

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Mecánica

Tesis

**Uso del aceite semisintético en los volquetes
Mercedes-Benz de la empresa Solorzano M&S
EIRL para optimizar costos de mantenimiento
2022**

Anthony Jaan Camarena Cervantes

Para optar el Título Profesional de
Ingeniero Mecánico

Huancayo, 2023

Similitud Tesis - Camarena Anthony

INFORME DE ORIGINALIDAD

21%

INDICE DE SIMILITUD

19%

FUENTES DE INTERNET

3%

PUBLICACIONES

7%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	2%
2	noria.mx Fuente de Internet	1%
3	Submitted to Universidad Europea de Madrid Trabajo del estudiante	1%
4	www.coursehero.com Fuente de Internet	1%
5	amsoil.lat Fuente de Internet	1%
6	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	1%
7	ojs.unemi.edu.ec Fuente de Internet	1%
8	www.fuchs.com Fuente de Internet	1%
9	www.geodiesel.cl Fuente de Internet	<1%

10	www.api.org Fuente de Internet	<1 %
11	www.ddcsn.com Fuente de Internet	<1 %
12	hmong.es Fuente de Internet	<1 %
13	www.lubribras.com.py Fuente de Internet	<1 %
14	www.scribd.com Fuente de Internet	<1 %
15	Submitted to Universidad Tecnica Federico Santa Maria Trabajo del estudiante	<1 %
16	biblioteca.usac.edu.gt Fuente de Internet	<1 %
17	idoc.pub Fuente de Internet	<1 %
18	www.ditec.cl Fuente de Internet	<1 %
19	bibdigital.epn.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
20	repositorio.ute.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
21	lookformedical.com	

Fuente de Internet

<1 %

22

addinol.dk

Fuente de Internet

<1 %

23

paleodiversitas.org

Fuente de Internet

<1 %

24

dokumen.pub

Fuente de Internet

<1 %

25

korea1.ru

Fuente de Internet

<1 %

26

lubricants.petro-canada.com

Fuente de Internet

<1 %

27

revistas.ucv.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

28

vsip.info

Fuente de Internet

<1 %

29

[Submitted to Universidad Católica San Pablo](#)

Trabajo del estudiante

<1 %

30

repositorio.unprg.edu.pe:8080

Fuente de Internet

<1 %

31

viragos.info

Fuente de Internet

<1 %

32

www.ggbearings.com

Fuente de Internet

<1 %

33	repositorio.ug.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
34	www.raloy.com.mx Fuente de Internet	<1 %
35	mobil.pe Fuente de Internet	<1 %
36	www.slideshare.net Fuente de Internet	<1 %
37	Antonio García Barberá. "Study of the Degradation of New Lubricant Oil Formulations with the Design and Demands of Current and Future Engines", Universitat Politecnica de Valencia, 2022 Publicación	<1 %
38	Submitted to INACAP Trabajo del estudiante	<1 %
39	prezi.com Fuente de Internet	<1 %
40	maquinasdebarcos.blogspot.com Fuente de Internet	<1 %
41	www.ciamercantil.com.ar Fuente de Internet	<1 %
42	dspace.unach.edu.ec Fuente de Internet	<1 %

43	repositorio.uandina.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
44	repositorio.upn.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
45	www.dspace.uce.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
46	www.suzukivalves.com Fuente de Internet	<1 %
47	www.wearcheckiberica.es Fuente de Internet	<1 %
48	Ruiz González Marcela Erika. "Implantacion de un laboratorio de analisis de aceites industriales", TESIUNAM, 2013 Publicación	<1 %
49	Velasco Calderón José Carlos. "Regeneración de aceite lubricante usado", TESIUNAM, 2018 Publicación	<1 %
50	issuu.com Fuente de Internet	<1 %
51	qdoc.tips Fuente de Internet	<1 %
52	www.heritage-lb.com Fuente de Internet	<1 %
53	www.ingelub.com.co Fuente de Internet	<1 %

54	repositorio.upp.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
55	Submitted to Universidad Internacional SEK Trabajo del estudiante	<1 %
56	patents.google.com Fuente de Internet	<1 %
57	www.q8oils.com Fuente de Internet	<1 %
58	www.vibratec.net Fuente de Internet	<1 %
59	Submitted to Pontificia Universidad Catolica del Ecuador - PUCE Trabajo del estudiante	<1 %
60	docplayer.es Fuente de Internet	<1 %
61	redi.unjbg.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
62	repositorio.uncp.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
63	Submitted to Universidad de Nebrija Trabajo del estudiante	<1 %
64	oborudow.ru Fuente de Internet	<1 %
65	repositorio.unsa.edu.pe Fuente de Internet	<1 %

<1 %

66

www.sapiensman.com

Fuente de Internet

<1 %

67

Submitted to Universidad Tecnologica del Peru

Trabajo del estudiante

<1 %

68

ek.ua

Fuente de Internet

<1 %

69

repositorio.unap.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

70

repository.udistrital.edu.co

Fuente de Internet

<1 %

71

Submitted to Consorcio CIXUG

Trabajo del estudiante

<1 %

72

Submitted to Universidad Manuela Beltrán Virtual

Trabajo del estudiante

<1 %

73

repositorio.upla.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

74

repositorio.umsa.bo

Fuente de Internet

<1 %

75

www.monografias.com

Fuente de Internet

<1 %

76

Submitted to Universidad Nacional del Centro del Peru

Trabajo del estudiante

<1 %

77

www.intertek.es

Fuente de Internet

<1 %

78

Triana Juarez Rosa. "Elaboracion del manual de procedimientos normalizados de trabajo para los análisis microbiológicos y documentación de la NOM-089-SSA, 1-1994 : bienes y servicios : metodos para la determinacion del contenido microbiano en productos de belleza llevados a cabo en una empresa cosmetica", TESIUNAM, 2005

Publicación

<1 %

79

agriculture.newholland.com

Fuente de Internet

<1 %

80

misistemasolar.com

Fuente de Internet

<1 %

81

www.arbeltrading.com

Fuente de Internet

<1 %

82

www.confiableidad.net

Fuente de Internet

<1 %

83

www.pennzoil.com

Fuente de Internet

<1 %

84

INSIDEO SOCIEDAD ANONIMA CERRADA - INSIDEO S.A.C.. "Cuarta MEIA-SD del Proyecto

<1 %

de Exploración Minera Constancia-
IGA0000680", R.D. N° 388-2012-MEM/AAM,
2020

Publicación

85

Luna Galaviz Sergio Eduardo. "Determinación del protocolo para la obtención de curvas Stribeck en ensayo tribológico perno sobre bloque", TESIUNAM, 2015

Publicación

<1 %

86

docplayer.com.br

Fuente de Internet

<1 %

87

es.zhonghaiship.com

Fuente de Internet

<1 %

88

www.construdata21.com

Fuente de Internet

<1 %

89

www.filtrofluido.com

Fuente de Internet

<1 %

90

www.mincomercio.gov.co

Fuente de Internet

<1 %

91

www.powtoon.com

Fuente de Internet

<1 %

92

Submitted to Universidad Politecnica Salesiana del Ecuador

Trabajo del estudiante

<1 %

93

inba.info

Fuente de Internet

<1 %

94	silotips Fuente de Internet	<1 %
95	www.lescaparatedemartina.com Fuente de Internet	<1 %
96	www.pnud.org.ve Fuente de Internet	<1 %
97	www.tiposde.com Fuente de Internet	<1 %
98	1library.co Fuente de Internet	<1 %
99	García García Ana Cecilia. "Regeneracion de aceite lubricante automotriz via extraccion-floculacion por disolventes", TESIUNAM, 2007 Publicación	<1 %
100	Kared Sophia Bastidas Moncayo. "Experimental and analytical study of the mechanical friction losses in the piston-cylinder liner tribological pair in internal combustion engines (ICE)", Universitat Politecnica de Valencia, 2021 Publicación	<1 %
101	epdf.pub Fuente de Internet	<1 %
102	ikastaroak.ulhi.net Fuente de Internet	<1 %

103	myslide.es Fuente de Internet	<1 %
104	pesquisa.bvsalud.org Fuente de Internet	<1 %
105	pidcb.umich.mx Fuente de Internet	<1 %
106	repositorio.espe.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
107	repositorio.unheval.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
108	univarlubricants.com Fuente de Internet	<1 %
109	www.armstrongflooring.com Fuente de Internet	<1 %
110	www.cgr.go.cr Fuente de Internet	<1 %
111	www.clubensayos.com Fuente de Internet	<1 %
112	Muñoz Mendoza Leticia, Díaz García Francisco Miguel Ángel. "Estudio de prefactibilidad (tecnico-economico) para la reutilización de aceites lubricantes industriales", TESIUNAM, 1996 Publicación	<1 %

113

futur.upc.edu

Fuente de Internet

<1 %

114

baixardoc.com

Fuente de Internet

<1 %

115

www.pelumas.migas.esdm.go.id

Fuente de Internet

<1 %

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias

Apagado

Excluir bibliografía

Activo

ÍNDICE GENERAL

Asesor	ii
Dedicatoria	iii
Índice general	iv
Índice de figuras	viii
Índice de tablas.....	ix
Resumen.....	x
Abstract.....	xi
CAPÍTULO I.....	13
PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO.....	13
1.1. Planteamiento y formulación del problema.....	13
1.2. Objetivos	15
1.2.1. Objetivo general.....	15
1.2.2. Objetivos específicos	15
1.3. Justificación e importancia	16
1.3.1. Justificación técnica.....	16
1.3.2. Justificación tecnológica.....	16
1.3.3. Justificación económica	17
1.4. Hipótesis y descripción de variables	18
1.4.1. Operacionalización de variables	18
CAPÍTULO II.....	19
MARCO TEÓRICO	19
2.1. Antecedentes del problema	19
2.1.1. Antecedente local.....	19
2.1.2. Antecedente nacional	20
2.1.3. Antecedente internacional.....	20
2.1.4. Antecedente Web	21
2.2. Bases teóricas.....	22
2.2.1. Tribología.....	22
2.2.1.1. La fricción	22
2.2.1.2. El desgaste.....	23
2.2.1.3. La lubricación	24
2.2.1.4. Importancia de la tribología	25
2.2.1.5. Lubricación y tribología.....	26
2.2.2. Finalidad de la lubricación	27

2.2.3. Los lubricantes.....	28
2.2.3.1. Tipos de lubricantes por su estado	29
2.2.3.2. Clasificación de los lubricantes por su función principal.....	30
2.2.3.3. Requisitos y características del aceite lubricante	31
2.2.3.4. Propiedades del aceite lubricante de motor.....	31
2.2.4. Tipos de aceites.....	36
2.2.4.1. Aceites minerales	36
2.2.4.2. Aceites semisintéticos	36
2.2.4.3. Aceites sintéticos.....	37
2.2.5. Especificaciones para aceites de motor.....	37
2.2.5.1. Grado de viscosidad SAE	37
2.2.5.2. Categorías de servicios de API	38
2.2.5.3. Especificaciones según ACEA.....	41
2.2.5.4. Código de limpieza ISO 4406.....	43
2.2.6. Análisis de muestras de aceite	44
2.2.6.1. Beneficios del análisis de aceite en servicio	46
2.2.7. Motor de diésel combustión interna.....	46
2.2.7.1. Partes del motor que sufren desgaste por lubricación	47
2.2.8. Mantenimiento preventivo	51
2.2.8.1. Ventajas del mantenimiento preventivo.....	51
2.3. Definición de términos básicos	52
CAPÍTULO III.....	54
METODOLOGÍA	54
3.1. Metodología por emplear	54
3.1.1. Metodología exploratoria.....	54
3.1.2. Metodología explicativa.....	54
3.2. Diseño de la investigación.....	54
3.2.1. Población y muestra.....	55
3.2.1.1. Población.....	55
3.2.1.2. Muestra.....	55
3.2.2. Técnicas e instrumentos	55
3.2.2.1. Técnica de observación y análisis	55
3.2.2.2. Instrumentos.....	55
3.3. Técnicas de análisis y procesamiento de datos	56
3.3.1. El análisis de muestras de aceite	56
3.3.2. Toma de muestra de aceite.....	58

3.3.2.1. Recomendaciones para tomar muestras	59
3.3.2.2. Procedimiento para la toma de muestra de aceite	60
3.3.3. Uso de la espectroscopia	61
3.3.4. Límites condenatorios del motor diésel	63
3.3.5. Código de limpieza ISO 4406	63
3.3.6. Normas para analizar muestras de aceite de motor	63
3.3.7. Diagrama de flujo del análisis de aceite	65
CAPÍTULO IV	66
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	66
4.1. Identificación de requerimientos	66
4.2. Análisis de la información con el aceite mineral	67
4.2.1. Resultados de muestras del aceite mineral	67
4.2.1.1. Datos de la muestra	67
4.2.1.2. La degradación de las propiedades del lubricante	68
4.2.1.3. El desgaste de componentes internos del motor	69
4.2.1.4. Los contaminantes sólidos y líquidos	69
4.2.2. Cálculo de servicios al año con el aceite mineral	70
4.2.3. Cálculo de costos de mantenimiento con el aceite mineral	70
4.2.4. Cálculo de la efectividad, eficiencia y la tasa MP	70
4.2.5. Disponibilidad mecánica anual con el aceite mineral	71
4.2.6. Plan de mantenimiento preventivo para 350 h	72
4.3. Análisis de la información con el aceite semisintético Mobil Delvac XHP 10W40	72
4.3.1. Resultados de las muestras a 450 h, 700 h y 1000 h (siguiente página)	72
4.3.1.1. Datos de la muestra	73
4.3.1.2. La degradación de las propiedades del lubricante	73
4.3.1.3. El desgaste de componentes internos del motor	74
4.3.1.4. Los contaminantes sólidos y líquidos	74
4.3.2. Cálculo de servicios al año con el aceite semisintético	75
4.3.3. Cálculo de costos con el aceite semisintético	75
4.3.4. Cálculo de la efectividad, eficiencia y la tasa MP	75
4.3.5. Disponibilidad mecánica anual con aceite mineral	76
4.3.6. Nuevo plan de mantenimiento para 1000 h	77
4.4. Prueba de la hipótesis	78
4.5. Discusión e interpretación de resultados	78
Conclusiones	81
Recomendaciones	82

Lista de referencias	83
Anexos	85

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Volquete Mercedes-Benz Arocs 8x4	15
Figura 2. Fricción rodante	23
Figura 3. Desgaste abrasivo	24
Figura 4. Lubricación elastohidrodinámica	25
Figura 5. Fricción y lubricación	27
Figura 6. Lubricación de un rodaje	29
Figura 7. Rango de partículas por 1 mL	43
Figura 8. Información que proporciona el análisis de aceite	45
Figura 9. Partes móviles del motor	48
Figura 10. Información del análisis de aceite	56
Figura 11. Muestra apropiado	59
Figura 12. Herramientas y materiales para la toma de muestra de aceite	59
Figura 13. Flujo del análisis de aceite	65
Figura 14. Datos de la muestra con el aceite mineral	67
Figura 15. Propiedades del lubricante con el aceite mineral	68
Figura 16. Partículas de desgaste con el aceite mineral	69
Figura 17. Contaminantes sólidos y líquidos con el aceite mineral	69
Figura 18. Datos de la muestra con el aceite semisintético	73
Figura 19. Propiedades del lubricante con el aceite semisintético	73
Figura 20. Partículas de desgaste con el aceite semisintético	74
Figura 21. Contaminantes sólidos y líquidos con el aceite semisintético	74

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Variable dependiente	18
Tabla 2. Variable independiente	18
Tabla 3. Viscosidad SAE	38
Tabla 4. Para motores a gasolina	39
Tabla 5. Para motores diésel	40
Tabla 6. Los aceites API FA-4.....	41
Tabla 7. Normas ACEA.....	42
Tabla 8. Parámetros de análisis de aceite para motores	58
Tabla 9. Fuente típica de elementos analizados por espectroscopia	62
Tabla 10. Valores condensatorios del motor diésel.....	63
Tabla 11. Ensayos en laboratorio para aceites de motor	64
Tabla 12. Costos con el aceite mineral	70
Tabla 13. Plan de mantenimiento para 350 h.....	72
Tabla 14. Costos con el aceite semisintético.....	75
Tabla 15. Plan de mantenimiento para 1000 h.....	77
Tabla 16. Comparación de costos del aceite mineral con el semisintético	78
Tabla 17. Comparación de indicadores del MP anualmente.....	78

RESUMEN

La investigación «Uso del aceite semisintético en los volquetes Mercedes-Benz de la empresa Solorzano M&S E. I. R. L. para optimizar costos de mantenimiento 2022»; plantea el siguiente problema ¿Cómo reducir el alto costo de mantenimiento preventivo del motor de los volquetes Mercedes-Benz y conseguir una rentabilidad óptima para la empresa Solórzano M&S E. I. R. L.?, así mismo, propone el objetivo general: Optimizar los costos del mantenimiento básico del motor y mejorar los indicadores del mantenimiento preventivo, reemplazando el aceite actual por el aceite semisintético.

El tipo de investigación fue tecnológica experimental, siguiendo una metodología exploratoria y explicativa donde se determinó el rendimiento del aceite semisintético en comparación al aceite mineral y las causas del alto costo del lubricante y filtros usados en el , mantenimiento preventivo de la flota de volquetes mineros Mercedes-Benz de la Empresa Solórzano M&S E. I. R. L. en la misma unidad minera Chungar, ubicado en los Andes peruanos, aproximadamente al suroeste de Cerro de Pasco, o por el noroeste al km 82 de La Oroya y tiene una altura de 4390 m s. n. m.

La hipótesis fue probada al usar el aceite semisintético de alto rendimiento, optimizó los costos del mantenimiento básico del motor y mejoró los indicadores del mantenimiento preventivo por sus ventajas superiores en comparación con el aceite mineral.

Se concluyó que usando el aceite semisintético Mobil Delvac XHP 10W40 de alto rendimiento al año en la flota total de los 10 volquetes, se obtuvo un ahorro de USD 59 574.20, gracias a la extensión de la frecuencia de mantenimientos; también el indicador de la disponibilidad mecánica se pasó de 77.22 % a 95.75 %, que es un nivel óptimo en la gestión del mantenimiento.

Palabras claves: aceite semisintético, indicadores y evaluación de costos del mantenimiento, mantenimiento del motor, muestras de aceite de motor, rendimiento del aceite semisintético

ABSTRACT

This research project entitled «Use of semi-synthetic oil in the Mercedes-Benz dump trucks of the Solorzano M&S E. I. R. L. company to optimize maintenance costs 2022»; raises the following problem: How to reduce the high cost of preventive maintenance of the engine of Mercedes-Benz dump trucks and achieve optimal profitability for the company Solorzano M&S E. I. R. L.? Likewise, it proposes the general objective: Optimize the costs of basic maintenance of the engine and improve preventive maintenance indicators, replacing the current oil with semi-synthetic oil.

The type of research was technological experimental, following an exploratory and explanatory methodology where the performance of the semi-synthetic oil was determined in comparison to the mineral oil and the causes of the high cost of the lubricant and filters used preventive maintenance of the preventive maintenance of the fleet of mining dump trucks Mercedes-Benz of the Company Solorzano M&S E. I. R. L. in the same Chungar mining unit, located in the peruvian Andes, approximately to the southwest of Cerro de Pasco, or to the northwest at km 82 of La Oroya and has an altitude of 4390 meters above sea level.

The hypothesis was tested when using high performance semi-synthetic oil, it optimized basic engine maintenance costs and improved preventive maintenance indicators due to its superior advantages compared to mineral oil.

It was concluded that using the high-performance Mobil Delvac XHP 10W40 semi-synthetic oil per year in the total fleet of 10 dump trucks, a saving of \$59 574.20 was obtained, thanks to the extension of the maintenance frequency; also, the indicator of mechanical availability went from 77.22% to 95.75%, which is an optimal level in maintenance management.

Keywords: engine maintenance, maintenance cost evaluation, maintenance indicators, motor oil samples, semi-synthetic oil, semi-synthetic oil performance