
Comparación de viscosidad entre composición relativa 10/90 P-T , S-T y R-T				
COMPARACIÓN COMPOSICIÓN RELATIVA 10/90				
MUESTRA	ATF	PLAMA-ATF	SOYA-ATF	RECICLADO-ATF
TEMPERATURA °C				
40	40,3242	37,2282	38,1648	38,1648
60	19,9087	18,8534	19,2312	19,2312
80	11,8408	11,2706	11,4116	11,4116
100	7,6352	7,4434	7,5364	7,5364
Gráfica de comparación				
<p style="text-align: center;">COMPARACIÓN COMPOSICIÓN RELATIVA 10/90</p> <p style="text-align: center;">Observaciones.</p> <p>Se puede apreciar en la gráfica que en esta proporción a 40 °C los valores de viscosidad desciende con todos los componentes, a partir de 60 °C se aprecia que la variación de viscosidad es similar en todas las combinaciones estudiadas.</p>				

4.5.11 EVALUACIÓN COMPARACIÓN DE LA VISCOSIDAD ENTRE COMPOSICIÓN RELATIVA 20/80 P-T, S-T y R-T

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA				
Datos informativos:				
Muestra:	-	Fecha de realización:	10/12/2013	
Lugar de realización:	Laboratorio de Materiales –FICM			
Realizado por:	Egdo. Alex Jiménez	Autorizado por:	Ing. Mg. Henry Vaca	
Comparación de viscosidad entre composición relativa 20/80 P-T , S-T y R-T				
COMPARACIÓN COMPOSICIÓN RELATIVA 20/80				
MUESTRA	ATF	PLAMA-ATF	SOYA-ATF	RECICLADO-ATF
TEMPERATURA °C				
40	40,3242	39,4661	37,5936	37,5936
60	19,9087	19,4024	19,2853	19,2853
80	11,8408	11,5191	11,4631	11,4631
100	7,6352	7,5671	7,5987	7,5987
Gráfica de comparación				
<p style="text-align: center;">COMPARACIÓN COMPOSICIÓN RELATIVA 20/80</p> <p style="text-align: center;">Observaciones.</p> <p>En las combinaciones a 20/80 de composición relativa con los distintos componentes, a 40°C el que presenta mayor conservación de la viscosidad es con aceite de palma, mientras que en las temperaturas mayores la viscosidad con los distintos componentes varían de forma similar.</p>				

4.5.12 EVALUACIÓN COMPARACIÓN DE LA VISCOSIDAD ENTRE COMPOSICIÓN RELATIVA 30/70 P-T , S-T y R-T

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA				
Datos informativos:				
Muestra:	-	Fecha de realización:	10/12/2013	
Lugar de realización:	Laboratorio de Materiales –FICM			
Realizado por:	Egdo. Alex Jiménez	Autorizado por:	Ing. Mg. Henry Vaca	
Comparación de viscosidad entre composición relativa 30/80 P-T , S-T y R-T				
COMPARACIÓN COMPOSICIÓN RELATIVA 30/70				
MUESTRA	ATF	PLAMA-ATF	SOYA-ATF	RECICLADO-ATF
TEMPERATURA °C				
40	40,3242	40,4390	36,8186	36,5074
60	19,9087	20,0646	19,0615	18,9987
80	11,8408	11,7886	11,6738	11,4231
100	7,6352	7,7718	7,8305	7,6386
Gráfica de comparación				
<p style="text-align: center;">COMPARACIÓN COMPOSICIÓN RELATIVA 30/70</p> <p style="text-align: center;">VISCOSIDAD (cst)</p> <p style="text-align: center;">TEMPERATURA (°C)</p> <p style="text-align: right;"> ■ ATF ■ PLAMA-ATF ■ SOYA-ATF ■ RECICLADO-ATF </p>				
Observaciones.				
<p>Para las distintas combinaciones a porción 30/70, se nota que a 40°C y 60°C que el aceite de palma da un aumento de viscosidad con respecto a los aceites de soya y reciclado, en temperaturas superiores los tres componentes mantienen la viscosidad similar a la viscosidad del aceite de transmisión.</p>				

4.5.13 EVALUACIÓN COMPARACIÓN DE LA VISCOSIDAD ENTRE COMPOSICIÓN RELATIVA 40/60 P-T, S-T y R-T

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA				
Datos informativos:				
Muestra:	-	Fecha de realización:	10/12/2013	
Lugar de realización:	Laboratorio de Materiales –FICM			
Realizado por:	Egdo. Alex Jiménez	Autorizado por:	Ing. Mg. Henry Vaca	
Comparación de viscosidad entre composición relativa 40/60 P-T , S-T y R-T				
COMPARACIÓN COMPOSICIÓN RELATIVA 40/60				
MUESTRA	ATF	PLAMA-ATF	SOYA-ATF	RECICLADO-ATF
TEMPERATURA °C				
40	40,3242	40,6709	35,5738	36,6432
60	19,9087	20,0055	18,8010	19,5035
80	11,8408	11,7831	11,3971	11,5433
100	7,6352	7,7961	7,6602	7,7737
Gráfica de comparación				
<p style="text-align: center;">COMPARACIÓN COMPOSICIÓN RELATIVA 40/60</p> <p style="text-align: center;">VISCOSIDAD (cst)</p> <p style="text-align: center;">TEMPERATURA (°C)</p> <p style="text-align: right;"> ■ ATF ■ PLAMA-ATF ■ SOYA-ATF ■ RECICLADO-ATF </p>				
Observaciones.				
<p>En composición 40/60, a 40°C y 60°C el aceite de palma es el que mejor conserva la viscosidad, seguido por el aceite reciclado, mientras que el aceite de soya presenta un descenso considerable con respecto a los otros dos, y como en las anteriores proporciones en temperaturas superiores las viscosidades se mantienen similares.</p>				

4.5.14 EVALUACIÓN COMPARACIÓN DE LA VISCOSIDAD ENTRE COMPOSICIÓN RELATIVA 50/50 P-T , S-T y R-T

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA				
Datos informativos:				
Muestra:	-	Fecha de realización:	10/12/2013	
Lugar de realización:	Laboratorio de Materiales –FICM			
Realizado por:	Egdo. Alex Jiménez	Autorizado por:	Ing. Mg. Henry Vaca	
Comparación de viscosidad entre composición relativa 50/50 P-T , S-T y R-T				
COMPARACIÓN COMPOSICIÓN RELATIVA 50/50				
MUESTRA	ATF	PLAMA-ATF	SOYA-ATF	RECICLADO-ATF
TEMPERATURA °C				
40	40,3242	40,4290	34,8214	36,4109
60	19,9087	20,0801	18,4286	19,1365
80	11,8408	12,0994	11,4726	11,6833
100	7,6352	7,9720	7,6512	7,8959
Gráfica de comparación				
<p style="text-align: center;">COMPARACIÓN COMPOSICIÓN RELATIVA 50/50</p> <p style="text-align: center;">VISCOSIDAD (cst)</p> <p style="text-align: center;">TEMPERATURA (°C)</p> <p style="text-align: right;"> ■ ATF ■ PLAMA-ATF ■ SOYA-ATF ■ RECICLADO-ATF </p>				
Observaciones.				
<p>En composición relativa 50/50 el aceite de palma combinado mantiene la viscosidad cercana a la del ATF, en el caso del aceite reciclado que es el que le sigue en conservación de viscosidad desciende a 40°C, pero mantiene las viscosidades en las demás temperaturas, mientras que la combinación con aceite de soya presenta descensos de 40 a 60°C con respecto a los otros componentes.</p>				

4.6 VERIFICACIÓN DE LA HIPÓTESIS

El estudio experimental que se realizó presenta los resultados de densidad y viscosidad como se apreciaron en las fichas 4.4.1 hasta la ficha 4.4.14.

El aceite de palma combinado con aceite de transmisión presenta una variación muy baja con respecto al aceite transmisión puro, esta variación va desde 4.49% en la combinación 10/90 P-T hasta un 0.26% en la combinación 50/50 P-T a 40°C, es decir que las combinaciones que se analizaron en el estudio experimental referente al aceite de palma combinado, permite una conservación adecuada de la viscosidad, en cada una de las temperaturas de análisis pues se encuentra una variación promedio de 1.69% con respecto a la del aceite de transmisión automática puro, además se debe considerar un incremento en el índice de viscosidad

El aceite de soya combinado con aceite de transmisión presenta una variación de 10.24% en promedio con respecto al aceite de transmisión automática a 40 °C, a esta temperatura se aprecia también un descenso del valor de la viscosidad mientras se aumenta el porcentaje de aceite de soya, mientras que en lo que se refiere a las temperaturas de 60,80,100 °C, el porcentaje de variación es relativamente bajo que va de 5.49, 3.33, 1.14% respectivo para cada temperatura, con esto se presenta una conservación de la viscosidad a estas temperaturas, además cada combinación presenta índices de viscosidad grandes que indican una buena conservación de la viscosidad con la temperatura.

El aceite de reciclado de frituras combinado con aceite de transmisión presenta una variación de 8.09% en promedio con respecto al aceite de transmisión automática a 40 °C, pero presenta una estabilización de la viscosidad a partir de la combinación 30/70R-T hasta la combinación 50/50R-T, que es aproximadamente de 36 cst, , en lo que se refiere a las temperaturas de 60,80,100 °C, el porcentaje de variación es bajo, este va de 3.40,2.84,1.41% respectivo para cada temperatura, por lo que presenta una conservación de la viscosidad a estas temperaturas, se observa además que los

índices de viscosidad presentan incremento de acuerdo al aumento del porcentaje de aceite reciclado lo que representa una buena conservación de la viscosidad con la temperatura.

La combinación de aceite de palma y aceite de transmisión presenta un incremento de la densidad según el aumento del porcentaje de aceite de palma, se aprecia también que la temperatura se presenta inversamente proporcional a la densidad es decir la temperatura incrementa y provoca un descenso del valor de la densidad.

Al comparar las densidades obtenidas experimentalmente de cada una de las mezclas con la densidad del ATF, se presentan variaciones como a 40 °C la viscosidad del ATF. 885 g/ml y las viscosidades respectivas de las composiciones relativas de 10/90 P-T, 20/80 P-T, 30/70 P-T, 40/60 P-T, 50/50 P-T, son 0.891, 0.899, 0.903, 0.910, 0.920g/ml, se puede apreciar además una variación promedio que va desde 2.21 a 40 °C hasta 2.49% a los 100°C.

La combinación de aceite de transmisión con el aceite de soya, presenta cambios de su densidad en incremento proporcional al incremento de porcentaje de aceite de soya en la composición relativa de la mezcla, se puede apreciar esta variación en todas las temperaturas como a 40 °C, el ATF muestra una densidad de 0.885 g/ml, y las combinaciones aumentan de 0.892 g/ml en 10/90S-T hasta un 0.922g/ml en la combinación de 50/50S-T, por lo que se puede encontrar una variación promedio en incremento que va de 2.53% a 40 °C hasta un 2.89% a 100 °C.

En las combinaciones de aceite de transmisión con el aceite reciclado de frituras, la densidad tiende a descender con el incremento de la temperatura es decir que la temperatura tiene una relación inversamente proporcional a la densidad, lo contrario sucede con la composición relativa y la densidad, pues al igual que con el aceite de palma y el de soya, el aceite reciclado en combinación produce un incremento de la densidad mientras se incrementa su concentración en la mezcla. La variación de que presentan las combinaciones de aceite reciclado con atf y el aceite de transmisión

automática va de 2.51% a 40 °C a un 2.89% a los 100 °C. Además se muestra la densidad que va de 0.894 a 0.0920g/ml, 0.881 a 0.908 g/ml, 0.869 a 0.895g/ml, 0.856 a 0.883 g/ml, a las temperaturas de 40, 60, 80, y 100°C respectivamente.

A continuación se muestra graficas con valores de viscosidad y densidad de los lubricantes obtenidos que presentaron mayor conservación de las propiedades con respecto a la temperatura, y su tendencia.

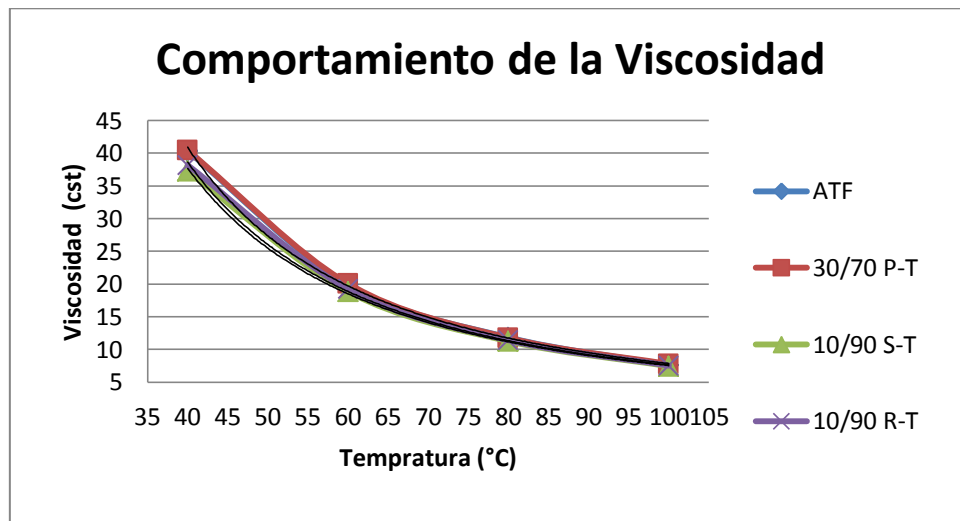


Figura 4.1. Comportamiento de la Viscosidad **Fuente:** El autor

Como se aprecia en la figura 4.1 los lubricantes 30/70 P-T, 10/90 S-T, 10/90 R-T, se muestran muy cercanos a la línea que representa el aceite de transmisión automática, incluso el 30/70 P-T cubre por completo la línea de este. Además podemos observar que la línea de tendencia en las diferentes composiciones relativas y distintos componentes, es de tendencia potencial decreciente, con respecto a la temperatura.

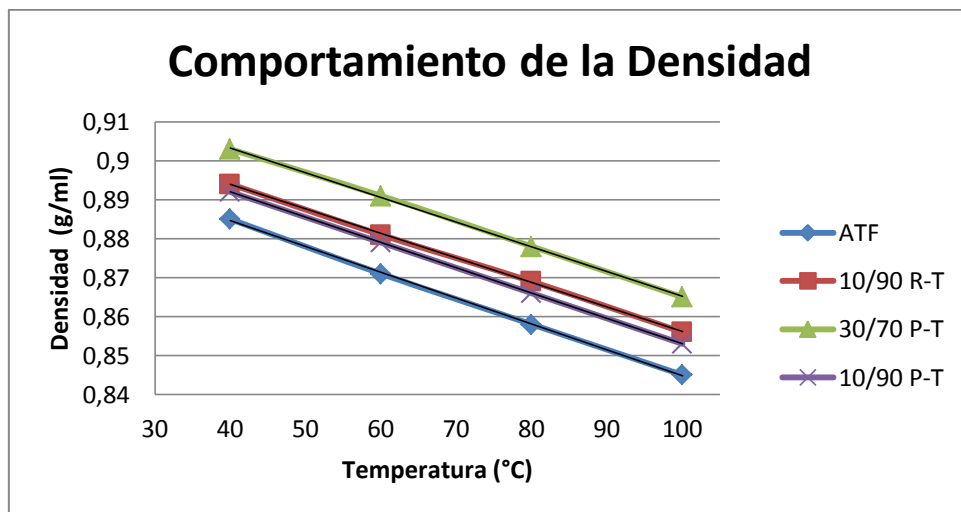


Figura 4.2. Comportamiento de la Densidad **Fuente:** El autor

En la figura 4.2 se muestra la densidad de los lubricantes 30/70 P-T, 10/90 S-T, 10/90 R-T, mismos que están representados por líneas de tendencia lineal decrecientes, según el aumento de la temperatura, se puede apreciar también que el las composiciones relativas mencionadas las densidades varían del lubricante original es decir del ATF, siendo el más denso el 30/70 P-T.

Por lo mencionado anteriormente se puede considerar que el estudio de lubricantes en composición relativa, permite además de encontrar nuevas posibilidades de lubricación, la facilidad de medir e identificar el comportamiento de sus propiedades en este caso la densidad y viscosidad, por consiguiente la hipótesis se la considera como verdadera

CAPITULO V

5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES.

- Para las distintas combinaciones a porción 30/70, se nota que a 40°C y 60°C que el aceite de palma da un aumento de viscosidad con respecto a los aceites de soya y reciclado, en temperaturas superiores los tres componentes mantienen la viscosidad similar a la viscosidad del aceite de transmisión.
- De las distintas graficas de viscosidad de las composiciones relativas comparado estas con el ATF, se aprecia que con los aceites orgánicos a 10% de proporción, se comportan en forma similar, es decir tienden a disminuir la viscosidad a 40 °C, pero analizando las demás proporciones se observa que con el aceite de palma en proporción 30/70, sus viscosidades son de 40.4390 cst a 40°C y 7.7718 cst a 100 °C, los mismos datos para el ATF son de 40.3242y 7.6352 cst respectivamente, haciendo que esta combinación se ala más adecuada para conservar las características del aceite original.
- La tendencia que presenta las gráficas de viscosidad respecto a la temperatura, mostradas en el capítulo IV, son de carácter potencial decreciente con respecto a la temperatura.
- Las gráficas de densidad respecto a la temperatura tienen una tendencia lineal decreciente, con respecto la composición relativa la densidad aumenta proporcionalmente al aumento de aceite orgánico.
- Se puede apreciar en la gráfica de la ficha 4.5.10 que en esta proporción a 40 °C los valores de viscosidad desciende con todos los componentes, a partir de

60 °C se aprecia que la variación de viscosidad es similar en todas las combinaciones estudiadas.

- En las combinaciones a 20/80 de composición relativa con los distintos componentes, a 40°C el que presenta mayor conservación de la viscosidad es con aceite de palma, mientras que en las temperaturas mayores la viscosidad con los distintos componentes varían de forma similar.
- En composición 40/60, a 40°C y 60°C el aceite de palma es el que mejor conserva la viscosidad, seguido por el aceite reciclado, mientras que el aceite de soya presenta un descenso considerable con respecto a los otros dos, y como en las anteriores proporciones en temperaturas superiores las viscosidades se mantienen similares.
- En composición relativa 50/50 el aceite de palma combinado mantiene la viscosidad cercana a la del ATF, en el caso del aceite reciclado que es el que le sigue en conservación de viscosidad desciende a 40°C, pero mantiene las viscosidades en las demás temperaturas, mientras que la combinación con aceite de soya presenta descensos de 40 a 60°C con respecto a los otros componentes.
- En el numeral 4.5 en lo referente a las variaciones de densidad se aprecia que en todos los casos de combinación y con todos los lubricantes orgánicos la tendencia con respecto a la composición relativa es proporcional es decir que a mayor porcentaje de lubricante orgánico mayor es la densidad obtenida.

5.2 RECOMENDACIONES.

- Los instrumentos de laboratorio debe estar completamente secos y limpios pues las partículas de polvo pueden ocasionar falsas medidas.
- En los viscosímetros se debe dejar fluir una primera vez sin toma de medida, para que las paredes del viscosímetro en especial de los viscosímetros metálicos llenen los espacios no pulidos por el maquinado no cambien la velocidad de flujo.

- Mantener las manos alejadas del contenedor de agua, para evitar quemaduras o choques eléctricos provocados por la resistencia térmica.
- El aceite reciclado frituras debe ser filtrado para evitar cualquier partícula de alimento provoquen alguna lectura errónea en las mediciones.
- En lo referente a al estudio en si la recomendación es analizar las propiedades de las combinaciones que no fueron analizadas en este estudio.

CAPÍTULO VI

6 PROPUESTA

“PROCEDIMIENTO PARA LA MEDICIÓN Y ANÁLISIS DE VISCOSIDAD, DE UN LUBRICANTE EN COMPOSICIÓN RELATIVA NO CONVENCIONAL, A DIFERENTE TEMPERATURA”

6.1 DATOS INFORMATIVOS.

El Estudio de la Composición Relativa entre un Lubricante Mineral con Lubricantes Orgánicos y su Influencia en el Comportamiento de la Densidad y Viscosidad a Diferente Temperatura, fue realizado en la ciudad de Ambato, en el laboratorio de Materiales de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, así como también en el Laboratorio de Físico - Química e Instrumentación de la Facultad de Ingeniería y Ciencia en Alimentos, de la Universidad Técnica de Ambato.

El estudio se realizó mezclando proporcionalmente un aceite lubricante mineral con aceites de origen orgánico, aceite de palma, soya y aceite reciclado de frituras.

Las combinaciones realizadas fueron sometidas a pruebas de laboratorio específicamente de viscosidad y densidad, de los que se encontraron que la viscosidad en las composiciones tanto de palma, soya, y aceite reciclado, presentan una buena conservación de esta propiedad, especialmente el aceite de palma que es el que mejor conserva la propiedad, también se observa un aumento en el índice de viscosidad.

6.2 ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA.

La medición de la viscosidad es una exigencia para los lubricantes comerciales por tanto existen normas tanto ecuatorianas como internacionales para la medición de

estos parámetros importantes en la tribotécnica. Además la viscosidad ha sido estudiada en su comportamiento con la temperatura tanto en lubricantes minerales, sintéticos y grasas orgánicas, por lo tanto es buena base para la realización de la investigación.

6.3 JUSTIFICACIÓN.

La viscosidad es un parámetro importante en el campo de la ingeniería mecánica en lo que se refiere al diseño tribotécnico, conocer el proceso de medición de este parámetro es importante para la ingeniería.

El uso de lubricantes alternativos, capaces de reducir la dependencia del petróleo presentara un campo de estudio que debe iniciarse, siendo capaces también de contribuir con la disminución de la contaminación.

6.4 OBJETIVOS.

6.4.1 Objetivo general.

Implementar un procedimiento para el análisis de viscosidad de un lubricante en composición relativa no convencional, a diferente temperatura.

6.4.2 Objetivos específicos.

- Realizar la combinación relativa de un lubricante mineral con un lubricante orgánico.
- Identificar parámetros que intervienen en la medición de la viscosidad de un lubricante en composición relativa no convencional.
- Medir la viscosidad de la mezcla a diferente temperatura con ayuda de un viscosímetro saybolt universal.
- Analizar el comportamiento de la viscosidad a diferente temperatura.

6.5 ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD.

El análisis de viscosidad en un lubricante no convencional y su análisis a diferente temperatura, presenta factibilidad tanto económica como tecnológica, en lo económico se puede mencionar la facilidad de conseguir tanto lubricantes convencionales como los aceites orgánicos, además se puede tomar en cuenta el precio de realizar ensayos en laboratorios especializados presentan un considerable valor, que para poder conocer resultados para fines informativos y educativos para estudiantes de la facultad de Ingeniería Mecánica , los resultados que se obtienen tienen la misma validez pues al seguir un procedimiento nada complicado se los consigue y permite que se pueda desarrollar las destrezas y el conocimiento necesario para la aplicación en proyectos relacionados con la tribotécnica.

En lo tecnológico se tiene facilidad para realizar ensayos de viscosidad pues la Facultad de Ingeniería Mecánica, en su Laboratorio de Materiales, cuenta con un viscosímetro saybolt, que permite fácilmente realizar los mismos, permitiendo el análisis e investigación de este tipo de parámetros requeridos para la ingeniería.

6.6 FUNDAMENTACIÓN.

La presente propuesta está fundamentada en datos teóricos expuestos en el CAPÍTULO II, referente al marco teórico de la investigación, en el mismo que se presenta toda la información pertinente y necesaria para conocer y efectuar esta propuesta

6.7 METODOLOGÍA.

Para la medición y posterior análisis de la viscosidad de un lubricante en combinación relativa no convencional se siguió el siguiente proceso.

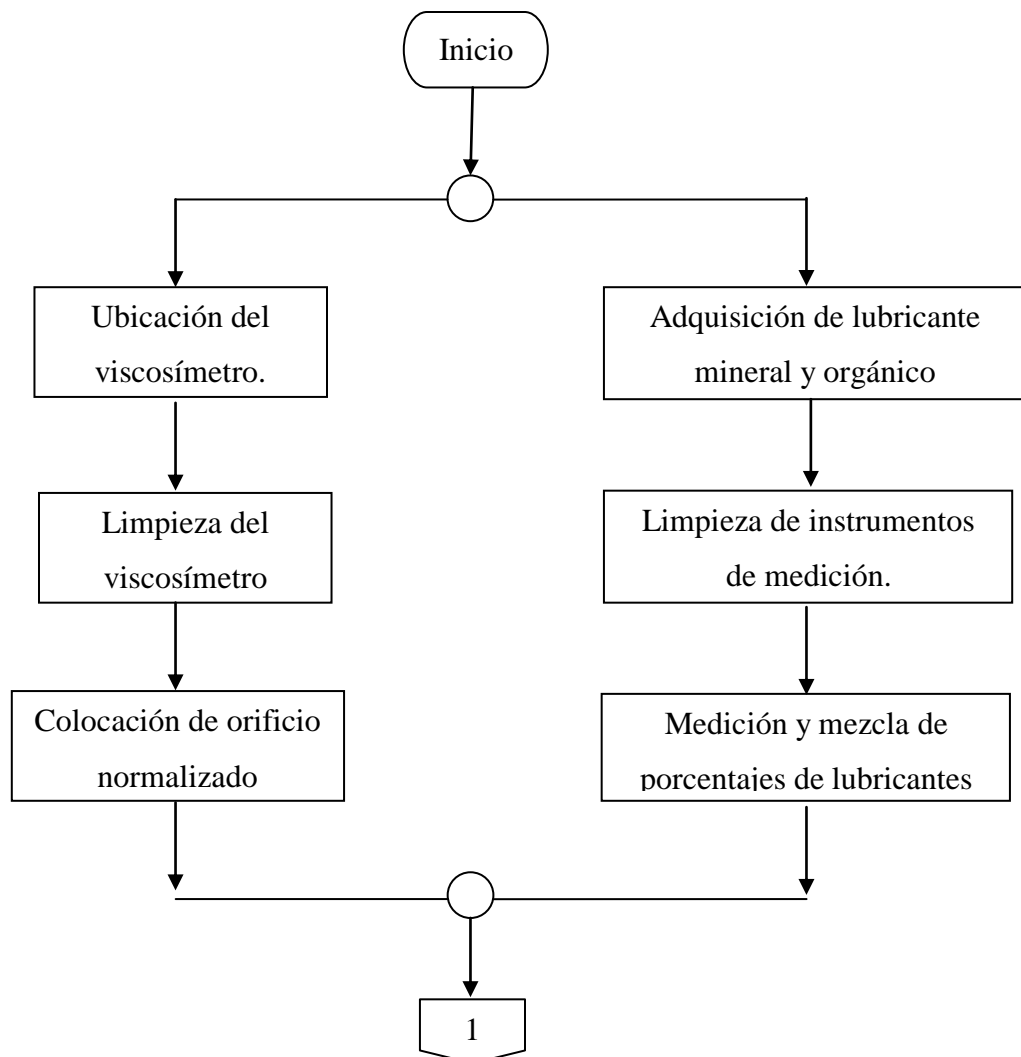
OBJETO: Establece el porqué del procedimiento.

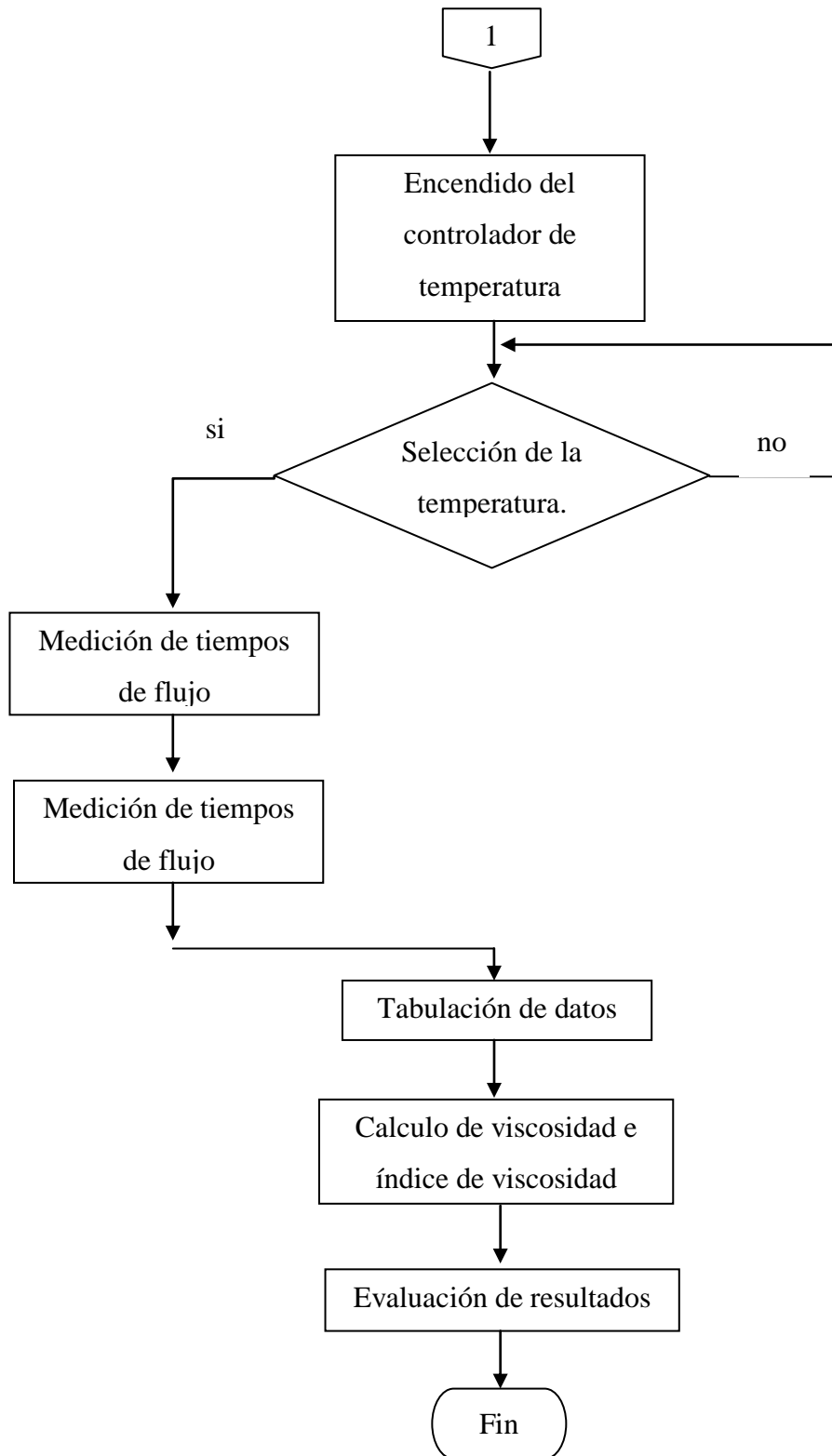
ALCANCE: Muestra los límites de aplicación del procedimiento.



DOCUMENTACIÓN DE REFERENCIA: Indica los documentos base y legales del procedimiento.

REALIZACIÓN: Se describen las actividades que se llevaran a cabo en el procedimiento.

6.7.1 Flujograma de actividades





	<p style="text-align: center;">UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA</p> <p style="text-align: center;">Procedimiento para la medición y análisis de viscosidad, de un lubricante en composición relativa no convencional, a diferente temperatura</p>	
<p>1. OBJETO. Establecer las distintas actividades a realizar para la medición y análisis de viscosidad, de un lubricante en composición relativa no convencional, a diferente temperatura.</p> <p>2. ALCANCE. El presente procedimiento esta desarrollado para guía en la medición y análisis de lubricantes no convencionales en composición relativa.</p> <p>3. DOCUMENTACIÓN DE REFERENCIA. El desarrollo del presente documento se sustenta en el capítulo II que se refiere al marco teórico de la investigación.</p> <p>4. GENERALIZACIÓN. Los lubricantes en el campo de la ingeniería mecánica presentan gran importancia, pues es lo que permite la durabilidad y estabilidad térmica de los componentes constitutivos de las mismas, por consiguiente el ahorro en el mantenimiento correctivo de las mismas. Este requerimiento representa que se innove las capacidades de los lubricantes, además es necesario encontrar soluciones alternativas que contribuyan con la conservación medioambiental, para lo cual el uso de lubricantes con características biodegradables es necesaria por eso la necesidad de estudiar las posibilidades de uso de lubricantes orgánicos.</p>		
<p>Código:PR-MV-01</p>	<p>Fecha de realización: 15/12/2013</p>	<p>Revisión:01</p>
<p>Elaborado por: Alex Jiménez</p>	<p>Revisado por: Ing. Mg. Henry Vaca</p>	<p>Aprobado por: Ing. Mg. Henry Vaca</p>



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA
Procedimiento para la medición y análisis de viscosidad, de un
lubricante en composición relativa no convencional, a diferente
temperatura



5. REALIZACIÓN. Las actividades para la medición y análisis de la viscosidad se presenta a continuación:

5.1. Preparación del equipo

Ubicar el equipo en un lugar donde no sea afectado por cambios bruscos de temperatura ni este expuesto a contaminarse por polvo durante el ensayo.



Grafica 6.1. Banco de pruebas saybolt

Fuente :El autor

Código:PR-MV-01	Fecha de realización: 15/12/2013	Revisión:01
Elaborado por: Alex Jiménez	Revisado por: Ing. Mg. Henry Vaca	Aprobado por: Ing. Mg. Henry Vaca



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA
Procedimiento para la medición y análisis de viscosidad, de un
lubricante en composición relativa no convencional, a diferente
temperatura



Verificar que el viscosímetro este limpio y seco previo a la colocación del fluido a ensayar. (Para limpiar el viscosímetro se debe realizar con un solvente adecuado).

Preparar de carga del viscosímetro. Colocando el orificio saybolt universal en la parte inferior del tubo de carga del viscosímetro.



Grafica 6.2. Orificio saybolt universal

Fuente :El autor

Ubicar un tapón que evite que al colocar el fluido a ensayar no filtre hasta empezar la medición.

Código:PR-MV-01	Fecha de realización: 15/12/2013	Revisión:01
Elaborado por: Alex Jiménez	Revisado por: Ing. Mg. Henry Vaca	Aprobado por: Ing. Mg. Henry Vaca



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA
Procedimiento para la medición y análisis de viscosidad, de un
lubricante en composición relativa no convencional, a diferente
temperatura



Llenar el baño hasta 5 mm por encima del nivel de desborde interno.



Grafica 6.3. Colocación de la muestra.

Fuente :El autor

5.2. Preparación de la muestra.

En esta investigación se desea medir e evaluar la viscosidad de un lubricante no convencional en composición relativa, para preparar la muestra de análisis se procede de la siguiente forma.

Código:PR-MV-01	Fecha de realización: 15/12/2013	Revisión:01
Elaborado por: Alex Jiménez	Revisado por: Ing. Mg. Henry Vaca	Aprobado por: Ing. Mg. Henry Vaca



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA
Procedimiento para la medición y análisis de viscosidad, de un
lubricante en composición relativa no convencional, a diferente
temperatura



Obtener los lubricantes a combinar, en este caso aceite de transmisión automática y aceite de palma, los mismos que se mezclaran en proporción 30/70 (30% de aceite de palma con 70% de aceite de transmisión automática).

Limpiar y secar los instrumentos de medición, como las pipetas y vasos de precipitado afín que no contengan residuos de polvo ni de otra sustancia que contamine la muestra, de ser necesario se debe utilizar un disolvente volátil, el mismo que debe ser evacuado por corrientes de aire.



Grafica 6.4. Instrumentos de medición.

Fuente :El autor

Código: PR-MV-01	Fecha de realización: 15/12/2013	Revisión:01
Elaborado por: Alex Jiménez	Revisado por: Ing. Mg. Henry Vaca	Aprobado por: Ing. Mg. Henry Vaca



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA
Procedimiento para la medición y análisis de viscosidad, de un
lubricante en composición relativa no convencional, a diferente
temperatura



Por medio de una pipeta 10ml graduada, y con ayuda de una pera de succión se coloca en un vaso de precipitado de 100 ml una cantidad de 30 ml de aceite de palma, y una cantidad de 70 ml de aceite de transmisión automática.



Grafica 6.5. Combinación de lubricantes. **Fuente :**El autor

Una vez colocadas las sustancias en el vaso de precipitación, se procede a mezclar con ayuda de un agitador de cristal, hasta que se observe la eliminación de las fases que se producen por la diferencia de densidad entre los componentes de la mezcla.



Grafica 6.6. Agitación de la muestra. **Fuente :**El autor

Código: PR-MV-01	Fecha de realización: 15/12/2013	Revisión:01
Elaborado por: Alex Jiménez	Revisado por: Ing. Mg. Henry Vaca	Aprobado por: Ing. Mg. Henry Vaca



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA

Procedimiento para la medición y análisis de viscosidad, de un lubricante en composición relativa no convencional, a diferente temperatura



5.3 Medición de la viscosidad.

Setear el controlador de temperatura a la temperatura de prueba.



Grafica 6.7. Indicación de la temperatura de ensayo.

Fuente :El autor



Colocar el tapón del viscosímetro en el orificio.

Colocar la muestra en el tubo de carga hasta que rebose.



Grafica 6.8. Carga de la muestra. **Fuente :**El autor

Código: PR-MV-01	Fecha de realización: 15/12/2013	Revisión:01
Elaborado por: Alex Jiménez	Revisado por: Ing. Mg. Henry Vaca	Aprobado por: Ing. Mg. Henry Vaca

	<p style="text-align: center;">UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA</p> <p style="text-align: center;">Procedimiento para la medición y análisis de viscosidad, de un lubricante en composición relativa no convencional, a diferente temperatura</p>	
---	---	---

Permitir que el agua del baño se estabilice en la temperatura de prueba, observando que la agitación esté en funcionamiento pues esto permite que la temperatura en todo el viscosímetro se la misma.



Grafica 6.9. Estabilización de la temperatura.

Fuente :El autor

Cuando la temperatura del baño llegue a la deseada y esta permanezca constante, dejar un tiempo promedio de 8 min. Para que la muestra alcance la temperatura de prueba y comprobarla con un termómetro.



Grafica 6.10. Temperatura a temperatura de ensayo. **Fuente :**El autor

Código: PR-MV-01	Fecha de realización: 15/12/2013	Revisión:01
Elaborado por: Alex Jiménez	Revisado por: Ing. Mg. Henry Vaca	Aprobado por: Ing. Mg. Henry Vaca



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA
Procedimiento para la medición y análisis de viscosidad, de un
lubricante en composición relativa no convencional, a diferente
temperatura



Una vez alcanzada la temperatura, se procede a retirar el tapón para que el fluido descienda, al mismo tiempo se debe la marcha del cronómetro.



Grafica 6.11. Toma de tiempo de flujo. **Fuente :**El autor

Cuando el menisco de la muestra alcanza los 60 ml del recipiente graduado se detiene el cronómetro y se registra la el tiempo de flujo de la muestra.

Código: PR-MV-01	Fecha de realización: 15/12/2013	Revisión:01
Elaborado por: Alex Jiménez	Revisado por: Ing. Mg. Henry Vaca	Aprobado por: Ing. Mg. Henry Vaca



	<p>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA</p> <p>Procedimiento para la medición y análisis de viscosidad, de un lubricante en composición relativa no convencional, a diferente temperatura</p>	
--	---	--

El proceso anterior se realizara en este caso para 40, 60, 80,90°C. de dónde se obtuvo los siguientes resultados y se los ubica en una tabla de registro.

SEGUNDOS SAYBOLT UNIVERSAL 30/70 P-T				
TEMPERATURA	40°C	60°C	80°C	90°C
1	220,66	114,41	77,63	59,32
2	220,83	114,01	79,97	60,12
3	230,5	121,31	79,78	60,46
4	220,31	120,53	78,46	61,02
5	218,95	119,87	79,12	60,16
6	221,45	118,45	79,28	60,25
7	221,12	120,26	78,93	59,16
8	220,46	120,61	79,71	60,6
9	220,67	120,12	80,01	61,11
10	220,41	119,21	79,31	60,23
PROM.	221,54	118,88	79,22	60,24

Tabla 6.1 Registro de tiempos en segundos saybolt universal

Código: PR-MV-01	Fecha de realización: 15/12/2013	Revisión:01
Elaborado por: Alex Jiménez	Revisado por: Ing. Mg. Henry Vaca	Aprobado por: Ing. Mg. Henry Vaca

	<p>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA</p> <p>Procedimiento para la medición y análisis de viscosidad, de un lubricante en composición relativa no convencional, a diferente temperatura</p>	
---	---	---

5.4 Cálculos

5.4.1 Los cálculos que se necesita realizar para obtener la viscosidad en centiestoks se presentan a continuación.

Utilización de la formula

$$V = k * t ;$$

Ecuación 2.11

V= viscosidad.

k= constante del viscosímetro en este caso llamado factor de corrección.

t= tiempo de flujo de la muestra.



Posteriormente se calcula la viscosidad en centiestok con la ecuación siguiente:

$$SSU = V * 4.664.$$

Ecuación 4.1

Además se desea calcular el índice de viscosidad de la muestra ensayada, para lo cual se necesita la viscosidad del producto a 100°C, pero como la temperatura más alta con la que se trabajo es de 90°C se realizara el cálculo de la misma según la norma ASTM D341, y basados en el anexo X.1. de la norma ASTM D 2270-93, de las cuales obtenemos las siguientes fórmulas.

Código: PR-MV-01	Fecha de realización: 15/12/2013	Revisión:01
Elaborado por: Alex Jiménez	Revisado por: Ing. Mg. Henry Vaca	Aprobado por: Ing. Mg. Henry Vaca

	<p style="text-align: center;">UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA</p> <p style="text-align: center;">Procedimiento para la medición y análisis de viscosidad, de un lubricante en composición relativa no convencional, a diferente temperatura</p>	
<p>Índice de viscosidad.</p> $VI = \frac{(\text{antilog}N)-1}{0.00715} + 100 ;$ <p style="text-align: right;">Ecuación 2.3</p> $N = \frac{(\log H - \log U)}{\log Y} ;$ <p style="text-align: right;">Ecuación 2.4</p> <p>(Norma ASTM D 2270-93,1998, p.3)</p> <p>Dónde:</p> <p>I.V. =índice de viscosidad</p> <p>L= viscosidad cinemática a 40 °C de un aceite cuyo índice de viscosidad es 0 mm²/s, y tenga la misma viscosidad cinemática a 100 °C que la muestra, cuyo índice de viscosidad va a ser calculado, en mm²/s. se la obtiene por interpolación de la tabla mostrada en el Anexo 6.</p> <p>H= viscosidad cinemática a 40 °C de un aceite cuyo índice de viscosidad es 100 mm²/s, y tenga la misma viscosidad cinemática a 100 °C que la muestra, cuyo índice de viscosidad va a ser calculado, en mm²/s. se la obtiene por interpolación de la tabla mostrada en el Anexo 6.</p> <p>Y=viscosidad cinemática a 40 °C de la muestra cuyo índice de viscosidad va a ser calculado, en mm²/s.</p>		
Código: PR-MV-01	Fecha de realización: 15/12/2013	Revisión:01
Elaborado por: Alex Jiménez	Revisado por: Ing. Mg. Henry Vaca	Aprobado por: Ing. Mg. Henry Vaca



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
 FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y
 MECÁNICA
 CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA
 Procedimiento para la medición y análisis de
 viscosidad, de un lubricante en composición relativa
 no convencional, a diferente temperatura



Cálculo de la viscosidad a 100°C en mm²/s(cst).

$$V_{100} = 10^{(10^{(A-B \cdot \log(t_3))} - 0.7)} \quad \text{Ecuación 2.19}$$

$$A = \log(\log(v_2 + 0.7)) + B \cdot \log(t_2) \quad \text{Ecuación 2.20}$$

$$B = \frac{\log(\log(v_2+0.7)) - \log(\log(v_1+0.7))}{\log(t_1) - \log(t_2)} \quad \text{Ecuación 2.21}$$

V₁₀₀= viscosidad a 100°C.

Ay B = constantes calculadas a partir de las viscosidades conocidas de la muestra, y a la temperatura ensayada tomando en cuenta que para la fórmula la temperatura deberá estar en grados absolutos.

En la siguiente ficha se muestra los resultados obtenidos de la medición.

COMPOSICIÓN RELATIVA 30/70 P-T					
TEMPERATURA (°C)	Tiempo (s)	Factor de Corrección	SSU	Viscosidad (cst)	I.V.
40	221,54	0,8076	178,9204	38,3620	213
60	118,88	0,8076	96,0101	20,5854	
80	79,22	0,8076	63,9809	13,7180	
90	60,24	0,8076	48,6541	10,4318	
100				8,6134	

Tabla 6.2 Viscosidad en cst a partir de segundos saybolt universal

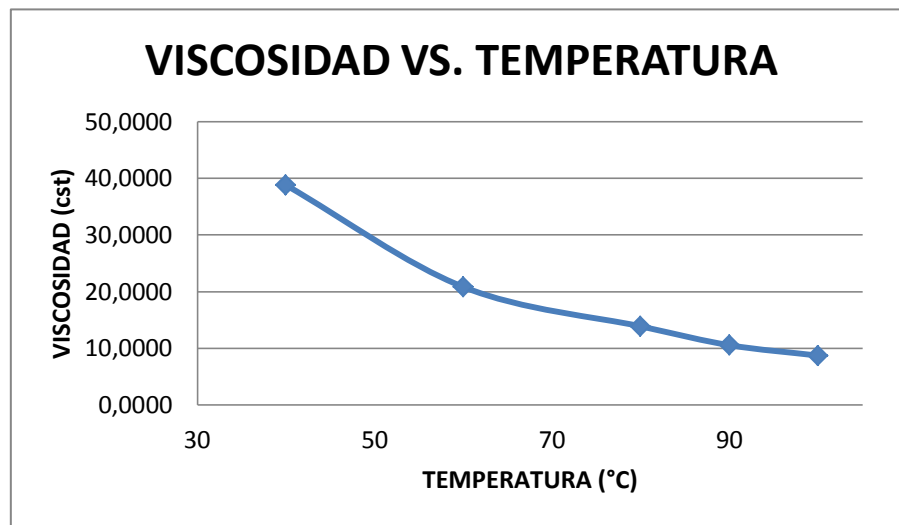
Código: PR-MV-01	Fecha de realización: 15/12/2013	Revisión:01
Elaborado por: Alex Jiménez	Revisado por: Ing. Mg. Henry Vaca	Aprobado por: Ing. Mg. Henry Vaca



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y
MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA
Procedimiento para la medición y análisis de
viscosidad, de un lubricante en composición relativa
no convencional, a diferente temperatura



Los resultados se representarán en una gráfica comparativa entre viscosidad y densidad como en la gráfica que sigue:



Gráfica 6.12. Variación de la viscosidad de la composición relativa 30/70 aceite de palma aceite de transmisión

Código: PR-MV-01	Fecha de realización: 15/12/2013	Revisión:01
Elaborado por: Alex Jiménez	Revisado por: Ing. Mg. Henry Vaca	Aprobado por: Ing. Mg. Henry Vaca

6.8 ADMINISTRACIÓN.

En la siguiente tabla se muestran los rubros requeridos en la realización de la investigación aquí presentada, se muestran costos de materiales y recursos utilizados.

COSTOS DE LA INVESTIGACIÓN				
COSTOS DE MATERIALES				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
Lubricante convencional	Galón	1	4,50	4,50
Aceite de soya	Litro	2	2,94	5,88
Aceite reciclado	Litro	2	0,25	0,50
Aceite de palma	Litro	2	2,95	5,90
Termómetro	Unidad	1	9,60	9,60
Pipeta 25ml	Unidad	1	2,50	2,50
Pipeta 10ml	Unidad	1	2,91	2,91
Pipeteador	Unidad		12,00	12,00
Vaso de 100ml	Unidad	1	0,99	0,99
Agitador de cristal	Unidad	1	0,50	0,50
Total 1				45,28
COSTOS DE EQUIPOS				
Control de temperatura.	Unidad	1	167,10	167,10
Cronometro	Unidad	1	2,63	2,63
Total 3				169,73
COSTOS VARIOS				
Impresiones	n° de hojas	516	0,10	51,60
Internet	Hora	400	0,70	280
Transporte	-	35	1,80	63
Empastado	Unidad	3	10	30
Total 3				424,6
COSTO TOTAL				639,61

Tabla6.3. Costos administrativos. **Fuente:** el autor

6.9 PREVISIÓN DE LA EVALUACIÓN

Una vez culminado el trabajo investigativo, el mismo que fue realizado tanto en el laboratorio de Materiales de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica y el laboratorio de Física-Química e Instrumentación de la Facultad de Ingeniería y Ciencia en Alimentos de la Universidad Técnica de Ambato, además se pudo encontrar combinaciones que permitieron observar que las propiedades analizadas tienen comportamientos adecuados, para conocer los valores y variaciones de las mismas se sugiere tomar en cuenta las conclusiones y recomendaciones del presente trabajo mismos que se aprecian en el capítulo V de la investigación.

Es importante mencionar que se requiere realizar investigaciones posteriores para contribuir en el desarrollo de lubricantes alternativos y que progrese el conocimiento en el campo de la ingeniería mecánica.

6.10 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

LIBROS.

1. ASKELAND, Donald y PHULE, Pradeep. (2004). Ciencia e ingeniería de materiales. (cuarta edición). Thomson.
2. Barrero y otros. (2005). Fundamentos y Aplicaciones de la Mecánica de Fluidos. España: mc Graw Hill.
3. CENGEL, Yanus A. (2012). Mecánica de fluidos fundamentos y aplicación. (Segunda edición).McGraw Hill.
4. Diez de la Cortina León, Antonio. (2009). Manual de Oleohidráulica. Alfaomega.
5. FERNÁNDEZ, Bonifacio. (1999). Introducción a la Mecánica de Fluidos. (Segunda edición).Chile:Alfaomega.
6. MATAIX, Claudio (1970). Mecánica de Fluidos y Maquinas Hidráulicas.Harper y RowPublishers.
7. Mena, Andrés. (2010).Calentamiento de Aceites Vegetales y su efecto sobre la Viscosidad (tesis pregrado).Universidad Técnica de Ambato. Ecuador.
8. Mora, Johanna.(2007). Efecto de la Temperatura en la Variación de la Viscosidad de un Aceite Degradado por Fritura en Inmersión de Papas (tesis pregrado). Universidad de Pamplona. España.
9. MOTT, Robert. (2006). Mecánica de Fluidos. (Sexta edición). México: Editorial Pearson.
10. MUNSON, Bruce R. (1999). Fundamentos de Mecánica de Fluidos. México: Limusa.
11. NEVERS, Noel. (2006).Mecánica de Fluidos para Ingenieros Químicos. (Tercera edición). Campaña editorial continental.
12. Norma ASTM D 341-93 tablas de viscosidad temperatura de líquidos producto de petróleo.

13. Norma Inen 1981 Productos Derivados del Petróleo Determinación de la Viscosidad Saybolt,1993-12.
14. Norma Inen 810 (1986).Productos de Petróleo Determinación de la Viscosidad Cinemática y Dinámica en los Líquidos Transparentes y Opacos.
15. POTTER, Merle y WINGGERT,David (1998). Mecánica de Fluidos. (segunda edición).Pertice Hall.
16. SMITS, Alexander. (2003). Mecánica de fluidos, Una Introducción Física. México: Alfaomega.
17. Streater y otros. (2000). Mecánica de fluidos (Novena edición). Bogotá: McGraw Hill
18. WHITE, Frank. (2008). Mecánica de Fluidos. (Sexta edición). España. Mc Graw hill.

INFORMACIÓN EN LÍNEA.

1. AGUSTÍN MARTÍN, Domingo. (2011), Apuntes de Mecánica de Fluidos.. Disponible en: oa.upm.es/6531/1/amd-apuntes-fluidos.pdf
2. BULLES, Santiago. Biodegradación de Aceites Usados. El Cid Editor-Ingeniería Disponible en: <http://site.ebrary.com/lib/utasp/docDetail.action?docID=10165828&p00=miscibilidad%20lubricantes>
3. CHIARAVALOTTI A.RAVERA J.M.P., y LEIDI F.E.(2008).Nuevas Determinaciones En Combustibles Y Lubricantes. Disponible en:http://www.materialessam.org.ar/sitio/biblioteca/jovenesSAM08/Trabajos_completos/18.Aspectos%20Educativos%20en%20Ciencia%20y%20Tecnolog%C3%ADa%20de%20Materiales/18133RaveraM.pdf
4. COSNTRUSUR, Introducción a la Teoría de la Lubricación. Disponible en:<http://www.construsur.com.ar/News-sid-128-file-article-pageid-1.html>
5. DANCONA,Nicolás. La estática de fluidos, Disponible en: <http://www.monografias.com/trabajos5/estat/estat.shtml>

6. DEL CASTILLO RODRÍGUEZ, DÍAZ Felipe.(2007). Tribología: Fricción, Desgaste Y Lubricación.México. Disponible en:
profefelipe.mex.tl/imagesnew/4/6/9/.../TRIBOLOGIA.pdf
7. GLUF. Manual Técnico de Lubricantes. Disponible en:
www.gulfoil.com.ar/faq/manual_tecnico.pdf
8. KAJDASC. KARPINSKAA. Y KALEZYCKI A..(2010). Chemistry and Technology of Lubricants. (TerceraEdición). Springer Science+Business Media B.V.
9. LEMA COSTAS, César. (2009). Manual para rodar con aceite vegetal. Red de Permacultura Ibérica: Bioregión Noroeste, Disponible en: <https://n-1.cc/file/download/1849684>
10. PALATE GAYBOR,Luis. Viscosidad. [En línea] Universidad Estatal Península De Santa Elena. Disponible en:
<http://www.monografias.com/trabajos13/visco/visco.shtml>
11. STACHOW Gwidon y BATCHELOR Andrew.(2001).Engineering Tribology.Disponible en:
<http://books.google.ru/books?id=YW640G7fhQgC&hl=es&sitesec=reviews>
12. TRUJILLO, Sonia y MOLINA,Raúl. (2006). Trazabilidad De Las Mediciones De Viscosidad. Centro nacional de Metrología, México Disponible en:
<http://www.cenam.mx/memsimp06/Trabajos%20Aceptados%20para%20CD/Posters/P-17.pdf>
13. VALVERDE Luis c. Determinación de viscosidad. Universidad de Atacama, Disponible en:
http://www.cneq.unam.mx/programas/actuales/especial_maest/cecye/00/02_material/mod7/fisica/archivos/Fluidos/fluidos.pdf

ANEXOS

ANEXO 1. EXTRACTO NORMA INEN1981.Productos Derivados del Petróleo

Determinación de la Viscosidad Saybolt.

INEN 1 981

1993-12

Será conveniente atar al corcho una cadena para poder retirarlo rápidamente. Las dimensiones de los viscosímetros saybolt universal y saybolt furoi serán las indicadas en la figura 1 y serán iguales para los dos tipos, con excepción del diámetro del orificio de escurrimiento.

En las figuras 2 y 3 se indican las dimensiones para los viscosímetros saybolt universal (fig 2) y saybolt furoi (fig 3), respectivamente.

FIGURA 1. Viscosímetro Saybolt (dimensiones en mm)

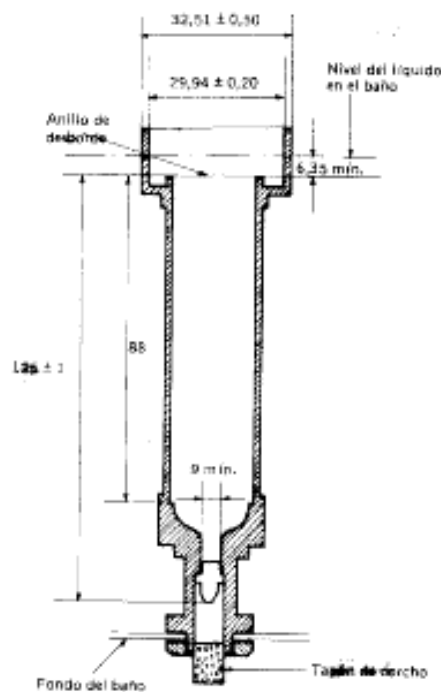


FIGURA 2. Agujero universal (dimensiones en mm)

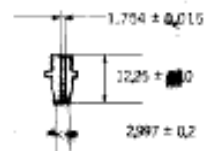
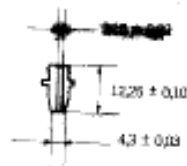


FIGURA 3. Agujero Furoi (dimensiones en mm)



5.1.2 Baño termostático. Provisto de un dispositivo de agitación y de medios de calentamiento o enfriamiento. El dispositivo de calentamiento o de refrigeración se encontrará a una distancia mayor a 3 cm, del tubo de carga. Además sirve de soporte, para mantener los tubos de carga en posición vertical.

La temperatura del baño termostático, para las temperaturas normales de ensayo, no debe diferir de los valores especificados en la tabla 1.

(Continúa)

**ANEXO 2. EXTRACTO NORMA INEN1981.Productos Derivados del Petróleo
Determinación de la Viscosidad Saybolt**

Viscosidad de Aceites Estándar	SUS a 37,8°C	SUS a 98,9°C	SFS a 50°C
S3	36	---	---
S6	46	---	---
S20	100	---	---
S60	200	---	---
S200	300	---	---
S600	---	150	120

6.1.2 El tiempo de flujo de la viscosidad del aceite estándar será igual al valor de la viscosidad Saybolt certificado.

6.1.3 Si el tiempo de flujo excede del 0,2% del valor certificado, el factor de corrección se calcula de acuerdo con la ecuación siguiente:

$$F = V/T$$

En donde:

F = factor de corrección

V = Viscosidad Saybolt certificado, en segundos

T = tiempo de flujo a 37,8°C, en segundos

6.1.4 El factor de corrección que se aplica a todos los valores de viscosidad y para todas las temperaturas, se basa en el empleo de un aceite de viscosidad normalizado, cuyo tiempo de flujo esté comprendido entre 200 y 600 s.

6.2 Viscosímetro Saybolt Furol.

6.2.1 Calibrar el viscosímetro furol a 50°C en la misma forma que se indicó anteriormente, empleando un aceite de viscosidad normalizada, cuyo tiempo de flujo mínimo sea 50 s.

7. PROCEDIMIENTO

7.1 Preparación del aparato.

7.1.1 Efectuar las determinaciones en un ambiente libre de corrientes de aire y cambios bruscos de temperatura.

7.1.2 Ubicar al viscosímetro de manera que la muestra no se contamine con polvo o vapores durante el ensayo.

(Continúa)

ANEXO 3. EXTRACTO NORMA INEN1981.Productos Derivados del Petróleo Determinación de la Viscosidad Saybolt

INEN 1 981

1993-12

7.2.9 Registrar el tiempo de flujo de la muestra obtenido en 7.2.8

8. CALCULOS

8.1 Multiplicar el tiempo en segundos (7.2.9), por el factor de calibración (6.1.3), para obtener la Viscosidad Saybolt Universal o Furol del producto, a la temperatura a la cual se ha efectuado el ensayo.

8.2 La Viscosidad Saybolt Universal ó Furol, obtenido en el numeral 8.1, puede expresarse también en Viscosidad Cinemática (cSt), y/o Viscosidad Redwood No. 1, a una determinada temperatura. Ver tabla 5 para efectuar las transformaciones.

9. ERRORES DE METODO

9.1 Como resultado final, debe reportarse la media aritmética de los resultados de la determinación.

9.2 Debe indicarse el método usado y el resultado obtenido; debe incluirse, además, cualquier condición no especificada en esta norma o considerada como opcional; así como cualquier circunstancia que pueda haber influido sobre el resultado.

9.3 Deben incluirse todos los detalles para la completa identificación de la muestra.

10. INFORME DE RESULTADOS

10.1 Reportar el valor obtenido como Viscosidad Saybolt Universal, Furol ó Redwood No. 1, a la temperatura de ensayo o de la conversión.

10.2 Informar los resultados con aproximación a 0,1 segundos, para valores de viscosidad no mayores de 200 segundos y con aproximación a 1 segundo para valores mayores.

10.3 Informar también la temperatura del baño y la del producto ensayado.

10.4 Debe indicarse el método usado y el resultado obtenido; debe incluirse, además, cualquier condición no especificada en esta norma o considerada como opcional; así como cualquier circunstancia que pueda haber influido sobre el resultado.

10.5 Deben incluirse todos los detalles para la completa identificación de la muestra.

NOTA 5. La marca de graduación de la capa receptora deberá encontrarse a una distancia comprendida entre 10 y 13 cm del fondo del baño termostático.

(Continúa)

**ANEXO 4.EXTRACTO NORMA ASTM D2270-93.Standar Practice for
Calculating Viscosity Index From Kinematic Viscosity at 40 and 100°C**



TABLE 1 Basic Values for L and H for Kinematic Viscosity in 40–100°C System

Kinematic Viscosity at 100°C, mm ² /s (cSt)	L		H		Kinematic Viscosity at 100°C, mm ² /s (cSt)	L		H		Kinematic Viscosity at 100°C, mm ² /s (cSt)	L		H				
	L	H	L	H		L	H	L	H		L	H					
2.00	7.994	8.394	7.00	78.00	48.57	12.0	201.9	108.0	17.0	389.4	180.2	24.0	883.9	301.8	42.5	1935	714.0
2.10	8.640	8.894	7.10	80.25	49.61	12.1	204.8	109.4	17.1	373.3	181.7	24.2	894.5	305.6	43.0	1978	728.2
2.20	9.309	7.410	7.20	82.39	50.69	12.2	207.8	110.7	17.2	377.1	183.3	24.4	704.2	309.4	43.5	2021	741.3
2.30	10.00	7.944	7.30	84.53	51.78	12.3	210.7	112.0	17.3	381.0	184.9	24.6	714.9	313.0	44.0	2064	754.4
2.40	10.71	8.498	7.40	86.68	52.88	12.4	213.8	113.3	17.4	384.9	186.5	24.8	725.7	317.0	44.5	2108	767.8
2.50	11.45	9.063	7.50	88.85	53.98	12.5	216.8	114.7	17.5	388.9	188.1	25.0	736.5	320.9	45.0	2152	780.9
2.60	12.21	9.647	7.60	91.04	55.09	12.6	219.8	116.0	17.6	392.7	189.7	25.2	747.2	324.9	45.5	2197	794.5
2.70	13.00	10.25	7.70	93.20	56.20	12.7	222.8	117.4	17.7	396.7	191.3	25.4	758.2	328.8	46.0	2243	808.2
2.80	13.80	10.87	7.80	95.43	57.31	12.8	225.7	118.7	17.8	400.7	192.9	25.6	769.3	332.7	46.5	2288	821.9
2.90	14.63	11.50	7.90	97.72	58.45	12.9	228.8	120.1	17.9	404.6	194.6	25.8	779.7	336.7	47.0	2333	835.5
3.00	15.49	12.15	8.00	100.0	59.60	13.0	231.9	121.5	18.0	408.6	196.2	26.0	790.4	340.5	47.5	2380	849.2
3.10	16.38	12.82	8.10	102.3	60.74	13.1	235.0	122.9	18.1	412.6	197.8	26.2	801.6	344.4	48.0	2428	863.0
3.20	17.28	13.51	8.20	104.6	61.89	13.2	238.1	124.2	18.2	416.7	199.4	26.4	812.8	348.4	48.5	2473	876.9
3.30	18.18	14.21	8.30	106.9	63.05	13.3	241.2	125.6	18.3	420.7	201.0	26.6	824.1	352.3	49.0	2521	890.9
3.40	19.12	14.93	8.40	109.2	64.18	13.4	244.3	127.0	18.4	424.9	202.6	26.8	835.5	356.4	49.5	2570	905.3
3.50	20.09	15.68	8.50	111.5	65.32	13.5	247.4	128.4	18.5	429.0	204.3	27.0	847.0	360.5	50.0	2618	919.6
3.60	21.08	16.42	8.60	113.9	66.48	13.6	250.6	129.8	18.6	433.2	205.9	27.2	857.5	364.6	50.5	2667	933.8
3.70	22.09	17.19	8.70	116.2	67.64	13.7	253.8	131.2	18.7	437.3	207.6	27.4	869.0	368.3	51.0	2717	948.2
3.80	23.13	17.97	8.80	118.5	68.79	13.8	257.0	132.6	18.8	441.5	209.3	27.6	880.6	372.3	51.5	2767	962.9
3.90	24.19	18.77	8.90	120.9	69.94	13.9	260.1	134.0	18.9	445.7	211.0	27.8	892.3	376.4	52.0	2817	977.5
4.00	25.32	19.58	9.00	123.3	71.10	14.0	263.3	135.4	19.0	449.9	212.7	28.0	904.1	380.6	52.5	2867	992.1
4.10	26.50	20.37	9.10	125.7	72.27	14.1	266.6	136.8	19.1	454.2	214.4	28.2	915.8	384.6	53.0	2918	1007
4.20	27.75	21.21	9.20	128.0	73.42	14.2	269.8	138.2	19.2	458.4	216.1	28.4	927.6	388.8	53.5	2969	1021
4.30	29.07	22.05	9.30	130.4	74.57	14.3	273.0	139.6	19.3	462.7	217.7	28.6	938.6	393.0	54.0	3020	1036
4.40	30.48	22.92	9.40	132.8	75.73	14.4	276.3	141.0	19.4	467.0	219.4	28.8	951.2	396.6	54.5	3073	1051
4.50	31.98	23.81	9.50	135.3	76.91	14.5	279.6	142.4	19.5	471.3	221.1	29.0	963.4	401.1	55.0	3128	1066
4.60	33.52	24.71	9.60	137.7	78.08	14.6	283.0	143.9	19.6	475.7	222.8	29.2	975.4	405.3	55.5	3180	1082
4.70	35.13	25.63	9.70	140.1	79.27	14.7	286.4	145.3	19.7	479.7	224.5	29.4	987.1	409.5	56.0	3233	1097
4.80	36.79	26.57	9.80	142.7	80.48	14.8	289.7	146.8	19.8	483.9	226.2	29.6	998.9	413.5	56.5	3288	1112
4.90	38.50	27.53	9.90	145.2	81.67	14.9	293.0	148.2	19.9	488.6	227.7	29.8	1011	417.6	57.0	3340	1127
5.00	40.23	28.49	10.0	147.7	82.87	15.0	296.5	149.7	20.0	493.2	229.5	30.0	1023	421.7	57.5	3398	1143
5.10	41.99	29.46	10.1	150.3	84.08	15.1	300.0	151.2	20.2	501.5	233.0	30.5	1055	432.4	58.0	3452	1159
5.20	43.78	30.43	10.2	152.9	85.30	15.2	303.4	152.6	20.4	510.8	236.4	31.0	1088	443.2	58.5	3507	1175
5.30	45.53	31.40	10.3	155.4	86.51	15.3	306.9	154.1	20.6	519.9	240.1	31.5	1119	454.0	59.0	3563	1190
5.40	47.31	32.37	10.4	158.0	87.72	15.4	310.3	155.6	20.8	528.8	243.5	32.0	1151	464.9	59.5	3619	1206
5.50	49.09	33.34	10.5	160.6	88.95	15.5	313.9	157.0	21.0	538.4	247.1	32.5	1184	475.9	60.0	3676	1222
5.60	50.87	34.32	10.6	163.2	90.19	15.6	317.5	158.6	21.2	547.5	250.7	33.0	1217	487.0	60.5	3734	1238
5.70	52.64	35.29	10.7	165.8	91.40	15.7	321.1	160.1	21.4	556.7	254.2	33.5	1251	498.1	61.0	3792	1254
5.80	54.42	36.26	10.8	168.5	92.65	15.8	324.8	161.6	21.6	566.4	257.8	34.0	1286	509.6	61.5	3850	1270
5.90	56.20	37.23	10.9	171.2	93.92	15.9	328.3	163.1	21.8	575.8	261.5	34.5	1321	521.1	62.0	3908	1286
6.00	57.97	38.19	11.0	173.9	95.19	16.0	331.9	164.6	22.0	585.2	264.9	35.0	1356	532.5	62.5	3966	1303
6.10	59.74	39.17	11.1	176.6	96.45	16.1	335.5	166.1	22.2	595.0	268.6	35.5	1391	544.0	63.0	4026	1319
6.20	61.52	40.15	11.2	179.4	97.71	16.2	339.2	167.7	22.4	604.3	272.3	36.0	1427	555.6	63.5	4087	1336
6.30	63.32	41.13	11.3	182.1	98.97	16.3	342.9	169.2	22.6	614.2	275.8	36.5	1464	567.1	64.0	4147	1352
6.40	65.18	42.14	11.4	184.9	100.2	16.4	346.6	170.7	22.8	624.1	279.6	37.0	1501	579.3	64.5	4207	1369
6.50	67.12	43.18	11.5	187.8	101.5	16.5	350.3	172.3	23.0	633.6	283.3	37.5	1538	591.3	65.0	4268	1386
6.60	69.16	44.24	11.6	190.4	102.8	16.6	354.1	173.8	23.2	643.4	286.8	38.0	1575	603.1	65.5	4329	1402
6.70	71.29	45.33	11.7	193.3	104.1	16.7	358.0	175.4	23.4	653.8	290.5	38.5	1613	615.0	66.0	4392	1419
6.80	73.48	46.44	11.8	196.2	105.4	16.8	361.7	177.0	23.6	663.3	294.4	39.0	1651	627.1	66.5	4455	1436
6.90	75.72	47.51	11.9	199.0	106.7	16.9	365.6	178.6	23.8	673.7	297.9	39.5	1691	639.2	67.0	4517	1454
												40.0	1730	651.8	67.5	4580	1471
												40.5	1770	664.2	68.0	4645	1488
												41.0	1810	676.6	68.5	4709	1506
												41.5	1851	689.1	69.0	4773	1523
												42.0	1892	701.9	69.5	4839	1541
															70.0	4905	1558

ANEXO 5. Certificado de Calibración de Viscosímetro Cannon Fenske de flujo en reversa.

Certificate of Calibration

Viscometer No. 300
K204

CANNON-FENSKE (REVERSE FLOW) TYPE FOR OPAQUE LIQUIDS
(Standard Test ASTM D 445)

	Constant, Centistokes/Second	
	C	D
Constant at 40°C/100°F	0.2647	0.1949
Constant at 100°C/210°F	0.2665	0.1965

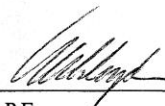
The viscometer constant at other temperatures can be obtained by interpolation or extrapolation. To obtain kinematic viscosity in centistokes multiply the efflux time in seconds by the viscometer constant. To obtain viscosity in centipoise, multiply the kinematic viscosity in centistokes by the density in grams per milliliter.

The above constants assume a value for the coefficient of thermal expansion typical to that for mineral oil, and that the viscometer was filled with test sample at room temperature. If the filling temperature T_f is substantially different than room temperature, the viscometer constant at test temperature T_t is $C_o (1 + B [T_t - T_f])$. The values of C_o and B shown below are based on a coefficient of thermal expansion typical to that for a mineral oil.

Kinematic viscosities of the standards used in calibrating were established in Master Viscometers as described in Ind. Eng. Chem. Anal. Ed. 16,708(1944), ASTM D2162, and the Journal of Research of the National Bureau of Standards, Vol. 52, No. 3, March 1954, Research Paper 2479.

Kinematic viscosities are based on the value for water adopted by the National Bureau of Standards and The American Society for Testing Materials July 1, 1953. The viscosity basis is 1.0038 centistokes for water at 20°C (ITS-90). The gravitational constant, g, is 980.1 cm/sec² at the Cannon Instrument Company. The gravitational constant varies up to 0.1% in the United States. To make this small correction in the viscometer constant, multiply the above viscometer constant by the factor $[g(\text{at your laboratory}) / 980.1]$. The calibration data below are traceable to the National Institute for Standards and Technology.

CALIBRATION DATA AT 40°C/100°F

Viscosity Standard	Kinematic Viscosity Centistokes	Efflux time, Seconds		Constant, Centistokes/Second	
		C	D	C	D
3010	61.49	232.19	315.41	0.2648	0.1950
3011	111.10	419.88	569.92	0.2646	0.1949
Room Temp. (approx.)	22 °C.	Average =		0.2647	0.1949
Charge (approx.)	12.1 ml.	$C_o =$		0.2642	0.1945
Driving fluid head (approx.)	16.1 cm for C, 11.9 cm for D.	B = $113 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$, $131 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$			
Working diameter of upper reservoir	2.5 cm for C, 2.7 cm for D.				
Constant at 100° C. is	0.68 % for C, 0.79 % for D	higher than at 40° C.			
Calibrated by	RJD 333090	under supervision of 			

R. E. Manning, Ph.D., P.E.
W. A. Lloyd, Ph.D., P.E.
M. R. Hoover, Ph.D.
Cannon Instrument Co.
State College, PA 16804, USA

The S.I. unit of kinematic viscosity is 1 meter squared per second, and is equal to 10⁴ stokes. The S.I. unit of viscosity is 1 newton-second per meter squared, and is equal to 10 poises. One centistokes is equal to one millimeter squared per second.

**ANEXO6. EXTRACTO NORMA INEN 810.Productos de Petróleo
Determinación de la Viscosidad Cinemática y Dinámica en Líquidos
Transparentes y Opacos.**

NTE INEN 810

1988-11

7.1.2.7 Con la muestra fluyendo libremente, medir el tiempo requerido con aproximación de 0,2 segundos, para que el menisco pase desde la primera a la segunda marca registradora del tiempo. Si el tiempo de flujo es menor de 200 segundos, seleccionar un viscosímetro con un capilar de diámetro más pequeño y repetir el ensayo.

7.1.2.8 En los viscosímetros tipo "Ostwald modificado" y "nivel suspendido" (ver Tabla A.1), repetir el procedimiento descrito en el numeral 7.1.2.6 y 7.1.2.7, para realizar una segunda medición del tiempo de flujo. Si las dos mediciones concuerdan dentro del 0,2%, usar la media aritmética y reportar este valor para calcularla viscosidad cinemática.

7.1.2.9 En los viscosímetros de "flujo en reversa", realizar determinaciones duplicadas; los tiempos de flujo deben concordar dentro del 0,35%; si no se obtiene esta concordancia, rechazar los resultados del ensayo.

8. CALCULOS

8.1 Viscosidad cinemática

8.1.1 Calcular la viscosidad cinemática empleando la siguiente ecuación:

$$V_c = C \cdot t$$

Siendo:

V_c = viscosidad cinemática, en mm^2/s ,
 C = constante de calibración del viscosímetro, en mm^2/s^2 ; y
 t = tiempo de flujo, en segundos.

8.2 Viscosidad dinámica

8.2.1 Determinar la densidad de la muestra empleando uno de los métodos INEN.

8.2.2 Calcular la viscosidad dinámica empleando la siguiente ecuación:

$$\eta = \rho \cdot V_c$$

Siendo:

η = viscosidad dinámica, en milipascas segundos,
 ρ = densidad de la muestra, en g/cm^3 a la misma temperatura que la utilizada para medir el tiempo de flujo, y
 V_c = viscosidad cinemática, en mm^2/s

ANEXO 7. EXTRACTO NORMA ASTM D 341-93. Standar Viscosity-Temperature Charts for Liquid Petroleum Products



X2. OIL BLENDING CALCULATIONS

X2.1 Predicting the volume fractions of two given oils when blending to meet a specified kinematic viscosity at a given temperature is a common problem. A number of blending calculation techniques have been used. The Wright method described here is preferred since it automatically allows for the effects of oil type, molecular weight and viscosity index of component oils. This results in greater accuracy, particularly where component oil kinematic viscosities or types differ significantly.

X2.2 Two methods are given below:

X2.2.1 A plotting technique on ASTM viscosity-temperature charts. See X2.3.

X2.2.2 Calculation on a pocket calculator (preferably a programmable calculator or a computer). See X2.4.

X2.2.3 In either case, the required data are the kinematic viscosities of each component oil at 40 and 100°C and the desired kinematic viscosity of the oil blend at one of these temperatures.

X2.3 Plot the known data for each component on an ASTM Viscosity-Temperature Chart and carefully draw straight lines through the points. The lines should extend beyond the blend kinematic viscosity required. Locate, or draw, the desired blend kinematic viscosity horizontal line on the chart through both of the component oil lines. Lay a centimetre scale along this line and carefully measure the distance between the lines for the two oils where they cross the line of the desired blend kinematic viscosity. Without moving the scale, on the same horizontal kinematic viscosity line read the distance from the low viscosity oil line to the temperature desired. Dividing the latter by the first measurement between the two oils gives the volume fraction needed for the high viscosity oil.

X2.3.1 An example of the above method is as follows:

Given:	low viscosity oil	ν_{40}	= 31.7 cSt
		ν_{100}	= 7.30 cSt
	high viscosity oil	ν_{40}	= 190.00 cSt
		ν_{100}	= 17.00 cSt

Determine: Volume fraction of the high viscosity oil for a blend of 13.00 cSt at 100°C.

Figure X2.1 is a segment of Chart VII. From Fig. X2.1, the distance from the low viscosity oil to 100°C along the 13.0-cSt line is 2.30 cm. The distance from the low viscosity oil to the high viscosity oil along the 13.0-cSt line is 3.30 cm. The

volume fraction of the high viscosity oil is as follows:

$$\text{Volume fraction (high kinematic viscosity)} = \frac{2.30}{3.30} = 0.697$$

X2.4 The required blend may also be calculated using a calculator or computer. The relationships are at 40°C:

$$\text{volume fraction high viscosity oil} = \left[\frac{(E - A)(C - D)}{(E - F)(A - C)} + 1 \right]^{-1}$$

at 100°C:

$$\text{volume fraction high viscosity oil} = \left[\frac{(F - B)(C - D)}{(E - F)(B - D)} + 1 \right]^{-1}$$

where:

$A = \log \log Z_{40H}$	Subscripts:
$B = \log \log Z_{100H}$	$B = \text{blend}$
$C = \log \log Z_{40L}$	$L = \text{low-viscosity oil}$
$D = \log \log Z_{100L}$	$H = \text{high viscosity oil}$
$E = \log \log Z_{40B}$	(40) = 40°C
$F = \log \log Z_{100B}$	(100) = 100°C
$Z = (\text{cSt} = 0.70)$	

X2.4.1 An example of this second method using the data in X2.3.1 is as follows:

$B = 0.0200$	$F = 0.0990$
$C = 0.2436$	$F = 0.0962$
$D = -0.0264$	

Volume fraction high viscosity oil at 100°C =

$$\left[\frac{(0.0962 - 0.0200)(0.2436 + 0.03914)}{(0.3180 - 0.0962)(0.03545 + 0.03914)} + 1 \right]^{-1} = 0.694$$

X2.5 It may be noted that the same general methods of calculation can be adapted for use with other temperatures. If the kinematic viscosity-temperature data must be extrapolated to temperatures far above or below the data, the accuracy of the calculation may be significantly lessened.

X2.6 The oil blending calculations can be done more conveniently by computer. One program in BASIC that is convenient to use has been published.⁷

⁷ Higgins, P., "Program Evaluates Component and Blend Viscosities," *Oil and Gas Journal*, Vol. 81, No. 43, 1963, pp. 121-126. Copies of a similar program derived from this program are available from Corbett Instrument Company, P. O. Box 14, New College, PA 16824-0014.

X3. HISTORY OF THE ASTM VISCOSITY-TEMPERATURE CHARTS

X3.1 The forerunner of these charts was published by Neil MacCoull⁶. His continuation of the study of these charts resulted in publication in 1927⁸ of the chart based on:

$$\log \log(\nu t + 0.7) = A - B \log T \quad (5)$$

An ASTM committee undertook study of this chart at that time, resulting in the first ASTM chart publication in 1932 using a constant of 0.8 in the equation. The constant was allowed to vary in charts published after 1937.

X3.2 Walther published in 1928 the log-log equation without the constant and in 1931 the log-log equation with a constant of 0.8.

X3.3 The present MacCoull-Wright charts are based largely on the work of MacCoull, Wright,⁹ and ASTM Subcommittee D02.7.

⁶ MacCoull, N., *Lubricator*, The Texas Company, New York, June 1911, p. 43.

⁸ 1927 *Refrigeration Chart Tables*, p. 147.

ANEXO 8. EXTRACTO NORMA ASTM D2270-93. Standar Practice for Calculating Viscosity Index From Kinematic Viscosity at 40 and 100°C

D 2270

4. Significance and Use

4.1 The viscosity index is a widely used and accepted measure of the variation in kinematic viscosity due to changes in the temperature of a petroleum product between 40 and 100°C.

4.2 A higher viscosity index indicates a smaller decrease in kinematic viscosity with increasing temperature of the lubricant.

4.3 The viscosity index is used in practice as a single number indicating temperature dependence of kinematic viscosity.

5. Procedure A—For Oils of Viscosity Index Up to and Including 100

5.1 Calculation:

5.1.1 If the kinematic viscosity of the oils at 100°C is less than or equal to 70 mm²/s (cSt), extract from Table 1 the corresponding values for *L* and *H*. Measured values that are not listed, but are within the range of Table 1, may be obtained by linear interpolation. The viscosity index is not defined and may not be reported for oils of kinematic viscosity of less than 2.0 mm²/s (cSt) at 100°C.

5.1.2 If the kinematic viscosity is above 70 mm²/s (cSt) at 100°C, calculate the values of *L* and *H* as follows:

$$L = 0.8353 Y^2 + 14.67 Y - 216 \quad (1)$$

$$H = 0.1684 Y^2 + 11.85 Y - 97 \quad (2)$$

where:

L = kinematic viscosity at 40°C of an oil of 0 viscosity index having the same kinematic viscosity at 100°C as the oil whose viscosity index is to be calculated, mm²/s (cSt),

Y = kinematic viscosity at 100°C of the oil whose viscosity index is to be calculated, mm²/s (cSt), and

H = kinematic viscosity at 40°C of an oil of 100 viscosity index having the same kinematic viscosity at 100°C as the oil whose viscosity index is to be calculated mm²/s (cSt).

5.1.3 Calculate the viscosity index, *VI*, of the oil as follows:

$$VI = [(L - U)/(L - H)] \times 100 \quad (3)$$

where:

U = kinematic viscosity at 40°C of the oil whose viscosity index is to be calculated mm²/s (cSt).

5.1.4 Calculation Example:

Measured kinematic viscosity at 40°C of the oil whose viscosity index is to be calculated = 73.30 mm²/s (cSt)
kinematic viscosity at 100°C of the oil whose viscosity index is to be calculated = 8.86 mm²/s (cSt)

From Table 1 (by interpolation) *L* = 119.94

From Table 1 (by interpolation) *H* = 69.48

Substituting in Eq 3 and rounding to the nearest whole number:

$$VI = [(119.94 - 73.30)/(119.94 - 69.48)] \times 100 = 92.43 \quad (4)$$

$$VI = 92 \quad (5)$$

5.2 ASTM D398⁹ Viscosity Index Tables for Celsius Temperatures is based on the above calculation and may be used instead of 5.1-5.1.4.

6. Procedure B—For Oils of Viscosity Index of 100 and Greater

6.1 Calculation:

6.1.1 If the kinematic viscosity of the oil at 100°C is less than or equal to 70 mm²/s (cSt), extract the corresponding value for *H* from Table 1. Measured values that are not listed, but are within the range of Table 1, can be obtained by linear interpolation. The viscosity index is not defined and may not be reported for oils of kinematic viscosity of less than 2.0 mm²/s (cSt) at 100°C.

6.1.2 If the measured kinematic viscosity at 100°C is greater than 70 mm²/s (cSt), calculate the value of *H* as follows:

$$H = 0.1684 Y^2 + 11.85 Y - 97 \quad (6)$$

where:

Y = kinematic viscosity at 100°C of the oil whose kinematic viscosity is to be calculated, mm²/s (cSt), and
H = kinematic viscosity at 40°C of an oil of 100 viscosity index having the same kinematic viscosity at 100°C as the oil whose viscosity index is to be calculated mm²/s (cSt).

6.1.3 Calculate the viscosity index, *VI*, of the oil as follows:

$$VI = [(\text{antilog } N) - 1] / 0.00715 + 100 \quad (7)$$

where:

$$N = (\log H - \log U) / \log Y, \quad (8)$$

or

$$Y^N = HU \quad (9)$$

where:

U = kinematic viscosity at 40°C of the oil whose viscosity index is to be calculated mm²/s (cSt).

6.1.4 Calculation Example:

(1) Measured kinematic viscosity at 40°C of the oil whose viscosity index is to be calculated = 22.83 mm²/s (cSt)
kinematic viscosity at 100°C of the oil whose viscosity index is to be calculated = 5.05 mm²/s (cSt)

From Table 1 (by interpolation) *H* = 28.97

Substituting by Eq 8 (by logarithms):

$$N = [(\log 28.97 - \log 22.83) / \log 5.05] = 0.14708 \quad (10)$$

Substituting in Eq 7 and rounding to the nearest whole number:

$$VI = [(\text{antilog } 0.14708) - 1] / 0.00715 + 100 \quad (11)$$

$$= [(1.40307 - 1) / 0.00715] + 100 = 156.37$$

$$VI = 156$$

(2) Measured kinematic viscosity at 40°C of the oil whose viscosity index is to be calculated = 53.47 mm²/s (cSt)
kinematic viscosity at 100°C of the oil whose viscosity index is to be calculated = 7.80 mm²/s (cSt)

From Table 1, *H* = 57.31

Substituting in Eq 8 (by logarithms):

⁹ Available from ASTM Headquarters.

ANEXO 9. FICHA DE REGISTRO DE DATOS DE VISCOSIDAD

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA				
Datos informativos:				
Muestra:		Fecha de realización:		
Lugar de realización:				
Realizado por:		Autorizado por:		
Identificación de parámetros				
Norma aplicable:				
Instrumento principal:				
Resultados				
	TIEMPOS DE FLUJO DE ACUERDO A LA TEMPERATURA			
	TEMPERATURA	°C	°C	°C
	TIEMPO	(seg)	(seg)	(seg)
Determinación de la viscosidad e índice de viscosidad				
Calculo de viscosidad				
Calculo de índice de viscosidad:				
Tabla de resultados				
	MUESTRA			
	TEMPERATURA (°C)	Tiempo bulbo (seg)	Viscosidad (cst)	I.V.
Grafica viscosidad según temperatura.				
Observaciones:				

ANEXO 10. FICHA DE REGISTRO DE DATOS DE DENSIDAD

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA				
Datos informativos:				
Muestra:		Fecha de realización:		
Lugar de realización:				
Realizado por:		Autorizado por:		
Identificación de parámetros				
Norma aplicable:				
Instrumento principal:				
Resultados				
Determinación de la densidad				
DENSIDAD 30/70 R-T				
TEMP.	Masa Picnómetro (g)	Masa pic.+30/70R-T(g)	Masa 30/70R-T(g)	Densidad (g/ml)
Calculo densidad relativa.				
Tabla de resultados				
DENSIDAD 90/10 P-T				
TEMPERATURA °C	DENSIDAD (g/ml)	DEN. CORREGIDA a 15 °C (g/ml)	DENS. RELATIVA a 15 °C	
Grafica viscosidad según temperatura.				
Observaciones:				

ANEXO 11. HOJA TECNICA ACEITE DE TRANSMISION AUTOMATICA.


GOLDEN
BEAR
LUBRICANTES

AUTOMATIC TRANSMISSION FLUID

Es un lubricante de alto rendimiento con un paquete de más de 15 aditivos, técnicamente balanceados para cumplir con los requerimientos de los fabricantes de cajas de transmisiones automáticas para el transporte pesado y liviano. El **AUTOMATIC TRANSMISSION FLUID** asegura excelente fricción para realizar una transmisión de potencia y velocidades en forma compacta garantizando más durabilidad de los metales, plásticos, fibras, gomas y demás materiales.

El **ATF** brinda a la caja automática los siguientes beneficios:

- Buen comportamiento de la viscosidad del aceite a los grandes cambios de la temperatura.
- Resistencia a la formación de espuma que resulta de la circulación del fluido y de la turbulencia en el convertidor de torsión.
- Protección a la corrosión de las aleaciones de cobre utilizadas en cojinetes, bujes, arandelas de empuje, etc.
- Mejor comportamiento de los sellos de goma evitando endurecimiento.
- Limpieza total de las partes del mecanismo.
- Larga vida del aceite por su capacidad de mantener a la caja libre de depósitos, sedimentos, barnices.

CALIDAD

- Excede los niveles de calidad:
 - DEXRON II De la General Motors
 - MERCON De la Ford
- Cumpla con los requisitos: ALLISON C-4, CAI, 10-2, Mercedes Benz 236.6/7, ZF 10 IE ML09/11/14, Sperry Vickers, Denison.

APLICACIONES

- Transmisiones automáticas de transporte de carga y pasajeros.
- Transmisiones automáticas de transporte liviano.
- Convertidores de torsión.
- Direcciones hidráulicas.
- Sistemas hidráulicos industriales.

PROPIEDADES

VISCOSIDAD		L.V.	PUNTO DE FLUIDEZ	PUNTO DE INFLAM.	DENSIDAD RELATIVA
@40°C	@100°C				
40	7.4	180	-30°C	210°C	0.890

CONSEJOS UTILES

- El contacto del lubricante con la piel afecta la salud de esta; Protéjala, lávela con bastante agua y jabón.
- No arroje lubricantes a la alcantarilla.
- No use los envases vacíos de lubricante para almacenar bebidas o alimentos.

PRESENTACION

TAMBORES DE 55 GALONES
BALDES DE 5 GALONES
GALONES AMERICANOS
LITROS

