



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE MECÁNICA**  
**CARRERA INGENIERÍA AUTOMOTRÍZ**

**ANÁLISIS DEL DESGASTE DE UNA TRANSMISIÓN  
AUTOMÁTICA POR MEDIO DE LA COMPARACIÓN DE  
CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DE ACEITES ATF TIPO  
MERCON V DE DIFERENTES CASAS COMERCIALES.**

**Trabajo de Integración Curricular**

**Tipo:** Proyecto de Investigación

Presentado para optar al grado académico de:

**INGENIERO AUTOMOTRIZ**

**AUTORES:**

**JOSÉ DAVID TISALEMA ALULEMA**

**DIEGO HÉCTOR TACO TENORIO**

Riobamba – Ecuador

2022



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE MECÁNICA**  
**CARRERA INGENIERÍA AUTOMOTRÍZ**

**ANÁLISIS DEL DESGASTE DE UNA TRANSMISIÓN  
AUTOMÁTICA POR MEDIO DE LA COMPARACIÓN DE  
CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DE ACEITES ATF TIPO  
MERCON V DE DIFERENTES CASAS COMERCIALES.**

**Trabajo de Integración Curricular**

**Tipo:** Proyecto de Investigación

Presentado para optar al grado académico de:

**INGENIERO AUTOMOTRIZ**

**AUTORES:** JOSÉ DAVID TISALEMA ALULEMA

DIEGO HÉCTOR TACO TENORIO

**DIRECTOR:** Ing. CELIN ABAD PADILLA PADILLA

Riobamba – Ecuador

2022

**©2022, José David Tisalema Alulema, Diego Héctor Taco Tenorio**

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

Nosotros, JOSÉ DAVID TISALEMA ALULEMA, DIEGO HÉCTOR TACO TENORIO, declaramos que el presente trabajo de titulación es de nuestra autoría y que los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autores asumimos la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación; El patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 16 de marzo de 2022



**José David Tisalema Alulema**

**C.I.: 180457284-8**

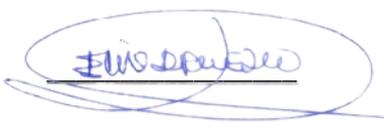


**Diego Héctor Taco Tenorio**

**C.I.: 050325026-8**

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE MECÁNICA**  
**CARRERA INGENIERÍA AUTOMOTRIZ**

El Tribunal del Trabajo de Integración Curricular certifica que: El Trabajo de Integración Curricular: Tipo Proyecto de Investigación, **ANÁLISIS DEL DESGASTE DE UNA TRANSMISIÓN AUTOMÁTICA POR MEDIO DE LA COMPARACIÓN DE CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DE ACEITES ATF TIPO MERCON V DE DIFERENTES CASAS COMERCIALES**, realizado por los señores: **JOSÉ DAVID TISALEMA ALULEMA, DIEGO HÉCTOR TACO TENORIO**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Integración Curricular, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

	FIRMA	FECHA
Ing. / MSc. Elvis Enrique Arguello <b>PRESIDENTE DEL TRIBUNAL</b>		2022-03-16
Ing. / MSc. Celín Abad Padilla Padilla <b>DIRECTOR DE TRABAJO DE TITULACIÓN</b>		2022-03-16
Ing. / Dra. Olga Beatriz Barrera Cárdenas <b>MIEMBRO DEL TRIBUNAL</b>		2022-03-16

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo investigativo lo dedico a Dios, por ser el inspirador y darme la fuerza para continuar y concluir con en este proceso de mi vida. A mis padres, por su amor, trabajo y sacrificio desmedido a lo largo de todos estos años, con el fin de apoyarme y verme triunfar; por sus consejos que me han ayudado a formarme como un mejor hombre y profesional para la sociedad, de igual manera a mi hermana por su cariño y apoyo incondicional, durante todo este proceso, por estar conmigo en todo momento.

**José Tisalema**

Este logro se lo dedico a mis padres, por el apoyo incondicional, consejos y confianza, que además me han ayudado en mi formación personal y profesional, a mis hermanas y sobrinas que siempre estuvieron brindándome ánimo y fuerza, a mis abuelos que siempre confiaron en mí y fueron la razón para salir adelante y poder cumplir mi objetivo.

**Héctor Taco**

## **AGRADECIMIENTO**

A mis padres Luis y Susana quienes con su amor, paciencia y esfuerzo me han permitido llegar a cumplir un sueño más, gracias por inculcar en mí el ejemplo de esfuerzo, dedicación y trabajo duro, para cumplir con todos mis objetivos de vida.

De igual manera mi agradecimiento a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, a la Escuela de Ingeniería Automotriz, a sus docentes quienes con la enseñanza de sus valiosos conocimientos hicieron que pueda crecer día a día como profesional.

**José Tisalema**

Mis más sinceros agradecimientos a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo por darme la oportunidad de tener una profesión, también a mis profesores. Al Ingeniero Juan Carlos Rocha por su guía y paciencia. Al Ingeniero Celin Abad Padilla, director de la presente investigación y a La Dra. Olga Barrera por sus conocimientos impartidos en este proceso de crecimiento personal y profesional.

**Héctor Taco**

## TABLA DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	xii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xiii
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	xiv
ÍNDICE DE ANEXOS .....	xvi
RESUMEN .....	xix
SUMMARY .....	xx
INTRODUCCIÓN .....	1

## CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL .....	3
1.1. Justificación .....	3
1.2. Objetivos .....	4
1.2.1. <i>Objetivo general</i> .....	4
1.2.2. <i>Objetivos específicos</i> .....	4
1.3. Problemática .....	4
1.4. Hipótesis.....	5
1.5. Estado del arte .....	5
1.5.1. <i>Contradicciones del fabricante de AT con respecto al cambio de aceite</i> .....	5
1.5.2. <i>Mantenimiento recomendado en AT</i> .....	5
1.5.2.1. <i>El cambio de filtro</i> .....	5
1.5.2.2. <i>El cambio de aceite ATF</i> .....	5
1.5.2.3. <i>Tipo de aceite ATF indicado según el fabricante</i> .....	6
1.5.3. <i>Factores que inciden en el desempeño adecuado de un ATF</i> .....	8
1.5.3.1. <i>Degradación del ATF por el agua como contaminante</i> .....	8
1.5.3.2. <i>Desempeño del aceite producto de mayor fricción a altas velocidades</i> .....	9
1.5.3.3. <i>Porcentaje de conductividad eléctrica en aceites ATF</i> .....	10
1.5.3.4. <i>La transmisión automática y su lubricación</i> .....	10
1.5.3.5. <i>Degradación del ATF y el ahorro de combustible</i> .....	11
1.5.4. <i>Propiedades características de aceites ATF de diferentes casas comerciales</i> .....	11
1.5.4.1. <i>Motorcraft</i> .....	11
1.5.4.2. <i>Valvoline</i> .....	12
1.5.4.3. <i>Kendall</i> .....	12

<b>1.5.5.</b>	<b><i>Antecedentes de investigaciones posteriores en el análisis de aceites ATF</i></b> .....	13
<b>1.5.5.1.</b>	<b><i>Prueba AES utilizando el espectrómetro BAIRDMOA</i></b> .....	13
<b>1.5.6.</b>	<b><i>Determinación del desgaste de los elementos mecánicos del motor mediante el análisis del aceite usado</i></b> .....	14
<b>1.5.6.1.</b>	<b><i>Análisis cuantitativo por espectrometría elemental de desgaste de líquido de Transmisión Automática</i></b> .....	15
<b>1.5.7.</b>	<b><i>Reportes de análisis de aceites ATF de diferentes laboratorios</i></b> .....	17
<b>1.5.7.1.</b>	<b><i>Análisis de aceite realizado a una Transmisión Ford 4R100 Automática (Laboratorios Blackstone)</i></b> .....	17
<b>1.5.7.2.</b>	<b><i>Análisis de aceite realizado a un motor diésel de la empresa SULZER 6RND90 (Laboratorio TestOil)</i></b> .....	18

## **CAPÍTULO II**

<b>2.</b>	<b>MARCO METODOLÓGICO</b> .....	19
<b>2.1.</b>	<b>Método Hipotético-Deductivo</b> .....	19
<b>2.2.</b>	<b>Método Empírico por Medición</b> .....	20
<b>2.3.</b>	<b>Método Cuantitativo por Observación</b> .....	21
<b>2.4.</b>	<b>Procedimiento por utilizar.</b> .....	22
<b>2.5.</b>	<b>Encuesta realizada a Talleres especializados en AT</b> .....	24
<b>2.6.</b>	<b>Recolección de muestras</b> .....	27
<b>2.6.1.</b>	<b><i>Muestra de aceite ATF MOT-0</i></b> .....	28
<b>2.6.2.</b>	<b><i>Muestra de aceite ATF MOT-50</i></b> .....	28
<b>2.6.3.</b>	<b><i>Muestra de aceite ATF MOT-22</i></b> .....	28
<b>2.6.4.</b>	<b><i>Muestra de aceite ATF MOT-20</i></b> .....	29
<b>2.6.5.</b>	<b><i>Muestra de aceite ATF VAL-0</i></b> .....	29
<b>2.6.6.</b>	<b><i>Muestra de aceite ATF VAL1-40</i></b> .....	29
<b>2.6.7.</b>	<b><i>Muestra de aceite ATF VAL2-40</i></b> .....	30
<b>2.6.8.</b>	<b><i>Muestra de aceite ATF KEN-0</i></b> .....	30
<b>2.6.9.</b>	<b><i>Muestra de aceite ATF KEN1-60</i></b> .....	30
<b>2.6.10.</b>	<b><i>Muestra de aceite ATF KEN2-60</i></b> .....	31
<b>2.7.</b>	<b>Equipos utilizados en el análisis fisicoquímico</b> .....	32
<b>2.7.1.</b>	<b><i>Densímetro portátil DMA 35 Basic</i></b> .....	32
<b>2.7.1.1.</b>	<b><i>Especificaciones técnicas</i></b> .....	32
<b>2.7.1.2.</b>	<b><i>Normativa con la que trabaja DENSIMETRO DMA 35 BASIC</i></b> .....	33
<b>2.7.1.3.</b>	<b><i>Protocolo de medición</i></b> .....	34

2.7.1.4.	<i>Selección de la unidad de medición</i> .....	34
2.7.1.5.	<i>Realizar una medición</i> .....	35
2.7.2.	<b>Fluidscan®</b> .....	35
2.7.2.1.	<i>Normativas con la que trabaja FLUIDSCAN®</i> .....	36
2.7.2.2.	<i>Proceso de medición</i> .....	37
2.7.2.3.	<i>Propiedades de los fluidos y métodos correspondientes</i> .....	38
2.7.3.	<b>OilView® Quick-Check</b> .....	38
2.7.3.1.	<i>Características del analizador OilView® Quick-Check</i> .....	39
2.7.3.2.	<i>Protocolo de calibración y medición en el OilView® Quick-Check</i> .....	39
2.7.4.	<b>Viscosímetro NDJ-8S</b> .....	41
2.7.4.1.	<i>Datos técnicos del Viscosímetro NDJ-8S</i> .....	42
2.7.4.2.	<i>Protocolo de medición</i> .....	42

### CAPÍTULO III

3.	<b>RESULTADOS</b> .....	43
3.1.	<b>Resultados obtenidos de la encuesta realizada a talleres especializados en Transmisiones Automáticas</b> .....	43
3.1.1.	<i>Resultados de la pregunta 1</i> .....	43
3.1.2.	<i>Resultados de la pregunta 2</i> .....	43
3.1.3.	<i>Resultados de la pregunta 3</i> .....	44
3.1.4.	<i>Resultados de la pregunta 4</i> .....	45
3.1.5.	<i>Resultados de la pregunta 5</i> .....	45
3.1.6.	<i>Resultados de la pregunta 6</i> .....	46
3.1.7.	<i>Resultados de la pregunta 7</i> .....	47
3.2.	<b>Resultados del análisis fisicoquímico de las muestras recolectadas</b> .....	48
3.2.1.	<i>Resultados de la densidad obtenidos con el equipo Densímetro DMA 35 Basic</i> .....	48
3.2.2.	<i>Comparación de densidades y temperaturas entre las muestras de aceite ATF MOT-0 y MOT-50</i> .....	48
3.2.3.	<i>Comparación de densidades y temperaturas entre las muestras de aceite ATF MOT-0 y MOT-22</i> .....	49
3.2.3.1.	<i>Comparación de densidades y temperaturas entre las muestras de aceite ATF MOT-0 y MOT-20</i> .....	49
3.2.3.2.	<i>Comparación de densidades y temperaturas entre las muestras de aceite ATF VAL-0 y VAL1-40</i> .....	50
3.2.3.3.	<i>Comparación de densidades y temperaturas entre las muestras de aceite ATF VAL-0 y</i>	

VAL2-40.....	51
3.2.3.4. <i>Comparación de densidades y temperaturas entre las muestras de aceite ATF KEN-0 y KEN1-60</i> .....	51
3.2.3.5. <i>Comparación de densidades y temperaturas entre las muestras de aceite ATF KEN-0 y KEN2-60</i> .....	52
3.2.4. <b>Resultados de viscosidad dinámica obtenidos con el equipo Viscosímetro NDJ-8S.</b>	53
3.2.4.1. <i>Comparación de viscosidad dinámica entre la muestra de aceite ATF MOT-0 y MOT-50</i> .....	53
3.2.4.2. <i>Comparación de viscosidad dinámica entre la muestra de aceite ATF MOT-0 y MOT-22</i> .....	54
3.2.4.3. <i>Comparación de viscosidad dinámica entre la muestra de aceite ATF MOT-0 y MOT-20</i> .....	54
3.2.4.4. <i>Comparación de viscosidad dinámica entre la muestra de aceite ATF VAL-0 y VAL1-40</i> .....	55
3.2.4.5. <i>Comparación de viscosidad dinámica entre la muestra de aceite ATF VAL-0 y VAL2-40</i> .....	56
3.2.4.6. <i>Comparación de viscosidad dinámica entre la muestra de aceite ATF KEN-0 y KEN1-60</i> .....	57
3.2.4.7. <i>Comparación de viscosidad dinámica entre la muestra de aceite ATF KEN-0 y KEN2-60</i> .....	58
3.2.5. <b>Resultados obtenidos con el equipo FluidScan®</b> .....	59
3.2.5.1. <i>Muestra de aceite ATF MOT-50</i> .....	59
3.2.5.2. <i>Muestra de aceite ATF MOT-22</i> .....	60
3.2.5.3. <i>Muestra de aceite ATF MOT-20</i> .....	60
3.2.5.4. <i>Muestra de aceite ATF VAL1-40</i> .....	61
3.2.5.5. <i>Muestra de aceite ATF VAL2-40</i> .....	61
3.2.5.6. <i>Muestra de aceite ATF KEN1-60</i> .....	62
3.2.5.7. <i>Muestra de aceite ATF KEN2-60</i> .....	63
3.2.6. <b>Resultados obtenidos con el equipo Oil View Quick Check</b> .....	64
3.2.6.1. <i>Muestra de aceite ATF MOT-50</i> .....	64
3.2.6.2. <i>Muestra de aceite ATF MOT-22</i> .....	65
3.2.6.3. <i>Muestra de aceite ATF MOT-20</i> .....	66
3.2.6.4. <i>Muestra de aceite ATF VAL1-40</i> .....	66
3.2.6.5. <i>Muestra de aceite ATF VAL2-40</i> .....	67
3.2.6.6. <i>Muestra de aceite ATF KEN1-60</i> .....	68
3.2.6.7. <i>Muestra de aceite ATF KEN2-60</i> .....	69

<b>3.3.</b>	<b>Análisis estadístico de resultados .....</b>	<b>70</b>
<b>3.3.1.</b>	<b>Muestras de aceite ATF Motorcraft .....</b>	<b>70</b>
<b>3.3.1.1.</b>	<i>Densidad.....</i>	<i>70</i>
<b>3.3.1.2.</b>	<i>Viscosidad.....</i>	<i>70</i>
<b>3.3.1.3.</b>	<i>Oxidación, TAN y Contenido de agua.....</i>	<i>71</i>
<b>3.3.1.4.</b>	<i>Desgaste, Contaminación, Contaminación Química.....</i>	<i>72</i>
<b>3.3.2.</b>	<b>Muestras de aceite ATF Valvoline.....</b>	<b>73</b>
<b>3.3.2.1.</b>	<i>Densidad.....</i>	<i>73</i>
<b>3.3.2.2.</b>	<i>Viscosidad.....</i>	<i>73</i>
<b>3.3.2.3.</b>	<i>Oxidación, TAN y Contenido de agua.....</i>	<i>74</i>
<b>3.3.2.4.</b>	<i>Desgaste, Contaminación y Contaminación Química.....</i>	<i>75</i>
<b>3.3.3.</b>	<b>Muestras de aceite ATF Kendall .....</b>	<b>76</b>
<b>3.3.3.1.</b>	<i>Densidad.....</i>	<i>76</i>
<b>3.3.3.2.</b>	<i>Viscosidad.....</i>	<i>76</i>
<b>3.3.3.3.</b>	<i>Oxidación, TAN y Contenido de agua.....</i>	<i>77</i>
<b>3.3.3.4.</b>	<i>Desgaste, Contaminación y Contaminación Química.....</i>	<i>79</i>
<b>3.4.</b>	<b>Discusión de resultados.....</b>	<b>80</b>
	<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>83</b>
	<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>85</b>
	<b>BIBLIOGRAFIA</b>	
	<b>ANEXOS</b>	

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1-1:</b>	Clasificación de aceites ATF según sus fabricantes .....	7
<b>Tabla 2-1:</b>	Componentes típicos de un lubricante ATF .....	10
<b>Tabla 3-1:</b>	Propiedades características del aceite ATF MOTORCRAFT MERCON V .....	11
<b>Tabla 4-1:</b>	Propiedades características del aceite ATF VALVOLINE MERCON V .....	12
<b>Tabla 5-1:</b>	Propiedades características del aceite ATF KENDALL MERCON V .....	12
<b>Tabla 6-1:</b>	Concentración de elementos de desgaste superior a 10 ppm .....	13
<b>Tabla 7-1:</b>	Concentración de elementos de desgaste entre 1 y 10 ppm .....	13
<b>Tabla 8-1:</b>	Concentración de elementos de desgaste inferior a 1 ppm .....	13
<b>Tabla 9-1:</b>	Elementos de desgaste presentes en la flota de motores MERCEDEZ BENZ V8 OM502.....	15
<b>Tabla 10-1:</b>	Concentración elemental de la muestra virgen de ATF-3 .....	16
<b>Tabla 1-2:</b>	Clasificación de las muestras de aceite ATF recolectadas.....	27
<b>Tabla 2-2:</b>	Especificaciones técnicas del Densímetro DMA 35 Basic .....	32
<b>Tabla 3-2:</b>	Desgasificación de una muestra previo a su análisis .....	34
<b>Tabla 4-2:</b>	Propiedades de los fluidos y normas ASTM correspondientes (cumplimiento o correlación).....	38
<b>Tabla 5-2:</b>	Mediciones que proporciona el OilView® Quick-Check.....	39
<b>Tabla 6-2:</b>	Protocolo de calibración del analizador OilView® Quick-Check .....	39
<b>Tabla 7-2:</b>	Protocolo de medición en el analizador OilView® Quick-Check .....	40
<b>Tabla 8-2:</b>	Datos técnicos principales .....	42
<b>Tabla 1-3:</b>	Resultados obtenidos con el equipo FluidScan® .....	59
<b>Tabla 2-3:</b>	Resultados de la muestra de aceite ATF MOT-50.....	60
<b>Tabla 3-3:</b>	Resultados de la muestra de aceite ATF MOT-22.....	60
<b>Tabla 4-3:</b>	Resultados de la muestra de aceite ATF MOT-20.....	61
<b>Tabla 5-3:</b>	Resultados de la muestra de aceite ATF VAL1-40 .....	61
<b>Tabla 6-3:</b>	Resultados de la muestra de aceite ATF VAL2-40 .....	62
<b>Tabla 7-3:</b>	Resultados de la muestra de aceite ATF KEN1-60 .....	62
<b>Tabla 8-3:</b>	Resultados de la muestra de aceite ATF KEN2-60 .....	63
<b>Tabla 2-3:</b>	Resultados obtenidos con el equipo Oil View Quick-Check.....	64

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1-2:</b>	Encuesta técnica realizada al Taller Tecnología Automotriz V8 .....	24
<b>Figura 2-2:</b>	Encuesta técnica realizada al Taller Tecnología Automotriz V8 .....	25
<b>Figura 3-2:</b>	Mapa de ubicaciones de Talleres especializados en AT .....	26
<b>Figura 4-2:</b>	Muestra de aceite ATF MOT-0 .....	28
<b>Figura 5-2:</b>	Muestra de aceite ATF MOT-50 .....	28
<b>Figura 6-2:</b>	Muestra de aceite ATF MOT-22 .....	28
<b>Figura 7-2:</b>	Muestra de aceite ATF MOT-20 .....	29
<b>Figura 8-2:</b>	Muestra de aceite ATF VAL-0.....	29
<b>Figura 9-2:</b>	Muestra de aceite ATF VAL1-40.....	29
<b>Figura 10-2:</b>	Muestra de aceite ATF VAL2-40.....	30
<b>Figura 11-2:</b>	Muestra de aceite ATF KEN-0.....	30
<b>Figura 12-2:</b>	Muestra de aceite ATF KEN1-60.....	30
<b>Figura 13-2:</b>	Muestra de aceite ATF KEN1-60.....	31
<b>Figura 14-2:</b>	Características del Densímetro DMA 35 .....	32
<b>Figura 15-2:</b>	Proceso para realizar una medición con el Densímetro DMA 35. ....	35
<b>Figura 16-2:</b>	Características principales del FluidScan .....	36
<b>Figura 17-2:</b>	Proceso de medición en el FluidScan. ....	38
<b>Figura 18-2:</b>	Características del analizador OilView® Quick-Check.....	39
<b>Figura 19-2:</b>	Calibración del analizador OilView® Quick-Check. ....	40
<b>Figura 20-2:</b>	Medición en el analizador OilView® Quick-Check. ....	41
<b>Figura 21-2:</b>	Características del viscosímetro NDJ-8S.....	41
<b>Figura 22-2:</b>	Proceso de medición en el viscosímetro NDJ-8S .....	42
<b>Figura 1-3:</b>	Ilustración del posible mecanismo de degradación del ATF enrutado por el agua como contaminante. ATF: fluidos de transmisión automática; FM: modificador de fricción; COF: coeficiente de fricción.....	80

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1-1:</b>	Coeficiente de fricción añadido agua.....	9
<b>Gráfico 2-1:</b>	Reporte de análisis de aceite Ford 4R100 .....	17
<b>Gráfico 3-1:</b>	Reporte de análisis de aceite a un motor diésel SULZER 6RND.....	18
<b>Gráfico 1-2:</b>	Procedimiento metodológico por utilizar .....	23
<b>Gráfico 1-3:</b>	Resultados pregunta 1.....	43
<b>Gráfico 2-3:</b>	Resultados pregunta 2.....	43
<b>Gráfico 3-3:</b>	Resultados pregunta 3.....	44
<b>Gráfico 4-3:</b>	Resultados pregunta 4.....	45
<b>Gráfico 5-3:</b>	Resultados pregunta 5.....	45
<b>Gráfico 6-3:</b>	Resultados pregunta 6.....	46
<b>Gráfico 7-3:</b>	Resultados pregunta 7.....	47
<b>Gráfico 8-3:</b>	Comparación densidad y temperatura muestras ATF MOT-0 y MOT-50.....	48
<b>Gráfico 9-3:</b>	Comparación densidad y temperatura muestras ATF MOT-0 y MOT-22.....	49
<b>Gráfico 10-3:</b>	Comparación densidad y temperatura muestras ATF MOT-0 y MOT-20.....	49
<b>Gráfico 11-3:</b>	Comparación densidad y temperatura muestras ATF VAL-0 y VAL1-40. ....	50
<b>Gráfico 12-3:</b>	Comparación densidad y temperatura muestras ATF VAL-0 y VAL2-40. ....	51
<b>Gráfico 13-3:</b>	Comparación densidad y temperatura muestras ATF KEN-0 y KEN1-60. ....	51
<b>Gráfico 14-3:</b>	Comparación densidad y temperatura muestras ATF KEN-0 y KEN2-60. ....	52
<b>Gráfico 15-3:</b>	Comparación viscosidad dinámica muestras ATF MOT-0 y MOT-50. ....	53
<b>Gráfico 16-3:</b>	Comparación viscosidad dinámica muestras ATF MOT-0 y MOT-22. ....	54
<b>Gráfico 17-3:</b>	Comparación viscosidad dinámica muestras ATF MOT-0 y MOT-20. ....	54
<b>Gráfico 18-3:</b>	Comparación viscosidad dinámica muestras ATF VAL-0 y VAL1-40.....	55
<b>Gráfico 19-3:</b>	Comparación viscosidad dinámica muestras ATF VAL-0 y VAL2-40.....	56
<b>Gráfico 20-3:</b>	Comparación viscosidad dinámica muestras ATF KEN-0 y KEN1-60.....	57
<b>Gráfico 21-3:</b>	Comparación viscosidad dinámica muestras ATF KEN-0 y KEN2-60.....	58
<b>Gráfico 22-3:</b>	Desgaste, Contaminación y Contaminación Química muestra ATF MOT-50 .	64
<b>Gráfico 23-3:</b>	Desgaste, Contaminación, Contaminación Química muestra ATF MOT-22 ...	65
<b>Gráfico 24-3:</b>	Desgaste vs Contaminación vs Contaminación Química muestra ATF MOT-20 .....	66
<b>Gráfico 25-3:</b>	Desgaste vs Contaminación vs Contaminación Química muestra ATF VAL1-40 .....	66
<b>Gráfico 26-3:</b>	Desgaste vs Contaminación vs Contaminación Química muestra ATF VAL2-40. .....	67

<b>Gráfico 27-3:</b> Desgaste vs Contaminación vs Contaminación Química muestra ATF KEN1-60. .....	68
<b>Gráfico 28-3:</b> Desgaste vs Contaminación vs Contaminación Química muestra ATF KEN2-60 .....	69
<b>Gráfico 29-3:</b> Densidades de las muestras Motorcraft recolectadas .....	70
<b>Gráfico 30-3:</b> Viscosidades de las muestras Motorcraft recolectadas.....	70
<b>Gráfico 31-3:</b> Oxidación de las muestras Motorcraft recolectadas .....	71
<b>Gráfico 32-3:</b> TAN de las muestras Motorcraft recolectadas .....	71
<b>Gráfico 33-3:</b> Agua de las muestras Motorcraft recolectadas .....	72
<b>Gráfico 34-3:</b> Desgaste, Contaminación y Contaminación Química de las muestras Motorcraft recolectadas .....	72
<b>Gráfico 35-3:</b> Densidades de las muestras Valvoline recolectadas .....	73
<b>Gráfico 36-3:</b> Viscosidades de las muestras Valvoline recolectadas .....	73
<b>Gráfico 37-3:</b> Oxidación de las muestras Valvoline recolectadas.....	74
<b>Gráfico 38-3:</b> TAN de las muestras Valvoline recolectadas .....	74
<b>Gráfico 39-3:</b> Contenido de agua presente en las muestras Valvoline recolectadas .....	75
<b>Gráfico 40-3:</b> Desgaste, Contaminación y Contaminación Química de las muestras Valvoline recolectadas .....	75
<b>Gráfico 41-3:</b> Densidades de las muestras Kendall recolectadas .....	76
<b>Gráfico 42-3:</b> Viscosidades de las muestras Kendall recolectadas .....	76
<b>Gráfico 43-3:</b> Oxidación de las muestras Kendall recolectadas.....	77
<b>Gráfico 44-3:</b> TAN de las muestras Kendall recolectadas .....	77
<b>Gráfico 45-3:</b> Contenido de agua presente en las muestras de Kendall recolectadas .....	78
<b>Gráfico 46-3:</b> Desgaste, Contaminación y Contaminación Química de las muestras Kendall recolectadas .....	79

## ÍNDICE DE ANEXOS

- Anexo A:** Encuesta técnica realizada al Taller ECU Performance.
- Anexo B:** Encuesta técnica realizada al Taller Autotronic Performance.
- Anexo C:** Encuesta técnica realizada al Taller Ford Motortrek.
- Anexo D:** Encuesta técnica realizada al Taller JC Transmissions.
- Anexo E:** Encuesta técnica realizada al Taller J&J Transmisiones Automáticas.
- Anexo F:** Encuesta técnica realizada al Taller la Clínica del Automóvil.
- Anexo G:** Encuesta técnica realizada al Taller Transfer Quito.
- Anexo H:** Encuesta técnica realizada al Taller Ra-pits Transmisiones Automáticas.
- Anexo I:** Encuesta técnica realizada al Taller Transmisiones Automáticas JD.
- Anexo J:** Encuesta técnica realizada al Taller Autoespecialidades.
- Anexo K:** Realización de la encuesta al Taller Transfer Quito.
- Anexo L:** Realización de la encuesta al Taller Ford Motortrek.
- Anexo M:** Realización de la encuesta al Taller Transmisiones Automáticas JD.
- Anexo N:** Realización de la encuesta al Taller Ra-pits Transmisiones Automáticas.
- Anexo Ñ:** Realización de la encuesta al Taller la Clínica del Automóvil.
- Anexo O:** Recolección de las muestras en el Taller ECU Performance.
- Anexo P:** Recolección de las muestras en el Taller Autotronic Performance.
- Anexo Q:** Recolección de las muestras en el Taller Ford Motortrek.
- Anexo R:** Toma de medición de densidad de las muestras de aceite ATF con el equipo Densímetro DMA 35.
- Anexo S:** Toma de medición de viscosidad de las muestras de aceite ATF con el equipo Viscosímetro NDJ-8S.
- Anexo T:** Toma de medición de la integridad del fluido, oxidación, TAN y agua de las muestras de aceite ATF con el equipo FluidScan®.
- Anexo U:** Toma de mediciones de las muestras de aceite ATF con el equipo Oil View Quick-Check.
- Anexo V:** Toma de medición de la temperatura de las muestras de aceite ATF con el equipo Extech.
- Anexo W:** Mediciones de densidad y temperatura obtenidas con el equipo DMA 35 Basic para la muestra de aceite ATF MOT-0.
- Anexo X:** Mediciones de densidad y temperatura obtenidas con el equipo DMA 35 Basic para la muestra de aceite ATF MOT-50.
- Anexo Y:** Mediciones de densidad y temperatura obtenidas con el equipo DMA 35 Basic para

la muestra de aceite ATF MOT-22.

- Anexo Z:** Mediciones de densidad y temperatura obtenidas con el equipo DMA 35 Basic para la muestra de aceite ATF MOT-20.
- Anexo AA:** Mediciones de densidad y temperatura obtenidas con el equipo DMA 35 Basic para la muestra de aceite ATF VAL-0.
- Anexo AB:** Mediciones de densidad y temperatura obtenidas con el equipo DMA 35 Basic para la muestra de aceite ATF VAL1-40.
- Anexo AC:** Mediciones de densidad y temperatura obtenidas con el equipo DMA 35 Basic para la muestra de aceite ATF VAL2-40.
- Anexo AD:** Mediciones de densidad y temperatura obtenidas con el equipo DMA 35 Basic para la muestra de aceite ATF KEN-0.
- Anexo AE:** Mediciones de densidad y temperatura obtenidas con el equipo DMA 35 Basic para la muestra de aceite ATF KEN1-60.
- Anexo AF:** Mediciones de densidad y temperatura obtenidas con el equipo DMA 35 Basic para la muestra de aceite ATF KEN2-60.
- Anexo AG:** Límites de alarma según el equipo FluidScan para el aceite ATF Motorcraft.
- Anexo AH:** Límites de alarma según el equipo FluidScan para el aceite ATF Valvoline.
- Anexo AI:** Límites de alarma según el equipo FluidScan para el aceite ATF Kendall.
- Anexo AJ:** Propiedades de la muestra MOT-0 utilizada como referencia para la comparación.
- Anexo AK:** Propiedades de la muestra VAL-0 utilizada como referencia para la comparación.
- Anexo AL:** Propiedades de la muestra KEN-0 utilizada como referencia para la comparación.
- Anexo AM:** Reporte del análisis de la muestra de aceite ATF MOT-0 en el equipo Oil View Quick-Check.
- Anexo AN:** Reporte del análisis de la muestra de aceite ATF MOT-50 en el equipo Oil View Quick-Check.
- Anexo AÑ:** Reporte del análisis de la muestra de aceite ATF MOT-20 en el equipo Oil View Quick-Check.
- Anexo AO:** Reporte del análisis de la muestra de aceite ATF MOT-22 en el equipo Oil View Quick-Check.
- Anexo AP:** Reporte del análisis de la muestra de aceite ATF VAL-0 en el equipo Oil View Quick-Check.
- Anexo AQ:** Reporte del análisis de la muestra de aceite ATF VAL1-40 en el equipo Oil View Quick-Check.
- Anexo AR:** Reporte del análisis de la muestra de aceite ATF VAL2-40 en el equipo Oil View Quick-Check.
- Anexo AS:** Reporte del análisis de la muestra de aceite ATF KEN-0 en el equipo Oil View Quick-Check.

Quick-Check.

**Anexo AT:** Reporte del análisis de la muestra de aceite ATF KEN1-60 en el equipo Oil View Quick-Check.

**Anexo AU:** Reporte del análisis de la muestra de aceite ATF KEN2-60 en el equipo Oil View Quick-Check.

## RESUMEN

El objetivo de esta investigación fue recolectar muestras de aceite ATF tipo Mercon V de diferentes casas comerciales, con el fin de determinar, mediante un análisis fisicoquímico, si el uso de un aceite de diferente marca al recomendado por el fabricante provoca un mayor desgaste en una transmisión automática. Para la obtención de la densidad se utilizó un Densímetro DMA 35 Basic, se tomó cinco mediciones con cada muestra, se obtuvo la media de dichas mediciones para compararlas entre sí, la viscosidad se la obtuvo con el Viscosímetro NDJ-8S, cada muestra fue estabilizada a un porcentaje de fondo de entre 20% y 90%, la estabilización se logró intercambiando los usillos, esto hace que el ensayo sea válido, para la medición con el FluidScan 1100, se registró la muestra nueva de ATF para posteriormente compararla con la muestra usada, esto permitió establecer límites de alarma necesarios para la comparación, en cuanto al equipo Oil View Quick-Check, se lo calibro con los fluidos 220 y 330, se colocó las muestras sin dilución y con dilución, finalmente el software mostro los resultados previo a establecer valores de referencia. La muestra de ATF Motorcraft con mayor kilometraje (50.000km) indico condiciones regulares, en comparación con la muestra de menor kilometraje (22.000km), que presento un alto contenido de agua, las muestras de ATF Valvoline registraron un problema en común con el porcentaje de agua que sobrepasa su límite de alarma de 500 ppm, lo mismo ocurrió con las muestras de ATF Kendall, además de un desgaste excesivo del 85 % en una de sus muestras, pese a tener el mismo kilometraje (60.000km). Se recomienda utilizar el ATF que especifica el fabricante o uno de similares características, pero jamás uno de diferente tipología, ya que se ocasionaría un daño gravísimo a la transmisión automática.

**Palabras clave:** <TRANSMISIÓN AUTOMÁTICA>, <ANÁLISIS FISICOQUIMICO>, <DEGRADACIÓN>, <CONTAMINACIÓN POR AGUA>, <VISCOSIDAD>.

1174-DBRA-UTP-2022



## SUMMARY

The target of this research was to collect samples of Mercon V ATF type oil from different commercial houses using a physicochemical analysis to determine if the use of a different oil brand to the one recommended by the manufacturer causes greater wear in an automatic transmission. To obtain the density, a 35 Basic DMA Densimeter was used. Five measurements were taken with each sample, and the mean of these measurements was obtained to compare them. The viscosity was obtained with the NDJ-8S Viscometer. Each sample was stabilized at a background percentage of between 20% and 90%, and stabilization was achieved by interchanging the spindles. This makes the test valid. For measurement with the FluidScan 1100, the new ATF sample was recorded to compare it with the used sample later. This allowed for establishing alarm limits necessary for comparison. In terms of equipment Oil View Quick-Check. It was calibrated with fluids 220 and 330. The samples were placed without dilution and with dilution. Finally, the software showed the results before establishing values of reference. The ATF Motorcraft sample with the highest mileage (50,000km) indicated conditions compared to the sample with the lowest mileage (22,000 km), which presented a high water content. The Valvoline ATF samples showed a problem in common with the percentage of water that exceeds its alarm limit of 500 ppm. The same thing happened with the samples of ATF Kendall, in addition to excessive wear of 85% in one of its samples, despite having the same mileage (60,000km). It is recommended to use the ATF specified by the manufacturer or one with similar characteristics, but never one of a different type since. It will cause serious damage to the automatic transmission.

**Keywords:** <AUTOMATIC TRANSMISSION>, <PHYSICOCHEMICAL ANALYSIS>, <DEGRADATION>, <WATER POLLUTION>, <VISCOCITY>.



Lcda. Sandra Leticia Guijarro P. Mgs

C.I.: 0603366113

## INTRODUCCIÓN

El cambio de marcha en un vehículo representa el esfuerzo físico más grande a la hora de conducir, al mismo tiempo que reduce la capacidad de concentración del conductor, es por esto, que los fabricantes de vehículos han tratado de reducir este esfuerzo y mejorar la seguridad activa implementando transmisiones automáticas en sus modelos, las cuales realizan el trabajo de acoplar y desacoplar las marchas sin intervención del conductor.

En la actualidad la transmisión automática es cada vez más popular a medida que su funcionamiento se perfecciona y evoluciona, su demanda ha aumentado, llevan ventaja las cajas de cambio con doble embrague que son más precisas, controlables y ofrecen mayor economía de combustible. Muchas de estas transmisiones ya tienen mecanismos controlados por computadora haciéndolas más eficientes. Se sabe de las cajas automáticas que casi no requieren mantenimiento, pero la realidad es que no están libres de averías y problemas, que pueden presentarse por dos factores: el aceite lubricante y el líquido del radiador.

El lubricante en una transmisión automática juega un papel muy importante ya que es el encargado de transmitir la fuerza al convertidor de par para efectuar los cambios de marcha, se encarga de lubricar las piezas que trabajan a fricción dentro de la transmisión, evacuar el calor, actúa como detergente al evitar la oxidación por agua, transporta los residuos ferrosos que resultan del mismo trabajo, por esto y más debe estar en óptimas condiciones, de lo contrario se empezará a notar cambios bruscos de marcha, se tendrá que acelerar más de lo debido para realizar el cambio de marcha, se notará una pérdida de potencia del motor y mayor consumo de combustible.

Se debe utilizar únicamente el tipo de aceite especificado por el fabricante para el modelo de transmisión automática, los aceites que no son recomendados por el fabricante tienen otras propiedades, que tras un prolongado uso se ven representados en el mal funcionamiento, así como el acortamiento de la vida útil de la transmisión.

En el mercado mundial existen diferentes casas comerciales que se dedican a la fabricación de aceites para uso en transmisiones automáticas, es así que la estadounidense General Motors a más de fabricar autos también tiene su propio lubricante denominado Dexron, en sus distintas variantes, dependiendo del modelo de transmisión automática, otra marca como lo es Chrysler también posee su propio lubricante ATF denominado Mopar ATF+4, lo mismo ocurre con la japonesa Hyundai cuyo lubricante ATF se denomina Hyundai SP, Ford Motor Company no se queda atrás con su lubricante Mercon, en sus distintas variantes, y todas las marcas que se dedican a incorporar transmisiones automáticas en sus modelos poseen su propio lubricante ATF, esto

hace notar lo importante que es utilizar el aceite recomendado por el fabricante de la transmisión.

En Ecuador el uso adecuado del tipo de lubricante ATF, según el modelo de la transmisión y según las recomendaciones del fabricante solo se cumplen en los concesionarios propios de los fabricantes, en el resto de casos se utilizan lubricantes ATF de similares características, pero que no son calificados por el fabricante de la transmisión, es por esto que en esta investigación se determinará el porcentaje de desgaste que puede estar causando el uso de un lubricante ATF diferente o de similares características al recomendado por el fabricante de la transmisión.

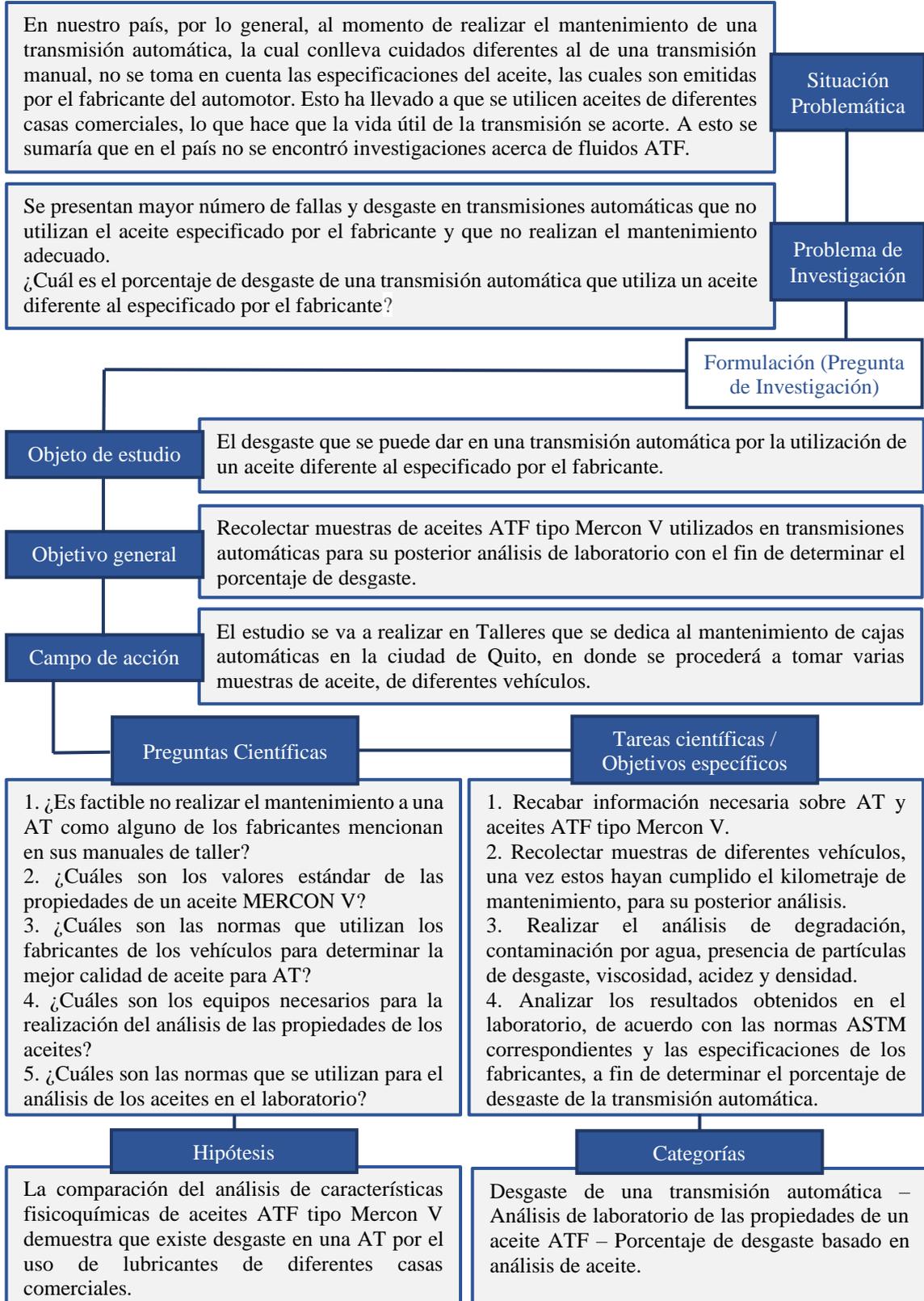
Para esta investigación se recolectará muestras de un tipo de lubricante Mercon V de diferentes casas comerciales y se someterán a un análisis de laboratorio, entre estas pruebas se encuentran: la degradación, contaminación por agua, presencia de partículas de desgaste, viscosidad, acidez y densidad. Esto permitirá determinar el porcentaje de desgaste que se está presentando en las transmisiones que fueron objeto de estudio.

Estas pruebas ayudan también a mejorar el mantenimiento predictivo de una transmisión automática, así como a evitar fallas de funcionamiento en la misma.

# CAPÍTULO I

## 1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

### 1.1. Justificación



## **1.2. Objetivos**

### ***1.2.1. Objetivo general***

Recolectar muestras de aceites ATF tipo Mercon V utilizados en transmisiones automáticas para su posterior análisis de laboratorio con el fin de determinar el desgaste.

### ***1.2.2. Objetivos específicos***

- Recabar información necesaria sobre transmisiones automáticas y aceites ATF tipo Mercon V, mediante bibliotecas virtuales y personal capacitado en el tema con el propósito de fundamentar la investigación.
- Realizar una encuesta dirigida a talleres especializados en AT de la ciudad Quito, mediante preguntas referentes al uso de aceites ATF, para comprobar su uso adecuado.
- Realizar el análisis de degradación, contaminación por agua, presencia de partículas de desgaste, viscosidad, acidez y densidad, con los instrumentos de laboratorio de la Escuela de Ingeniería Automotriz-ESPOCH, para de esta manera poder compararlos
- Analizar los resultados obtenidos en el laboratorio, de acuerdo con las normas ASTM correspondientes y las especificaciones de los fabricantes, a fin de determinar el porcentaje de desgaste de la transmisión automática.

## **1.3. Problemática**

En Ecuador, el mantenimiento correcto de una transmisión automática solo se ha podido observar en talleres propios de las marcas, esto es cumpliendo las especificaciones del tipo de aceite ATF según el modelo de la transmisión automática, aunque existen talleres independientes dedicados específicamente al mantenimiento de este tipo de transmisiones, no todos cumplen con el uso correcto del tipo de aceite lubricante ATF, sino que utilizan aceites de similares características, que no son calificados por el fabricante para su uso.

El uso prolongado de este tipo de aceite lubricante ocasiona que una transmisión automática presente fallas en su funcionamiento, así como también se acorte su vida útil, por tal motivo esta investigación trata de determinar cuál es el porcentaje de desgaste, en función del análisis fisicoquímico de sus propiedades.

Y determinar si el análisis de aceites permite mejorar el mantenimiento predictivo en una transmisión automática, ya que existen fabricantes que mencionan que sus transmisiones son "de por vida".

#### **1.4. Hipótesis**

La comparación del análisis de características fisicoquímicas de aceites ATF tipo Mercon V demuestra que existe desgaste en una transmisión automática por el uso de lubricantes de diferentes casas comerciales.

#### **1.5. Estado del arte**

##### ***1.5.1. Contradicciones del fabricante de AT con respecto al cambio de aceite.***

Ciertos fabricantes de AT mencionan en sus manuales de taller que el aceite ATF es un componente de por vida (lifetime), es decir que no necesita ser cambiado con el paso del tiempo, muy contrario a esto la empresa especialista en transmisiones automáticas T.T.A., recomienda realizar el cambio de aceite cada 60.000 km, explica además que todas las AT poseen un filtro y un imán en su interior, con el fin de atraer las partículas de desgaste que se generan, evitando daños mayores. De no originarse desgaste como mencionan ciertos fabricantes no deberían existir estos componentes en su interior (MotorOk, 2017).

##### ***1.5.2. Mantenimiento recomendado en AT***

###### ***1.5.2.1. El cambio de filtro***

El mantenimiento preventivo es uno de los mantenimientos más efectivos a la hora de evitar daños en una máquina, es así que con el cambio de filtro de aceite ATF conseguimos un rango de presiones óptimo en la gestión hidráulica de una AT asegurando la entrega de par en el convertidor (MotorOk, 2017).

###### ***1.5.2.2. El cambio de aceite ATF***

El lubricante es importante para garantizar el funcionamiento eficaz de la transmisión. Por lo tanto, los programas de cambio sistemático de lubricante tienden a prolongar la vida de la transmisión. La caja de cambios es un dispositivo generalmente robusto y establecido. Sin

embargo, se producen problemas debido a errores de aplicación que pueden ser causados por la vibración, la refrigeración, el montaje y la instalación, la lubricación y el mantenimiento (Asi, 2006).

El aceite ATF juega un papel importante, ya que tiene que lubricar y refrigerar las superficies de fricción, lubricar los engranajes y los cojinetes, actuar como fluido hidráulico, evitar la formación de depósitos e inhibir la corrosión. En los sistemas de transmisión de potencia, el 70% de los fallos se deben a la contaminación del aceite, de los cuales el 50% son consecuencia de problemas relacionados con el desgaste (Zheng et al., 2018).

### *1.5.2.3. Tipo de aceite ATF indicado según el fabricante.*

Los diseños específicos de construcción de AT han dado lugar a diferencias en las especificaciones de los distintos fabricantes. Así, las especificaciones de los fabricantes de equipos originales americanos y europeos difieren. Los fabricantes estadounidenses de AT hacen hincapié en la calidad de los lubricantes para las AT de los vehículos de pasajeros, mientras que los fabricantes europeos hacen hincapié en la calidad de los lubricantes para las AT de los vehículos comerciales (Ćaleta y Petek, 2008).

Especificaciones de los constructores y fabricantes estadounidenses:

- DEXRON®.
- MERCON
- ALLISON C-4
- CATEPILLAR TO-4

Especificaciones de los constructores y fabricantes europeos:

- MERCEDES BENZ (DAIMLER AG) MB Blatt 236
- MAN 339
- ZF
- VOITH G 607
- RENK

La investigación propuesta recalca el uso del aceite adecuado según las especificaciones del fabricante, ya que, como se menciona en el párrafo superior cada fabricante se enfoca en un campo de trabajo específico y no resultaría conveniente utilizar un aceite ATF diferente al establecido.

En la Tabla 1-1. se muestra una clasificación de los aceites ATF según los fabricantes.

**Tabla 1-1:** Clasificación de aceites ATF según sus fabricantes

<b>FABRICANTES</b>	<b>TIPO DE ACEITE OEM</b>
CHEVROLET	DEXRON III DEXRON VI AC DELCO CVT DEXRON HP GM 88900925
FORD	MERCON MERCON IV MECON V MERCON LV Motorcraft XT-8-QAW Motorcraft XT-7-QCFT (CVT)
CHRYSLER	MOPAR ATF+4 MOPAR ZF8&9 ATF MOPAR CVT+4 ZF8&9 speed ATF
ALLISON C-4	ALLISON TRANSYND (TEST-295)
HYUNDAI	HYUNDAI SP-III HYUNDAI SP-IV HYUNDAI ATF RED 1K
MAZDA	MAZDA ATF M-V MAZDA ATF FZ MAZDA JWS 3309
MERCEDEZ BENZ	MB SHEET 236.15 MB A 001 989 78 03
BMW	BMW 83 22 2 152 426 BMW 83 22 2 148 578 BMW 83 22 9 407 807 BMW 83 22 0 440 214 BMW 83 22 9 407 765 BMW 83 22 0 403 249 BMW 83 22 2 355 599 BMW ATF 3+ BMW ATF 6

TOYOTA	TOYOTA TYPE T-IV TOYOTA TYPE WS
VOLKSWAGEN	G 055 025 A2 G 052 182 A2 (DSG) G 055 540 A2 G 052 990 A2
NISSAN	Nissan Matic-D Nissan Matic-J Nissan Matic-K Nissan Matic-S Nissan Matic-W Nissan CVT NS-2 (VTF) Nissan CVT NS-3 (VTF)

Fuente: Lubegard, 2021.

### **1.5.3. Factores que inciden en el desempeño adecuado de un ATF**

#### **1.5.3.1. Degradación del ATF por el agua como contaminante**

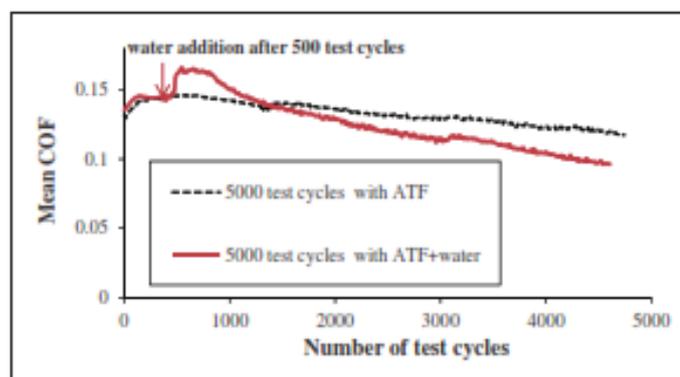
Los ATF suelen contener un complejo paquete de aditivos, unos 20 componentes diferentes para ofrecer el mejor rendimiento posible. Los aditivos de los ATF incluyen: inhibidores de la corrosión, dispersantes, detergentes, antioxidantes, modificadores de la fricción y aditivos anti-desgaste. Entre uno de estos componentes como se menciona se encuentra los inhibidores de corrosión que evita que el ATF corroa las superficies metálicas y por ende se genere fricción, también evita el envejecimiento prematuro por contaminación por agua del fluido ATF. La eficacia de la protección de los inhibidores de la corrosión depende de la temperatura, por lo que no se puede suponer que un aditivo que muestra una buena protección contra la corrosión a 120 °C sea también protector a 150 °C (Warren et al., 2018).

El agua en el ATF o en el sistema de transmisión automática puede provenir del entorno, como la lluvia o la humedad del aire. Las fugas en el sumidero del ATF, seguidas de la condensación del aire húmedo, pueden convertirse en gotas de agua y mezclarse con el ATF. Un sistema de refrigeración a base de agua dañado también puede ser responsable del agua en el ATF (Fatima et al., 2015).

La contaminación por agua puede causar varios cambios reológicos y químicos en las propiedades del lubricante y también podría tener un impacto en la vida del lubricante. Existen varias hipótesis sobre el impacto del agua en las propiedades del lubricante, como la oxidación del lubricante, la débil acción de los aditivos, el cambio de la viscosidad aparente, etc. (Fatima et al., 2015).

Existen tres efectos principales del agua en un sistema lubricado según (Lancaster, 1990), la propagación de grietas, la reacción con las superficies de deslizamiento y las modificaciones de las capas del tercer cuerpo de los restos de desgaste agregados.

En una reciente investigación en la que se procedió a envejecer el ATF estáticamente se encontró que el coeficiente de fricción aumento cuando se añadió agua al ATF esta tendencia continúa durante unos 750 ciclos, tras los cuales la fricción empieza a disminuir gradualmente como se observa en el Gráfico 1-1.



**Gráfico 1-1.** Coeficiente de fricción añadido agua

**Fuente:** Fatima et al., 2015.

El aumento de la fricción es un efecto a corto plazo de la contaminación por agua en el ATF. Así también la estabilidad térmica de los ATF contaminados con agua probados mostró un impacto menor de la contaminación del agua en el ATF incluso después de 5000 ciclos de prueba. Por lo tanto, no es posible atribuir al agua una influencia sustancial en las propiedades reológicas y la durabilidad del aceite base (Fatima et al., 2015).

#### 1.5.3.2. *Desempeño del aceite producto de mayor fricción a altas velocidades*

A medida que aumenta la velocidad de contacto dentro de la AT se desarrolla una película hidrodinámica protectora proporcionada por el lubricante. Es ahí donde, del buen desempeño del aceite depende la influencia de la fricción, según (Ingram et al., 2011) para los aceites genéricos “la fricción fue alta a bajas velocidades y disminuyo a medida que aumentaba la velocidad”, algo que con los ATF sintéticos no sucede, pues los resultados mostraron que, “la fricción es baja a velocidades lentas y aumentaba con el incremento de la velocidad” (Ingram et al., 2011).

### 1.5.3.3. Porcentaje de conductividad eléctrica en aceites ATF

A medida que se suceden los diferentes cambios de marcha desde la AT, diferentes características de los ATF cambian en función de la temperatura, la contaminación del fluido e inclusive la conductividad térmica. Según (McFadden et al., 2016) “La conductividad de los fluidos, a diferencia de la de los metales, siempre aumenta con el incremento de la temperatura. En gran parte, esto se debe a la disminución de la viscosidad, aumento de la temperatura”. Además, el aumento de temperatura puede provocar un aumento del número de iones en la solución, evidenciando así su dependencia con el pasar del tiempo.

“Un ATF usado tendrá una viscosidad baja, debido al cizallamiento de los aditivos mejoradores del índice de viscosidad, lo que provoca el aumento de la conductividad” (McFadden et al., 2016). La conductividad de los ATFs usados es mayor que la de los aceites nuevos, pues tendrán mayor presencia de residuos de metales como el hierro, mayor oxidación y disminución de la viscosidad

### 1.5.3.4. La transmisión automática y su lubricación

Como ya se sabe el conjunto de engranajes planetarios es el encargado de producir todas las relaciones de transmisión en una AT, por tal motivo su lubricación es fundamental para un buen rendimiento, por lo que cada fabricante centra su enfoque en la optimización del fluido para su AT, en la actualidad, como menciona (Joseph, 2010) “a nivel mundial existen al menos 13 especificaciones diferentes de fluidos de transmisión automática que cubren los requisitos de llenado de fábrica y de servicio de automóviles de pasajeros”.

La optimización ha dado como resultado que los ATF sean los fluidos más completos, conteniendo más de 15 componentes aditivos diferentes como se observa en la Tabla 2-1 de componentes típicos.

**Tabla 2-1:** Componentes típicos de un lubricante ATF

Aditivos	Tasa de tratamiento	Funciones
Dispersantes 2 o 3	2–6%	Limpieza, dispersar lodos, fricción y desgastes
Detergentes 1 o 2	0.1–1.0%	Limpieza, fricción, corrosión, inhibición y desgaste
Antioxidantes 1 o 2	0.3–1.0%	Controle el engrosamiento del aceite, evita el barniz y sedimentación
Anti-desgaste	0.1–0.5%	Protección de engranajes epicíclicos
Modificadores de fricción 2 o 3	0.2–1.5%	Control de la sensación del cambio y la fricción, durabilidad de los embragues

Inhibidor de corrosión 1	0.03–0.5%	Prevenir la corrosión, el óxido, las picaduras y desgaste
Anti-espuma 1 o 2	50–400 ppm	Evita la formación excesiva de espuma y la entrada de aire
Agente de la hinchazón del sello	0.3–1.5%	Combate la fragilización/agrietamiento de los sellos debido a la elección de aceite base
Modificador de viscosidad*, 1 o 2	2–15%	Estabilidad al cizallamiento
Aceites base	80–95%	Buena estabilidad oxidativa y fluidez a baja temperatura

Fuente: Joseph, 2010.

#### 1.5.3.5. Degradación del ATF y el ahorro de combustible

En todo el mundo se han venido aplicando regulaciones ambientales para controlar la emisión de gases contaminantes, por tal motivo el rendimiento de combustibles debe ser óptimo y de igual manera el lubricante de la AT. “Por lo tanto, mejorar la durabilidad anti estremecimiento del fluido de transmisión sería una medida eficaz para ahorrar combustible” (Yokomizo et al., 2015). A esto se suma la adición de aditivos con diferentes características como, detergencia, dispersantes, modificadores de fricción, que son claves para la durabilidad del anti estremecimiento, “causado por la presencia de hierro en el ATF proveniente de los residuos de desgaste de engranajes y placas de acero con el paso del tiempo” (Yokomizo et al., 2015).

El deterioro del lubricante ATF dentro de la AT produce vibraciones incómodas, presentándose fenómenos de estremecimiento, aumentando la fatiga de los engranajes y por ende aumentando el consumo de combustible debido a la vibración transmitida de la AT a las ruedas.

#### 1.5.4. Propiedades características de aceites ATF de diferentes casas comerciales

##### 1.5.4.1. Motorcraft

**Tabla 3-1:** Propiedades características del aceite ATF MOTORCRAFT MERCON V

Propiedades características	
Mercon ® V license number	MS04091
Specific Gravity @ 60°F(15.6°C)	0,863
Density, lb/gal	7,19
Flash Point, COC, °C (°F)	196 (385)
Viscosity:	

cST @ 100°C	7,5
cST @ 40°C	33,2
cST @ -20°C	1100
cST @ -40°C	10.000
<b>Viscosity Index</b>	205
<b>Pour Point °C(°F)</b>	< -48 (<-45)

Fuente: Motorcraft, 2021.

#### 1.5.4.2. Valvoline

**Tabla 4-1:** Propiedades características del aceite ATF VALVOLINE MERCON V

<b>Propiedades características</b>	
<b>Viscosidad a 100°C en cSt</b>	7,4
<b>Viscosidad a 40°C en cSt</b>	34,5
<b>Índice de viscosidad</b>	193
<b>Punto de fluidez (°C)</b>	-51
<b>Brookfield Viscosidad a -40°C</b>	10,000
<b>Densidad a 15°C g/cm3</b>	0,860
<b>Apariencia</b>	Red
<b>Fosforo, ppm</b>	210

Fuente: MDW, 2019.

#### 1.5.4.3. Kendall

**Tabla 5-1:** Propiedades características del aceite ATF KENDALL MERCON V

<b>Propiedades características</b>	
<b>Gravedad Específica @ 60 °F</b>	0.857
<b>Densidad, lbs/gal 60 °F</b>	7.14
<b>Color, Visual</b>	Rojo
<b>Punto de Inflamación (COC), ° C(°F)</b>	196 (385)
<b>Punto de Fluidez, ° C(°F)</b>	< -45 (<-49)
<b>Viscosidad, Brookfield</b> Cp a -40°C	10,200
<b>Viscosidad, Cinemática</b> cSt a 40°C	34.0
cSst a 100°C	7.6
<b>Índice de viscosidad</b>	202
<b>Zinc, % peso</b>	< 0.001

Fuente: Kendall, 2017.

### 1.5.5. Antecedentes de investigaciones posteriores en el análisis de aceites ATF

#### 1.5.5.1. Prueba AES utilizando el espectrómetro BAIRD MOA

Se determinaron las concentraciones de elementos en el líquido de transmisión a diferentes kilometrajes. Los elementos de la Tabla 6-1 a la Tabla 8-1 se agruparon en tres categorías principales: (1) concentración de elementos de desgaste superior a 10 ppm, (2) concentración de elementos de desgaste en el rango de 1 a 10 ppm, y (3) concentración de elementos de desgaste inferior a 1 ppm. Según los elementos trazados, el fósforo (P), el boro (B) y el zinc (Zn) pertenecen al primer grupo (>10 ppm), como se indica en la Tabla 6-1, mientras que en la Tabla 7-1, el magnesio (Mg), el calcio (Ca), el níquel (Ni), el potasio (K), el silicio (Si) y el plomo (Pb) entran en el segundo grupo (1-10 ppm). En el caso del aluminio (Al), el cromo (Cr), el cobre (Cu), el hierro (Fe), la plata (Ag), el estaño (Sn) y el sodio (Na), estos elementos pertenecen al tercer grupo (<1 ppm), como se muestra en la Tabla 8-1 (Rahman y Katon, 2018).

**Tabla 6-1:** Concentración de elementos de desgaste superior a 10 ppm

Elements	Wear (ppm)						
	Fresh ATF	5000 km	30000 km	50000 km	80000 km	180000 km	300000 km
P	258	221	222	220	228	228	239
B	94	71	74	76	73	73	57
Zn	46	36	37	36	37	37	40

Fuente: Rahman y Katon, 2018.

**Tabla 7-1:** Concentración de elementos de desgaste entre 1 y 10 ppm

Elements	Wear (ppm)						
	Fresh ATF	5000 km	30000 km	50000 km	80000 km	180000 km	300000 km
Mg	5	1	1	2	5	16	15
Ca	5	84	87	82	90	81	80
Ni	2	2	2	2	2	2	2
K	2	2	3	2	3	3	3
Si	2	2	3	2	2	3	4
Pb	1	53	20	11	10	18	32

Fuente: Rahman y Katon, 2018.

**Tabla 8-1:** Concentración de elementos de desgaste inferior a 1 ppm

Elements	Wear (ppm)						
	Fresh ATF	5000 km	30000 km	50000 km	80000 km	180000 km	300000 km
Al	0	5	4	3	5	5	6
Cr	0	0	0	0	0	1	1

Cu	0	61	20	45	89	81	76
Fe	0	31	18	16	19	138	212
Ag	0	3	2	2	3	13	12
Sn	0	5	1	4	9	7	7
Na	0	2	1	0	1	0	0

Fuente: Rahman y Katon, 2018.

Según los resultados, el P, que funciona como aditivo anti-desgaste, tiene la mayor concentración de 258 ppm para el ATF fresco. La reducción de P en el ATF usado (221-239 ppm) se debe a la degradación de los aditivos durante el funcionamiento del motor del autobús a alta temperatura. La mayor concentración de Mg, Ca, Pb, Zn y Si en el ATF usado podría indicar un fallo en el sistema de transmisión. Para el Ca y el Pb, las lecturas del ATF usado eran mucho más altas que las del ATF fresco en todos los casos, en el rango de 80-90 ppm y 10-53 ppm respectivamente. La presencia de Fe (16-212 ppm) y Cu (20-89 ppm) en el ATF usado indica un desgaste que puede provenir del bloque del motor, los cilindros, los engranajes, las camisas de los cilindros, las guías de las válvulas, las muñequillas, los anillos árbol de levas, bomba de aceite, cigüeñal, rodamientos de bolas y de rodillos, óxido, casquillos, escudos de inyectores, núcleo de refrigerante. (Rahman y Katon, 2018)

#### ***1.5.6. Determinación del desgaste de los elementos mecánicos del motor mediante el análisis del aceite usado.***

El estudio determina el desgaste de los elementos mecánicos del motor mediante el análisis de aceite usado, se aplicó a una flota de 16 camiones todos equipados con motor Mercedes Benz V8 serie OM502, donde las muestras de aceites se tomaron de cada motor en un periodo variable de 7.000 a 8.000 kilómetros en cambio de aceite. El análisis de las muestras permite observar los parámetros más representativos para este estudio como son los metales de desgaste según normativa ASTM D6595, existencia de agua por crepitación, viscosidad a 40°C y a 100°C según normativa ASTM445, TBN según normativa D2896. En la Tabla 9-1 se muestra los elementos principales y secundarios presentes en el cabezote así como en el bloque de motor, hallados posteriormente a esta investigación (Ávila, 2017).

**Tabla 9-1:** Elementos de desgaste presentes en la flota de motores MERCEDEZ BENZ V8 OM502

<b>ELEMENETOS DE DESGASTE</b>				
<b>COMBINACIÓN DE ELEMENTOS DE DESGASTE</b>				
<b>PARTE</b>	<b>ELEMENTO PRINCIPAL</b>	<b>ELEMENTO SECUNDARIO</b>	<b>DESGASTE POSIBLE</b>	<b>CAUSA O AREA PROBABLE DEL PROBLEMA</b>
<b>Cabezote (culata)</b>	Silicio (tierra)	Hierro, Cromo, Aluminio	Camisas, Anillos, Pistones	Sistema de entrada de aire/filtro contaminación con polvo o tierra.
	Hierro	Cromo, Aluminio	Camisas, Anillos, Pistones	Temperaturas anormales de operación, degradación de aceite, contaminación con refrigerante o combustible, anillos atascados o rotos.
	Cromo	Molibdeno, Aluminio	Anillos, Pistones	Gases de escape, consumo de aceite, degradación de aceite.
<b>Bloque Motor</b>	Silicio (tierra)	Plomo, Aluminio	Cojinetes de bielas y bancada.	Contaminación con tierra
	Plomo	Aluminio	Cojinetes de bielas y bancada.	Falta de lubricación, contaminación con refrigerante, presencia de combustible en el lubricante.

Fuente: Ávila, 2017.

#### *1.5.6.1. Análisis cuantitativo por espectrometría elemental de desgaste de líquido de Transmisión Automática*

El trabajo de análisis se realizó en el fluido de transmisión automática (ATF) de la serie del fabricante de equipos originales (OEM) de Perodua (ATF-3). El ATF se analizó a través de la base de dinamómetro continuo a la velocidad de funcionamiento de 3000 rpm y las categorías de perfil de la distancia real recorrida. El kilometraje de funcionamiento probado durante el dinamómetro continuo va desde 0 km hasta 10.000 km de distancia máxima de funcionamiento. Las huellas de los elementos de desgaste se analizaron cuantitativamente en cada kilometraje de funcionamiento de 1.500 km, 3.000 km, 4.500 km, 7.000 km y 10.000 km, respectivamente. El kilometraje seleccionado y observado para la segunda categoría de perfil se dividió en tres categorías principales. La categoría número A1-B3 se refería a la distancia real de viaje entre 800 km y menos de 20.000 km. Las categorías C1-D2 y E1-F5 representan cada una la distancia de

viaje operativa entre 20.000 km y menos de 40.000 km y entre 40.000 km y menos de 60.000 km, respectivamente (Latip et al., 2013).

**a) Resultado de concentración elemental de desgaste de ATF-3 (VO) virgen (ppm).**

A partir del análisis realizado en la muestra de ATF (VO) no utilizada, se encontró que el valor para el total de 10 elementos de desgaste examinados fue menos de 1,0 ppm (Latip et al., 2013).

**Tabla 10-1:** Concentración elemental de la muestra virgen de ATF-3

<b>Wear elemental</b>	Al	Cr	Cu	Fe	Pb	Ni	Sn	Ti	V	Ag
<b>Concentration (ppm)</b>	0.000	0.000	0.026	0.097	0.166	0.341	0.000	0.098	0.000	0.092

Fuente: Latip et al, 2013.

**b) Resultado de concentración elemental de desgaste de ATF-3 (ppm) usado**

La concentración de desgaste (ppm) del perfil de la misión del dinamómetro de velocidad continua de 3000 rpm. Basándose en el perfil de misión del dinamómetro de resistencia continúa iniciado, se encontró que los elementos de desgaste de Hierro (Fe), Cobre (Cu) y Aluminio (Al) adquirieron la mayor concentración de desgaste (ppm) con un valor medio de 12,625 ppm, 10,577 ppm y 3,096 ppm, respectivamente. Los demás elementos de desgaste de los ATF probados adquirieron los valores de concentración media inferiores a 1,0 ppm (Latip et al., 2013).

Desde el punto de vista del resultado de los elementos de desgaste de la categoría de muestreo A1-B3, se descubrió que los elementos de Fe, Cu y Al eran los más significativos durante el funcionamiento real. El valor medio de la concentración de desgaste (ppm) obtenido para cada elemento fue de 22,161 ppm, 16,048 ppm y 11,577 ppm, respectivamente. Mientras que, según lo observado para la categoría de muestreo de C1-D2, los elementos de desgaste de Fe, Cu y Al mostraron el valor más significativo de concentración de desgaste con el valor medio de 45,875 ppm, 28,29 ppm y 33,595 ppm, cada uno. Aun así, la categoría de muestreo de E1-F5 mostró el resultado típico de elementos de desgaste. Se observó que el elemento de Fe, Cu y Al adquirió el valor de concentración de desgaste más trascendental de 65,891 ppm, 27,8 ppm y 7,83 ppm respectivamente. El tipo de los 3 elementos de desgaste más significativos se muestra en la Gráfica 2-1 (Latip et al., 2013).

## 1.5.7. Reportes de análisis de aceites ATF de diferentes laboratorios.

### 1.5.7.1. Análisis de aceite realizado a una Transmisión Ford 4R100 Automática (Laboratorios Blackstone)

En este análisis de laboratorio se encontró partículas de hierro que podría ser originado de los engranajes, también se encontró partículas de aluminio que se presume sean de la bomba de aceite, u otros elementos de aluminio como de la misma AT. Se encontró además una escasa viscosidad originada por un calentamiento excesivo del ATF (Blackstone, 2017).

UNIT		OIL REPORT		LAB NUMBER: J56824	UNIT ID: PU 177-TR
CLIENT		OIL TYPE & GRADE: Auto Transmission Fluid		REPORT DATE: 8/28/2017	CLIENT ID:
COMMENTS		OIL USE INTERVAL: Miles		CODE:	PAYMENT: CC: AmEx (Bulk)
UNIT		MAKE/MODEL: Transmission Ford 4R100 Automatic		OIL TYPE & GRADE: Auto Transmission Fluid	
CLIENT		FUEL TYPE:		OIL USE INTERVAL: Miles	
COMMENTS		ADDITIONAL INFO:			
<p>Trends are very helpful in spotting a developing problem before it becomes a full-blown failure. The more information you can give us, the better. It would be helpful, for example, to know how many miles there are on this oil. But assuming steady oil changes, the increasing wear and deteriorating viscosity probably show a problem developing.</p> <p>Wear metals are higher than they were last time. Maybe this is accumulation, if the oil was never changed... but that doesn't seem very likely. If silicon is abrasive dirt, that could be causing poor wear. But we suspect this transmission has a problem. Iron is from steel parts like gears, while aluminum is from an oil pump or other aluminum parts (maybe the case itself). The thin viscosity indicates this oil has been exposed to excessive heat. If the transmission shifts well, check back to monitor trends.</p>					
ELEMENTS IN PARTS PER MILLION	MIHR on Oil	UNIT / LOCATION AVERAGES	9/21/2016	UNIVERSAL AVERAGES	
	MIHR on Unit				
	Sample Date	8/17/2017			
	Make Up Oil Added				
	ALUMINIUM	224	50	44	13
	CHROMIUM	1	0	0	0
	IRON	203	78	62	61
	COPPER	95	40	48	61
	LEAD	1	1	3	19
	TIN	0	2	3	3
	MOLYBDENUM	0	10	13	2
	NICKEL	2	5	4	3
	MANAGANESE	19	29	20	7
	SILVER	0	0	0	0
	TITANIUM	0	0	0	0
	POTASSIUM	0	2	5	2
	BORON	94	66	53	106
	SILICON	235	10	8	9
	SODIUM	10	6	7	10
	CALCIUM	32	111	100	227
	MAGNESIUM	4	1	3	3
	PHOSPHORUS	214	183	155	277
	ZINC	11	6	6	20
	BARIUM	18	2	2	1
Values Should Be*					
PROPERTIES	SUS Viscosity @ 210*	41.2	42-51	43.5	
	cSt Viscosity @ 100°C	4.55	4.8-7.9	5.27	
	Flashpoint in °F	395	>335	405	
	Fuel %	-		-	
	Antifreeze %	0.0	0.0	0.0	
	Water %	0.0	0.0	0.0	
	Insolubles %	TR	<0.1	TR	
	TBN				
	TAN				
	ISO Code				
* THIS COLUMN APPLIES ONLY TO THE CURRENT SAMPLE					
416 E. PETTIT AVE. FORT WAYNE, IN 46806 (260) 744-2380					
©COPYRIGHT BLACKSTONE LABORATORIES 2018			LIABILITY LIMITED TO COST OF ANALYSIS		

## Gráfico 2-1. Reporte de análisis de aceite Ford 4R100

Fuente: Blackstone, 2017.

1.5.7.2. Análisis de aceite realizado a un motor diésel de la empresa SULZER 6RND90 (Laboratorio TestOil)

En este análisis se encontró metales de desgaste elevados como es el caso del cobre, que pueden causar un desgaste acelerado de la máquina, se encontró una viscosidad fuera de rango debido a una excesiva contaminación de combustible en el fluido, el nivel de dilución del combustible está por encima de los límites aceptables. Se recomienda localizar la fuente de fuga de combustible o la posible causa de contaminación antes de cambiar el aceite (Testoil, 2015).



Machine Condition **MARGINAL**  
 Lubricant Condition **NORMAL**  
 Machine Name: Engine - Main Propulsion  
 Machine ID: 4005AAC28003

**Analysis Report**

Component Information		Sample Information	Customer Information
Machine Type:	Low Speed Diesel	Received:	R-5 - Ship A-201
Lubricant:	MOBIL/Mobilgard 300	Report:	Port Example
Machine MFG:	SULZER	Sample No.:	Baltimore, MD
Machine MOD:	6RND90	Data Analyst:	Contact: Jack Boilerman
Sump Size:	5,320		

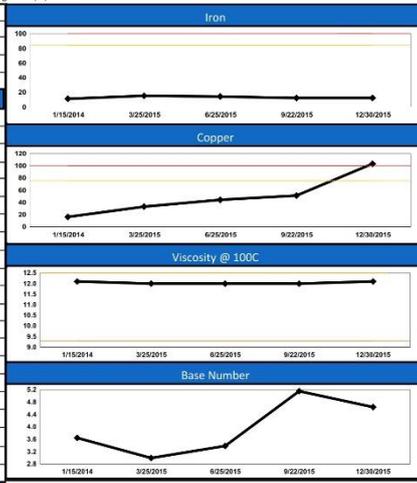
**PROBLEMS**  
 HIGH COPPER,  
 Low VISCOSITY 100C  
 EXCESSIVE FUEL DILUTION

**COMMENTS** Elevated wear metals may indicate accelerated machine wear. Inspect unit for abnormal noise, vibration and high temperature.  
 The viscosity is out of range due to excessive fuel contamination in the fluid. Fuel dilution level is above acceptable limits. Locate source of fuel leakage or possible cause of contamination prior to changing oil.

**CUSTOMER NOTES** Mach Hours: 86617 \* Last oil change on 3/1/2014

Date Sampled	NEW OIL	12/15/2015	9/22/2015	6/25/2015	3/25/2015	1/15/2014
Lab No		1616750	1551194	1494456	1441548	1405210
Machine / Lube Cond.		M / N	N / N	N / N	N / N	N / N
Lube Hours		2755	2755	2999	4	2753
Machine Hours		86617	86617	86615	86373	86369

ELEMENTAL SPECTROSCOPY (ppm) ASTM D5185 Mod (-) indicates below detection limit		12/15/2015	9/22/2015	6/25/2015	3/25/2015	1/15/2014
Wear Metals	Iron	12	12	14	15	11
	Copper	103	51	44	33	16
	Lead	-	-	-	5	-
	Aluminum	2	-	-	-	-
	Tin	-	-	-	-	-
	Nickel	-	-	-	-	-
	Chromium	-	-	-	-	-
	Titanium	-	-	-	-	-
	Vanadium	7	8	7	8	6
	Silver	-	-	-	-	-
Additives	Calcium	1733	1790	1697	1996	1631
	Magnesium	10	11	12	13	12
	Phosphorus	173	167	170	217	157
	Zinc	226	234	232	287	203
	Barium	-	-	-	-	-
	Molybdenum	-	-	-	-	-
Contaminants	Silicon	4	5	4	6	5
	Boron	8	41	10	11	8
	Lithium	-	-	-	-	-
	Sodium	50	38	43	60	41
	Potassium	-	-	-	-	-



FTIR SPECTROSCOPY (Indexing Numbers) ASTM E2412		12/15/2015	9/22/2015	6/25/2015	3/25/2015	1/15/2014
Oxidation		3	2	2	2	2
Glycol		0	0	0	0	0
Soot		3	3	4	3	3
Nitration		5	5	5	5	5
VISCOSITY (centistokes) ASTM D445		12/15/2015	9/22/2015	6/25/2015	3/25/2015	1/15/2014
Viscosity@100°C		11.1	12.0	12.0	12.0	12.1
BASE NUMBER (mg KOH/g) *- ASTM D4739 *- IWI-390		12/15/2015	9/22/2015	6/25/2015	3/25/2015	1/15/2014
Base Number		4.64 †	5.16 †	3.38 †	2.99 †	3.64 †
WATER (%) a-ASTM D6304A b-IWI-133 c-ASTM D6304C d-IWI-134* e-IWI-135* f-IWI-136* g-Crackle h-IWI-370*		12/15/2015	9/22/2015	6/25/2015	3/25/2015	1/15/2014
Water		NEG (g)	NEG (g)	NEG (g)	NEG (g)	NEG (g)
FUEL DILUTION BY GC (%)		12/15/2015	9/22/2015	6/25/2015	3/25/2015	1/15/2014
Fuel Dilution		1.4	0	0.0	0.0	0.0

Date	Customer Corrective Actions
1/13/13	re-sample; Possibility of switched sample warrants resampling.

Testing performed by Insight Services \*, an ISO/IEC 17025:2005 accredited laboratory. I-A-B Accredited Certificate Number 2221 Testing. (\*) - Not in scope of accreditation. xxxxx assumes sole responsibility for the application of and reliance upon results and recommendations reported by TestOil, whose obligation is limited to good faith performance.  
 Page 2 of 2 TestOil - 20338 Progress Drive - Strongsville, OH 44149 216-251-2510 www.testoil.com Lab No. 1616750

**Gráfico 3-1.** Reporte de análisis de aceite a un motor diésel SULZER 6RND90

Fuente: Testoil, 2015.

## CAPÍTULO II

### 2. MARCO METODOLÓGICO

#### 2.1. Método Hipotético-Deductivo

La ciencia utiliza el método científico para desarrollar leyes y teorías con las cuales sea posible explicar la naturaleza. Por otro lado, la Ingeniería usa metodologías para solucionar problemas, en consecuencia, cada búsqueda de la verdad, cada problema que se presente y cada fenómeno por analizar, siempre requiere de un proceso de la investigación. Partiendo de esta definición mencionada por los autores (Jiménez et al., 2009) se ha determinado que para poder hallar la solución al problema de investigación, el proceso adecuado, es el hipotético-deductivo el cual consiste, en términos generales, en formular una hipótesis de algún problema de interés y, posteriormente, usando la lógica, se explicitan las relaciones y las proposiciones posibles que se implican de tal hipótesis.

Los autores (Jiménez et al., 2009) mencionan que para este tipo de metodología y en casos de estudio de Ingeniería, se deben tomar en cuenta tres pasos generales. En primer lugar, se debe investigar preliminarmente para poder definir el problema por solucionar, este paso se ha cumplido de acuerdo con la revisión de bibliografía referente al uso de aceites ATF que en conjunto con la experiencia han permitido definir mejor el problema de investigación. En segundo lugar, mencionan que se deben formular hipótesis fértiles, es decir que a partir de la hipótesis planteada podamos hallar resultados de la investigación, en este caso los resultados se hallaran a partir del análisis fisicoquímico de las propiedades de los aceites ATF estudiados. Finalmente, mencionan que se debe desarrollar la hipótesis para saber o conocer si una proposición o un conjunto de ellas es la solución del problema formulado, en este caso particular conoceremos si al usar aceites ATF que nos son homologados por el fabricante de AT, esta presenta un mayor desgaste.

Otra de las definiciones que permitieron afirmar el uso de esta metodología es la echa por (Rodríguez y Pérez, 2017) los cuales mencionan que el método hipotético-deductivo obliga al investigador a combinar la reflexión racional (formulación de la hipótesis) con la observación de lo que en realidad está ocurriendo, también denominado momento empírico (observación y verificación). Dando cuenta de lo que mencionan ciertos fabricantes de AT respecto al uso de aceites ATF en sus modelos, no resulta racional, ya que mencionan que no se debe cambiar este fluido, y no resulta racional pues al existir elementos mecánicos en el interior de la AT lo que realmente está ocurriendo es que se está produciendo desgaste.

Según (Sánchez, 2019) menciona que uno de los objetivos del modelo hipotético-deductivo es la predicción y el control, haciendo esta metodología más parte de esta investigación, ya que precisamente se evaluarán las muestras obtenidas con el fin de prevenir daños en una AT por el uso prolongado de un aceite ATF y además controlar el tiempo adecuado en el cual se debería cambiar este fluido, recordando falsear o afirmar nuestra hipótesis que se basa en, si el uso de un aceite ATF de similares características pero que no es homologado por el fabricante, puede causar un mayor desgaste en una AT.

## **2.2. Método Empírico por Medición**

El método empírico forma parte del modelo de investigación científica, se refiere al uso de los sentidos, tanto en la observación de los objetos y fenómenos como en la experimentación o manipulación física de ellos. Por tanto, los datos empíricos proceden de ensayo y error, o de la experiencia. Su contribución al proceso de investigación es esencialmente el resultado de la experiencia (Rodríguez y Pérez, 2017).

El conocimiento empírico según (Rodríguez y Pérez, 2017) hace referencia a la obtención de información a través de la observación o de la experimentación. Como ya se ha mencionado en apartados anteriores se ha podido observar y experimentar de cerca que en Ecuador los únicos talleres que cumplen con el uso correcto de aceites ATF, y en general con procedimientos mecánicos adecuados, son los mismos talleres de concesionarios, es decir, de los propios fabricantes.

Otra de las afirmaciones hechas por (Rodríguez y Pérez, 2017) menciona que el tema central en el método científico es que todo aporte debe ser empírico, por lo tanto, debe mostrar evidencias. Para el caso de investigación las evidencias serán mostradas al finalizar el análisis fisicoquímico de las muestras de aceites ATF, estas evidencias se mostrarán en forma numérica y posteriormente se contrastarán entre ellas de manera que permitan falsear o afirmar la hipótesis planteada inicialmente. Además, el mismo autor menciona que una de las características de este método es que es autocorrectivo y progresivo. Esto quiere decir que la ciencia se construye a partir de la superación gradual de sus errores pues no considera sus conclusiones infalibles o finales. El método está abierto a la incorporación de nuevos conocimientos y procedimientos, con el fin de asegurar un mejor acercamiento a la verdad. Planteando de esta manera investigaciones similares, permita acercarnos de manera más segura y concisa a los objetivos planteados, superando errores de anteriores investigadores, y dejando una buena fuente de información para posteriores

investigadores, ya que en el ámbito investigativo nada está dicho.

El método empírico por medición es uno de los tres métodos empíricos descritos por (Monleón, 2017) y señala que " Se desarrolla con el objetivo de obtener información numérica acerca de una propiedad o cualidad del objeto, proceso o fenómeno, donde se comparan magnitudes medibles conocidas. Para ello se apoya en procedimientos estadísticos". Particularmente para la investigación procederemos a obtener datos numéricos, que como ya se mencionó, serán las evidencias de la investigación, estos datos serán obtenidos de las propiedades fisicoquímicas de los aceites ATF, una vez se realice el respectivo análisis a las muestras, para posteriormente compararlos mediante procedimientos y softwares estadísticos, con los valores estándar de aceites OEM de la AT, y así poder determinar si está existiendo desgaste.

### **2.3. Método Cuantitativo por Observación**

El método Cuantitativo es uno de los métodos utilizados por la ciencia que se vale de los números para examinar datos o información, números con los que puede investigar un fenómeno y obtener una conclusión numérica. Se llama así porque se relaciona con un fenómeno medible (es decir, que se le puede asignar un número, por ejemplo: peso, altura, aceleración, masa, etc.) mediante el uso de técnicas estadísticas para analizar los datos recolectados, el propósito más importante es explicar, predecir y controlar objetivamente su causa (Sánchez, 2019).

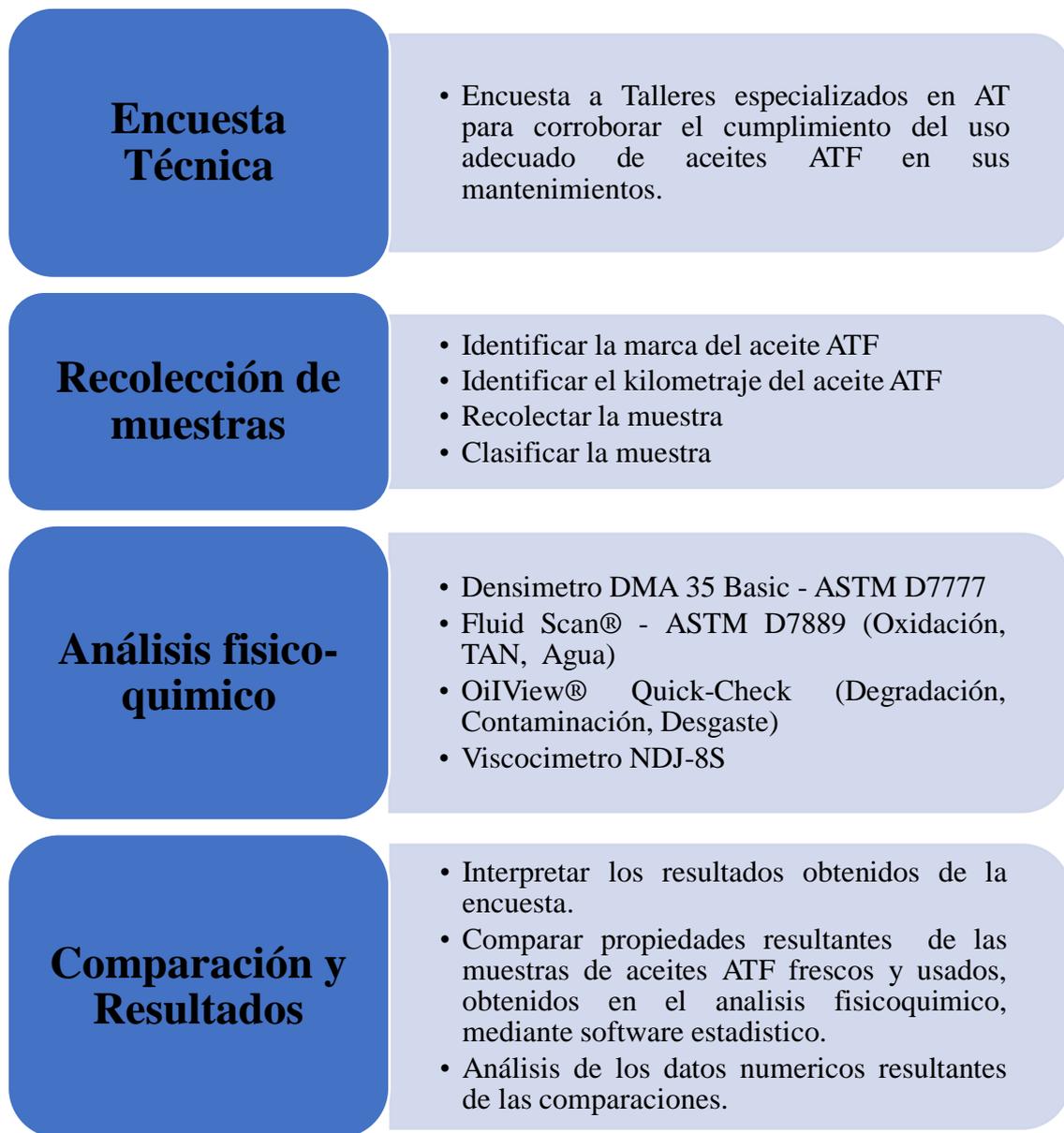
De acuerdo con (Hernández et al., 2014), la observación es un "método de recolección de datos" consistente "en el registro sistemático, válido y confiable de comportamientos y situaciones observables, a través de un conjunto de categorías y subcategorías", es por esto que en esta investigación la observación la utilizaremos como un método cuantitativo para recolectar datos, a través del análisis fisicoquímico de las muestras.

La recolección de datos cuantitativos se realiza utilizando un instrumento de medición. Dichos instrumentos deben representar las variables en estudio y deben ser confiables y válidos. La confiabilidad en este sentido indica que el instrumento ofrece resultados consistentes y coherentes. La validez, por otro lado, corresponde a la capacidad de una herramienta para medir efectivamente la variable que tiene como propósito medir. Por lo tanto, al registrar el comportamiento observado, se debe utilizar equipos que cumplan con los parámetros anteriores (Hernández et al., 2014).

Para la realización de esta investigación se utilizará los siguientes equipos: Un Densímetro portátil DMA 35 Basic, con una precisión en densidad de  $0,001 \text{ g/cm}^3$  y precisión en temperatura de  $0,2 \text{ }^\circ\text{C}$  ( $0,4 \text{ }^\circ\text{F}$ ), una repetibilidad en densidad de  $0,0005 \text{ g/cm}^3$  y una repetibilidad en temperatura de  $0,1 \text{ }^\circ\text{C}$  ( $0,2 \text{ }^\circ\text{F}$ ), un analizador de aceites por infrarrojo FluidScan® con resultados altamente repetibles y reproducibles comparables a equipos FTIR de escritorio, método ASTM E2412, un analizador de aceites OilView® Quick-Check, capaz de detectar degradación del aceite mediante la medida del índice de degradación y la constante dieléctrica, entrada de contaminación mediante la medida de contenido en agua y partículas grandes no férricas, desgaste de componentes mecánicos mediante la medida del índice férrico y el indicador de partículas férricas mayores a  $60 \text{ }\mu\text{m}$  y por ultimo un Viscosímetro NDJ-8S con una precisión de  $\pm 5\%$  de fluidos newtonianos.

#### **2.4. Procedimiento por utilizar.**

El proceso de investigación partirá con la recolección de las muestras de los aceites ATF, para este primer paso se tendrá en cuenta identificar la marca del aceite que lleva, así como el kilometraje de la AT de la cual se extrajo, esto con el fin de poder clasificar las muestras de acuerdo con un orden. Como segundo paso, una vez obtenido las muestras y clasificadas, se procederá a realizar el análisis fisicoquímico de las mismas, para esto se utilizará un Densímetro portátil DMA 35 Basic, un analizador de aceites por infrarrojo FluidScan®, un analizador de aceites OilView® Quick-Check y un Viscosímetro NDJ-8S, finalmente, una vez analizadas las muestras, se procederá a compararlas mediante el Software estadístico, el cual nos permitirá sacar conclusiones a partir los resultados de las comparaciones.



**Gráfico 1-2.** Procedimiento metodológico por utilizar

Realizado por: Taco D., Tisalema J., 2021.

## 2.5. Encuesta realizada a Talleres especializados en AT

Se realizó una encuesta con el fin de evidenciar el cumplimiento en el uso de aceites ATF en talleres especializados en AT en la ciudad de Quito, ya que en el problema de la investigación se menciona que este tipo de talleres por lo general no cumplen con lo mencionado, llegando así a fundamentar aún más la problemática de la investigación y a partir de ello proceder con el análisis de las muestras recolectadas.

 ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO  
ESCUELA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ 

ENCUESTA DIRIGIDA A TALLERES QUE REALIZAN MANTENIMIENTO A VEHÍCULOS  
EQUIPADOS CON TRANSMISIÓN AUTOMÁTICA

Estimado Propietarios / Trabajador, la información proporcionada es confidencial y será usado únicamente con fines investigativos, agradecemos su aporte de información.

Nombre del propietario / Jefe de taller: Paul Soramilo

Fecha: 2021/08/2021

Nombre del local: Especialista Ford V8

**Tecnología  
AUTOMOTRIZ**  
Dir: Av. Eloy Alfaro N°30-334 y 17  
de las Toronjas  
Tel: 02 450 8854

**PREGUNTAS:**

- ¿Con que frecuencia realiza cambios de aceite en transmisiones automáticas en su taller?
  - 1 a 3 vehículos semanales
  - 4 a 6 vehículos semanales
  - 7 a 9 vehículos semanales
  - Otros:.....
- ¿Los Técnicos que laboran en su taller reciben capacitación constante sobre Transmisiones Automáticas?  
SI  NO
- ¿Qué marca de vehículo realiza los cambios de aceite de las transmisiones automáticas?
  - Chevrolet
  - Kia
  - Hyundai
  - Ford
  - Mazda
  - Otros:.....
- ¿Qué marca de aceite ATF es la más utilizada en su taller?
  - Kendall
  - Valvoline
  - Motorcraft
  - Castrol
  - Otros:.....
- ¿Considera usted que el uso de un diferente tipo aceite ATF al que recomienda el fabricante ocasiona mayor desgaste en una transmisión automática?  
SI  NO

**Figura 1-2.** Encuesta técnica realizada al Taller Tecnología Automotriz V8

Realizado por: Taco D., Tisalema J., 2021.



6. ¿Al momento de realizar el cambio de aceite ATF utiliza la marca de aceite que recomienda el fabricante?

SI  NO

7. ¿Utiliza algún tipo de maquina o equipo especial para la extracción del aceite ATF al momento de realizar el cambio?

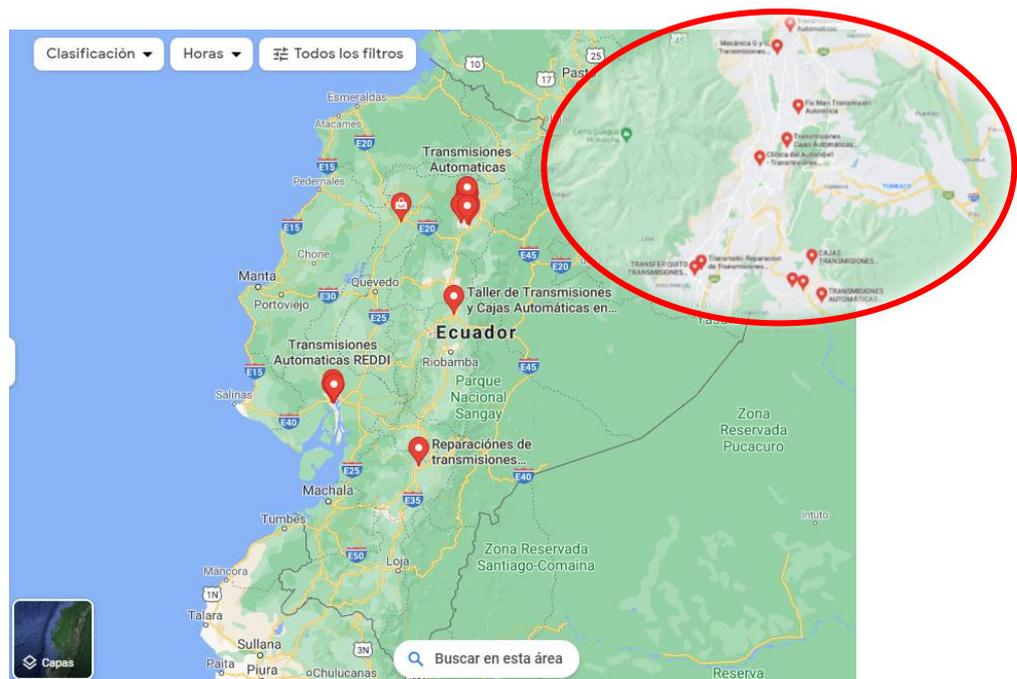
SI  NO

**Figura 2-2.** Encuesta técnica realizada al Taller Tecnología Automotriz V8

**Realizado por:** Taco D., Tisalema J., 2021.

Los talleres en los que se realizó la encuesta son de la ciudad de Quito, ya que una previa localización permitió determinar que en esta ciudad es donde se encuentra una mayor cantidad de talleres especializados en AT, (Ver Figura 3-2) a diferencia de otras ciudades que no cuentan con muchos talleres de este tipo, se pudo contabilizar un total de 11 talleres dedicados específicamente al mantenimiento y reparación de AT, los cuales se detallan a continuación:

1. ECU Performance
2. Autotronic Performance
3. Ford Motortrek
4. Tecnología Automotriz V8
5. JC Transmissions
6. Transmisiones Automáticas J&J
7. La clínica del automóvil
8. Transfer Quito
9. Ra-pits Transmisiones Automáticas
10. Transmisiones Automáticas JD
11. Autoespecialidades



**Figura 3-2.** Mapa de ubicaciones de Talleres especializados en AT

Realizado por: Taco D., Tisalema J., 2021.

## 2.6. Recolección de muestras

La recolección de las muestras se realizó en los talleres ECU Performance, Motortrek y Autotronic Performance de la ciudad de Quito, quienes brindaron la ayuda necesaria para poder realizar la recolección. Las muestras fueron extraídas con una máquina especial denominada cambiador de aceites de AT y de la misma se extrajo una pequeña cantidad para el análisis, evitando así la contaminación de las muestras con elementos externos del medio ambiente, cabe recalcar que esta máquina evita que queden restos de aceite ATF en la transmisión y se mezcle con el aceite nuevo.

A continuación, en la Tabla 1-2 se muestra un resumen de la clasificación de las muestras recolectadas de los diferentes talleres antes mencionados, así como una nomenclatura de identificación para poder distinguir cada muestra, para el posterior análisis que se realizará más adelante.

**Tabla 1-2:** Clasificación de las muestras de aceite ATF recolectadas

N° de Muestra	Marca	Tipo	Kilometraje	Identificación
1	Motorcraft	Mercon V	0 km	MOT-0
2			50.000 km	MOT-50
3			22.000 km	MOT-22
4			20.000 km	MOT-20
5	Valvoline	Mercon V	0 km	VAL-0
6			40.000 km	VAL1-40
7			40.000 km	VAL2-40
8	Kendall	Mercon V	0 km	KEN-0
9			60.000 km	KEN1-60
10			60.000 km	KEN2-60

Realizado por: Taco D., Tisalema J., 2021.

**2.6.1. Muestra de aceite ATF MOT-0**



**Figura 4-2.** Muestra de aceite ATF MOT-0

Realizado por: Taco D., Tisalema J., 2021.

**2.6.2. Muestra de aceite ATF MOT-50**



**Figura 5-2.** Muestra de aceite ATF MOT-50

Realizado por: Taco D., Tisalema J., 2021.

**2.6.3. Muestra de aceite ATF MOT-22**



**Figura 6-2.** Muestra de aceite ATF MOT-22

Realizado por: Taco D., Tisalema J., 2021.

**2.6.4. Muestra de aceite ATF MOT-20**



**Figura 7-2.** Muestra de aceite ATF MOT-20

Realizado por: Taco D., Tisalema J., 2021.

**2.6.5. Muestra de aceite ATF VAL-0**



**Figura 8-2.** Muestra de aceite ATF VAL-0

Realizado por: Taco D., Tisalema J., 2021.

**2.6.6. Muestra de aceite ATF VAL1-40**



**Figura 9-2.** Muestra de aceite ATF VAL1-40

Realizado por: Taco D., Tisalema J., 2021.

**2.6.7. Muestra de aceite ATF VAL2-40**



**Figura 10-2.** Muestra de aceite ATF VAL2-40

**Realizado por:** Taco D., Tisalema J., 2021.

**2.6.8. Muestra de aceite ATF KEN-0**



**Figura 11-2.** Muestra de aceite ATF KEN-0

**Realizado por:** Taco D., Tisalema J., 2021.

**2.6.9. Muestra de aceite ATF KEN1-60**



**Figura 12-2.** Muestra de aceite ATF KEN1-60

**Realizado por:** Taco D., Tisalema J., 2021.

**2.6.10. Muestra de aceite ATF KEN2-60**



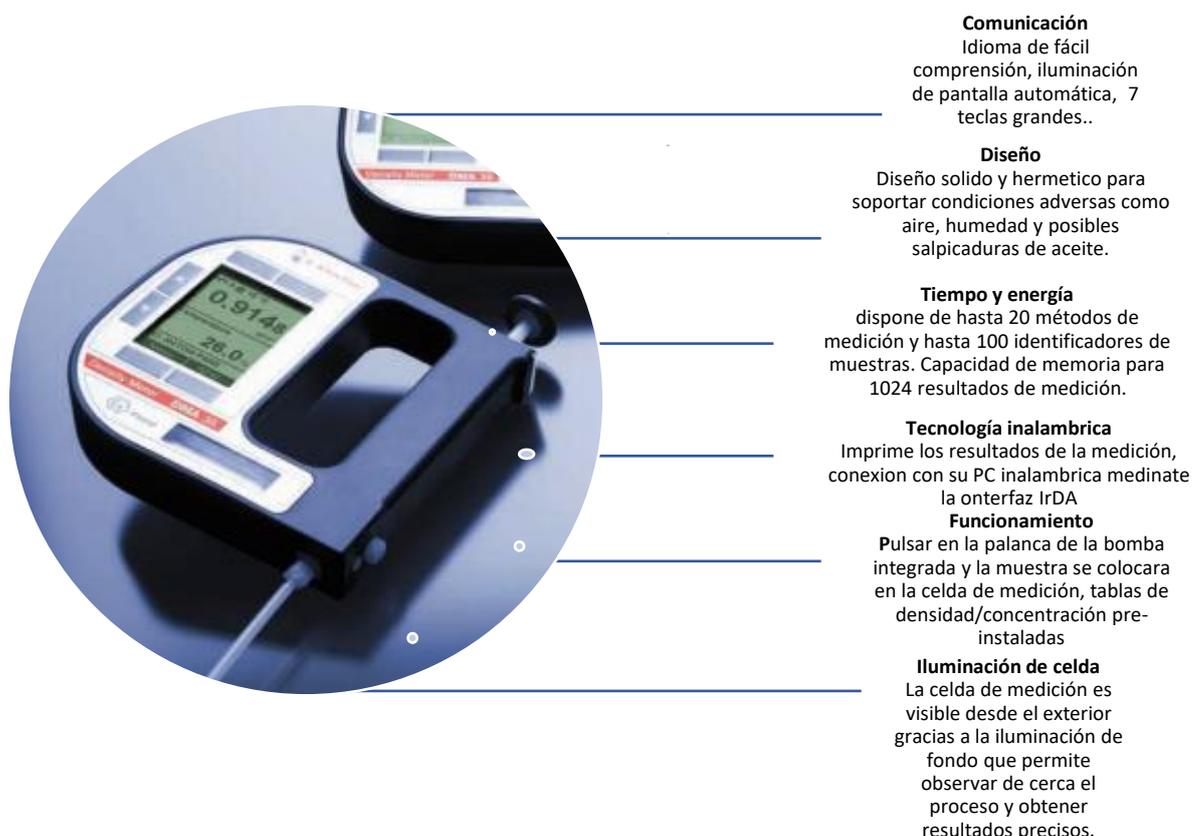
**Figura 13-2.** Muestra de aceite ATF KEN1-60

**Realizado por:** Taco D., Tisalema J., 2021.

## 2.7. Equipos utilizados en el análisis fisicoquímico

### 2.7.1. Densímetro portátil DMA 35 Basic

El densímetro DMA 35 Basic, nos permite extraer la muestra del líquido a analizar directamente del recipiente que lo almacena, gracias a su bomba de succión ya incorporada que analiza la muestra al instante, los resultados se proporcionan como densidad o concentración (Anton Paar, 2021).



**Figura 14-2.** Características del Densímetro DMA 35

Fuente: Anton Paar, 2014.

#### 2.7.1.1. Especificaciones técnicas

**Tabla 2-2:** Especificaciones técnicas del Densímetro DMA 35 Basic

<b>Rango de medición</b>	<b>Densidad:</b> 0 a 3 g/cm <sup>3</sup> <b>Temperatura:</b> 0 °C a 40 °C (32 a 104 °F) <b>Viscosidad:</b> 0 a 1000 mPa·s
<b>Precisión</b>	<b>Densidad:</b> 0,001 g/cm <sup>3</sup> <b>Temperatura:</b> 0,2 °C (0,4 °F)
<b>Repetibilidad</b>	<b>Densidad:</b> 0,0005 g/cm <sup>3</sup>

	<b>Temperatura:</b> 0,1 °C (0,2 °F)
<b>Resolución</b>	<b>Densidad:</b> 0,0001 g/cm <sup>3</sup> <b>Temperatura:</b> 0,1 °C (0,1 °F)
<b>Temperatura ambiente</b>	-10 °C a +50 °C (14 a 122 °F)
<b>Unidades de medición admitidas</b>	Densidad, densidad a xx °C, densidad GE API Gravedad específica (GE), gravedad API Alcohol % v/v, alcohol % p/p, alcohol US H2SO4 % p/p, H2SO4 a 20 °C, °Brix, extracto Diez funciones personalizadas programables
<b>Memoria de datos</b>	1024 resultados de mediciones
<b>Suministro eléctrico</b>	Dos pilas alcalinas AA de 1,5 V LR06
<b>Volumen de muestra</b>	2 ml
<b>Dimensiones</b>	140 x 138 x 27 mm (5,5 x 5,4 x 1,0 pulgadas)
<b>Peso</b>	345 g (12,2 onzas)
<b>Interfaces</b>	IrOBEX/IrLPT
<b>Clase de protección</b>	IP54
<b>Opciones disponibles</b>	Tubo de llenado alargado Estuche para transportar Impresora térmica portátil con interfaz IrDA Adaptador USB IrDA Pulsera Carcasa de goma

Fuente: Anton Paar, 2014.

### 2.7.1.2. Normativa con la que trabaja DENSIMETRO DMA 35 BASIC

**ASTM D7777:** Este método de prueba cubre la determinación de la densidad, densidad relativa o gravedad API de productos de petróleo líquido utilizando densímetros digitales portátiles a temperaturas de prueba entre 0 °C y 40 °C (32 °F a 104 °F). Su aplicación está restringida a muestras con una presión de vapor seco equivalente hasta 80 kPa (11,6 psi) y una viscosidad por debajo de 100 mm<sup>2</sup> / s (cSt) a la temperatura de prueba. Este método de prueba es adecuado para determinar la densidad al 1 kg / m<sup>3</sup> más cercano (ASTM D7777-13).

Los densímetros digitales portátiles convierten automáticamente la densidad y la temperatura en:

- Densidad a 15 °C / densidad a 60 °F
- Densidad relativa 15 °C / 15 °C / densidad relativa 60 °F / 60 °F
- Gravedad API 15 °C / Gravedad API 60 °F

### 2.7.1.3. Protocolo de medición

Antes de proceder a realizar la medición se debe tomar en cuenta características indispensables que garanticen el buen resultado, y el buen desempeño del densímetro DMA 35 Basic.

Si el valor de la muestra a medir supera los 70°C, tener en cuenta que existirá peligro de quemaduras graves por ende asegurarse de utilizar protección contra quemaduras al manipular las muestras. Asegurarse que la muestra este desgasificada para evitar la aparición de burbujas dentro de la celda de medición y así evitar resultados no válidos.

**Tabla 3-2:** Desgasificación de una muestra previo a su análisis

Proceso de desgasificación de la muestra	
1	Hervir la muestra durante varios minutos
2	Agitar la muestra durante 5 a 15 minutos hasta que no se produzcan burbujas
3	Exponer las muestras a un baño ultrasónico durante 5 a 10 minutos

Fuente: (Anton Paar, 2010)

Asegurarse que la muestra tomada visualizada dentro de la celda de medición no presente burbujas, los motivos de esta anomalía son: Burbujas de gas en la muestra, fugas (en el tubo de llenado, bomba o tapón de roscado). Verificar que la celda de medición se encuentre completamente llena y que la temperatura de la muestra no se diferencie demasiado de la temperatura ambiente, las especificaciones de temperatura son de 0 a +40°C (Anton Paar, 2010). Realizar una correcta limpieza del instrumento después de cada medición utilizando disolventes adecuados.

### 2.7.1.4. Selección de la unidad de medición

El densímetro DMA 35 Basic tiene por defecto una serie de unidades ya establecidas para medir las muestras, todas las unidades de medidas derivan de la densidad y temperatura de la muestra, para mejores resultados en la sección de “Modo de medida”, seleccionar “precisa” y también la ID respectiva de la muestra. Seleccionar la unidad requerida de la lista de unidades de medida disponibles en el Menú (Anton Paar, 2010). En este caso escogemos la unidad de densidad, la misma que se muestra en  $g/cm^3$ ,  $kg/m^3$  o  $lb/gal$ , la temperatura está disponible en unidades de °C o °F.

#### 2.7.1.5. Realizar una medición

Una vez cumplido el protocolo de medición y la selección de unidades, continuamos con el proceso de llenado de la muestra:

1. Presione hacia abajo la palanca de la bomba de succión hasta su límite (ver Figura 15-2)
2. Sumerja el tubo de llenado en la muestra
3. Libere lentamente la palanca de la bomba

El valor analizado se muestra de manera inmediata en la pantalla, conforme se estabiliza la muestra, al mismo tiempo se guarda en la lista de resultados.



**Figura 15-2.** Proceso para realizar una medición con el Densímetro DMA 35.

**Realizado por:** Taco D., Tisalema J., 2021.

#### 2.7.2. Fluidscan®

El analizador de aceites por infrarrojo FluidScan® permite monitorear la contaminación por líquidos o degradación de un aceite, es así que facilita la medición directa e inmediata de agua, TBN, TAN, glicol, hollín, decaimiento de aditivos y oxidación, en especial líquidos como el agua que provocan la corrosión y el mal funcionamiento de diferentes sistemas que utilicen aceite mineral, sintético y biodiesel/combustible, todo esto mediante su medición cuantitativa directa del estado del lubricante (Ametek, 2019)



El espectrómetro infrarrojo garantiza alta precisión y repetibilidad

**Fácil de usar**

Una gota de aceite y un minuto de espera. No es necesario utilizar solventes para su limpieza

**Diagnóstico de aceite**

En base a la contaminación o degradación. Medición directa de agua, TAN, oxidación, TBN, glicol, hollín, aditivo, agotamiento y oxidación del lubricante.

**Resultados**

Altamente repetibles y reproducibles. cumple con ASTM D7889, ASTM E2412, ASTM E1655.

**Biblioteca**

Más de 700 fluidos disponibles y disponibilidad de agregar fluidos de usuario.

**Fácil medición**

Ideal para aceites de maquinaria , aceite de turbina, fluidos hidráulicos....

**Figura 16-2.** Características principales del FluidScan

Fuente: Ametek, 2019.

2.7.2.1. Normativas con la que trabaja FLUIDSCAN®

**ASTM D7889:** Este método de prueba proporciona un medio para la evaluación de las propiedades de los fluidos en servicio utilizando la espectroscopia infrarroja. Proporciona un análisis de los fluidos en servicio en cualquier etapa de su vida útil, incluido en el fluido nuevo. Las propiedades clave de los fluidos en servicio incluyen aditivos de oxidación, nitración, sulfatación, hollín y anti-desgaste. Son aplicables para fluidos de tipo hidrocarburo (API Grupo I-IV) de lubricantes de maquinaria, incluidos aceites de motores alternativos, aceites para turbinas, aceites hidráulicos y aceites para engranajes (ASTM D7889-21).

**ASTM D4739 – TBN:** Este método de prueba cubre un procedimiento para la determinación de componentes básicos en productos petrolíferos y lubricantes nuevos y usados. En los lubricantes nuevos y usados, los constituyentes que pueden considerarse que tienen propiedades básicas son principalmente bases orgánicas e inorgánicas, incluidos los compuestos amino. Este método de prueba se puede utilizar para indicar los cambios relativos que ocurren en el aceite durante el uso en condiciones de oxidación u otras condiciones de servicio, independientemente del color u otras propiedades del aceite resultante (ASTM D4739-17).

**ASTM D664 – TAN:** Este método de prueba cubre los procedimientos para la determinación de componentes ácidos en productos derivados del petróleo, lubricantes, biodiesel y mezclas de biodiesel. En uno de sus dos métodos aplicables a lubricantes se menciona que para la determinación de ácidos cuyas constantes de disociación en agua son mayores que  $10^{-9}$ ; los ácidos extremadamente débiles cuyas constantes de disociación son menores que  $10^{-9}$  no interfieren. Las sales reaccionan si sus constantes de hidrólisis son mayores que  $10^{-9}$ . El rango de números de ácido incluidos en la declaración de precisión es de 0,1 mg/g de KOH a 150 mg/g de KOH (ASTM D664-18E2).

**ASTM D6304 – AGUA:** Este método de prueba cubre la determinación directa de agua contenida en productos derivados del petróleo e hidrocarburos utilizando instrumentación automatizada. Este método de prueba está diseñado para usarse con reactivos coulométricos Karl Fischer disponibles comercialmente y para la determinación de agua en aditivos, aceites lubricantes, aceites base, fluidos de transmisión automática, solventes de hidrocarburos y otros productos derivados del petróleo. Mediante la elección adecuada del tamaño de la muestra, este método de prueba puede utilizarse para la determinación de agua desde mg / kg hasta concentraciones porcentuales (ASTM D6304-20).

**ASTM E2412 – GLICOL:** Esta práctica cubre el uso de FT-IR en la supervisión del agotamiento de aditivos, la acumulación de contaminantes y la degradación de la base en los lubricantes de maquinaria, los fluidos hidráulicos y otros fluidos utilizados en el funcionamiento normal de la maquinaria. Los contaminantes controlados incluyen el agua, el hollín, el etilenglicol, los combustibles y el aceite incorrecto. La oxidación, la nitración y la sulfonación de las existencias de base se controlan como evidencia de la degradación. El objetivo de esta actividad de supervisión es diagnosticar el estado de funcionamiento de la máquina basándose en las condiciones de fallo observadas en el aceite (ASTM E2412-10).

#### *2.7.2.2. Proceso de medición*

Para iniciar el FluidScan, presionar el botón de encendido ubicado en la parte frontal inferior derecha del dispositivo, seleccionar el usuario correspondiente en caso de tenerlo, de lo contrario el inicio de sesión será de manera predeterminada (Spectro, 2014).

A continuación, tire hacia arriba la celda abatible con los dos dedos, gire lentamente la celda y ubíquela en la posición de “carga” (ver Figura 17-2), abra la celda separando las dos mitades, con un gotero cargue la celda inferior con 1 o 2 gotas de la muestra de aceite, evitar rayar la ventana de visualización, cierre la celda lentamente hasta que las dos celdas estén completamente juntas,

tome la celda cerrada y levántela a una posición vertical, verificar que no exista burbujas de aire, en caso de existir, abrir la celda y limpiar con un paño limpio o una almohadilla, baje la celda hasta su tope, una vez finalizado el análisis proceder a la limpieza del equipo con un paño húmedo o una gasa (Spectro, 2014).



**Figura 17-2.** Proceso de medición en el FluidScan.

**Realizado por:** Taco D., Tisalema J., 2021.

### 2.7.2.3. *Propiedades de los fluidos y métodos correspondientes*

FluidScan cumple con las normas correspondientes ASTM y del mismo modo para TBN, TAN, agua, método gravimétrico para glicol, antioxidante, entre otros. En la Tabla 4-2 se muestran las principales propiedades de los fluidos y normas del equipo.

**Tabla 4-2:** Propiedades de los fluidos y normas ASTM correspondientes (cumplimiento o correlación).

Oxidación	D7889
Nitración	D7889
Sulfatación	D7889
Aditivo AW	D7889
Hollín	D7889 Gravimétrico
TBN	D4739
TAN	D664
Agua	D6304
Glicol	E2412 Gravimétrico
Antioxidante	E2412 Gravimétrico

**Fuente:** Spectro, 2014.

### 2.7.3. *OilView® Quick-Check*

El analizador de aceites OilView® Quick-Check nos permite obtener información rápida sobre la degradación del aceite, cantidad de contaminación y desgaste de componentes mecánicos, los resultados obtenidos ayudan a tomar decisiones oportunas referentes a problemas con el lubricante (MJR, 2015)

2.7.3.1. Características del analizador OilView® Quick-Check



**Volumen de muestra**  
Mínimo 30 ml

**Tiempo de prueba**  
1 minuto

**Viscosidad**  
Todos los aceites

**Tipos de lubricantes**  
Aceites minerales y sintéticos

**Limpieza**  
Usar pañuelos absorbentes

**Calibración**  
Se lo realiza con cada uso

**Temperatura**  
32-120 °F(0-50 °C)

**En funcionamiento**  
Temperatura interna +/- 5°F (3°C)

**Figura 18-2.** Características del analizador OilView® Quick-Check.

Fuente: Oilview, 2010

**Tabla 5-2:** Mediciones que proporciona el OilView® Quick-Check

<b>Dieléctrico</b>	Determina la degradación del lubricante comparándolo con el dieléctrico del lubricante limpio
<b>Índice ferroso</b>	Partículas ferrosas > 5µ
<b>Indicación ferrosa grande</b>	Partículas ferrosas >> 60 µ
<b>Indicación no ferrosa grande</b>	Partículas no ferrosas >> 60 µ
<b>Índice de gotas</b>	Gotas de agua libre
<b>Agua</b>	Estimación de agua

Fuente: MJR, 2015.

2.7.3.2. Protocolo de calibración y medición en el OilView® Quick-Check

Para asegurar la calidad de la medición se debe hacer énfasis en la técnica a aplicar y protocolo a seguir, así como la previa calibración del analizador (ver Figura 19-2).

**Tabla 6-2:** Protocolo de calibración del analizador OilView® Quick-Check

1. Conecte el sensor de prueba en el equipo
2. Desacople el sensor y coloque el recipiente con el fluido 220 requerido por el analizador
3. Conecta el sensor con la muestra en el analizador y observe la lectura

4.Desacople el sensor y retirar el fluido 220
5.Limpiar el sensor por completo
6.Conecta el sensor y vuélvalo a desconectar
7.Conecta el sensor en el analizador con el fluido 300
8.Conecta el sensor con el fluido y observe la lectura
9.El equipo confirmara la finalización de la calibración
10.Limpiar el sensor por completo e introducir en el analizador

Fuente: MJR, 2015.



**Figura 19-2.** Calibración del analizador OilView® Quick-Check.

Realizado por: Taco D., Tisalema J., 2021.

La ubicación de donde se toman las muestras del lubricante debe ser siempre del mismo lugar, donde el aceite este agitado y no estancado, las muestras deben tomarse de la línea de retorno, antes de cualquier filtro, no debe tomar la muestra del cárter o parecido, pues este actúa como un “filtro” de sedimentación, el recipiente de muestras debe siempre estar limpio, se deben tomar muestras de la maquina o sistema, justo después de apagarse o , cuando sea seguro mientras el equipo está en funcionamiento (MJR, 2015). Evitar recolectar muestras a temperaturas elevadas, para conservar el buen estado de los recipientes de plástico a utilizar, tener en cuenta que el analizador OilView® Quick-Check está diseñado para trabajar con aceites a temperatura ambiente por ende se puede utilizar recipientes de metal para enfriar el lubricante, si es necesario, y si se lo utiliza se debe agitar dicho recipiente antes de transferir a la probeta para evitar la presencia de estanqueidad en la muestra.

Es recomendable mantener la botella de muestreo cerrada mientras aun no esté listo para tomar la muestra, y tan pronto como se tome la muestra volver a cerrar la botella, mantener la muestra libre de polvo, suciedad y humedad, como el ejemplo de la Figura 20-2.

**Tabla 7-2:** Protocolo de medición en el analizador OilView® Quick-Check

1.Desacople el sensor del analizador y coloque la muestra (ver gráfico 11-2)
2.Conecta el sensor con la muestra en el analizador y observe la lectura
3.Desacople el sensor
4.Limpiar el sensor por completo
5.Para finalizar analice y registre los resultados
6.Verificar la muestra con un aceite de referencia
7.En el apartado de límites de alarma y de medición

- 8.Finalmente se obtiene el reporte de análisis
- 9.Desconecte la red

Fuente: MJR 2015.

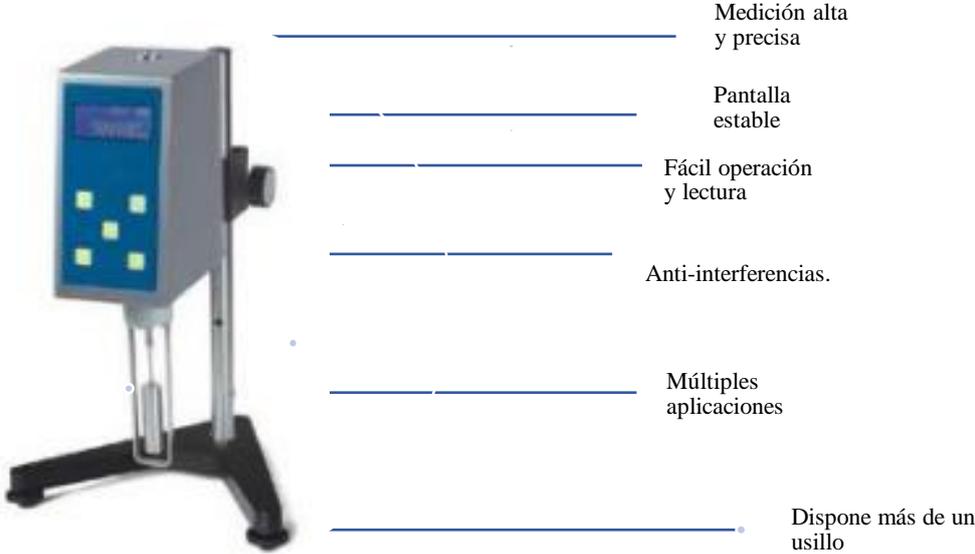


**Figura 20-2.** Medición en el analizador OilView® Quick-Check.

Realizado por: Taco D., Tisalema J., 2021.

**2.7.4. Viscosímetro NDJ-8S**

El Viscosímetro NDJ-8S nos permite comprobar la resistencia dinámica y viscosa de diferentes tipos de líquidos, trabaja en las unidades de mili pascales por segundo (mPa·s) (NDJ-8S, 2016).



**Figura 21-2.** Características del viscosímetro NDJ-8S

Fuente: NDJ-8S, 2016.

#### 2.7.4.1. Datos técnicos del Viscosímetro NDJ-8S

**Tabla 8-2:** Datos técnicos principales

<b>Rango de medición</b>	1~2x10 <sup>6</sup> mPa.s
<b>Tipos de rotor</b>	0# (para viscosidad de 0,1 mPa.s), 1#, 2#, 3# y 4#
<b>Velocidad del rotor</b>	Automático de 0,3; 0,6; 1,5; 3; 6; 12; 30; 60; rpm
<b>Error de medición</b>	±5%
<b>Fuente de alimentación</b>	220V ± 10%
<b>Temperatura ambiente</b>	5°C ~35°C
<b>Humedad relativa</b>	≤80%

Fuente: NDJ-8S, 2016.

#### 2.7.4.2. Protocolo de medición

Para garantizar el análisis se debe: una vez ya preparado el líquido, colóquelo en un vaso de vidrio de precipitación en un ángulo <70 mm y altura <125mm (ver Figura 22-2), verificar que la temperatura de la muestra no sea elevada, asegurar que el analizador este nivelado, ajuste el tornillo de elevación y coloque el rotor en el vaso de precipitación hasta alcanzar la marca de nivel que contiene el nivel el rotor, esperar que la medida se estabilice y registrar los datos (NDJ-8S, 2016).



**Figura 22-2.** Proceso de medición en el viscosímetro NDJ-8S

Realizado por: Taco D., Tisalema J., 2021.

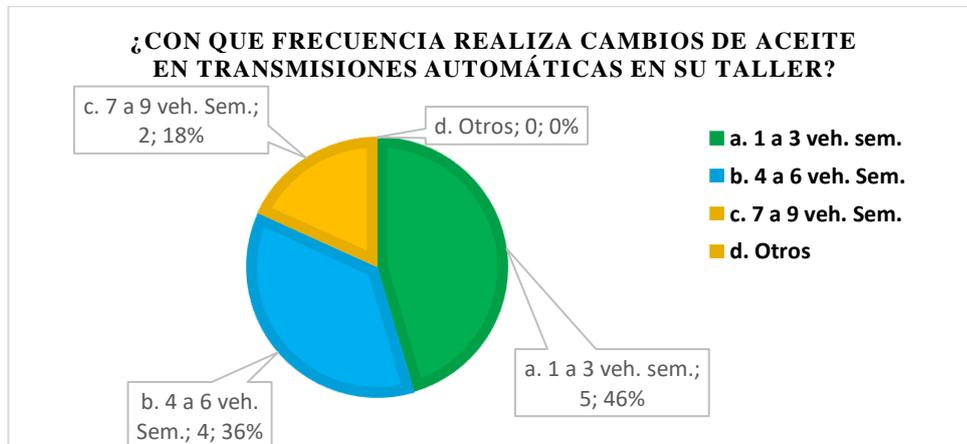
En caso de existir alguna anomalía en los datos de porcentaje mostrados, el Viscosímetro NDJ-8S, emitirá un pitido y se tendrá que repetir el proceso con datos de velocidad diferentes e inclusive cambiar el número de usillo, hasta estabilizar la medición, esto quiere decir que los valores estén dentro del porcentaje de fondo, correspondiente a 20% y 90%.

### CAPITULO III

#### 3. RESULTADOS

##### 3.1. Resultados obtenidos de la encuesta realizada a talleres especializados en Transmisiones Automáticas

###### 3.1.1. Resultados de la pregunta 1

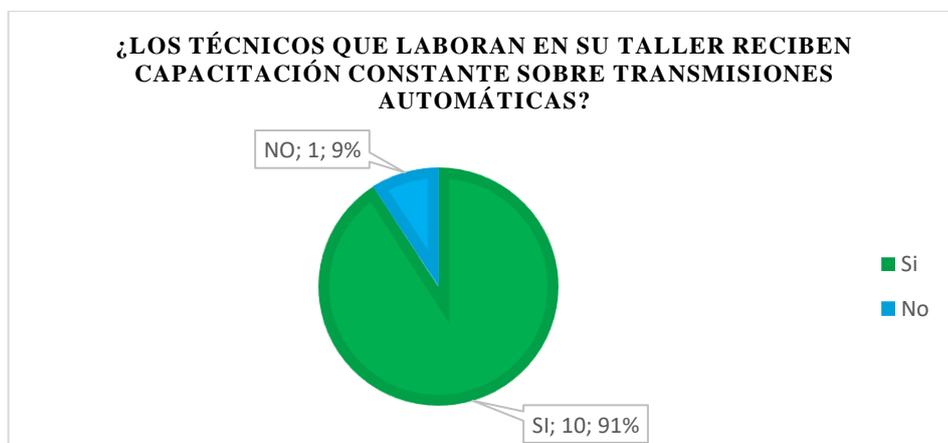


**Gráfico 1-3.** Resultados pregunta 1

Realizado por: Taco D., Tisalema J., 2021.

En el Gráfico 1-3 se puede observar que el 46% de los talleres encuestados realizan cambios de aceites ATF en un promedio de 1 a 3 vehículos por semana, el 36% de 4 a 6 vehículos por semana y el 18% de 7 a 9 vehículos por semana, de estos resultados se concluye que no es muy frecuente el cambio de aceite de la AT, ya que ciertos técnicos afirman que los clientes llegan por la reparación de esta, mas no por mantenimiento. Es decir, desconocen que se tiene que realizar un mantenimiento a este tipo de transmisiones.

###### 3.1.2. Resultados de la pregunta 2

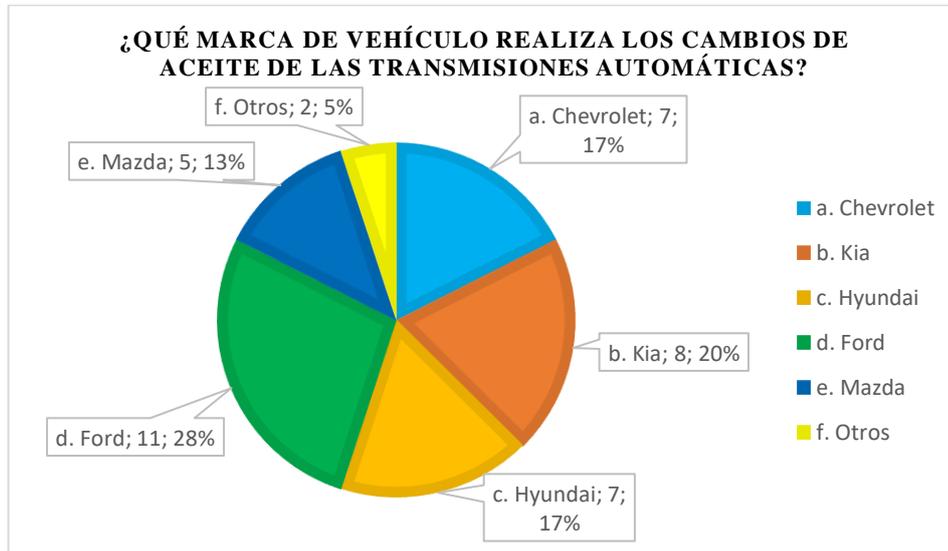


**Gráfico 2-3.** Resultados pregunta 2

Realizado por: Taco D., Tisalema J., 2021.

En el Gráfico 2-3 se puede observar que el 91% de los talleres encuestados capacitan a sus técnicos, mientras que el 9% no lo hacen, de estos resultados se puede concluir que los talleres especializados en AT están trabajando con personas capacitadas en su mayoría, esto resulta necesario, debido a que este tipo de transmisiones necesitan un cuidado especial respecto a transmisiones convencionales, más que todo en su correcto mantenimiento y en el uso adecuado del tipo de aceite ATF.

### 3.1.3. Resultados de la pregunta 3

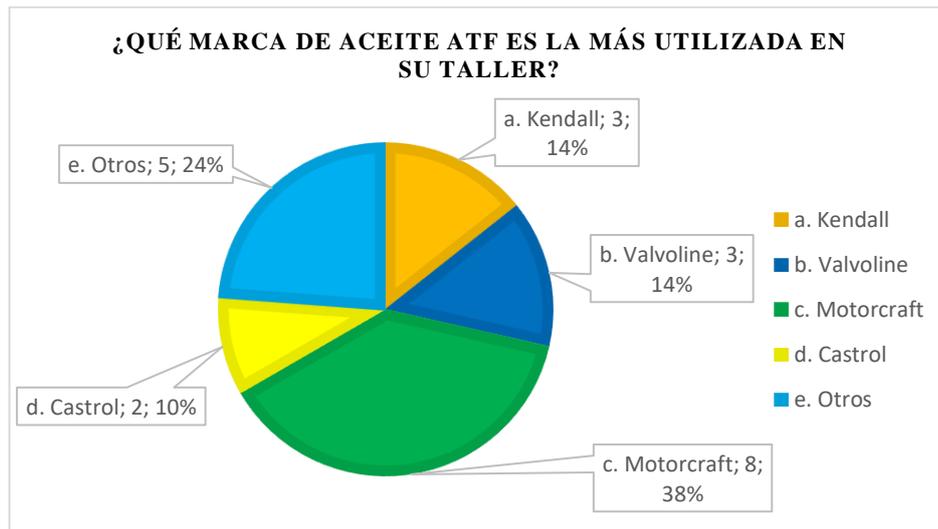


**Gráfico 3-3.** Resultados pregunta 3

**Realizado por:** Taco D., Tisalema J., 2021.

En el Gráfico 3-3 se puede observar que los talleres encuestados realizan el cambio de aceite ATF en un 28% en vehículos de la marca Ford, 20% en vehículos de la marca Kia, 17% en vehículos de las marcas Chevrolet y Hyundai, 13% en vehículos de la marca Mazda y un 5% en otras marcas como Toyota. De estos resultados se puede concluir que la mayor parte de talleres son multimarca, es decir, trabajan con diferentes marcas de vehículos, por lo que se debería prestar vital importancia al uso correcto del tipo de aceite ATF según la marca del vehículo, el año y el tipo de transmisión.

### 3.1.4. Resultados de la pregunta 4

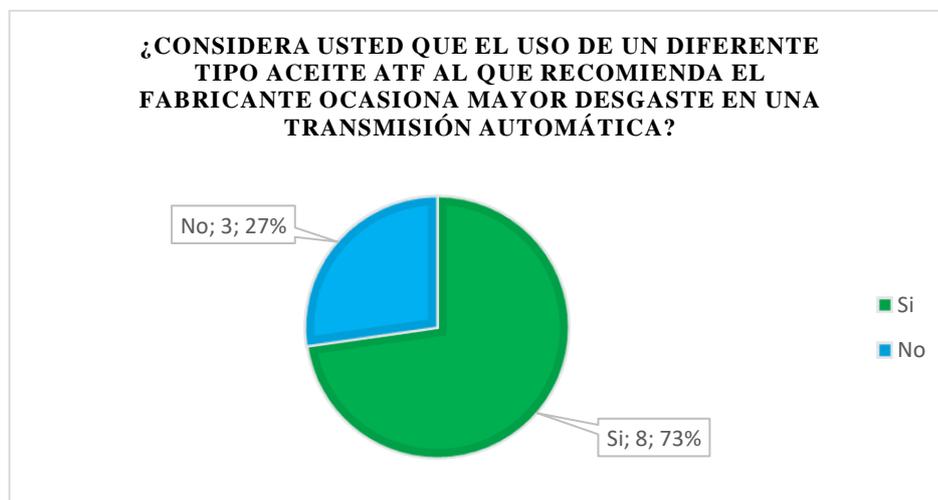


**Gráfico 4-3.** Resultados pregunta 4

Realizado por: Taco D., Tisalema J., 2021.

En el Gráfico 4-3 se puede observar que los talleres encuestados utilizan la marca de aceite ATF Motorcraft en un 38%, otros tipos de aceites ATF en un 24%, Valvoline en un 14%, Kendall en un 14% y Castrol en un 10%. De estos resultados se puede concluir que en primer lugar tenemos la marca de aceite ATF Motorcraft perteneciente a Ford, lo cual concuerda con la pregunta anterior en cuanto a marcas de vehículos que se realizan el mantenimiento de las AT, en segundo lugar tenemos a Otros tipos de aceites ATF que en su mayoría son más económicos que los aceites originales, lo que coincide con la opinión de varios técnicos en cuanto al uso de aceites ATF con especificaciones similares a los originales, pero con precios más económicos.

### 3.1.5. Resultados de la pregunta 5

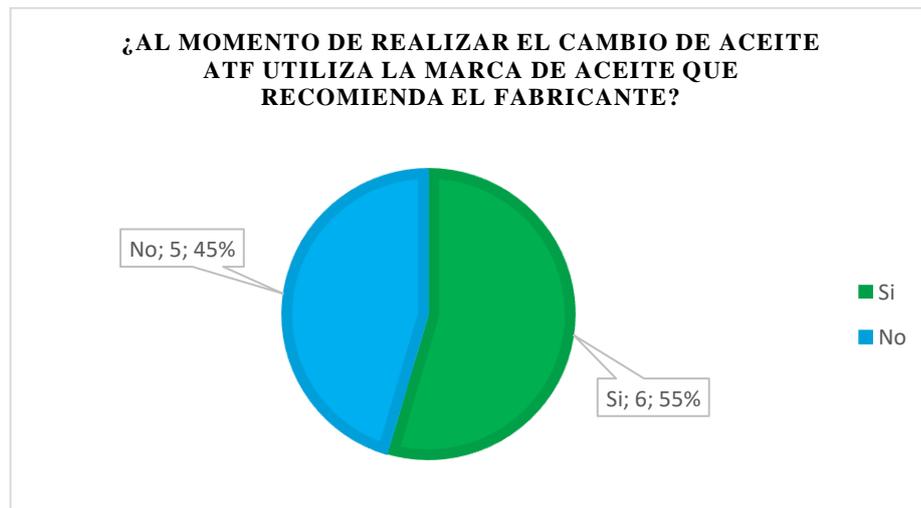


**Gráfico 5-3.** Resultados pregunta 5

Realizado por: Taco D., Tisalema J., 2021.

En el Gráfico 5-3 se puede observar que el 73% de los talleres encuestados afirman que el uso de un aceite diferente al que recomienda el fabricante puede ocasionar mayor desgaste en una AT, mientras que el 27% dice que el tipo de aceite ATF no tiene nada que ver con el desgaste. De los resultados y la plática generada con los técnicos, se puede concluir que el tipo de aceite ATF influye mucho en el desempeño de una AT ya que no es lo mismo colocar un ATF Mercon LV en una AT que debería llevar un ATF Mercon V, esto generaría que los platos de embrague patinen y el cambio de marcha tarde en generarse. Por otro lado, los técnicos que afirman que el tipo de aceite ATF no influye en el desgaste de la AT, manifestaron que se debería fijar en las especificaciones del aceite ATF original para colocar uno similar y que el desgaste se produce por daños mecánicos, mas no por el uso incorrecto del tipo de aceite ATF.

### 3.1.6. Resultados de la pregunta 6

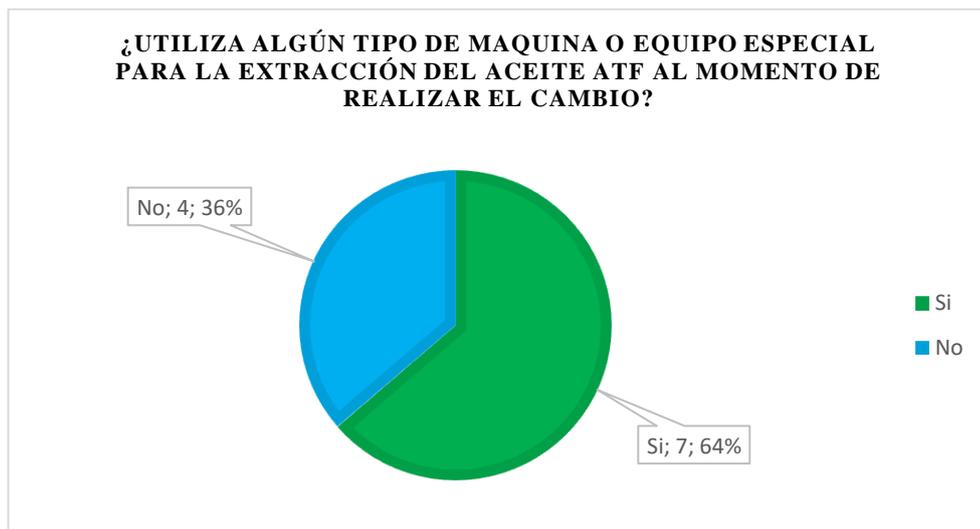


**Gráfico 6-3.** Resultados pregunta 6

**Realizado por:** Taco D., Tisalema J., 2021.

En el Gráfico 6-3 se puede observar que el 55% de los talleres encuestados afirman que utilizan la marca de aceite ATF que recomienda el fabricante, mientras que el 45% no lo hace. De estos resultados se puede concluir, y como ya se mencionó en el apartado anterior, lo que sucede es que los técnicos utilizan un aceite ATF de similares características al recomendado por el fabricante, un factor principal es el precio que representa usar el aceite ATF original, y que los propietarios de los vehículos no están dispuestos a pagar. Este uso de aceites ATF similares, pero que no están homologados por los fabricantes podrían ocasionar un mal desempeño de la AT.

### 3.1.7. Resultados de la pregunta 7



**Gráfico 7-3.** Resultados pregunta 7

**Realizado por:** Taco D., Tisalema J., 2021.

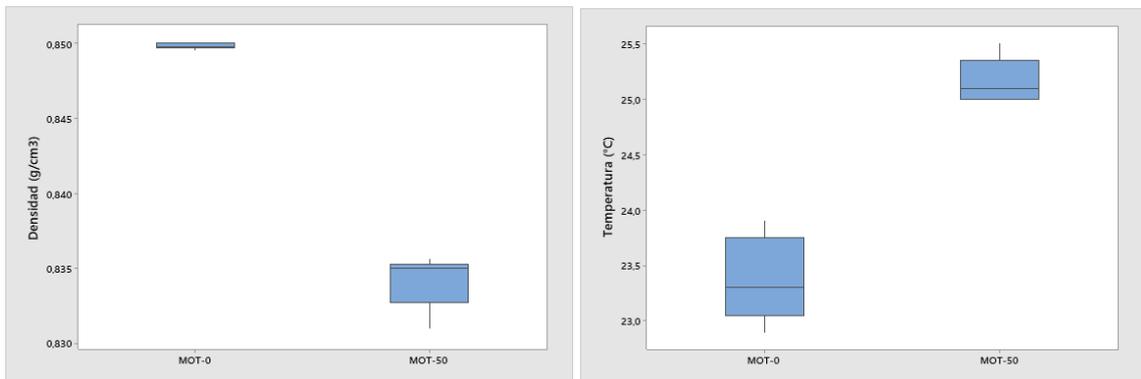
En el Gráfico 7-3 se puede observar que el 64% de los talleres encuestados utilizan un equipo especial para la extracción del aceite ATF usado de las AT, mientras que el 36% no lo hace. De estos resultados se puede concluir que el uso del equipo cambiador de aceite es esencial en el mantenimiento de una AT ya que en este tipo de transmisiones no basta con quitar el tapón de drenaje y esperar que se vacíe todo el aceite, un gran porcentaje se queda en el convertidor de par, en el cuerpo de válvulas y otros elementos internos de la AT, lo que ocasionaría que no se realice un mantenimiento correcto, por los residuos de aceite ATF usado que se mezclaría con el nuevo. Por esto los talleres que poseen este tipo de equipos tendrían un punto a favor y serían mayormente recomendables.

### 3.2. Resultados del análisis fisicoquímico de las muestras recolectadas

#### 3.2.1. Resultados de la densidad obtenidos con el equipo Densímetro DMA 35 Basic

Para la obtención de los datos de densidad y temperatura de las distintas muestras recolectadas se procedió a realizar cinco mediciones por cada muestra, esto con el fin de obtener datos más precisos, para la obtención de estas mediciones se utilizó el equipo DMA 35 que nos brinda datos de la densidad en  $g/cm^3$  y temperatura en  $^{\circ}C$ .

#### 3.2.2. Comparación de densidades y temperaturas entre las muestras de aceite ATF MOT-0 y MOT-50

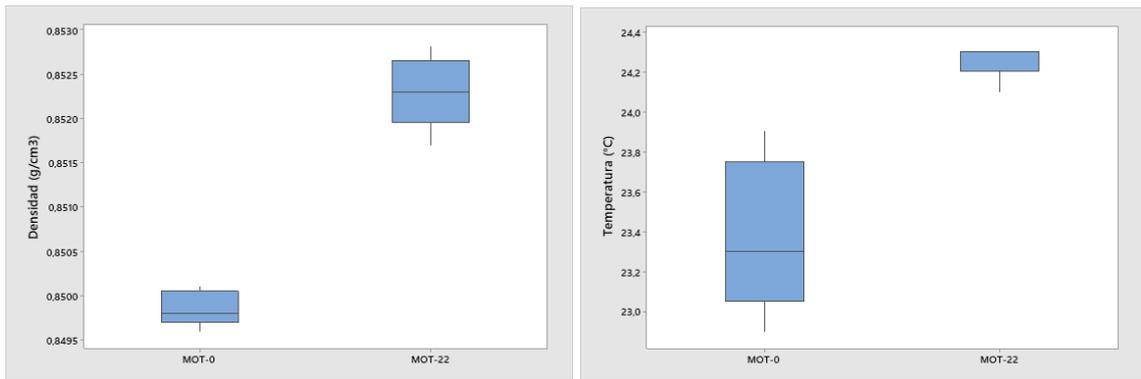


**Gráfico 8-3.** Comparación densidad y temperatura muestras ATF MOT-0 y MOT-50

**Realizado por:** Taco D., Tisalema J., 2021.

En el Gráfico 8-3 se muestra las mediciones de densidad y temperatura de las muestras de aceite ATF MOT-0 y MOT-50, como se puede observar en la parte izquierda, la densidad de la muestra MOT-50 varía en un 1,84% con respecto a la densidad de la muestra MOT-0, esto ocurre por el elevado kilometraje que tiene el aceite, lo que hace que disminuya su densidad y lo vuelva menos espeso y más fluido. En la parte derecha tenemos los datos de temperatura, considerados para todas las muestras como temperatura ambiente en el rango de 20 a 25  $^{\circ}C$ , como se puede observar las mediciones no sobresalen de dicho rango ya que fueron tomadas a temperatura ambiente, a excepción de una medición atípica que marca 25,5  $^{\circ}C$  en el diagrama de cajas y bigotes.

### 3.2.3. Comparación de densidades y temperaturas entre las muestras de aceite ATF MOT-0 y MOT-22

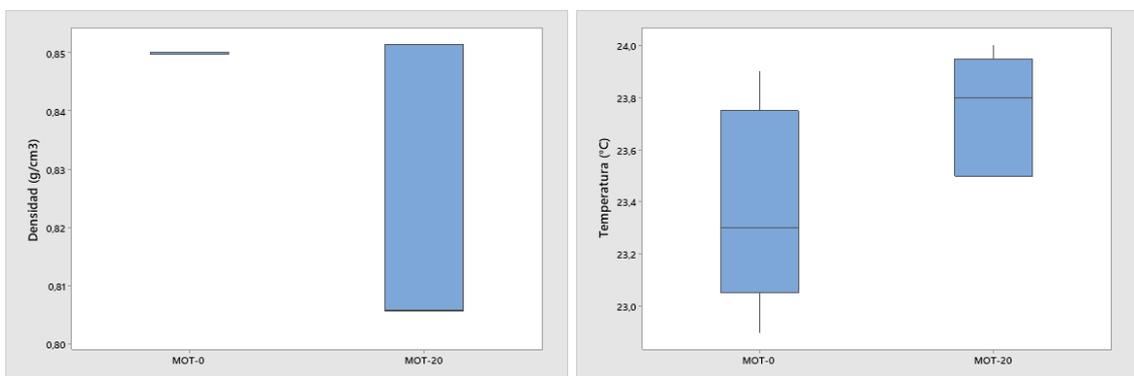


**Gráfico 9-3.** Comparación densidad y temperatura muestras ATF MOT-0 y MOT-22.

**Realizado por:** Taco D., Tisalema J., 2021.

En el Gráfico 9-3 se muestra las mediciones de densidad y temperatura de las muestras de aceite ATF MOT-0 y MOT-22, como se puede observar en la parte izquierda, la densidad de la muestra MOT-22 sobrepasa en un 0,29% con respecto a la muestra MOT-0, esto ocurre principalmente por la temperatura a la cual fueron tomados los datos, la cual se puede observar en la parte derecha, los valores de densidad no varían en gran proporción con respecto a la muestra MOT-0, lo que es indicativo de que el aceite ATF se encuentra en buenas condiciones.

#### 3.2.3.1. Comparación de densidades y temperaturas entre las muestras de aceite ATF MOT-0 y MOT-20



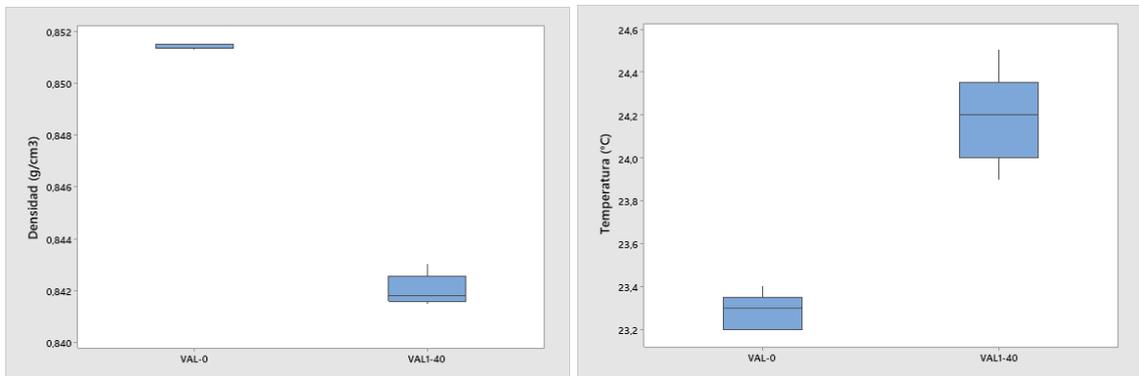
**Gráfico 10-3.** Comparación densidad y temperatura muestras ATF MOT-0 y MOT-20.

**Realizado por:** Taco D., Tisalema J., 2021.

En el Gráfico 10-3 se muestra las mediciones de densidad y temperatura de las muestras de aceite ATF MOT-0 y MOT-20, como se puede observar en la parte izquierda, la densidad de la muestra MOT-20 varía 3,04% con respecto a la muestra MOT-0, esta variación ocurre a partir de la segunda medición (Ver Anexo E4 ), ya que si nos fijamos en los datos de temperatura en las dos

primeras mediciones son similares, con lo cual se determina que se debería tomar las mediciones a temperaturas similares entre ambas muestras para un mejor resultado. Las densidades en este caso no variarían en gran proporción por lo que se puede decir que este aceite está en buenas condiciones.

### 3.2.3.2. Comparación de densidades y temperaturas entre las muestras de aceite ATF VAL-0 y VAL1-40

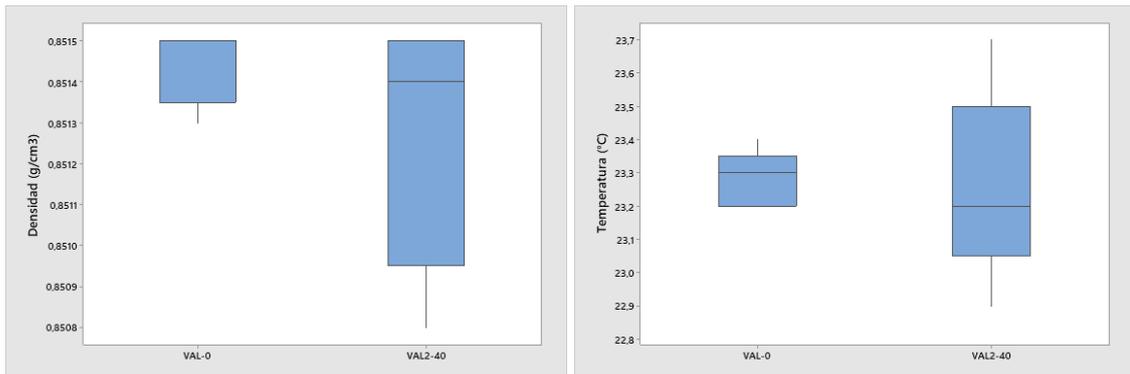


**Gráfico 11-3.** Comparación densidad y temperatura muestras ATF VAL-0 y VAL1-40.

**Realizado por:** Taco D., Tisalema J., 2021.

En el Gráfico 11-3 se muestra las mediciones de densidad y temperatura de las muestras de aceite ATF VAL-0 y VAL1-40, como se puede observar en la parte izquierda, la densidad de la muestra VAL1-40 ha disminuido en un 1,11% con respecto a la muestra VAL-0, esto ocurre como ya se mencionó por la variación en la temperatura, si se obtuvieran datos a temperaturas semejantes este porcentaje disminuirá, pero no en gran proporción ya que este ATF tiene cierto recorrido, en términos generales el aceite aún se encuentra en buenas condiciones.

### 3.2.3.3. Comparación de densidades y temperaturas entre las muestras de aceite ATF VAL-0 y VAL2-40

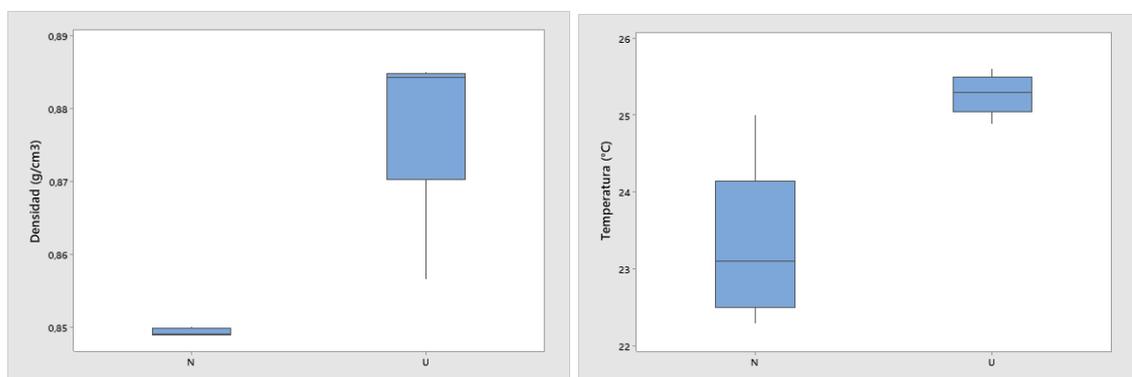


**Gráfico 12-3.** Comparación densidad y temperatura muestras ATF VAL-0 y VAL2-40.

**Realizado por:** Taco D., Tisalema J., 2021.

En el Gráfico 12-3 se muestra las mediciones de densidad y temperatura de las muestras de aceite ATF VAL-0 y VAL2-40, como se puede observar en la parte izquierda, la densidad de la muestra VAL2-40 ha disminuido un 0,02% con respecto a la muestra VAL-0, lo cual representa un estado óptimo del aceite pese a los kilómetros que ha recorrido este vehículo, y contrasta un poco con la muestra anterior del mismo kilometraje cuyo porcentaje es mayor. En la parte derecha el diagrama de cajas y bigotes nos muestra mediciones similares de temperatura entre las dos muestras lo que constata un poco más lo que se había dicho sobre la metodología a utilizar en la toma de temperatura de las muestras de ATF.

### 3.2.3.4. Comparación de densidades y temperaturas entre las muestras de aceite ATF KEN-0 y KEN1-60

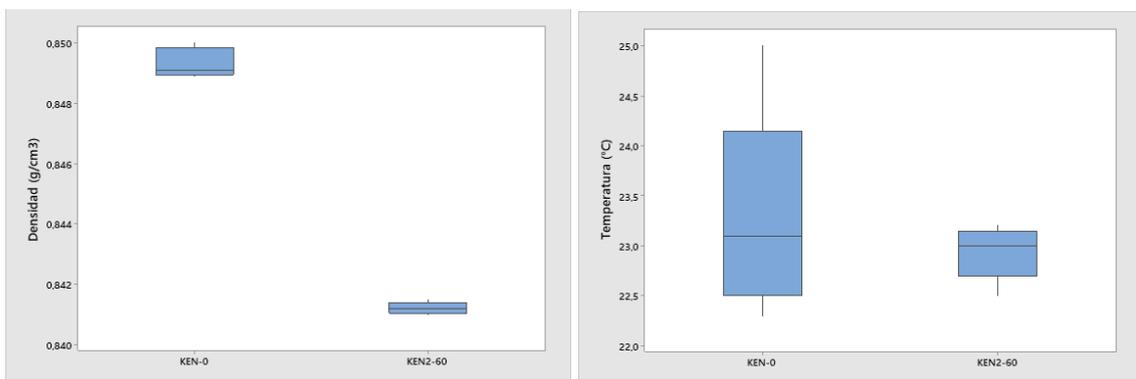


**Gráfico 13-3.** Comparación densidad y temperatura muestras ATF KEN-0 y KEN1-60.

**Realizado por:** Taco D., Tisalema J., 2021.

En el Gráfico 13-3 se muestra las mediciones de densidad y temperatura de las muestras de aceite ATF KEN-0 y KEN-60, como se puede observar en la parte izquierda, la densidad de la muestra KEN-60 varía en un 3,47% con respecto a la muestra KEN-0, en base a las mediciones tomadas, en la primera medición se pudo observar que la temperatura varía mucho, en este caso si tratamos de tomar las mediciones a la misma temperatura, la densidad seguirá variando en grandes proporciones, determinando así que el aceite se ha vuelto más espeso y está dejando de cumplir con su función, lo cual es indicativo de que este aceite se encuentra en malas condiciones ya que ha recorrido muchos kilómetros.

### 3.2.3.5. Comparación de densidades y temperaturas entre las muestras de aceite ATF KEN-0 y KEN2-60



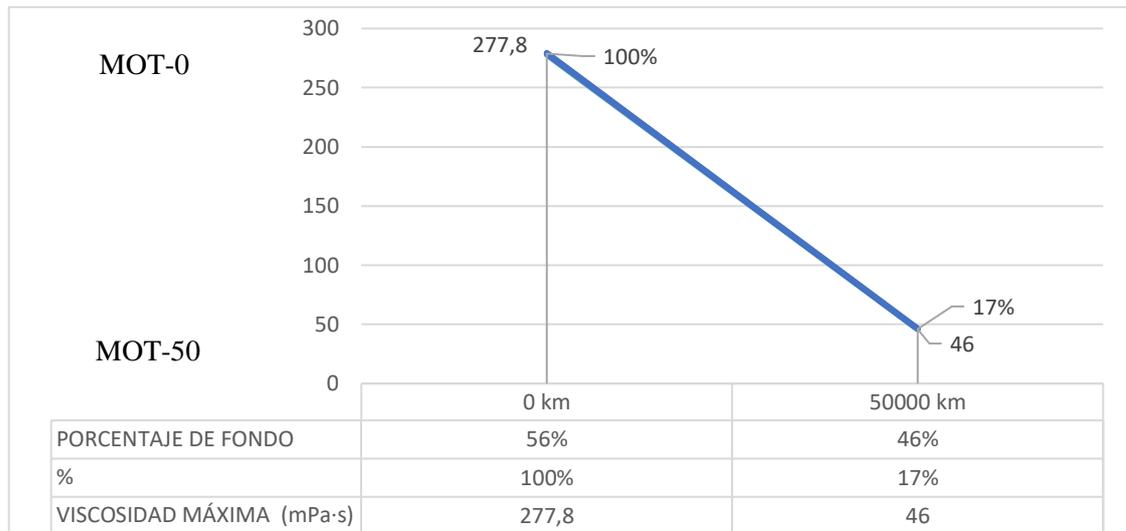
**Gráfico 14-3.** Comparación densidad y temperatura muestras ATF KEN-0 y KEN2-60.

**Realizado por:** Taco D., Tisalema J., 2021.

En el Gráfico 14-3 se muestra las mediciones de densidad y temperatura de las muestras de aceite ATF KEN-0 y KEN2-60, como se puede observar en la parte izquierda, la densidad de la muestra KEN2-60 ha disminuido en un 0,96% con respecto a la muestra KEN-0, si comparamos este porcentaje con la muestra anterior del mismo kilometraje se puede constatar una proporción mínima de cambio, en este caso se tiene una buena salud del ATF pese al kilometraje. Los datos de temperatura ayudan a verificar esta afirmación ya que son similares entre las dos muestras, teniendo así unas mediciones proporcionalmente correctas.

### 3.2.4. Resultados de viscosidad dinámica obtenidos con el equipo Viscosímetro NDJ-8S

#### 3.2.4.1. Comparación de viscosidad dinámica entre la muestra de aceite ATF MOT-0 y MOT-50

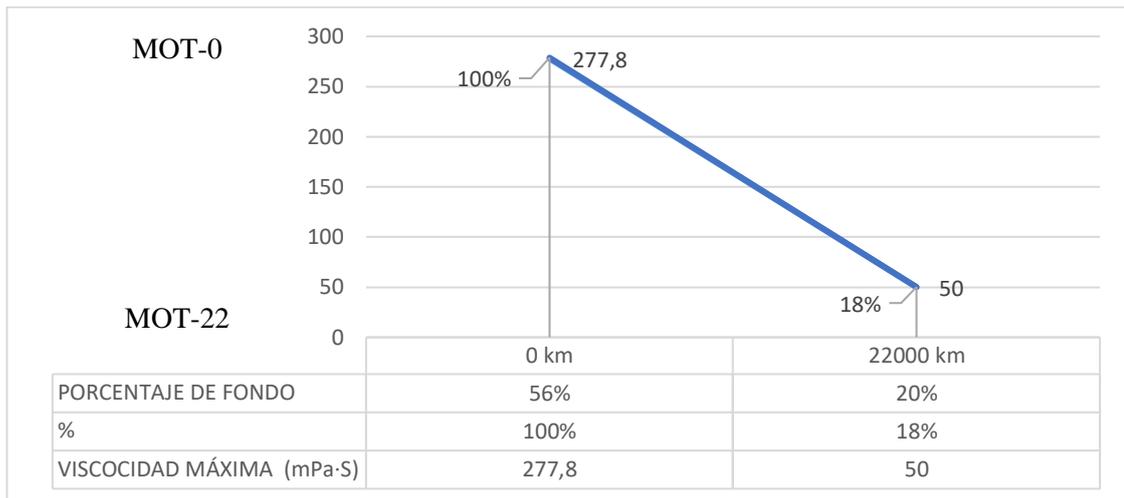


**Gráfico 15-3.** Comparación viscosidad dinámica muestras ATF MOT-0 y MOT-50.

**Realizado por:** Taco D., Tisalema J., 2021.

En el Gráfico 15-3 se muestran los valores de viscosidad dinámica en mPa·s (mili Pascales por segundo). Referente al análisis de viscosidad realizado se puede evidenciar un valor inicial de 277,8 mPa·s a 0 km y a los 50000 km de recorrido un valor de 45,9 mPa·s, reduciéndose en un 83% del parámetro de viscosidad dinámica inicial; un bajo valor de viscosidad demuestra que el lubricante ya no es estable, tanto por la vida de uso cumplida como la resistencia a diferentes temperaturas. Posteriormente se observan los porcentajes de fondo de estabilización que utiliza el equipo de medición para aprobar el ensayo, si el porcentaje se encuentra entre el 20% y el 90%, el ensayo es válido, por tal motivo todas las muestras predecesoras cumplen el rango de estabilización para asegurar la exactitud del análisis como es el caso del porcentaje presente, correspondiente al 55,6% y 45,8% respectivamente, validando así el ensayo.

3.2.4.2. Comparación de viscosidad dinámica entre la muestra de aceite ATF MOT-0 y MOT-22

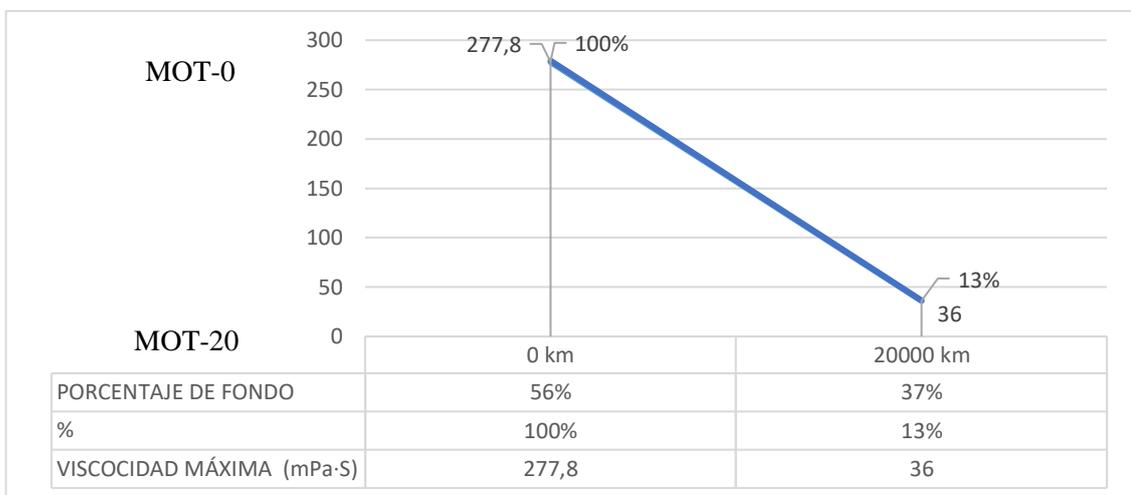


**Gráfico 16-3.** Comparación viscosidad dinámica muestras ATF MOT-0 y MOT-22.

**Realizado por:** Taco D., Tisalema J., 2021.

En el Gráfico 16-3 se observa el cambio de viscosidad dinámica en mPa·s, después de 220000 km de uso, correspondiente a 50 mPa·s, a diferencia del valor inicial de la muestra nueva que es de 277,8 mPa·s, dando como resultado la reducción del 82% de viscosidad. Se puede evidenciar que la viscosidad, se ve afectada presentado mayor fluidez y por ende se reduce la función hidráulica del aceite ATF. Las pruebas se realizaron a temperatura ambiente y con datos estables permitidos por el equipo, correspondiente al rango de 56% y 20% respectivamente.

3.2.4.3. Comparación de viscosidad dinámica entre la muestra de aceite ATF MOT-0 y MOT-20

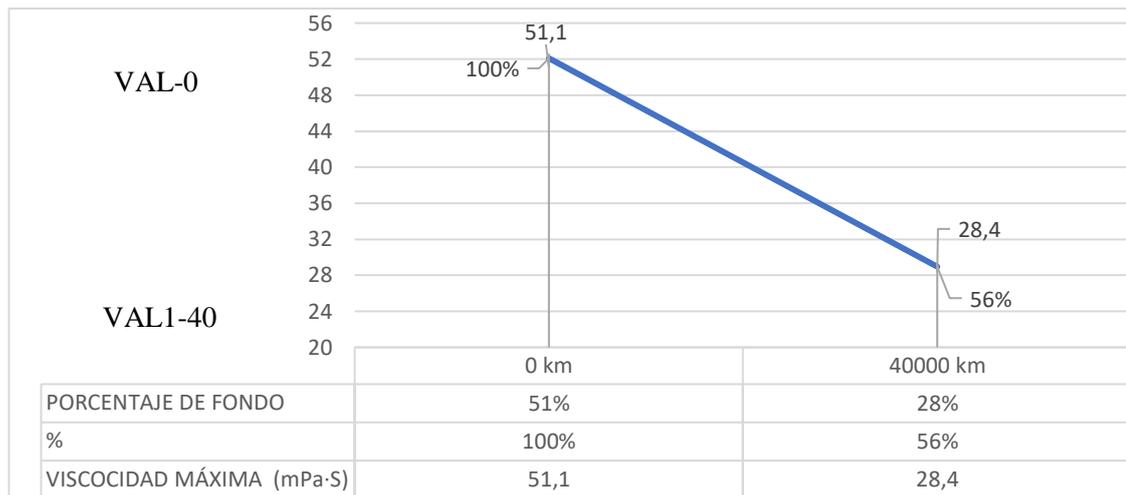


**Gráfico 17-3.** Comparación viscosidad dinámica muestras ATF MOT-0 y MOT-20.

**Realizado por:** Taco D., Tisalema J., 2021.

Se puede evidenciar en el Gráfico 17-3 el cambio de viscosidad en el análisis del ATF, después de 20000 km, las pruebas se realizaron a temperatura ambiente y con datos estables permitidos por el equipo, correspondientes al rango de 56% y 37% respectivamente, validando así el ensayo. Después de comparar el valor inicial de viscosidad del aceite original a 0 km con un valor de 277,8 mPa·s y el aceite usado, con 36 mPa·s, se observa la reducción del 87% del parámetro de viscosidad dinámica inicial.

#### 3.2.4.4. Comparación de viscosidad dinámica entre la muestra de aceite ATF VAL-0 y VAL1-40

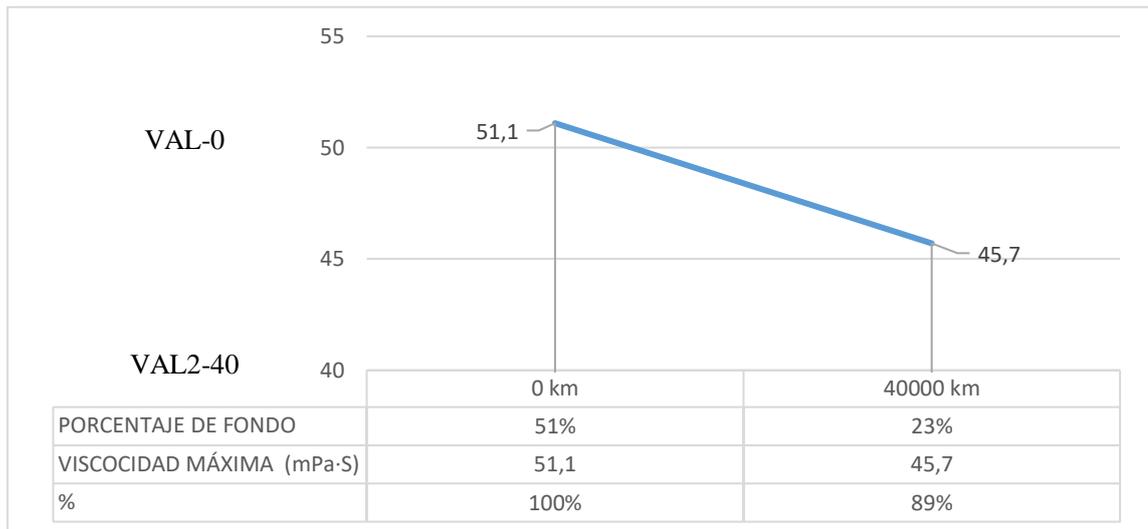


**Gráfico 18-3.** Comparación viscosidad dinámica muestras ATF VAL-0 y VAL1-40.

**Realizado por:** Taco D., Tisalema J., 2021.

En el Gráfico 18-3 se muestran los valores de viscosidad dinámica en mPa·s (mili Pascales por segundo). Respecto al análisis de viscosidad realizado se puede evidenciar un valor inicial de 51,1 mPa·s a 0 km y a los 40000 km de recorrido un valor de 28,4 mPa·s, reduciéndose el 44% del parámetro inicial de viscosidad dinámica; el valor de viscosidad demuestra que, a este valor de kilometraje el lubricante aun es estable, y el cambio fue realizado a tiempo. Posteriormente se observan los porcentajes de fondo de estabilización que utiliza el equipo de medición para aprobar el ensayo, en este ensayo el porcentaje es correspondiente al 51% y 28% respectivamente, validando así el ensayo.

3.2.4.5. Comparación de viscosidad dinámica entre la muestra de aceite ATF VAL-0 y VAL2-40

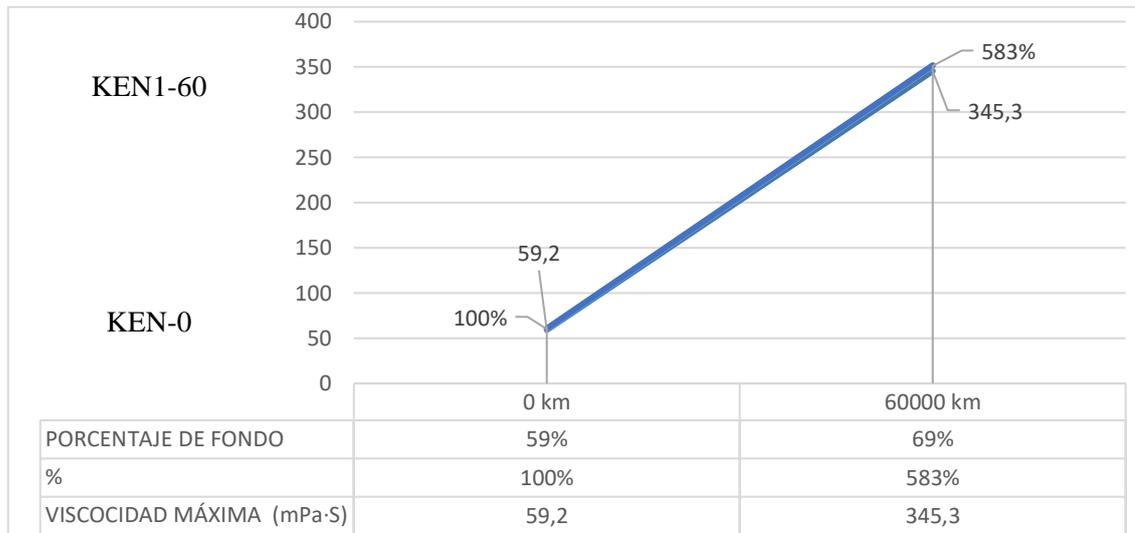


**Gráfico 19-3.** Comparación viscosidad dinámica muestras ATF VAL-0 y VAL2-40.

**Realizado por:** Taco D., Tisalema J., 2021.

En el Gráfico 19-3 se observa el cambio de viscosidad dinámica en mPa·s, después de 40000 km de uso, correspondiente a 45,7 mPa·s, a diferencia del valor inicial de la muestra nueva que es de 51,1 mPa·s, dando como resultado la reducción del 11% de viscosidad. Se puede evidenciar en este caso que la viscosidad, se ve afectada dependiendo del tipo de actividad que el usuario realiza y a qué condiciones climáticas, además la reducción demuestra que el cambio y el mantenimiento se lo realiza a tiempo, pues el kilometraje ideal de cambio es a los 30000 km de uso, así aseguramos conservar la función hidráulica del aceite ATF. Las pruebas se realizaron a temperatura ambiente y con el porcentaje de fondo permitidos por el equipo, correspondiente al rango de 51% y 23% respectivamente.

3.2.4.6. Comparación de viscosidad dinámica entre la muestra de aceite ATF KEN-0 y KEN1-60

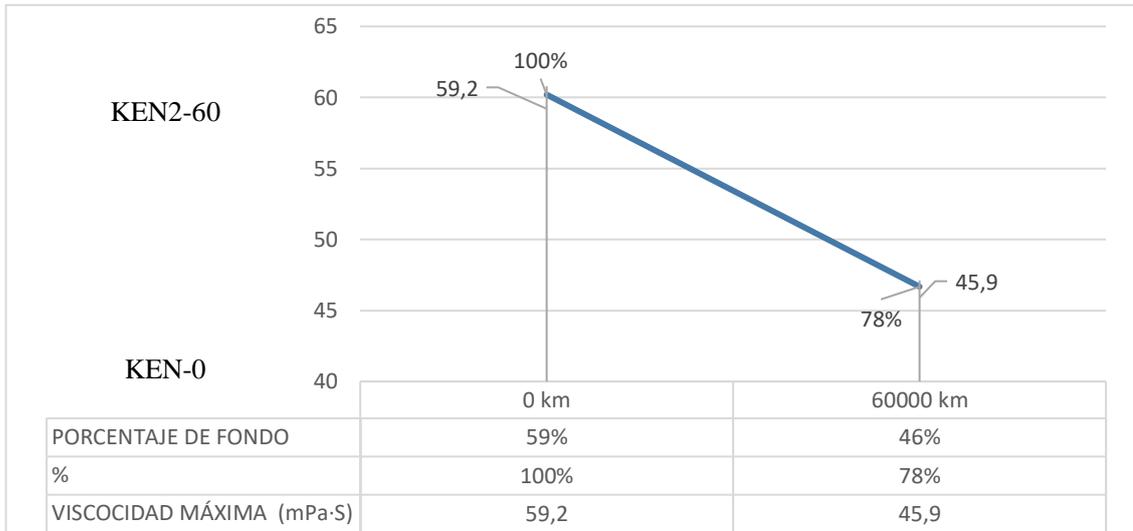


**Gráfico 20-3.** Comparación viscosidad dinámica muestras ATF KEN-0 y KEN1-60.

Realizado por: Taco D., Tisalema J., 2021.

En el Gráfico 20-3 se evidencia la gran diferencia cuando se excede la vida de uso del aceite ATF, con un valor inicial de 59,2 mPa·s a 0 km y a los 60000 km de recorrido un valor de 345,3 mPa·s, aumentando de manera excesiva su valor en un 583% del parámetro inicial de viscosidad dinámica; este valor de viscosidad demuestra que el lubricante perdió su propiedad hidráulica fundamental, además a este kilometraje sobrepasa el índice de viscosidad que es de 202 cSt o 172,912 mPa·s, por una viscosidad de 382,4 mPa·s. esta característica se presenta debido a la pérdida de propiedades del ATF ocasionado por el recalentamiento de los componentes internos de la AT. Posteriormente se observan los porcentajes de fondo de estabilización que utiliza el equipo de medición para aprobar el ensayo, en este ensayo el porcentaje es correspondiente al 59% y 69% respectivamente, validando así el ensayo.

3.2.4.7. Comparación de viscosidad dinámica entre la muestra de aceite ATF KEN-0 y KEN2-60



**Gráfico 21-3.** Comparación viscosidad dinámica muestras ATF KEN-0 y KEN2-60.

**Realizado por:** Taco D., Tisalema J., 2021.

En el Gráfico 21-3 se observa el cambio de viscosidad dinámica en mPa·s, después de 60000 km de uso, correspondiente a 45,9 mPa·s, a diferencia del valor inicial de la muestra nueva que es de 59,2 mPa·s, dando como resultado la reducción del 13,3% de viscosidad. En este ensayo la reducción de viscosidad demuestra que las características no solo dependen del tipo de aceite si no, de la calidad de mantenimiento que el vehículo recibe. Las pruebas se realizaron a temperatura ambiente y con los porcentajes de fondo permitidos por el equipo, correspondiente al rango de 59% y 46% respectivamente.

### 3.2.5. Resultados obtenidos con el equipo FluidScan®

A continuación, en la Tabla 1-3 se muestra los resultados obtenidos de las mediciones de las muestras de aceite ATF con el equipo FluidScan®. El equipo utilizado muestra datos de la integridad del fluido, la oxidación, el TAN, la viscosidad a 40°C la cual es ingresada manualmente por el usuario y también nos brinda información sobre el contenido de agua en el aceite ATF.

**Tabla 1- 3:** Resultados obtenidos con el equipo FluidScan®

Identificación de Muestra	Integridad del fluido	Oxidación (abs/0,1mm)	TAN (mgKOH/g)	Vis-40 (Cst)	Agua (ppm)
MOT-50	96,0	28,3	1,60	33,2	461
MOT-22	88,7	28,0	2,39	33,2	1243
MOT-20	82,5	34	3,31	33,2	508
VAL1-40	114,5	39,2	0,12	34,5	1989
VAL2-40	109,7	43,1	0,5	34,5	1988
KEN1-60	105	14,6	0	34,0	6949
KEN2-60	142,3	19,7	0,69	34,0	3444

Realizado por: Taco D., Tisalema J., 2021.

#### 3.2.5.1. Muestra de aceite ATF MOT-50

Como se puede observar en la Tabla 2-3 se obtuvo los datos para la muestra de aceite ATF MOT-50, dichos datos están representados con un límite de alarma (Ver Anexo F1) codificado por colores. El valor obtenido para la integridad del fluido es de 96,0 en color verde, que es una señal de buenas condiciones, para la oxidación se presenta un valor de 28,3 abs/0,1mm (absorbancia/longitud de onda) también en color verde, el valor del TAN está directamente relacionado con el de Oxidación, es decir si la Oxidación aumenta el TAN también lo hará, en este caso se tiene un TAN de 1,60 mgKOH/g en color verde, el dato de viscosidad a 40 °C es ingresado manualmente como referencia para todas las muestras de aceite ATF nuevo, en cuanto al contenido de agua hay que tomar en cuenta este valor ya que nos marca en color amarillo como signo de advertencia.

**Tabla 2-3:** Resultados de la muestra de aceite ATF MOT-50

<b>Fluid Integrity</b>	96,0
<b>Oxidation</b>	28,3 abs/0,1mm
<b>TAN</b>	1,60 mgKOH/g
<b>Vis-40</b>	33,2 Cst
<b>Water</b>	461 ppm

Realizado por: Taco D., Tisalema J., 2021.

### 3.2.5.2. Muestra de aceite ATF MOT-22

Como se puede observar en la Tabla 3-3 se obtuvo los datos para la muestra de aceite ATF MOT-22. Para la integridad del fluido se presenta un valor de 88,7 en color verde, lo que indica buenas condiciones, para la oxidación se presenta un valor de 28,0 abs/0,1mm (absorbancia/longitud de onda) en color verde, valor casi similar al de la muestra anterior pero con menos kilometraje, el valor del TAN de 2,39 mgKOH/g también en color verde, en cuanto al contenido de agua se presenta un valor de 1243 ppm en color rojo por lo que se tiene que tomar muy en cuenta una posible fuga en el sistema de refrigeración del aceite de la AT o a su vez algún medio o sistema que esta contaminando el aceite con agua.

**Tabla 3-3:** Resultados de la muestra de aceite ATF MOT-22

<b>Fluid Integrity</b>	88,7
<b>Oxidation</b>	28,0 abs/0,1mm
<b>TAN</b>	2,39 mgKOH/g
<b>Vis-40</b>	33,2 Cst
<b>Water</b>	1243 ppm

Realizado por: Taco D., Tisalema J., 2021.

### 3.2.5.3. Muestra de aceite ATF MOT-20

Como se puede observar en la Tabla 4-3 se obtuvo los datos para la muestra de aceite ATF MOT-20. Para la integridad del fluido se presenta un valor de 82,5 en color verde, lo que indica buenas condiciones, para la oxidación se presenta un valor de 34,0 abs/0,1mm (absorbancia/longitud de onda) en color amarillo como referencia a su límite de alarma que es de 40 abs/0,1mm (Ver Anexo F1), por el contrario, el valor del TAN es de 3,31 mgKOH/g en color verde, en cuanto al contenido de agua se presenta un valor de 508 ppm, en color amarillo, como referencia a su límite de alarma que es de 600 ppm. En términos generales este aceite a pesar de tener poco kilometraje presenta valores de oxidación y agua inadecuados llegando a valores cercanos a sus límites de alarma, por lo que se debe cambiarlo de inmediato.

**Tabla 4-3:** Resultados de la muestra de aceite ATF MOT-20

Fluid Integrity	82,5
Oxidation	34,0 abs/0,1mm
TAN	3,31 mgKOH/g
Vis-40	33,2 Cst
Water	508 ppm

Realizado por: Taco D., Tisalema J., 2021.

#### 3.2.5.4. Muestra de aceite ATF VAL1-40

Como se puede observar en la Tabla 5-3 se obtuvo los datos para la muestra de aceite ATF VAL1-40, dichos datos están representados con un límite de alarma (Ver Anexo F2) codificado por colores. Para la integridad del fluido se presenta un valor de 114,5 en color verde, lo que indica buenas condiciones, para la oxidación se presenta un valor de 39,2 abs/0,1mm (absorbancia/longitud de onda) en color verde, el valor del TAN de 0,12 mgKOH/g también en color verde, en cuanto al contenido de agua se presenta un valor de 1989 ppm, en color rojo, superando su punto de referencia que es de 500 ppm, por lo que se tiene que tomar muy en cuenta la contaminación de este aceite con agua.

**Tabla 5-3:** Resultados de la muestra de aceite ATF VAL1-40

Fluid Integrity	114,5
Oxidation	39,2 abs/0,1mm
TAN	0,12 mgKOH/g
Vis-40	34,5 Cst
Water	1989 ppm

Realizado por: Taco D., Tisalema J., 2021.

#### 3.2.5.5. Muestra de aceite ATF VAL2-40

Como se puede observar en la Tabla 6-3 se obtuvo los datos para la muestra de aceite ATF VAL2-40, Para la integridad del fluido se presenta un valor de 109,7 en color verde, lo que indica buenas condiciones, para la oxidación se presenta un valor de 43,1 abs/0,1mm (absorbancia/longitud de onda) en color verde, el valor del TAN de 0,50 mgKOH/g también en color verde, en cuanto al contenido de agua se presenta un valor de 1988 ppm, en color rojo, superando su valor de referencia que es de 500 ppm. En términos generales estas muestras de aceite Valvoline presentan resultados similares y un problema en común con el contenido de agua que se podría estar generando por la muestra VAL-0 que se toma como referencia para la comparación, ya que en sus propiedades (Ver Anexo G2) presenta un alto contenido de agua

equivalente a 2689 ppm, este alto contenido de agua en el ATF nuevo se puede generar por un almacenamiento incorrecto, ya que el contacto con los rayos solares o con la intemperie puede ocasionar que se genere agua en el interior del envase que contiene al ATF.

**Tabla 6-3:** Resultados de la muestra de aceite ATF VAL2-40

<b>Fluid Integrity</b>	109,7
<b>Oxidation</b>	43,1 abs/0,1mm
<b>TAN</b>	0,50 mgKOH/g
<b>Vis-40</b>	34,5 Cst
<b>Water</b>	1988 ppm

Realizado por: Taco D., Tisalema J., 2021.

### 3.2.5.6. Muestra de aceite ATF KEN1-60

Como se puede observar en la Tabla 7-3 se obtuvo los datos para la muestra de aceite ATF KEN1-60, dichos datos están representados con un límite de alarma (Ver Anexo F3) codificado por colores. Para la integridad del fluido se presenta un valor de 105,0 en color verde, lo que indica buenas condiciones, para la oxidación se presenta un valor de 14,6 abs/0,1mm (absorbancia/longitud de onda) en color verde, el valor del TAN de 0,00 mgKOH/g también en color verde, en cuanto al contenido de agua se presenta un valor de 6949 ppm en color rojo, superando su límite de alarma de 500 ppm, demostrando así un altísimo contenido de agua en el ATF que sería el causante del aumento de la Viscosidad como se demostró anteriormente, aunque también hay que tomar en cuenta la muestra KEN-0 en cuyas propiedades de referencia se tiene un valor de 5624 ppm (Ver Anexo G3).

**Tabla 7-3:** Resultados de la muestra de aceite ATF KEN1-60

<b>Fluid Integrity</b>	105,0
<b>Oxidation</b>	14,6 abs/0,1mm
<b>TAN</b>	0,00 mgKOH/g
<b>Vis-40</b>	33,2 Cst
<b>Water</b>	6949 ppm

Realizado por: Taco D., Tisalema J., 2021.

### 3.2.5.7. Muestra de aceite ATF KEN2-60

Como se puede observar en la Tabla 8-3 se obtuvo los datos para la muestra de aceite ATF KEN2-60. Para la integridad del fluido se presenta un valor de 142,3 en color verde, lo que indica buenas condiciones, para la oxidación se presenta un valor de 19,7 abs/0,1mm (absorbancia/longitud de onda) en color verde, el valor del TAN de 0,69 mgKOH/g también en color verde, en cuanto al contenido de agua se presenta un valor de 3444 ppm en color rojo, superando su límite de alarma de 500 ppm, reduciendo a la mitad el contenido de agua respecto a la muestra anterior, aunque también hay que tomar muy en cuenta las propiedades de la muestra KEN-0 y no descartar fugas de agua en el sistema de refrigeración del aceite de la AT.

**Tabla 8-3:** Resultados de la muestra de aceite ATF KEN2-60

<b>Fluid Integrity</b>	142,3
<b>Oxidation</b>	19,7 abs/0,1mm
<b>TAN</b>	0,69 mgKOH/g
<b>Vis-40</b>	34,0 Cst
<b>Water</b>	3444 ppm

Realizado por: Taco D., Tisalema J., 2021.

### 3.2.6. Resultados obtenidos con el equipo Oil View Quick Check

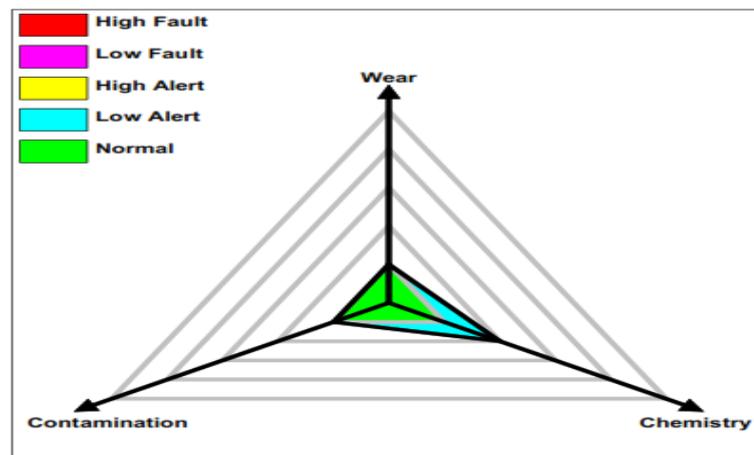
A continuación, en la Tabla 2-3 se muestran los resultados obtenidos de las mediciones de las muestras de aceite ATF con el equipo Oil View Quick Check, es así que tenemos los datos en porcentaje de desgaste severo, contaminación severa, contaminación química severa, y también el dieléctrico de referencia, el índice químico, el dieléctrico y el índice ferroso.

**Tabla 2-3:** Resultados obtenidos con el equipo Oil View Quick-Check

Identificación de Muestra	Desgaste Severo (%)	Contaminación Severa (%)	Contaminación Química Severa (%)	Dieléctrico De Referencia	Índice Químico	Dieléctrico	Índice Ferroso
MOT-0	0	0	10	2,249	-5	2,20	0
MOT-50	0	0	10	2,249	-4	2,21	0
MOT-22	55	0	30	2,249	6	2,31	5
MOT-20	10	0	0	2,249	-1	2,24	1
VAL-0	10	0	0	2,249	1	2,26	2
VAL1-40	30	0	10	2,249	-4	2,21	3
VAL2-40	0	0	10	2,249	-4	2,21	0
KEN-0	0	0	0	2,249	-1	2,24	0
KEN1-60	85	55	30	2,249	5	2,30	469
KEN2-60	10	0	30	2,249	-7	2,18	2

Realizado por: Taco D., Tisalema J., 2021.

#### 3.2.6.1. Muestra de aceite ATF MOT-50

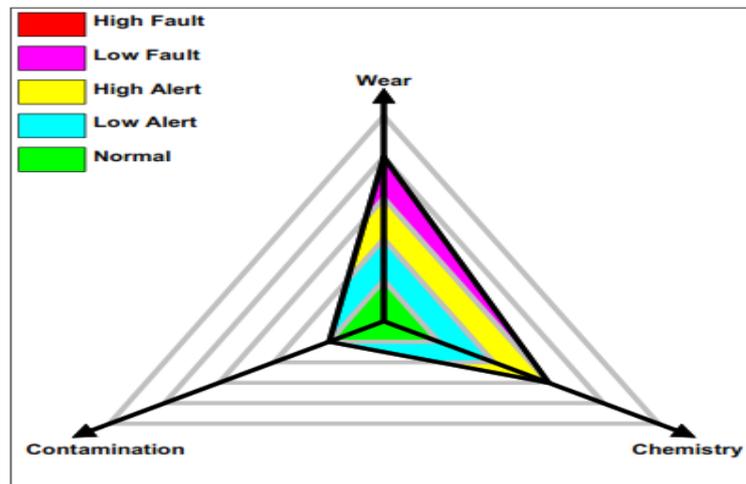


**Gráfico 22-3.** Desgaste, Contaminación y Contaminación Química muestra ATF MOT-50

Realizado por: Taco D., Tisalema J., 2021.

En el Gráfico 22-3 se muestra el resultado del análisis de la muestra de aceite ATF MOT-50, como se puede observar el Software del equipo Oil View Quick-Check presenta los datos obtenidos con una especie de semaforización en los tres ejes, tanto para el desgaste severo, la contaminación severa y la contaminación química severa, obteniendo datos de 0%, 0% y 10% respectivamente. Según lo que indica la gráfica tenemos una alerta baja en esta muestra, pese a tener un alto kilometraje no presenta mayores cambios con respecto a la muestra aceite ATF nueva.

### 3.2.6.2. Muestra de aceite ATF MOT-22

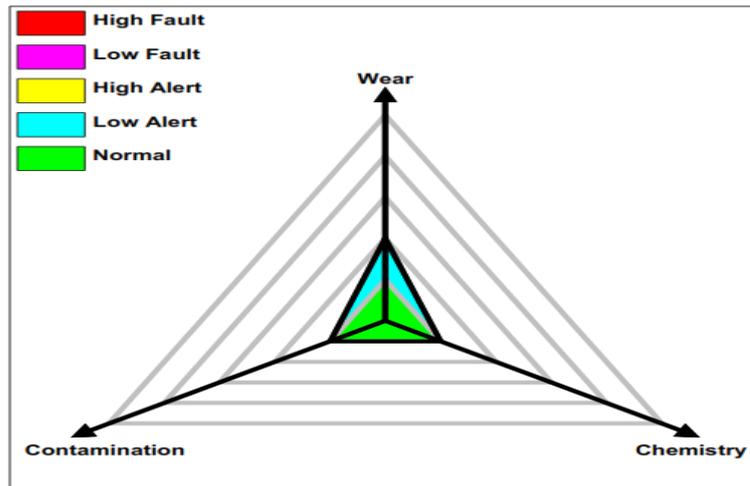


**Gráfico 23-3.** Desgaste, Contaminación, Contaminación Química muestra ATF MOT-22

Realizado por: Taco D., Tisalema J., 2021.

En el Gráfico 23-3 se muestra el resultado del análisis de la muestra de aceite ATF MOT-22, para el porcentaje de desgaste severo tenemos un 55%, contaminación severa un 0% y contaminación química severa en un 30%, en este caso tenemos una gran variabilidad de los datos con respecto a la muestra nueva de aceite ATF pese a tener un kilometraje reducido con respecto a la muestra anterior, es así que se tiene un índice ferroso de 5 que está causando el desgaste severo y un índice químico de 6 que está ocasionando la contaminación química y el aumento de la constante dieléctrica de 2,20 a 2,31. Según el rango de colores que nos indica el gráfico tenemos una alerta baja, con respecto al eje de desgaste y contaminación química, lo que llama la atención son estos valores pese al poco kilometraje.

3.2.6.3. Muestra de aceite ATF MOT-20

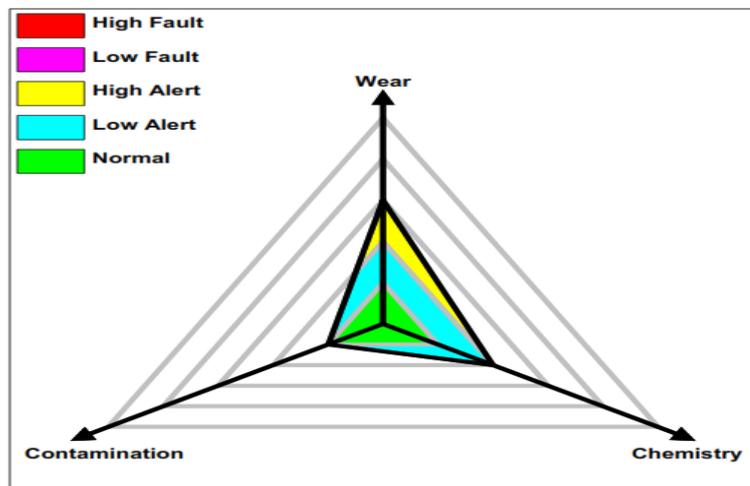


**Gráfico 24-3.** Desgaste vs Contaminación vs Contaminación Química muestra ATF MOT-20

Realizado por: Taco D., Tisalema J., 2021.

En el Gráfico 24-3 se muestra los resultados del análisis de la muestra de aceite ATF MOT-20, a simple vista podemos determinar que las condiciones de esta muestra se encuentran bien, con un porcentaje de desgaste severo de 10%, contaminación severa de 0% y una contaminación química severa de 0%, es así como se tiene un índice ferroso de 1 que es el que está ocasionando el desgaste severo. Según el rango de colores que nos brinda el gráfico esta muestra tiene una alerta baja, lo que indica una buena salud del aceite ATF.

3.2.6.4. Muestra de aceite ATF VAL1-40

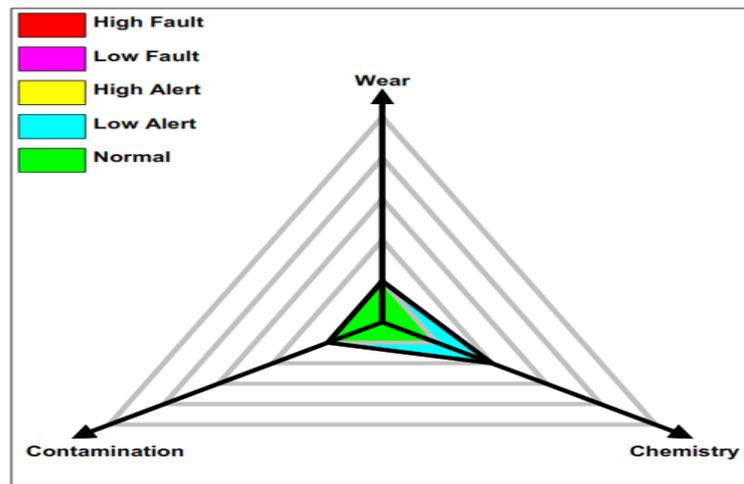


**Gráfico 25-3.** Desgaste vs Contaminación vs Contaminación Química muestra ATF VAL1-40.

Realizado por: Taco D., Tisalema J., 2021.

En el Gráfico 25-3 se muestra los resultados del análisis de la muestra de aceite ATF VAL1-40, para este caso se tiene un porcentaje de desgaste severo de 30%, contaminación severa de 0% y contaminación química severa de 10%, con un índice ferroso de 3 que estaría ocasionando el desgaste severo y un índice químico de -4 que estaría ocasionando la contaminación química severa. Según el rango de colores que presenta el grafico esta muestra presenta un nivel de alerta alta, principalmente por la variación del índice químico de 1 a -4 con respecto a la muestra nueva de ATF lo que ocasiona una disminución en la constante dieléctrica de 2,26 a 2,21, presumiblemente ocasionada por la presencia de agua en un alto porcentaje.

### 3.2.6.5. Muestra de aceite ATF VAL2-40

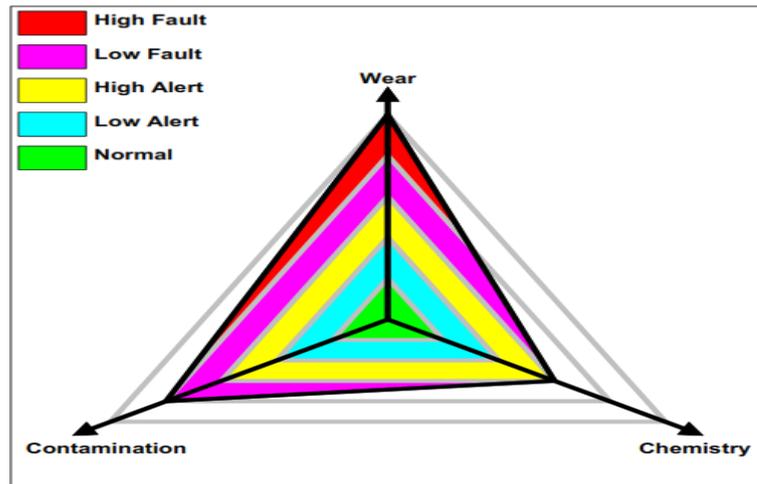


**Gráfico 26-3.** Desgaste vs Contaminación vs Contaminación Química muestra ATF VAL2-40.

Realizado por: Taco D., Tisalema J., 2021.

En el Gráfico 26-3 se muestra los resultados del análisis de la muestra de aceite ATF VAL2-40, en cuanto al porcentaje de desgaste severo se tiene un valor de 0%, contaminación severa con un 0% y contaminación química severa con un 10%, debido principalmente al índice químico de -4 que también ocasiona la disminución de la constante dieléctrica de 2,26 a 2,21, esto se estaría dando presumiblemente por el contenido de agua en el aceite, que como ya se demostró en las mediciones echas con el equipo FluidScan, es alto. En cuanto al rango de colores el software nos indica una alerta baja para esta muestra de ATF, pero si se tiene que tomar en cuenta el porcentaje de agua presente ya que estaría ocasionando la contaminación química.

### 3.2.6.6. Muestra de aceite ATF KEN1-60

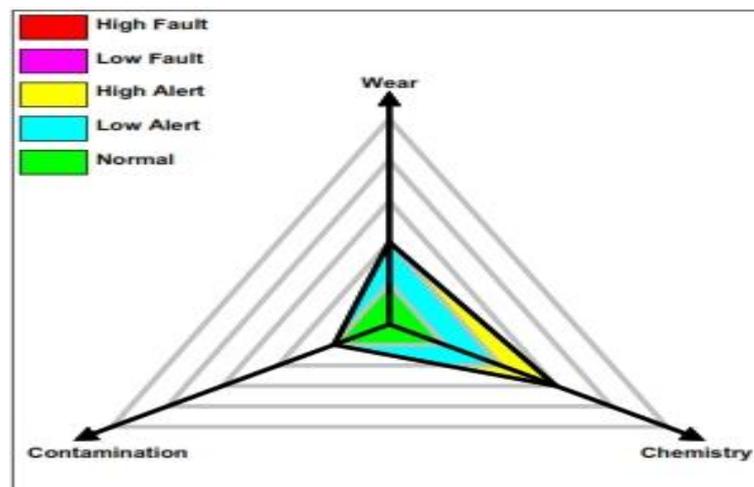


**Gráfico 27-3.** Desgaste vs Contaminación vs Contaminación Química muestra ATF KEN1-60.

**Realizado por:** Taco D., Tisalema J., 2021.

En el Gráfico 27-3 se muestra los resultados del análisis de la muestra de aceite ATF KEN1-60, en este caso el rango de colores nos demuestra un fallo alto en esta muestra, y es más que obvio a simple vista en comparación con las muestras analizadas anteriormente, para este caso tenemos un porcentaje de desgaste severo del 85%, ocasionado por un índice ferroso de 469, es decir un contenido alto de partículas de metales en el ATF resultado del desgaste de componentes internos de la AT, una contaminación severa del 55%, ocasionado por un porcentaje de agua de 4,94% equivalente a las 6949 ppm según los resultados obtenidos con el equipo FluidScan, una contaminación química severa del 30%, que sería causada por la misma presencia de agua en el ATF, con un índice químico de -1 a 5 con respecto a la muestra de ATF nuevo, que está ocasionando también que se aumente la constante dieléctrica.

### 3.2.6.7. Muestra de aceite ATF KEN2-60



**Gráfico 28-3.** Desgaste vs Contaminación vs Contaminación Química muestra ATF KEN2-60

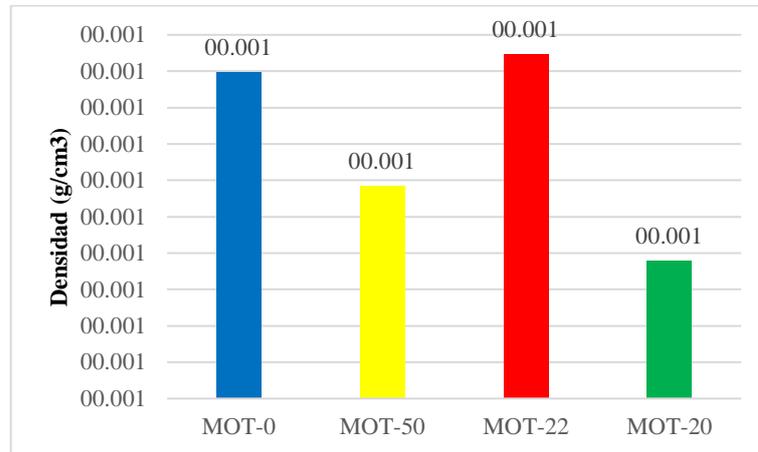
**Realizado por:** Taco D., Tisalema J., 2021.

En el Gráfico 28-3 se muestra los resultados del análisis de la muestra de aceite ATF KEN2-60, a diferencia de la muestra anterior del mismo kilometraje, se observa cambios notables, aunque en el rango de colores nos muestra una alerta alta, indicativo de una mala salud del ATF. Así tenemos un porcentaje de desgaste severo del 10% reflejado por el índice ferroso de 2, una contaminación severa del 0% y una contaminación química del 30% reflejada en la reducción del índice químico de -1 a -7 con respecto a la muestra nueva de ATF, lo que ocasiona también una reducción de la constante dieléctrica de 2,24 a 2,18.

### 3.3. Análisis estadístico de resultados

#### 3.3.1. Muestras de aceite ATF Motorcraft

##### 3.3.1.1. Densidad

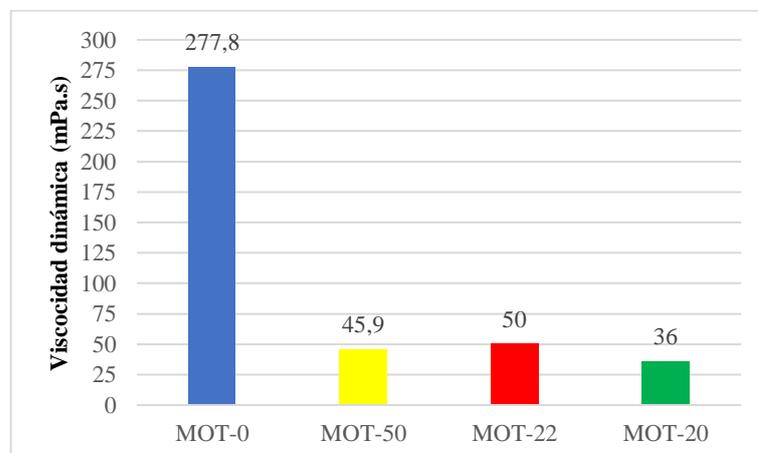


**Gráfico 29-3.** Densidades de las muestras Motorcraft recolectadas

Realizado por: Taco D., Tisalema J., 2021.

En el Gráfico 29-3 se muestra una gráfica de barras comparando las densidades de las muestras de aceite ATF Motorcraft recolectadas, como se puede observar la muestra con mayor disminución de densidad con un 3,04% es la muestra MOT-20, y la muestra que sobrepasa los valores de referencia con un 0,29% de exceso es la muestra MOT-22, la muestra MOT-50 pese a su alto kilometraje se encuentra en condiciones regulares en cuanto a densidad.

##### 3.3.1.2. Viscosidad

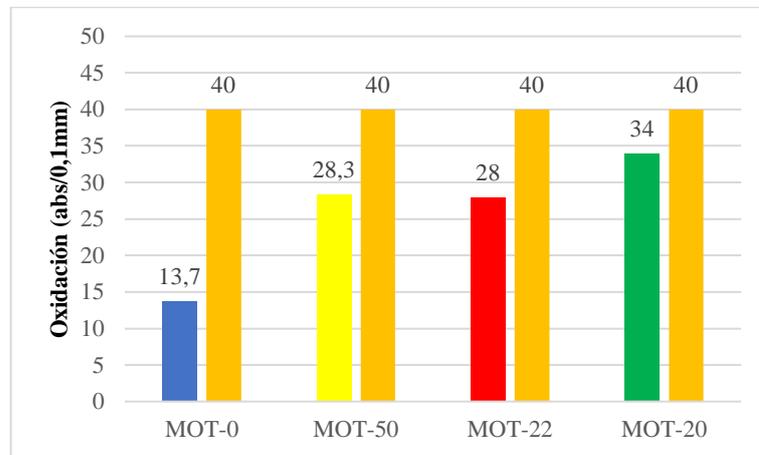


**Gráfico 30-3.** Viscosidades de las muestras Motorcraft recolectadas

Realizado por: Taco D., Tisalema J., 2021.

En el Gráfico 30-3 se puede observar cómo los valores de viscosidad demuestran un deterioro considerable de cada una de las muestras recolectadas, con porcentajes de disminución de 83% para la muestra MOT-50, 82% para la muestra MOT-22 y 87% para la muestra MOT-20, la reducción de viscosidad está relacionada por el tiempo de vida útil (kilometraje) así como por la contaminación del aceite.

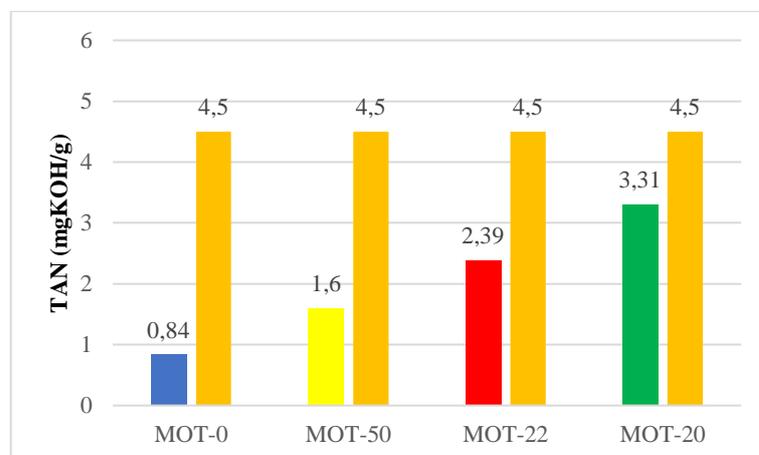
### 3.3.1.3. Oxidación, TAN y Contenido de agua



**Gráfico 31-3.** Oxidación de las muestras Motorcraft recolectadas

Realizado por: Taco D., Tisalema J., 2021.

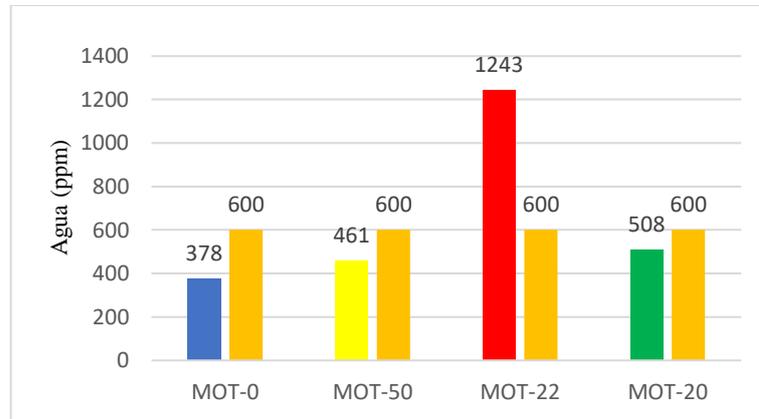
En el Gráfico 31-3 se puede observar que ninguna de las muestras sobrepasa el límite de alarma (40 abs/0,1mm) a excepción de la muestra MOT-20 que pese a su poco kilometraje está acercándose al valor de referencia. Esto no ocurre con la muestra de mayor kilometraje MOT-50 que tiene un valor por debajo de los 30 abs/0,1mm.



**Gráfico 32-3.** TAN de las muestras Motorcraft recolectadas

Realizado por: Taco D., Tisalema J., 2021.

En el Gráfico 32-3 se puede observar de la misma manera que ninguna de las muestras excede su límite de alarma establecido en 4,5 mgKOH/g por el equipo FluidScan, lo que si hay que tomar en cuenta es la acidez de la muestra MOT-20 que al igual que en el apartado anterior está llegando al valor de referencia, esto se da ya que la oxidación se encuentra directamente relacionada con la acidez del aceite.

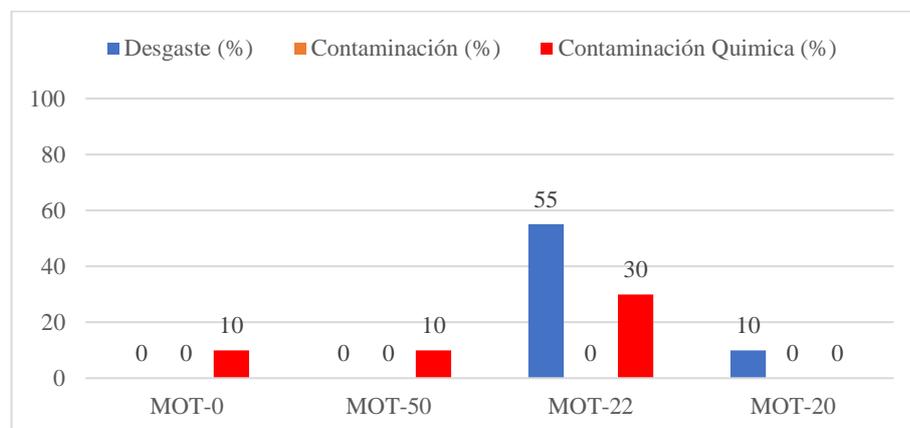


**Gráfico 33-3.** Agua de las muestras Motorcraft recolectadas

Realizado por: Taco D., Tisalema J., 2021.

En el Gráfico 33-3 se puede observar que el contenido de agua alcanza valores altos, llegando a valores cercanos del límite de alarma y en el caso de la muestra MOT-22 lo sobrepasa con un valor de 1243 ppm, esto se debería principalmente a una fuga en el sistema de refrigeración del aceite de la AT, para el caso de la muestra MOT-20 que venía presentados valores cercanos a sus límites de alarma ocurre lo mismo, pero con la excepción que no lo sobrepasa. Llama mucho la atención la muestra MOT-50 que presenta valores razonables por su kilometraje en cuanto a contenido de agua.

#### 3.3.1.4. Desgaste, Contaminación, Contaminación Química



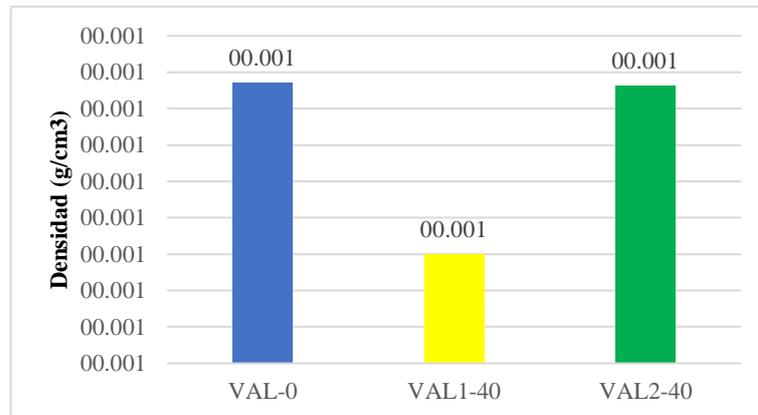
**Gráfico 34-3.** Desgaste, Contaminación y Contaminación Química de las muestras Motorcraft recolectadas

Realizado por: Taco D., Tisalema J., 2021.

En el Gráfico 34-3 se puede observar que la muestra que mayor porcentaje de desgaste y contaminación química tiene es la muestra MOT-22, esto se debe al contenido de agua que presenta el aceite que está ocasionando que las pastas de los embragues se desprendan y se ocasione el rozamiento de metal con metal, esto lo comprueba el alto índice ferroso de 5 con respecto a 0 de la muestra de referencia MOT-0.

### 3.3.2. Muestras de aceite ATF Valvoline

#### 3.3.2.1. Densidad

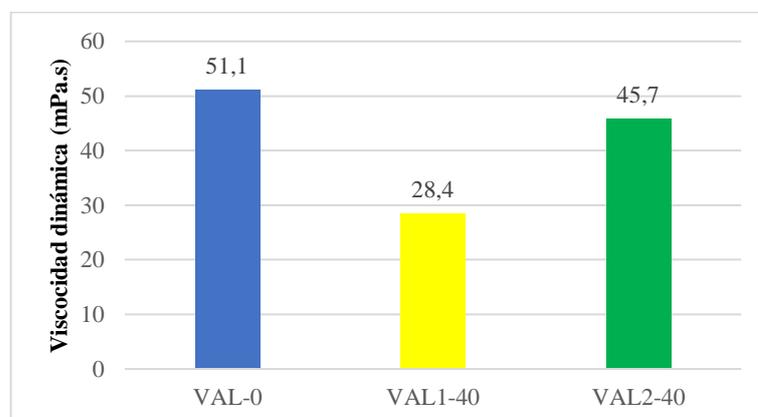


**Gráfico 35-3.** Densidades de las muestras Valvoline recolectadas

Realizado por: Taco D., Tisalema J., 2021.

En el Gráfico 35-3 se observa una reducción del 1,11% de la densidad para la muestra VAL1-40 con respecto a la muestra de referencia VAL-0, no es una reducción considerable por lo que se debe tomar en cuenta otras propiedades para determinar su estado, en cuanto a la muestra VAL2-40 se observa muy buenas condiciones.

#### 3.3.2.2. Viscosidad

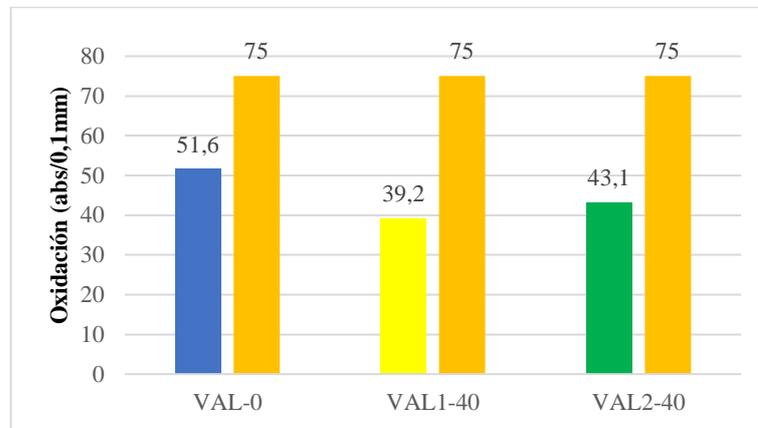


**Gráfico 36-3.** Viscosidades de las muestras Valvoline recolectadas

Realizado por: Taco D., Tisalema J., 2021.

En el Gráfico 36-3 se observa una reducción del 44% de la viscosidad de la muestra VAL1-40 esto es algo de esperarse ya que su densidad en el apartado anterior también disminuyó y estas propiedades están directamente relacionadas, para el caso de la muestra VAL2-40 se observan buenas condiciones con una reducción de tan solo el 11% con respecto a su muestra de referencia VAL-0.

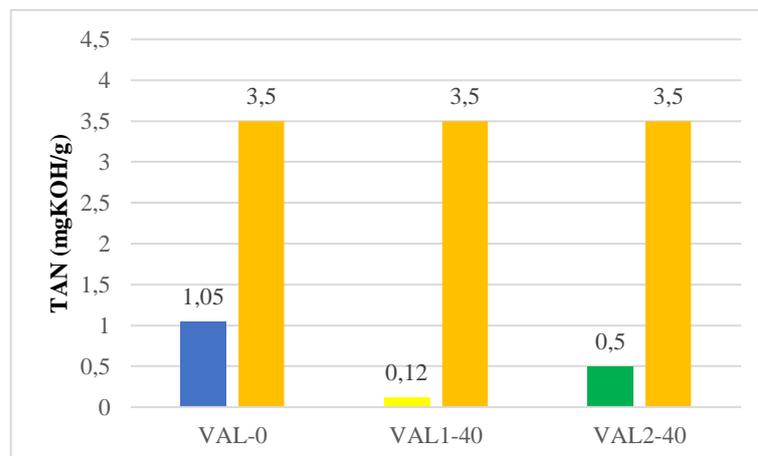
### 3.3.2.3. Oxidación, TAN y Contenido de agua



**Gráfico 37-3.** Oxidación de las muestras Valvoline recolectadas

Realizado por: Taco D., Tisalema J., 2021.

En el Gráfico 37-3 se puede observar que ninguna muestra sobrepasa y ni siquiera se acerca al límite de alarma que está marcado en 75 abs/0,1mm, por lo que a este kilometraje se puede considerar buenas condiciones de las muestras en cuanto a oxidación.

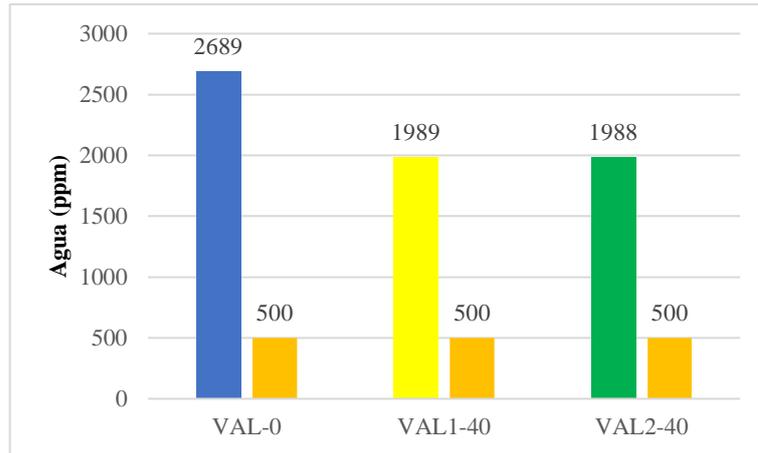


**Gráfico 38-3.** TAN de las muestras Valvoline recolectadas

Realizado por: Taco D., Tisalema J., 2021.

En el Gráfico 38-3 ninguna de las muestras analizadas sobrepasa el límite de alarma establecido en 3,5 mgKOH/g, más bien su TAN se reduce por debajo del valor de referencia de la muestra

VAL-0, hay que tener en cuenta que a menor acidez presente en el aceite ATF mayor vida útil este tendrá.

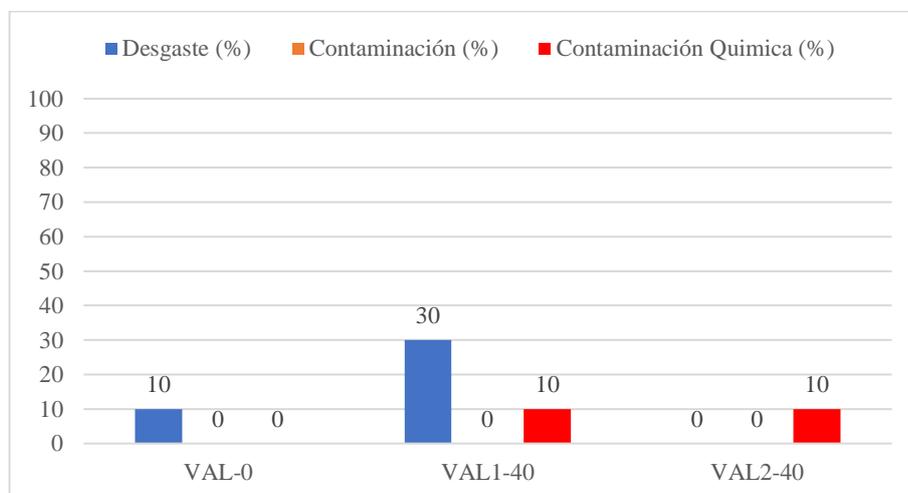


**Gráfico 39-3.** Contenido de agua presente en las muestras Valvoline recolectadas

Realizado por: Taco D., Tisalema J., 2021.

En el Gráfico 39-3 se observa que todas las muestras sobrepasan el límite de alarma establecido en 500 ppm, incluso la muestra VAL-0 que está siendo utilizada como referencia para el resto de muestras, esto puede estarse ocasionando porque la muestra VAL-0 estuvo almacenada en un espacio con contacto directo al ambiente lo que ocasiono que se genere partículas de agua en el interior del envase, ya que se probó diferentes calibraciones con ondas espectrales similares y en todas se obtuvo valores altos de contenido de agua, lo que podrían estar causando este fallo en las mediciones.

#### 3.3.2.4. Desgaste, Contaminación y Contaminación Química



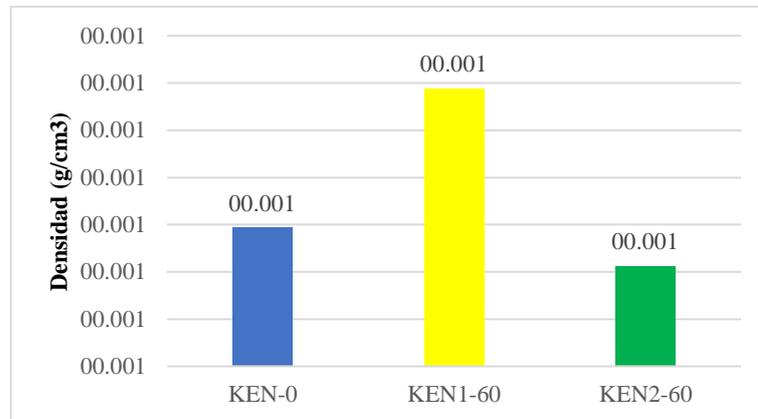
**Gráfico 40-3.** Desgaste, Contaminación y Contaminación Química de las muestras Valvoline recolectadas

Realizado por: Taco D., Tisalema J., 2021.

En el Gráfico 40-3 se observa que la muestra que mayor porcentaje de desgaste y contaminación química presenta es la muestra VAL1-40 con porcentajes de 30% y 10% respectivamente, pero no son valores que alarmen del todo ya que su índice ferroso ha aumentado en 1 con respecto a la muestra de referencia VAL-0 y para tener el kilometraje de 40.000 se considera en buenas condiciones, excepto por el contenido de agua.

### 3.3.3. Muestras de aceite ATF Kendall

#### 3.3.3.1. Densidad

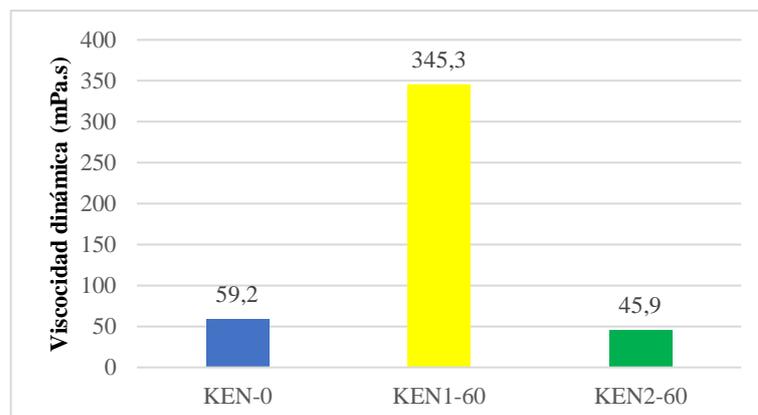


**Gráfico 41-3.** Densidades de las muestras Kendall recolectadas

Realizado por: Taco D., Tisalema J., 2021.

En el Gráfico 41-3 se puede observar un caso particular respecto a las muestras analizadas anteriormente ya que la densidad de la muestra KEN1-60 sobrepasa en un 3,47% el valor de referencia establecido por la muestra KEN-0, lo que está ocurriendo con esta muestra se podrá ir aclarando con las propiedades que se muestra más adelante, en cuanto a la muestra KEN2-0 presenta una densidad buena pese a su elevado kilometraje de recorrido.

#### 3.3.3.2. Viscosidad

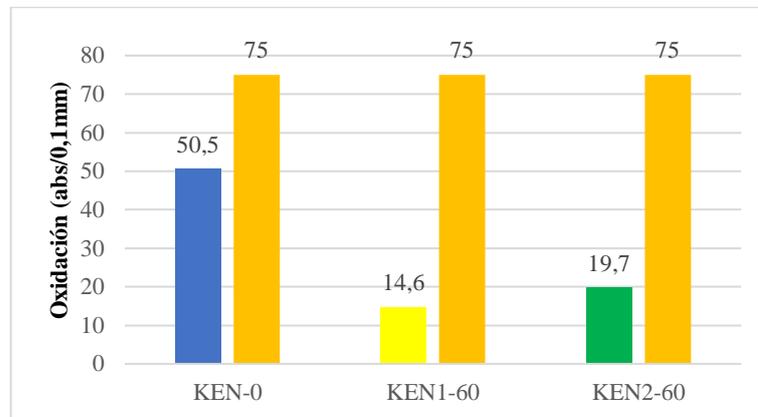


**Gráfico 42-3.** Viscosidades de las muestras Kendall recolectadas

Realizado por: Taco D., Tisalema J., 2021.

En el Gráfico 42-3 se puede constatar lo que está ocurriendo con la muestra KEN1-60 ya que su viscosidad se ha elevado en un 583%, como era de esperarse ya que su valor de densidad también es elevado, y estos datos están directamente relacionados, para el caso de la segunda muestra KEN2-60 con el mismo kilometraje, se observan mejores condiciones de viscosidades ya que solo se ha reducido en un 13,3% respecto a la muestra de referencia KEN-0

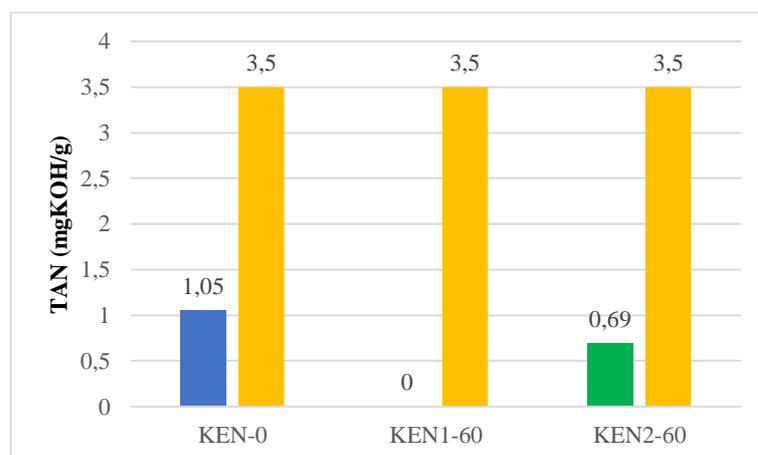
### 3.3.3.3. Oxidación, TAN y Contenido de agua



**Gráfico 43-3.** Oxidación de las muestras Kendall recolectadas

Realizado por: Taco D., Tisalema J., 2021.

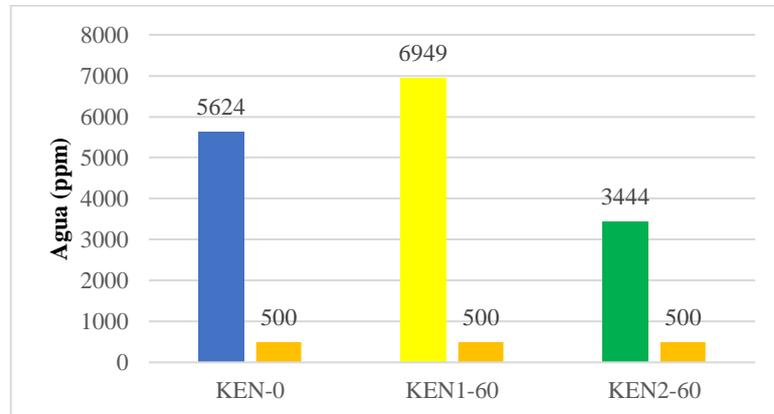
En el Gráfico 43-3 se muestra los valores de oxidación para las muestras de Kendall recolectadas, ninguna de las muestras sobrepasa su límite de alarma establecido en 75 abs/0,1mm, este límite se asemeje al de Valvoline por lo que hay que mencionar que estos límites lo establecen el equipo FluidScan comparando la similitud de la onda espectral con un aceite ATF de la biblioteca del equipo. Para la muestra KEN1-60 que presentaba dificultades tanto en su densidad como viscosidad se ha reducido el valor de oxidación incluso por debajo de la muestra KEN2-60.



**Gráfico 44-3.** TAN de las muestras Kendall recolectadas

Realizado por: Taco D., Tisalema J., 2021.

En el Gráfico 44-3 se observa un valor de 0 en cuanto al TAN de la muestra KEN1-60, esto se cree que ocurrió debido a un fallo en el equipo ya que para la muestra KEN2-60 si se obtiene un valor y para ambas muestras se utiliza la misma muestra de referencia, además porque se probó comparando con otras muestras de la biblioteca del equipo obteniendo el mismo valor de 0, en cuanto a la acidez de la muestra KEN2-60 se redujo con respecto a la muestra KEN-0.

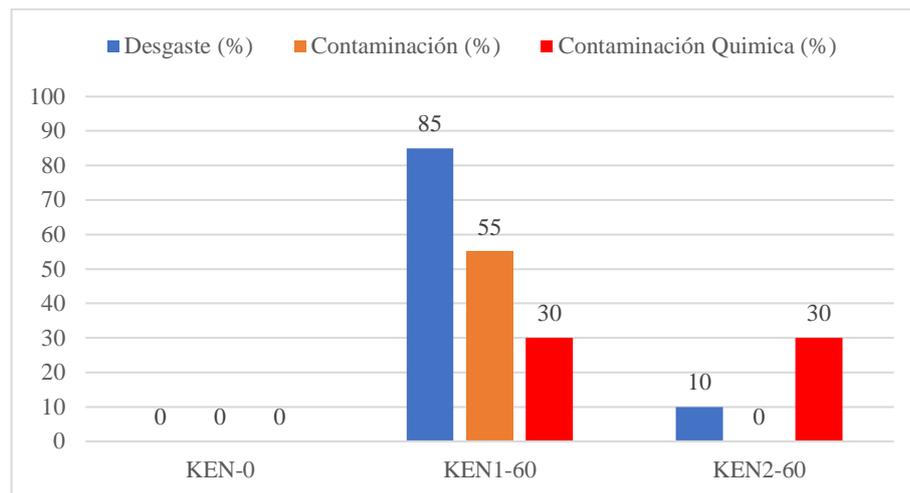


**Gráfico 45-3.** Contenido de agua presente en las muestras de Kendall recolectadas

Realizado por: Taco D., Tisalema J., 2021.

En el Gráfico 45-3 se observa algo similar a lo ocurrido con las muestras de Valvoline, ya que todas las muestras sobrepasan el límite de alarma establecido en 500 ppm, inclusive la muestra tomada como punto de referencia KEN-0, en el caso de la muestra KEN1-60 que venía presentando problemas se puede observar un altísimo contenido de agua que estaría ocasionando todos estos problemas. Para la muestra KEN2-60 se observa valores por debajo de la muestra de referencia, que tomaremos como punto de partida para las comparaciones ya que el equipo muestra valores fuera de concordancia.

### 3.3.3.4. Desgaste, Contaminación y Contaminación Química



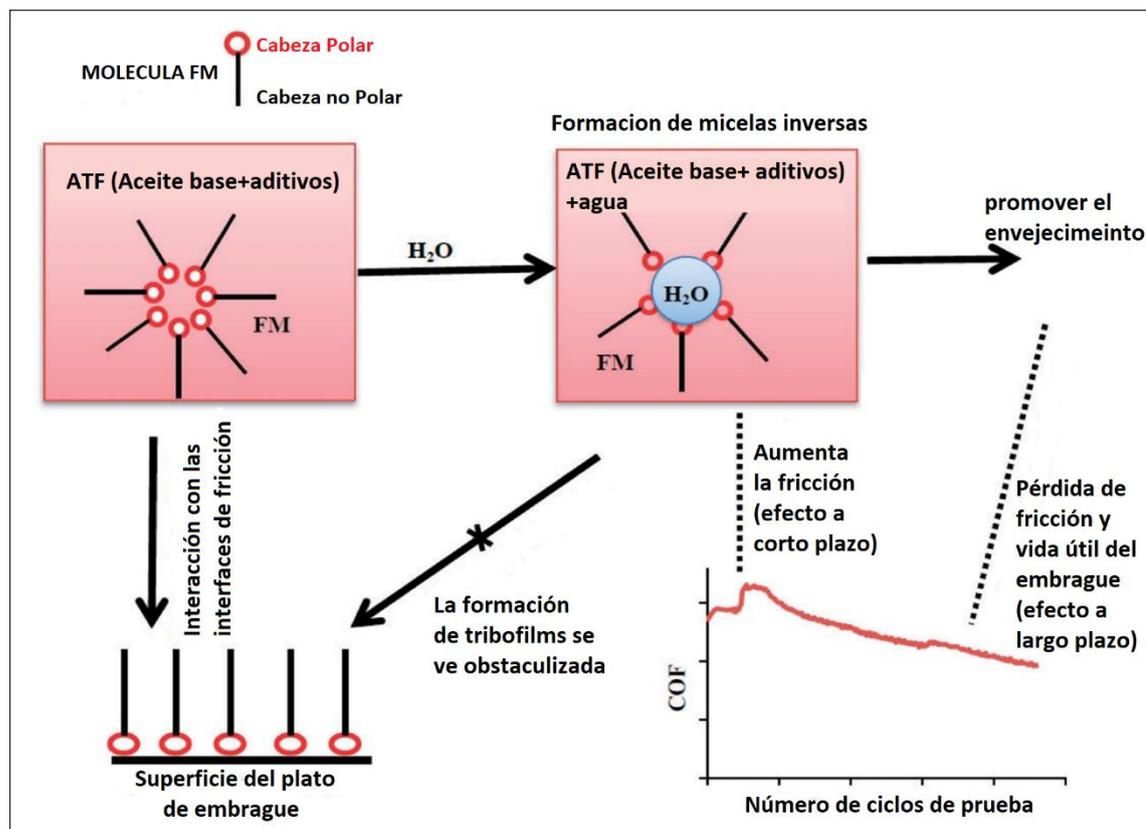
**Gráfico 46-3.** Desgaste, Contaminación y Contaminación Química de las muestras Kendall recolectadas

**Realizado por:** Taco D., Tisalema J., 2021.

En el Gráfico 46-3 se observa que la muestra KEN1-60 presenta un alto porcentaje de desgaste, un alto porcentaje de contaminación y un alto porcentaje de contaminación química, se cree que esto ocurre por el contenido de agua presente en dicho aceite que ocasiona que los elementos móviles internos de la AT trabajen a fricción, generando partículas de desgaste en el ATF que lo vuelve más viscoso, y dificulta la bombeabilidad del mismo a altas presiones, obteniendo temperaturas altas de trabajo que envejecen el aceite más rápido de lo común. En cuanto a la muestra KEN2-60 en términos generales se tiene una buena salud de este pese a su elevado kilometraje.

### 3.4. Discusión de resultados

A partir del protocolo a aplicar mencionado en la metodología, que es el análisis infrarrojo de aceites con el equipo FluidScan®, para el aceite usado en transmisiones automáticas, se puede corroborar y coincidir con (Wooton, 2001), que según su perspectiva sobre el análisis infrarrojo, menciona que, el análisis infrarrojo de aceite ha demostrado ser uno de los enfoques más rápidos y menos costosos para cumplir el objetivo deseado, lo que no sucede con el análisis de metales ya que no aporta tanta información sobre el lubricante a diferencia del espectro de infrarrojos.



**Figura 1-3.** Ilustración del posible mecanismo de degradación del ATF enrutado por el agua como contaminante. ATF: fluidos de transmisión automática; FM: modificador de fricción; COF: coeficiente de fricción.

Realizado por: Fatima et al., 2015.

Referente a la degradación del aceite por presencia de agua y que con el análisis infrarrojo se puede determinar su cantidad en ppm, la misma que varía en función de la marca de lubricante utilizado, el kilometraje, el tipo de trabajo del vehículo, el clima, la topología, entre otros, por lo que se puede demostrar la hipótesis anterior de la existencia de desgaste en una AT por el uso de lubricantes de diferentes casas comerciales. Según el resumen de la figura 28-3 de (Fatima et al., 2015) referente a la degradación por agua, se puede observar de manera clara, el cambio de la

función de los aditivos tensioactivos como los modificadores de fricción (FM) en la interfaces de fricción. Dado que la afinidad entre las moléculas de agua de FM es mayor que la afinidad entre las superficies de fricción de FM, la formación de tribofilm que modifica la fricción en la interfaz de fricción de las FM y otras moléculas tensioactivas se ve obstaculizada. Por otro lado, las interacciones entre estos aditivos y las moléculas de agua polares forman micelas inversas dispersas al azar.

La posibilidad de una tribofilm inadecuada que modifica la fricción en las interfaces de fricción puede ser la causa más considerable de una fricción mejorada momentáneamente, como se indica en la Figura 1-3. Además, el bloqueo de los poros y el vidriado del material de fricción pueden aumentar junto con una mayor producción de oxidación del aceite, u otros residuos de desgaste insolubles debido al rendimiento inadecuado de los aditivos tensioactivos como detergentes y dispersantes. La figura también demuestra que la condición alterada de la superficie de fricción y la alta fricción durante cierto período pueden ser responsables de la rápida degradación de la interfaz de fricción y la pérdida permanente del rendimiento del embrague. Los datos de fricción indicaron la rápida pérdida del COF medio durante una prueba de larga duración. En consecuencia, esto confirma que el aumento de la fricción es un efecto a corto plazo de la contaminación del agua en el ATF. Entonces, el estudio de (Fatima et al., 2015) indica dos posibles mecanismos de degradación del ATF por contaminación del agua:

- Formaciones rápidas de micelas inversas (responsables del aumento repentino de la fricción alrededor de 500 ciclos debido a la probable acción aditiva inadecuada)
- Promoción del envejecimiento (responsable de la disminución gradual de la fricción después de 1500 ciclos). Esto último se consideró como un impacto de agua ya que el agua se evaporó durante la prueba, pero la degradación aún avanzó.

Concerniente al análisis de viscosidad con el Viscosímetro rotacional NDJ-8S con una precisión de  $\pm 5\%$ , se evaluaron los cambios de viscosidad producidos por el envejecimiento térmico, donde se mostró anteriormente una disminución en la viscosidad dinámica y también una viscosidad mucho mayor. Del mismo modo en la investigación realizada por (Farfan et al., 2021), las viscosidades dinámicas se midieron utilizando un reómetro rotacional, donde las viscosidades cinemáticas se calcularon considerando las viscosidades dinámicas y las densidades obtenidas. Asimismo, los índices de viscosidad se estimaron mediante el procedimiento estándar en el que se consideraron las viscosidades cinemáticas a 40 y 100 °C. Al igual que en esta investigación de (Farfan et al., 2021) las pruebas se llevaron a cabo para las muestras frescas y envejecidas.

En general, al tratarse de la viscosidad y su aumento en los ATFs y después de discutir los resultados de ambas investigaciones se afirma que esta anomalía compromete en gran medida la

eficiencia de una AT, principalmente a bajas temperaturas, debido a que la fluidez del ATF, puede reducirse, produciendo deficiencias en el sistema, debido a la pérdida de la función hidráulica. En ambas investigaciones se utilizó un equipo rotacional, cumpliendo los objetivos planteados y corroborando la eficiencia de este tipo de equipos para uso científico.

## CONCLUSIONES

- En el proceso de la recolección de muestras de aceite ATF tipo Mercon V, se pudo constatar que este lubricante se aplica a vehículos desde el año 1988 hasta el 2012 a diferencia de su última actualización que es el Mercon LV, que se aplica desde el año 1998 hasta la actualidad 2021, por tal razón las muestras pertenecen al rango de años del Mercon V, la obtención de muestras fue compleja por la poca existencia de talleres especializados, la colaboración de los mismo y el escaso mantenimiento preventivo que los usuarios de este tipo de vehículos aplica.
- En el proceso de obtener información sobre transmisiones automáticas y aceites ATF, se logró conseguir información de investigaciones y estudios de otros países a diferencia de Ecuador, donde no se encontraron investigaciones o estudios similares, por tal motivo esta investigación realiza un aporte inicial y brinda un punto de partida para futuras investigaciones referentes a aceites utilizados transmisiones automáticas.
- En las encuestas realizadas a talleres especializados en transmisiones automáticas en la ciudad de Quito, se puede evidenciar que en la mayoría de los talleres no se utiliza el aceite que recomienda el fabricante, utilizan uno de características similares, que resulta más económico para el propietario del vehículo, además no todos los talleres utilizan un equipo de extracción de aceite, ocasionando un mantenimiento inadecuado que provoca reducción de la vida útil de la transmisión automática
- Como resultado del análisis de las propiedades físico-químicas de las muestras de aceites ATF tipo Mercon V recolectadas, se pudo encontrar que para las muestras de aceite ATF Motorcraft, en el caso de la muestra MOT-50, pese a su alto kilometraje se encuentra en condiciones regulares excepto por su reducción de viscosidad del 83% , contaminación química del 10% y un contenido de agua que está llegando a su límite de alarma que es de 600 ppm, a diferencia de la muestra MOT-22 de menor kilometraje que debería presentar mejores características, pero que sobrepasa el límite de alarma en cuanto al contenido de agua, con un valor de 1243 ppm, de la misma manera se presenta un mayor porcentaje de desgaste del 55%, ocasionado por un índice ferroso de 5 y una contaminación química del 30% resultante del índice químico de 6. Con respecto a las muestras de aceite ATF Valvoline, se presentan mejores condiciones excepto por el alto contenido de agua de 1989 ppm y un desgaste del 30% ocasionado por un índice ferroso de 3 en la muestra VAL1-40 y un alto contenido de agua de 1989 ppm en la muestra VAL2-40. Concerniente a las muestras de

Aceite ATF Kendall, se presenta un caso especial en la muestra KEN1-60, con un alto porcentaje de desgaste del 85% ocasionado por un índice ferroso de 489, es decir un altísimo contenido de partículas de hierro en el aceite resultante de la contaminación por agua con un valor de 6949 ppm, de la misma manera se obtienen datos altos de viscosidad con un valor de 345,3 mPa·s, ocasionado por lo ya mencionado anteriormente, a diferencia de la muestra KEN2-60 que tiene el mismo kilometraje pero presenta mejores características excepto por el contenido de agua de 3444 ppm.

- Algunas de las muestras de aceite ATF recolectadas muestran buenas condiciones o por lo menos condiciones regulares a altos kilometrajes como es el caso de la muestra MOT-50 y KEN2-60, este se debería al mantenimiento correcto que se le está dando a la AT, por otro lado, también tenemos muestras que presentan condiciones pésimas pese a su poco kilometraje, el caso de la muestra MOT-22 , VAL1-40 y VAL2.40, su principal causante es el agua, ya que en todas estas muestras se encontró un porcentaje alto de este líquido. Es así como se tiene que mencionar que la marca original de ATF Motorcraft presenta buenas prestaciones siempre y cuando se le dé un mantenimiento adecuado a la AT, en cuento a las marcas Valvoline y Kendall se asume que se desempeñarían mejor de no ser por el contenido de agua presente, teniendo en cuenta que es un factor externo que está perjudicando el buen desempeño del ATF. Llegando a la conclusión de que el uso de un aceite de diferente casa comercial al original recomendado por el fabricante no causa mayor desgaste en un AT, pero si el uso de un aceite de diferente tipología al que recomienda el fabricante, ya que una AT no está diseñada para funcionar con cualquier tipo de ATF.

## RECOMENDACIONES

- Se debe utilizar el aceite ATF que especifica el fabricante según el tipo de AT o uno de similares características, guiándose en el datasheet del aceite, o de ser necesario el manual de Lubegard, pero jamás un ATF de diferente tipología al que recomienda el fabricante ya que se estaría ocasionando un daño gravísimo a los componentes internos de la AT, generando mayor desgaste y por ende un acortamiento de su vida útil.
- Se debe utilizar obligatoriamente la maquina intercambiadora de aceite ATF, que saca el ATF usado de la AT e introduce el nuevo ATF ya que de lo contrario no se estaría realizando un mantenimiento correcto, dejando aproximadamente un 50% de ATF residual en el interior de la AT, tanto en el convertidor de par, cuerpo de válvulas y demás componentes internos.
- Para la toma de muestras se recomienda realizar la recolección en frascos limpios y libres de cualquier residuo, para evitar contaminar la muestra y garantizar la exactitud de los análisis, además, que la muestra sea tomada directamente de la AT o de la maquina intercambiadora.
- Durante el análisis de aceites con los equipos de medición, limpiar de manera puntual los envases utilizados, usillos, probetas, jeringas y todos los accesorios utilizados, para evitar que las muestras usadas como originales se mezclen entre ellas.
- En base a los resultados obtenidos se recomienda que el cambio de aceite sea regular en este tipo de transmisión y se lo realice antes de los 30000 km, de esta manera las propiedades físicas se mantienen aceptables, así como la función hidráulica del ATF.
- Los recipientes que contienen este tipo de aceite deben ser almacenados en lugares secos y libres de humedad ya que el contacto con el ambiente, pese a mantenerse sellado el envase, puede ocasionar que se genere partículas de agua en interior, repercutiendo la salud del aceite y por ende el de la AT en el que sea usado.

## BIBLIOGRAFIA

**AMETEK SPECTRO SCIENTIFIC.** *FluidScan 1000 Series Portable Fluid Condition Monitor* [en línea]. 2019. [Consulta: 28 junio 2021]. Disponible en: <https://www.spectrosci.com/product/fluidscan-1100>

**ANTON PAAR.** *DMA 35 Portable Density/Specific Gravity/Concentration Meter*. Graz-Austria: Anton Paar GmbH, 2010.

**ANTON PAAR.** *DMA 35 Medidor portatil de concentración/gravedad específica/densidad*. [en línea]. [Consulta: 28 junio 2021]. 2014. Disponible en: <https://sanicoarg.com.ar/public/files/573f06a06be39.pdf>

**ANTON PAAR.** *Densímetro Portatil: DMA 35 Basic* [en línea]. 2021. [Consulta: 27 junio 2021]. Disponible en: <https://www.anton-paar.com/co-es/productos/detalles/densimetro-portatil-dmatm-35-basic/>

**ASI, O.** "Fatigue failure of a helical gear in a gearbox". *Engineering Failure Analysis*, vol. 13, (2006), (Turquia). pp. 1116-1125.

**ASTM D4739-17.** *Método de prueba estándar para la determinación del número base por titulación potenciométrica de ácido clorhídrico*.

**ASTM D6304-20.** *Método de prueba estándar para la determinación de agua en productos derivados del petróleo, aceites lubricantes y aditivos mediante valoración coulométrica de Karl Fischer*.

**ASTM D664-18E2.** *Método de prueba estándar para el número ácido de productos de petróleo por titulación potenciométrica*.

**ASTM D7777-13.** *Método de prueba estándar para densidad, densidad relativa o gravedad API de petróleo líquido mediante un medidor de densidad digital portátil*.

**ASTM D7889-21.** *Método de prueba estándar para la determinación de campo de las propiedades de los fluidos en servicio mediante espectroscopia de infrarrojos*.

**ASTM E2412-10.** *Práctica estándar para el monitoreo del estado de lubricantes en servicio mediante análisis de tendencias utilizando espectrometría infrarroja por transformada de Fourier (FT-IR)*.

**AVILA, J.** Determinación del desgaste de los elementos mecánicos del motor mediante el análisis de aceite usado [en línea]. (Trabajo de Titulación). (Maestría) Universidad del Azuay, Cuenca, Ecuador. 2017. [Consulta: 30 junio 2021]. Disponible en: <http://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/8281/1/14004.pdf>.

**BLACKSTONE LABORATORIES.** *Oil Report* [en línea]. 2017. [Consulta: 14 junio 2021]. Disponible en: <https://www.blackstone-labs.com/engine-types/transmission/#>

**ČALETA, T.; & PETEK, R.** UTJECAJ BAZNIH KOMPONENTI NA REOLOŠKE

KARAKTERISTIKE MAZIVA ZA AUTOMATSKE MJENJAČE [en línea]. 2008. [Consulta: 12 junio 2021]. ISSN 0350-350X. Disponible en: <https://hrcak.srce.hr/file/46107>

**FARFAN, Leonardo; et al.** "Influence of oxidation of automatic transmission fluids (ATFs) and sliding distance on friction coefficients of a wet clutch in the running-in stage". *Friction* [en línea], 2021, 9(2), pp. 401-414. [Consulta: 12 junio 2021]. ISSN 22237704. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s40544-020-0406-z>

**FATIMA, Nowshir; et al.** "Degradation mechanism of automatic transmission fluid by water as a contaminant". *Journal of Engineering Tribology* [en línea], 2015, 229(1), pp. 74-85. [Consulta: 12 junio 2021]. ISSN 2041305X. Disponible en: <https://doi.org/10.1177/1350650114542477>

**HERNÁNDEZ, Roberto; et al.** *Metodología de la Investigación*. 6ª Edición. Mexico-Mexico D.F.: McGraw-Hill Interamericana Editores, S.A., 2014. ISBN: 9781456223960

**INGRAM, M.; et al.** "Frictional properties of automatic transmission fluids: Part I - Measurement of friction-sliding speed behavior". *Tribology Transactions* [en línea], 2010, 54(1), pp. 145-153. [Consulta: 12 junio 2021]. ISSN 10402004. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1080/10402004.2010.531888>

**JIMÉNEZ, Eusebio; et al.** *Algunas consideraciones sobre el método de investigación Hipotético-Deductivo en la enseñanza de la Ingeniería*. Sonora-México, 2009. ISBN 9786079530914

**JOSEPH, I.** "Driveline Fundamentals and Lubrication". *Chemistry and Technology of Lubricants* [en línea], 2010, pp. 325-344. [Consulta: 12 junio 2021]. ISBN 9781402086625. Disponible en: [https://doi.org/10.1023/b105569\\_10](https://doi.org/10.1023/b105569_10)

**KENDALL.** *Kendall MERCON V ATF* [en línea]. 2017. [Consulta: 12 junio 2021]. Disponible en: <https://shop.sclubricants.com/kendall-mercon-v-atf>

**LANCASTER, J.** "A review of the influence of environmental humidity and water on friction, lubrication and wear". *Tribology International* [en línea], 1990, 23(6), pp. 371-389. [Consulta: 13 junio 2021]. ISSN 0301679X. Disponible en: [https://doi.org/10.1016/0301-679X\(90\)90053-R](https://doi.org/10.1016/0301-679X(90)90053-R)

**LATIP, Syazuan; et al.** "Wear elemental spectrometric quantitative analysis of used perodua automatic transmission fluid-3 series (ATF-3)". *Procedia Engineering* [en línea], 2013, 68, pp. 193-198. [Consulta: 12 junio 2021]. ISSN 18777058. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2013.12.167>

**LUBEGARD.** *OEM ATF and Conversion Chart* [en línea]. 2021, 13ª Edición. [Consulta: 13 junio 2021]. Disponible en: <https://www.lubegard.com/wp-content/uploads/2018/10/2021-13th-Edition-OEM-ATF-Conversion-Chart.pdf>

**MCFADDEN, Chris; et al.** "Electrical Conductivity of New and Used Automatic Transmission Fluids". *SAE International Journal of Fuels and Lubricants*, vol. 9, no. 3 (2016), pp. 519-526.

**MDW.** *Valvoline MERCON V Transmission Fluid*. 2019.

**MJR TECHNOLOGIES LLC.** *OilView ® Quick-Check User Manual* [en línea]. 2015.

[Consulta: 30 junio 2021]. Disponible en: <http://mjrtechnologies.com/media/2930d42471db47c6ffff8703ffffe415.PDF>

**MONLEÓN, A.** *Diseño y planificación de estudios científicos: Calidad de datos (data management) y principios de diseño experimental* [en línea]. Barcelona-España, 2017. [Consulta: 26 junio 2021]. Disponible en: <https://books.google.com.ec/books?id=iKpwDwAAQBAJ&pg=PA17&lpg=PA17&dq=Método+de+la+medición:+es+el+método+empírico+que+se+desarrolla+con+el+objetivo+de+obtener+información+numérica+acerca+de+una+propiedad+o+cualidad+del+objeto,+proceso+o+fenómeno,+donde+s>.

**MOTORCRAFT.** *Motorcraft MERCON V Automatic Transmission Fluid*. [en línea]. 2021. [Consulta: 13 junio 2021]. Disponible en: [https://www.motorcraft.com/content/dam/ford-motorcraft/en\\_us/motorcraft\\_global/products/lubricants/Product-Data-Sheet-MERCON-V.pdf](https://www.motorcraft.com/content/dam/ford-motorcraft/en_us/motorcraft_global/products/lubricants/Product-Data-Sheet-MERCON-V.pdf)

**MOTOROK.** *Técnicas en Transmisiones Automáticas comparte los secretos del fluido ATF* [blog]. 2017. [Consulta: 12 junio 2021]. Disponible en: <https://www.motorok.com/noticias/tecnicas-transmisiones-automaticas-fluido-atf/>.

**NDJ-8S.** *Operation manual for NDJ-8S digital rotary viscometer* [en línea]. 2016. [Consulta: 01 julio 2021]. Disponible en: <https://silو.tips/download/operation-manual-for-ndj-8s-digital-rotary-viscometer>

**OILVIEW.** *OilView® Quick-Check Analyzer* [en línea]. 2010. [Consulta: 30 junio 2021]. Disponible en: <http://www.improtek.cl/assets/oilview-quickcheck.pdf>

**RAHMAN, N. & KATON, M.** "Wear element monitoring by spectrometric analysis in automatic transmission bus". *Journal of Advanced Research in Fluid Mechanics and Thermal Sciences*, vol. 50, no. 2 (2018). pp. 89-96.

**RODRÍGUEZ, A. & PÉREZ, A.** "Métodos científicos de indagación y de construcción del conocimiento". *Revista Eescuela de Administración de Negocios* [en línea]. 2017, (Colombia), 82, pp. 1-26. [Consulta: 26 junio 2021]. ISSN 01208160. Disponible en: <https://doi.org/10.21158/01208160.n82.2017.1647>

**SÁNCHEZ, F.** "Fundamentos Epistémicos de la Investigación Cualitativa y Cuantitativa: Consensos y Disensos". *Revista Digital De Investigación En Docencia Universitaria* [en línea], 2019, 13(1), pp. 102-222. [Consulta: 26 junio 2021]. Disponible en: <https://doi.org/10.19083/ridu.2019.644>

**SPECTRO SCIENTIFIC.** *FluidScan® Q1100 FL356 Operator's Guide*. 2014.

**TESTOIL INDUSTRIAL ANALYSIS.** *Analysis Report*. 2015 [en línea]. [Consulta: 12 junio 2021]. Disponible en: <https://forms.testoil.com/acton/attachment/4748/f-014b/1/-/-/-/Engine-Report.pdf>

**WARREN, B.; et al.** 2018. Automatic transmission fluid corrosion inhibitor interactions with copper. *Lubrication Science* [en línea], 2018, 30(6), pp. 301-315. [Consulta: 12 junio 2021]. ISSN

09540075. Disponible en: <https://doi.org/10.1002/lis.1422>

**WOOTON, D.** "Applications of spectroscopy in the fuels and lubrication industry". *Applied Spectroscopy Reviews* [en línea], 2001, 36(4), pp. 315-332. [Consulta: 12 junio 2021]. ISSN 05704928. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1081/ASR-100107717>

**YOKOMIZO, Masato; et al.** *Lubricants Formulation Technology for Fuel Saving Performance in Automatic Transmissions* [en línea]. 2015. [Consulta: 12 junio 2021]. ISSN 01487191. Disponible en: <https://doi.org/10.4271/2015-01-2037>

**ZHENG, Changsong; et al.** "Oil-based maintenance interval optimization for power-shift steering transmission". *Advances in Mechanical Engineering* [en línea], 2018, 10(2), pp. 1-8. [Consulta: 13 junio 2021]. Disponible en: <https://doi.org/10.1177%2F1687814018760921>

## ANEXOS

### Anexo A. Encuesta técnica realizada al Taller ECU Performance.

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO  
ESCUELA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

ENCUESTA DIRIGIDA A TALLERES QUE REALIZAN MANTENIMIENTO A VEHÍCULOS EQUIPADOS CON TRANSMISIÓN AUTOMÁTICA

Estimado Propietarios / Trabajador, la información proporcionada es confidencial y será usado únicamente con fines investigativos, agradecemos su aporte de información.

Nombre del propietario / Jefe de taller: Ing. Carlos Beltran

Fecha: 15-07-2021

Nombre del local: ECU Performance

**PREGUNTAS:**

- ¿Con que frecuencia realiza cambios de aceite en transmisiones automáticas en su taller?  
a. 1 a 3 vehículos semanales  
b. 4 a 6 vehículos semanales  
c. 7 a 9 vehículos semanales  
d. Otros:.....
- ¿Los Técnicos que laboran en su taller reciben capacitación constante sobre Transmisiones Automáticas?  
SI  NO
- ¿Qué marca de vehículo realiza los cambios de aceite de las transmisiones automáticas?  
a. Chevrolet  
b. Kia  
c. Hyundai  
d. Ford  
e. Mazda  
f. Otros:.....
- ¿Qué marca de aceite ATF es la más utilizada en su taller?  
a. Kendall  
b. Valvoline  
c. Motorcraft  
d. Castrol  
e. Otros:.....
- ¿Considera usted que el uso de un diferente tipo aceite ATF al que recomienda el fabricante ocasiona mayor desgaste en una transmisión automática?  
SI  NO

6. ¿Al momento de realizar el cambio de aceite ATF utiliza la marca de aceite que recomienda el fabricante?  
SI  NO

7. ¿Utiliza algún tipo de maquina o equipo especial para la extracción del aceite ATF al momento de realizar el cambio?  
SI  NO

### Anexo B. Encuesta técnica realizada al Taller Autotronic Performance.

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO  
ESCUELA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

ENCUESTA DIRIGIDA A TALLERES QUE REALIZAN MANTENIMIENTO A VEHÍCULOS EQUIPADOS CON TRANSMISIÓN AUTOMÁTICA

Estimado Propietarios / Trabajador, la información proporcionada es confidencial y será usado únicamente con fines investigativos, agradecemos su aporte de información.

Nombre del propietario / Jefe de taller: Ing. Pablo Leon

Fecha: 15-08-2021

Nombre del local: Autotronic Performance

**PREGUNTAS:**

- ¿Con que frecuencia realiza cambios de aceite en transmisiones automáticas en su taller?  
a. 1 a 3 vehículos semanales  
b. 4 a 6 vehículos semanales  
c. 7 a 9 vehículos semanales  
d. Otros:.....
- ¿Los Técnicos que laboran en su taller reciben capacitación constante sobre Transmisiones Automáticas?  
SI  NO
- ¿Qué marca de vehículo realiza los cambios de aceite de las transmisiones automáticas?  
a. Chevrolet  
b. Kia  
c. Hyundai  
d. Ford  
e. Mazda  
f. Otros:.....
- ¿Qué marca de aceite ATF es la más utilizada en su taller?  
a. Kendall  
b. Valvoline  
c. Motorcraft  
d. Castrol  
e. Otros:.....
- ¿Considera usted que el uso de un diferente tipo aceite ATF al que recomienda el fabricante ocasiona mayor desgaste en una transmisión automática?  
SI  NO

6. ¿Al momento de realizar el cambio de aceite ATF utiliza la marca de aceite que recomienda el fabricante?  
SI  NO

7. ¿Utiliza algún tipo de maquina o equipo especial para la extracción del aceite ATF al momento de realizar el cambio?  
SI  NO

**Anexo C. Encuesta técnica realizada al Taller Ford Motortrek.**

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO  
ESCUELA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

ENCUESTA DIRIGIDA A TALLERES QUE REALIZAN MANTENIMIENTO A VEHÍCULOS EQUIPADOS CON TRANSMISIÓN AUTOMÁTICA

Estimado Propietarios / Trabajador, la información proporcionada es confidencial y será usado únicamente con fines investigativos, agradecemos su aporte de información.

Nombre del propietario / Jefe de taller: Milton Ponce

Fecha: 15-07-2021

Nombre del local: Motortrek

**PREGUNTAS:**

1. ¿Con que frecuencia realiza cambios de aceite en transmisiones automáticas en su taller?

a. 1 a 3 vehículos semanales  
b. 4 a 6 vehículos semanales  
c. 7 a 9 vehículos semanales  
d. Otros:.....

2. ¿Los Técnicos que laboran en su taller reciben capacitación constante sobre Transmisiones Automáticas?

SI  NO

3. ¿Qué marca de vehículo realiza los cambios de aceite de las transmisiones automáticas?

a. Chevrolet  
b. Kia  
c. Hyundai  
d. Ford  
e. Mazda  
f. Otros: Jeep

4. ¿Qué marca de aceite ATF es la más utilizada en su taller?

a. Kendall  
b. Valvoline  
c. Motorcraft  
d. Castrol  
e. Otros:.....

5. ¿Considera usted que el uso de un diferente tipo aceite ATF al que recomienda el fabricante ocasiona mayor desgaste en una transmisión automática?

SI  NO

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO  
ESCUELA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

6. ¿Al momento de realizar el cambio de aceite ATF utiliza la marca de aceite que recomienda el fabricante?

SI  NO

7. ¿Utiliza algún tipo de maquina o equipo especial para la extracción del aceite ATF al momento de realizar el cambio?

SI  NO

**Anexo D. Encuesta técnica realizada al Taller JC Transmissions.**

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO  
ESCUELA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

ENCUESTA DIRIGIDA A TALLERES QUE REALIZAN MANTENIMIENTO A VEHÍCULOS EQUIPADOS CON TRANSMISIÓN AUTOMÁTICA

Estimado Propietarios / Trabajador, la información proporcionada es confidencial y será usado únicamente con fines investigativos, agradecemos su aporte de información.

Nombre del propietario / Jefe de taller: Rommel Tujames

Fecha: 15-06-2021

Nombre del local: JC Transmissions

**PREGUNTAS:**

1. ¿Con que frecuencia realiza cambios de aceite en transmisiones automáticas en su taller?

a. 1 a 3 vehículos semanales  
b. 4 a 6 vehículos semanales  
c. 7 a 9 vehículos semanales  
d. Otros:.....

2. ¿Los Técnicos que laboran en su taller reciben capacitación constante sobre Transmisiones Automáticas?

SI  NO

3. ¿Qué marca de vehículo realiza los cambios de aceite de las transmisiones automáticas?

a. Chevrolet  
b. Kia  
c. Hyundai  
d. Ford  
e. Mazda  
f. Otros:.....

4. ¿Qué marca de aceite ATF es la más utilizada en su taller?

a. Kendall  
b. Valvoline  
c. Motorcraft  
d. Castrol  
e. Otros:.....

5. ¿Considera usted que el uso de un diferente tipo aceite ATF al que recomienda el fabricante ocasiona mayor desgaste en una transmisión automática?

SI  NO

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO  
ESCUELA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

6. ¿Al momento de realizar el cambio de aceite ATF utiliza la marca de aceite que recomienda el fabricante?

SI  NO

7. ¿Utiliza algún tipo de maquina o equipo especial para la extracción del aceite ATF al momento de realizar el cambio?

SI  NO

**Anexo E. Encuesta técnica realizada al Taller J&J Transmisiones Automáticas.**

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO  
ESCUELA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

ENCUESTA DIRIGIDA A TALLERES QUE REALIZAN MANTENIMIENTO A VEHÍCULOS EQUIPADOS CON TRANSMISIÓN AUTOMÁTICA

Estimado Propietarios / Trabajador, la información proporcionada es confidencial y será usado únicamente con fines investigativos, agradecemos su aporte de información.

Nombre del propietario / jefe de taller: José Roberto Comasano

Fecha: 13.01.2021

Nombre del local: Transmisiones Automáticas J & J

**PREGUNTAS:**

- ¿Con que frecuencia realiza cambios de aceite en transmisiones automáticas en su taller?
  - a. 1 a 3 vehículos semanales
  - b. 4 a 6 vehículos semanales
  - c. 7 a 9 vehículos semanales
  - d. Otros: .....
- ¿Los Técnicos que laboran en su taller reciben capacitación constante sobre Transmisiones Automáticas?
 

SI  NO
- ¿Qué marca de vehículo realiza los cambios de aceite de las transmisiones automáticas?
  - a. Chevrolet
  - b. Kia
  - c. Hyundai
  - d. Ford
  - e. Mazda
  - f. Otros: .....
- ¿Qué marca de aceite ATF es la más utilizada en su taller?
  - a. Kendall
  - b. Valvoline
  - c. Motorcraft
  - d. Castrol
  - e. Otros: .....
- ¿Considera usted que el uso de un diferente tipo aceite ATF al que recomienda el fabricante ocasiona mayor desgaste en una transmisión automática?
 

SI  NO

*Que sea de la misma superficie del fabricante*
6. ¿Al momento de realizar el cambio de aceite ATF utiliza la marca de aceite que recomienda el fabricante?
 

SI  NO
7. ¿Utiliza algún tipo de maquina o equipo especial para la extracción del aceite ATF al momento de realizar el cambio?
 

SI  NO

**Anexo F. Encuesta técnica realizada al Taller la Clínica del Automóvil.**

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO  
ESCUELA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

ENCUESTA DIRIGIDA A TALLERES QUE REALIZAN MANTENIMIENTO A VEHÍCULOS EQUIPADOS CON TRANSMISIÓN AUTOMÁTICA

Estimado Propietarios / Trabajador, la información proporcionada es confidencial y será usado únicamente con fines investigativos, agradecemos su aporte de información.

Nombre del propietario / jefe de taller: José Iván Carlos Platón

Fecha: 12.07.2021

Nombre del local: La Clínica del Automóvil

**PREGUNTAS:**

- ¿Con que frecuencia realiza cambios de aceite en transmisiones automáticas en su taller?
  - a. 1 a 3 vehículos semanales
  - b. 4 a 6 vehículos semanales
  - c. 7 a 9 vehículos semanales
  - d. Otros: .....
- ¿Los Técnicos que laboran en su taller reciben capacitación constante sobre Transmisiones Automáticas?
 

SI  NO
- ¿Qué marca de vehículo realiza los cambios de aceite de las transmisiones automáticas?
  - a. Chevrolet
  - b. Kia
  - c. Hyundai
  - d. Ford
  - e. Mazda
  - f. Otros: .....
- ¿Qué marca de aceite ATF es la más utilizada en su taller?
  - a. Kendall
  - b. Valvoline
  - c. Motorcraft
  - d. Castrol
  - e. Otros: Arco
- ¿Considera usted que el uso de un diferente tipo aceite ATF al que recomienda el fabricante ocasiona mayor desgaste en una transmisión automática?
 

SI  NO
6. ¿Al momento de realizar el cambio de aceite ATF utiliza la marca de aceite que recomienda el fabricante?
 

SI  NO
7. ¿Utiliza algún tipo de maquina o equipo especial para la extracción del aceite ATF al momento de realizar el cambio?
 

SI  NO

**Anexo G. Encuesta técnica realizada al Taller Transfer Quito.**

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO  
ESCUELA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

ENCUESTA DIRIGIDA A TALLERES QUE REALIZAN MANTENIMIENTO A VEHÍCULOS EQUIPADOS CON TRANSMISIÓN AUTOMÁTICA

Estimado Propietario / Trabajador, la información proporcionada es confidencial y será usado únicamente con fines investigativos, agradecemos su aporte de información.

Nombre del propietario / jefe de taller: Manuel Urbina

Fecha: 15 de febrero de 2014

Nombre del local: Taller Transfer Quito

**PREGUNTAS:**

1. ¿Con qué frecuencia realiza cambios de aceite en transmisiones automáticas en su taller?

a. 1 a 3 vehículos semanales  
b. 4 a 6 vehículos semanales  
c. 7 a 9 vehículos semanales  
d. Otros: 7 a 9

2. ¿Los Técnicos que laboran en su taller reciben capacitación constante sobre Transmisiones Automáticas?

SI  NO

3. ¿Qué marca de vehículo realiza los cambios de aceite de las transmisiones automáticas?

a. Chevrolet  
b. Kia  
c. Hyundai  
d. Ford  
e. Mazda  
f. Otros: Toyota

4. ¿Qué marca de aceite ATF es la más utilizada en su taller?

a. Kendall  
b. Valvoline  
c. Motorcraft  
d. Castrol  
e. Otros: Castrol

5. ¿Considera usted que el uso de un diferente tipo de aceite ATF al que recomienda el fabricante ocasiona mayor desgaste en una transmisión automática?

SI  NO

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO  
ESCUELA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

5. ¿Al momento de realizar el cambio de aceite ATF utiliza la marca de aceite que recomienda el fabricante?

SI  NO

7. ¿Utiliza algún tipo de máquina o equipo especial para la extracción del aceite ATF al momento de realizar el cambio?

SI  NO

**Anexo H. Encuesta técnica realizada al Taller Ra-pits Transmisiones Automáticas.**

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO  
ESCUELA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

ENCUESTA DIRIGIDA A TALLERES QUE REALIZAN MANTENIMIENTO A VEHÍCULOS EQUIPADOS CON TRANSMISIÓN AUTOMÁTICA

Estimado Propietario / Trabajador, la información proporcionada es confidencial y será usado únicamente con fines investigativos, agradecemos su aporte de información.

Nombre del propietario / jefe de taller: Tec. Rigoberto Chique

Fecha: 15 de febrero de 2014

Nombre del local: Ra-pits - Transmisiones Automáticas

**PREGUNTAS:**

1. ¿Con qué frecuencia realiza cambios de aceite en transmisiones automáticas en su taller?

a. 1 a 3 vehículos semanales  
b. 4 a 6 vehículos semanales  
c. 7 a 9 vehículos semanales  
d. Otros: 7 a 9

2. ¿Los Técnicos que laboran en su taller reciben capacitación constante sobre Transmisiones Automáticas?

SI  NO

3. ¿Qué marca de vehículo realiza los cambios de aceite de las transmisiones automáticas?

a. Chevrolet  
b. Kia  
c. Hyundai  
d. Ford  
e. Mazda  
f. Otros: Toyota

4. ¿Qué marca de aceite ATF es la más utilizada en su taller?

a. Kendall  
b. Valvoline  
c. Motorcraft  
d. Castrol  
e. Otros: Castrol

5. ¿Considera usted que el uso de un diferente tipo de aceite ATF al que recomienda el fabricante ocasiona mayor desgaste en una transmisión automática?

SI  NO

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO  
ESCUELA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

6. ¿Al momento de realizar el cambio de aceite ATF utiliza la marca de aceite que recomienda el fabricante?

SI  NO

7. ¿Utiliza algún tipo de máquina o equipo especial para la extracción del aceite ATF al momento de realizar el cambio?

SI  NO

**Anexo I. Encuesta técnica realizada al Taller Transmisiones Automáticas JD.**

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO  
ESCUELA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

ENCUESTA DIRIGIDA A TALLERES QUE REALIZAN MANTENIMIENTO A VEHÍCULOS EQUIPADOS CON TRANSMISIÓN AUTOMÁTICA

Estimado Propietarios / Trabajador, la información proporcionada es confidencial y será usado únicamente con fines investigativos, agradecemos su aporte de información.

Nombre del propietario / Jefe de taller: José Luis Jaita

Fecha: 12-03-2021

Nombre del local: Transmisiones Automáticas JD

**PREGUNTAS:**

- ¿Con que frecuencia realiza cambios de aceite en transmisiones automáticas en su taller?
  - 1 a 3 vehículos semanales
  - 4 a 6 vehículos semanales
  - 7 a 9 vehículos semanales
  - Otros:.....
- ¿Los Técnicos que laboran en su taller reciben capacitación constante sobre Transmisiones Automáticas?
 

SI  NO
- ¿Qué marca de vehículo realiza los cambios de aceite de las transmisiones automáticas?
  - Chevrolet
  - Kia
  - Hyundai
  - Ford
  - Mazda
  - Otros:.....
- ¿Qué marca de aceite ATF es la más utilizada en su taller?
  - Kendall
  - Valvoline
  - Motorcraft
  - Castrol
  - Otros:.....
- ¿Considera usted que el uso de un diferente tipo aceite ATF al que recomienda el fabricante ocasiona mayor desgaste en una transmisión automática?
 

SI  NO

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO  
ESCUELA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

- ¿Al momento de realizar el cambio de aceite ATF utiliza la marca de aceite que recomienda el fabricante?
 

SI  NO
- ¿Utiliza algún tipo de maquina o equipo especial para la extracción del aceite ATF al momento de realizar el cambio?
 

SI  NO

**Anexo J. Encuesta técnica realizada al Taller Autoespecialidades.**

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO  
ESCUELA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

ENCUESTA DIRIGIDA A TALLERES QUE REALIZAN MANTENIMIENTO A VEHÍCULOS EQUIPADOS CON TRANSMISIÓN AUTOMÁTICA

Estimado Propietarios / Trabajador, la información proporcionada es confidencial y será usado únicamente con fines investigativos, agradecemos su aporte de información.

Nombre del propietario / Jefe de taller: José Marcelo Espinosa

Fecha: 27/08/2021

Nombre del local: Autoespecialidades Espinosa

**PREGUNTAS:**

- ¿Con que frecuencia realiza cambios de aceite en transmisiones automáticas en su taller?
  - 1 a 3 vehículos semanales
  - 4 a 6 vehículos semanales
  - 7 a 9 vehículos semanales
  - Otros:.....
- ¿Los Técnicos que laboran en su taller reciben capacitación constante sobre Transmisiones Automáticas?
 

SI  NO
- ¿Qué marca de vehículo realiza los cambios de aceite de las transmisiones automáticas?
  - Chevrolet
  - Kia
  - Hyundai
  - Ford
  - Mazda
  - Otros:.....
- ¿Qué marca de aceite ATF es la más utilizada en su taller?
  - Kendall
  - Valvoline
  - Motorcraft
  - Castrol
  - Otros:.....
- ¿Considera usted que el uso de un diferente tipo aceite ATF al que recomienda el fabricante ocasiona mayor desgaste en una transmisión automática?
 

SI  NO

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO  
ESCUELA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

- ¿Al momento de realizar el cambio de aceite ATF utiliza la marca de aceite que recomienda el fabricante?
 

SI  NO
- ¿Utiliza algún tipo de maquina o equipo especial para la extracción del aceite ATF al momento de realizar el cambio?
 

SI  NO

**Anexo K.** Realización de la encuesta al Taller Transfer Quito.



**Anexo L.** Realización de la encuesta al Taller Ford Motortrek.



**Anexo M.** Realización de la encuesta al Taller Transmisiones Automáticas JD.



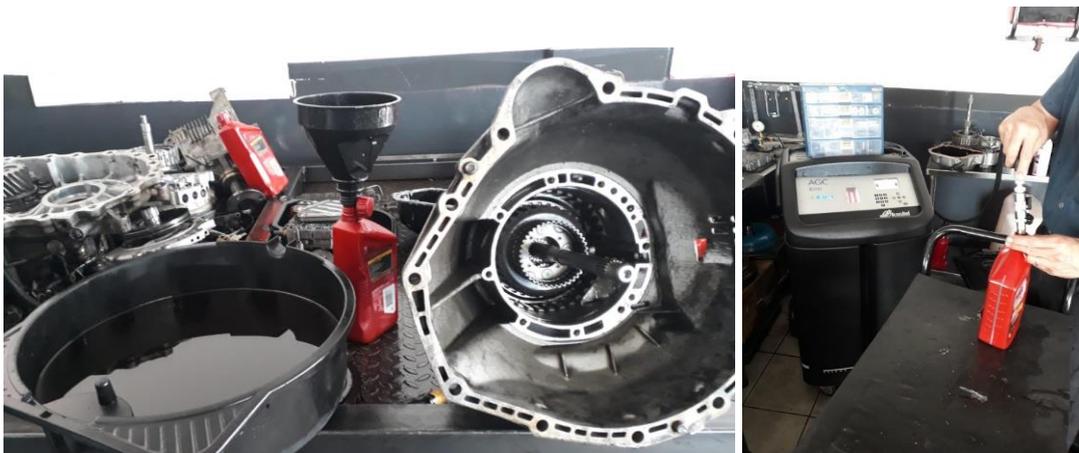
**Anexo N.** Realización de la encuesta al Taller Ra-pits Transmisiones Automáticas.



**Anexo Ñ.** Realización de la encuesta al Taller la Clínica del Automóvil.



**Anexo O.** Recolección de las muestras en el Taller ECU Performance.



Anexo P. Recolección de las muestras en el Taller Autotronic Performance.



Anexo Q. Recolección de las muestras en el Taller Ford Motortrek.



**Anexo R.** Toma de medición de densidad de las muestras de aceite ATF con el equipo Densímetro DMA 35.



**Anexo S.** Toma de medición de viscosidad de las muestras de aceite ATF con el equipo Viscosímetro NDJ-8S.



**Anexo T.** Toma de medición de la integridad del fluido, oxidación, TAN y agua de las muestras de aceite ATF con el equipo FluidScan®.



**Anexo U.** Toma de mediciones de las muestras de aceite ATF con el equipo Oil View Quick-Check.



**Anexo V.** Toma de medición de la temperatura de las muestras de aceite ATF con el equipo Extech.



**Anexo W.** Mediciones de densidad y temperatura obtenidas con el equipo DMA 35 Basic para la muestra de aceite ATF MOT-0.

Identificación de Muestra	Densidad (g/cm <sup>3</sup> )	Temperatura (°C)
MOT-0	0,8500	23,9
	0,8498	23,6
	0,8496	23,3
	0,8501	22,9
	0,8498	23,2

**Anexo X.** Mediciones de densidad y temperatura obtenidas con el equipo DMA 35 Basic para la muestra de aceite ATF MOT-50.

Identificación de Muestra	Densidad (g/cm <sup>3</sup> )	Temperatura (°C)
MOT-50	0,8310	25,0
	0,8350	25,5
	0,8350	25,0
	0,8356	25,1
	0,8344	25,2

**Anexo Y.** Mediciones de densidad y temperatura obtenidas con el equipo DMA 35 Basic para la muestra de aceite ATF MOT-22.

Identificación de Muestra	Densidad (g/cm <sup>3</sup> )	Temperatura (°C)
MOT-22	0,8523	24,3
	0,8528	24,3
	0,8525	24,3
	0,8517	24,3
	0,8522	24,1

**Anexo Z.** Mediciones de densidad y temperatura obtenidas con el equipo DMA 35 Basic para la muestra de aceite ATF MOT-20.

Identificación de Muestra	Densidad (g/cm <sup>3</sup> )	Temperatura (°C)
MOT-20	0,8513	23,5
	0,8514	23,5
	0,8059	24,0
	0,8056	23,9
	0,8057	23,8

**Anexo AA.** Mediciones de densidad y temperatura obtenidas con el equipo DMA 35 Basic para la muestra de aceite ATF VAL-0.

Identificación de Muestra	Densidad (g/cm <sup>3</sup> )	Temperatura (°C)
VAL-0	0,8513	23,4
	0,8515	23,2
	0,8515	23,3
	0,8514	23,3
	0,8515	23,2

**Anexo AB.** Mediciones de densidad y temperatura obtenidas con el equipo DMA 35 Basic para la muestra de aceite ATF VAL1-40.

Identificación de Muestra	Densidad (g/cm <sup>3</sup> )	Temperatura (°C)
VAL1-40	0,8430	24,1
	0,8421	24,2
	0,8418	23,9
	0,8415	24,2
	0,8417	24,5

**Anexo AC.** Mediciones de densidad y temperatura obtenidas con el equipo DMA 35 Basic para la muestra de aceite ATF VAL2-40.

Identificación de Muestra	Densidad (g/cm <sup>3</sup> )	Temperatura (°C)
VAL2-40	0,8515	22,9
	0,8511	23,2
	0,8508	23,7
	0,8514	23,3
	0,8515	23,2

**Anexo AD.** Mediciones de densidad y temperatura obtenidas con el equipo DMA 35 Basic para la muestra de aceite ATF KEN-0.

Identificación de Muestra	Densidad (g/cm3)	Temperatura (°C)
KEN-0	0,8500	22,3
	0,8497	22,7
	0,8490	23,1
	0,8491	23,3
	0,8489	25,0

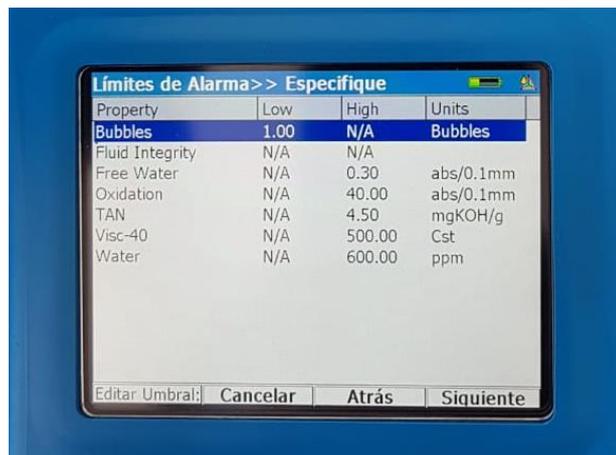
**Anexo AE.** Mediciones de densidad y temperatura obtenidas con el equipo DMA 35 Basic para la muestra de aceite ATF KEN1-60.

Identificación de Muestra	Densidad (g/cm3)	Temperatura (°C)
KEN1-60	0,8567	25,6
	0,8837	25,4
	0,8843	25,3
	0,8846	25,2
	0,8849	24,9

**Anexo AF.** Mediciones de densidad y temperatura obtenidas con el equipo DMA 35 Basic para la muestra de aceite ATF KEN2-60.

Identificación de Muestra	Densidad (g/cm3)	Temperatura (°C)
KEN2-60	0,8413	23,1
	0,8415	22,9
	0,8410	23,2
	0,8412	23,0
	0,8411	22,5

**Anexo AG.** Límites de alarma según el equipo FluidScan para el aceite ATF Motorcraft.



**Anexo AH.** Límites de alarma según el equipo FluidScan para el aceite ATF Valvoline.

Property	Low	High	Units
<b>Bubbles</b>	<b>1.00</b>	<b>N/A</b>	<b>Bubbles</b>
Fluid Integrity	N/A	N/A	
Free Water	N/A	0.30	abs/0.1mm
Oxidation	N/A	75.00	abs/0.1mm
TAN	N/A	3.50	mgKOH/g
Visc-40	N/A	N/A	Cst
Water	N/A	500.00	ppm

Editar Umbral:   **Cancelar**   **Atrás**   **Siguiente**

**Anexo AI.** Límites de alarma según el equipo FluidScan para el aceite ATF Kendall.

Property	Low	High	Units
<b>Bubbles</b>	<b>1.00</b>	<b>N/A</b>	<b>Bubbles</b>
Fluid Integrity	N/A	N/A	
Free Water	N/A	0.30	abs/0.1mm
Oxidation	N/A	75.00	abs/0.1mm
TAN	N/A	3.50	mgKOH/g
Visc-40	N/A	N/A	Cst
Water	N/A	500.00	ppm

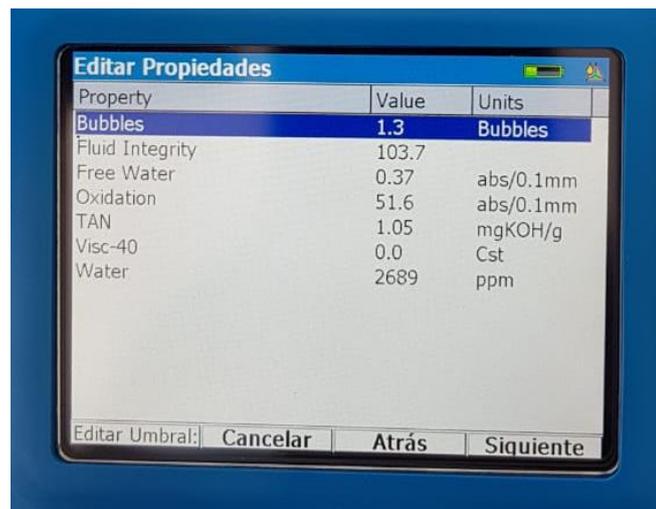
Editar Umbral:   **Cancelar**   **Atrás**   **Siguiente**

**Anexo AJ.** Propiedades de la muestra MOT-0 utilizada como referencia para la comparación.

Property	Value	Units
<b>Bubbles</b>	<b>1.1</b>	<b>Bubbles</b>
Fluid Integrity	88.7	
Free Water	0.75	abs/0.1mm
Oxidation	13.7	abs/0.1mm
TAN	0.84	mgKOH/g
Visc-40	0.0	Cst
Water	378	ppm

Editar Umbral:   **Cancelar**   **Atrás**   **Siguiente**

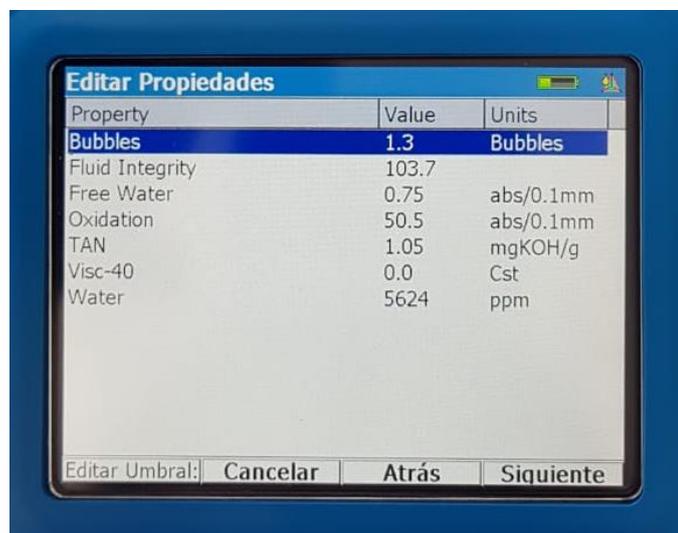
**Anexo AK.** Propiedades de la muestra VAL-0 utilizada como referencia para la comparación.



Property	Value	Units
<b>Bubbles</b>	<b>1.3</b>	<b>Bubbles</b>
Fluid Integrity	103.7	
Free Water	0.37	abs/0.1mm
Oxidation	51.6	abs/0.1mm
TAN	1.05	mgKOH/g
Visc-40	0.0	Cst
Water	2689	ppm

Editar Umbral: **Cancelar** **Atrás** **Siguiente**

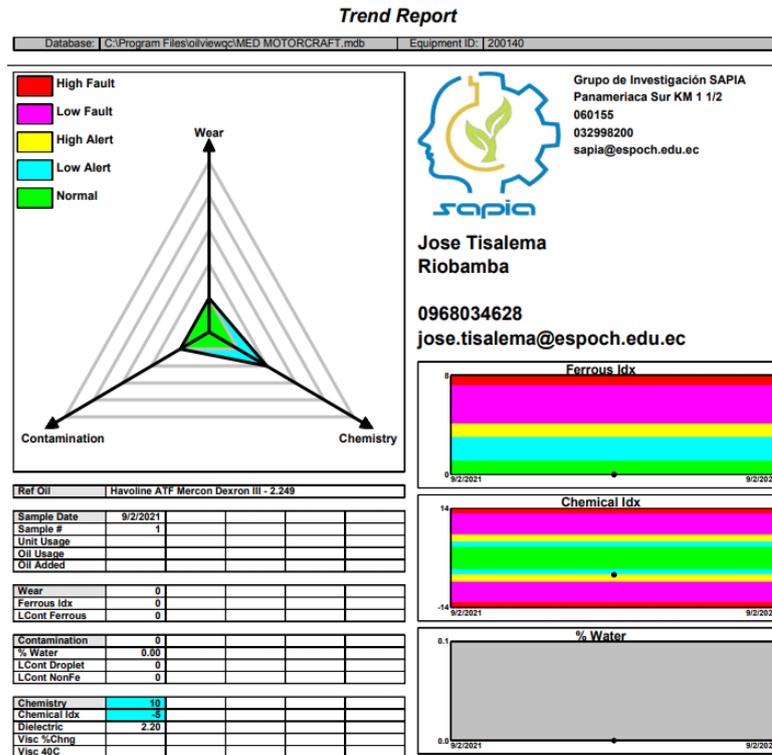
**Anexo AL.** Propiedades de la muestra KEN-0 utilizada como referencia para la comparación.



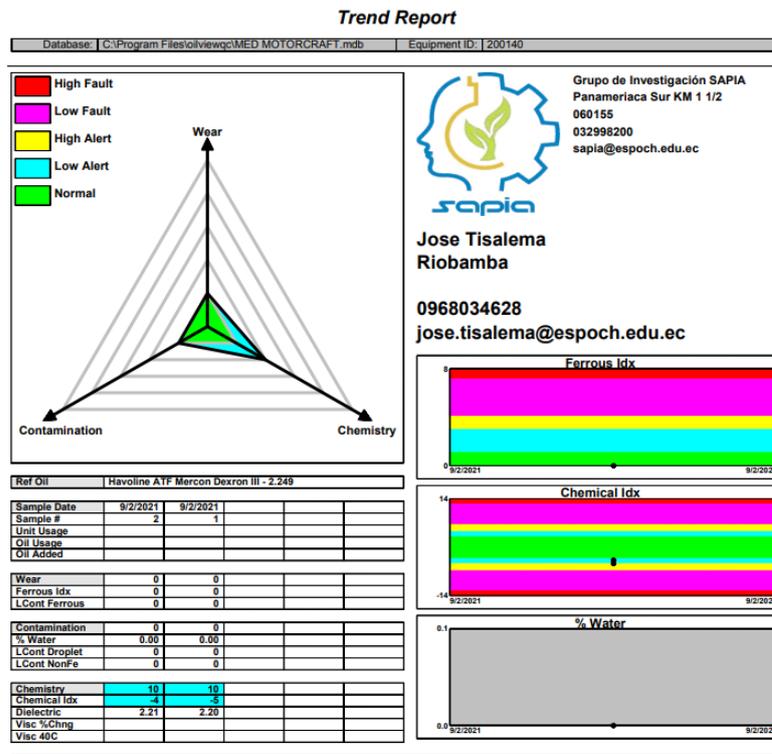
Property	Value	Units
<b>Bubbles</b>	<b>1.3</b>	<b>Bubbles</b>
Fluid Integrity	103.7	
Free Water	0.75	abs/0.1mm
Oxidation	50.5	abs/0.1mm
TAN	1.05	mgKOH/g
Visc-40	0.0	Cst
Water	5624	ppm

Editar Umbral: **Cancelar** **Atrás** **Siguiente**

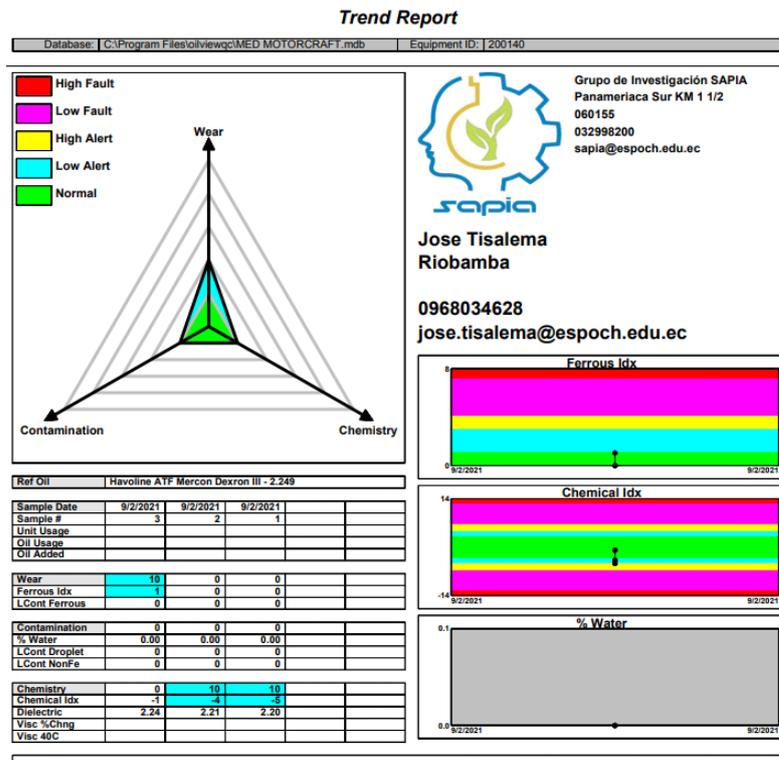
**Anexo AM.** Reporte del análisis de la muestra de aceite ATF MOT-0 en el equipo Oil View Quick-Check.



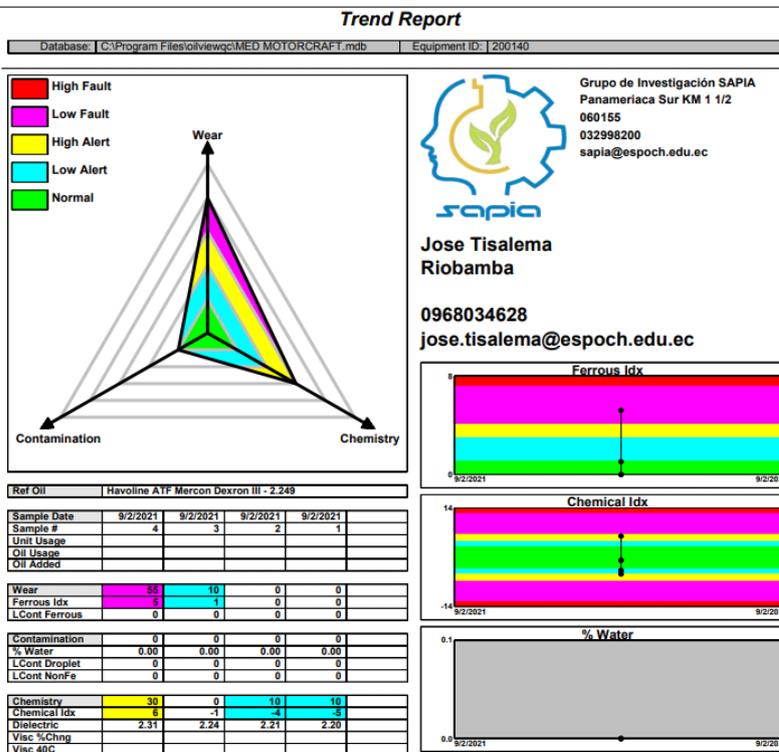
**Anexo AN.** Reporte del análisis de la muestra de aceite ATF MOT-50 en el equipo Oil View Quick-Check.



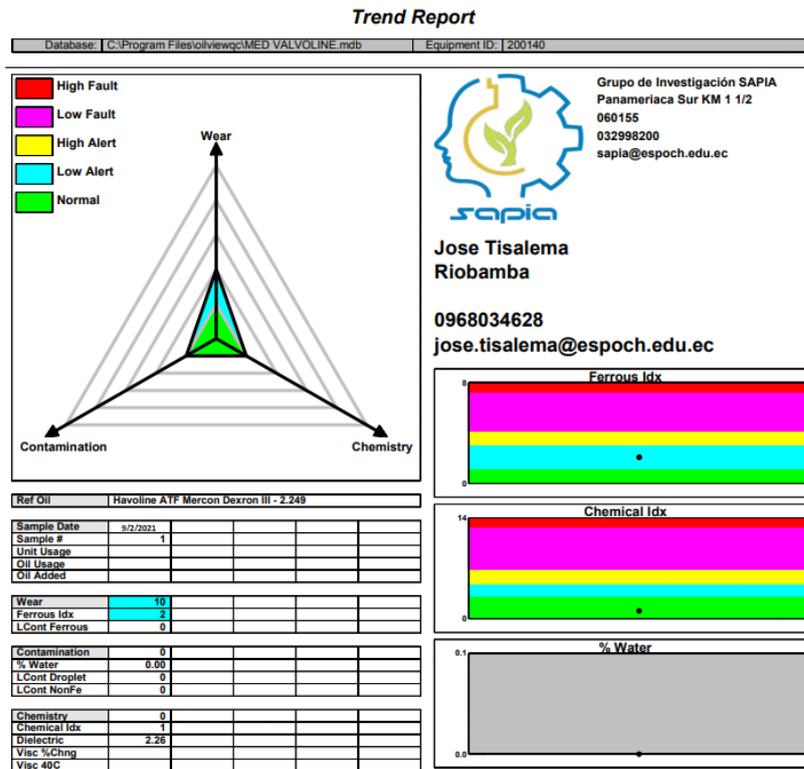
**Anexo AÑ.** Reporte del análisis de la muestra de aceite ATF MOT-20 en el equipo Oil View Quick-Check.



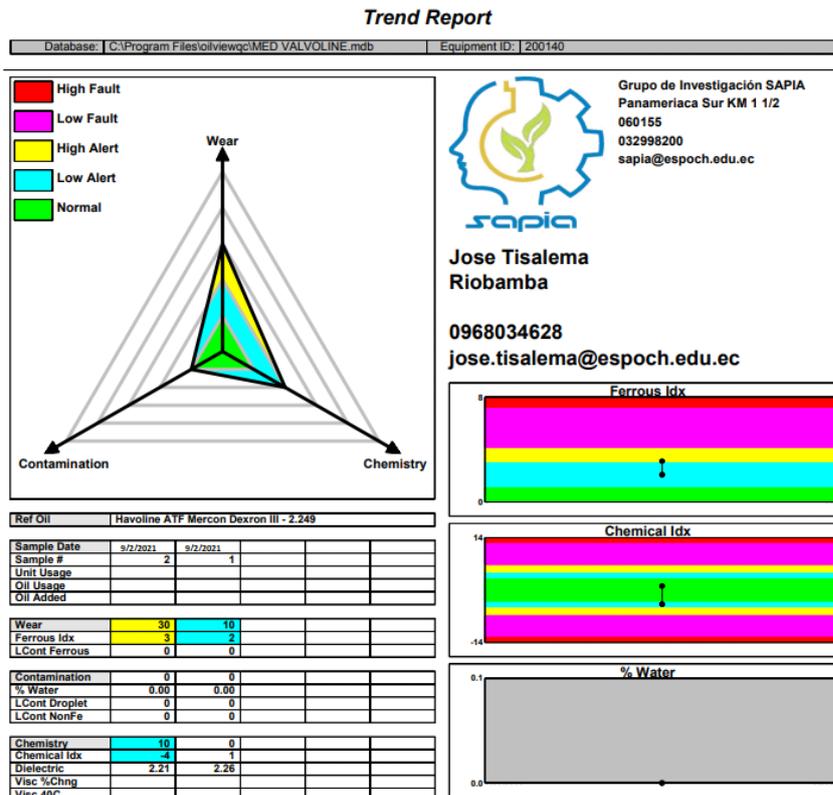
**Anexo AO.** Reporte del análisis de la muestra de aceite ATF MOT-22 en el equipo Oil View Quick-Check.



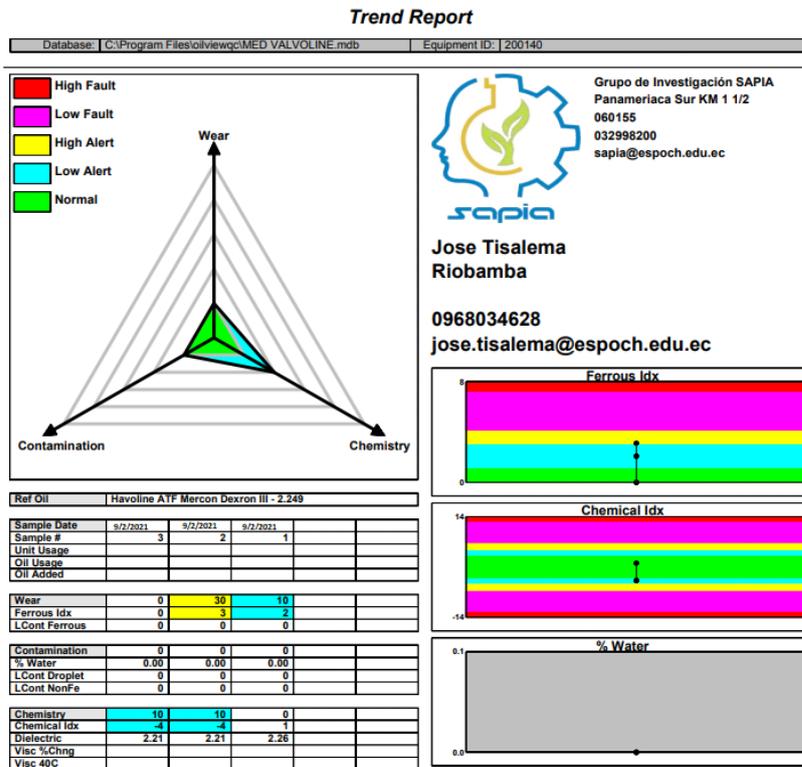
**Anexo AP.** Reporte del análisis de la muestra de aceite ATF VAL-0 en el equipo Oil View Quick-Check.



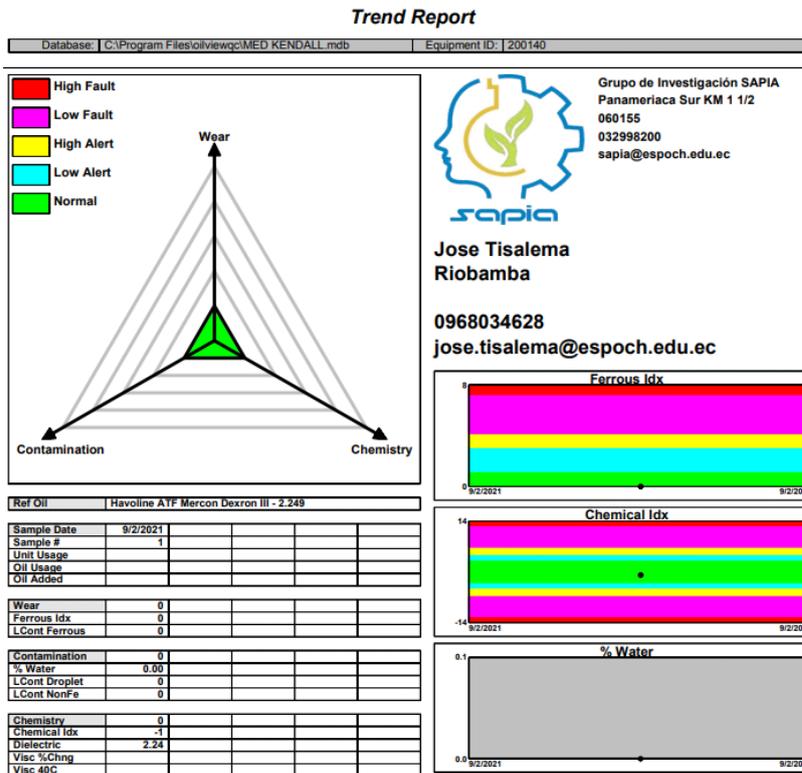
**Anexo AQ.** Reporte del análisis de la muestra de aceite ATF VAL1-40 en el equipo Oil View Quick-Check.



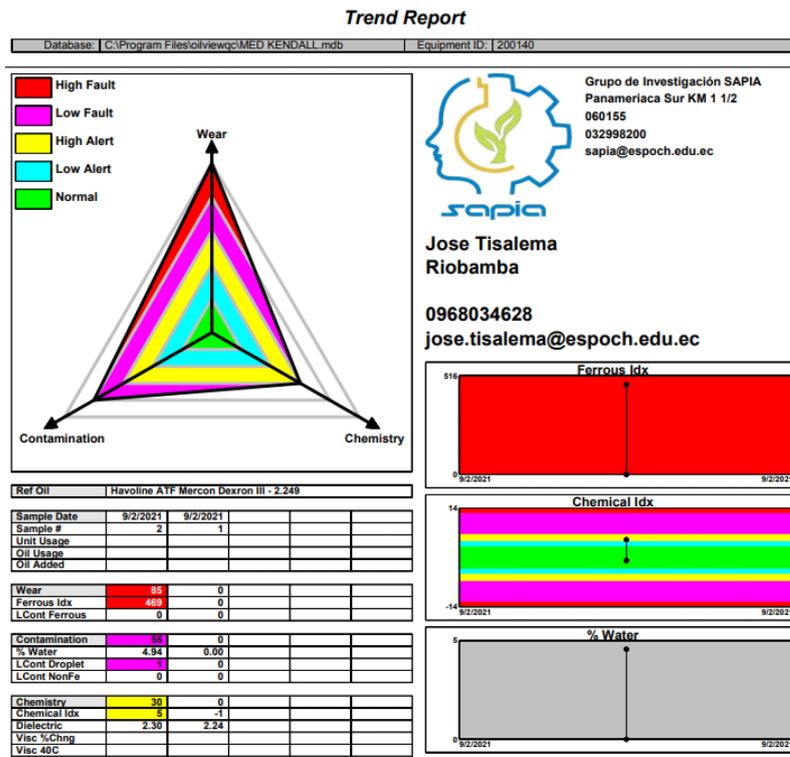
**Anexo AR.** Reporte del análisis de la muestra de aceite ATF VAL2-40 en el equipo Oil View Quick-Check.



**Anexo AS.** Reporte del análisis de la muestra de aceite ATF KEN-0 en el equipo Oil View Quick-Check.



Anexo AT. Reporte del análisis de la muestra de aceite ATF KEN1-60 en el equipo Oil View Quick-Check.



Anexo AU. Reporte del análisis de la muestra de aceite ATF KEN2-60 en el equipo Oil View Quick-Check.

