



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA
ELÉCTRICA**

**“Análisis de partículas metálicas en el aceite lubricante del MCI
liviano para determinar el desgaste de los cojinetes de fricción -
motor 1400cc”**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Mecánico Electricista

AUTOR:

Bravo Suclupe, Juan Alberto (ORCID: 0000-0001-8970-0609)

ASESOR:

Mgtr. Celada Padilla James Skinner (ORCID: 0000-0002-5901-2669)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Sistema y Planes de Mantenimiento

CHICLAYO – PERÚ

2020

DEDICATORIA

Este trabajo de investigación está dedicado en especial a DIOS por darme la vida, la salud y la oportunidad de cumplir mis metas y objetivos.

De manera muy especial lo dedico también a mis padres Juan Manuel Bravo Acosta y María Rosario Suclupe Chapoñan, a mis hermanos Cesar, Gladys, Elsa, Liliana y Yoel, por su apoyo incondicional en diversas dificultades que se presentaron y a mi esposa Deysi y a mis dos pequeños hijos Juan y Diego, por su incondicional cariño y amor, y que ellos son mi motivo, anhelo, esfuerzo por ser cada día mejor.

.

AGRADECIMIENTO

Con mucho énfasis y alegría que me da expresar estas líneas en agradecimiento infinito a DIOS nuestro creador, la luz que guía mi caminar, que gracias a la fe puesta en el todo es posible.

Seguidamente mi agradecimiento especial a mis padres, hermanos, esposa e hijos, por ser ese motivo de superación y por su apoyo incondicional.

Finalmente, agradezco grandemente a la Universidad Cesar Vallejo, por brindarme la oportunidad de forjar e innovar mis conocimientos para el desarrollo de un mejor futuro, esto con la ayuda de excelentes docentes y asesores quienes nos brindaron sus valiosos conocimientos y experiencias, haciendo posible la realidad de este logro.

Índice de contenidos

Carátula.....	i
Dedicatoria	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de contenidos.....	iv
Índice de tablas	v
Índice de figuras.....	vii
Resumen.....	vi
Abstract.....	vii
I. INTRODUCCIÓN	12
II. MARCO TEÓRICO.....	58
III. METODOLOGÍA	62
3.1. Tipo y diseño de investigación	62
3.2. Variables, operacionalización.....	62
3.2.1. Variable independiente:.....	62

3.2.2.	Variable dependiente:.....	62
3.2.3.	Operacionalización de variables	63
3.3.	Población y muestra.....	64
3.4.	Técnica e instrumento de recolección de datos, validez y confiabilidad. .	64
3.4.1.	Técnica e instrumento de recolección de datos	64
3.4.2.	La validez.....	66
3.4.3.	Confiabilidad.....	66
3.5.	Métodos de análisis de datos	66
3.6.	Aspectos éticos.....	66
IV.	RESULTADOS.....	67
4.1.	DESARROLLO DEL OBJETIVO 1 - Describir las características técnicas de los cojinetes del MCI.....	67
4.1.1.	Características técnicas de los cojinetes del MCI.....	67
4.1.2.	Composición del cojinete según el fabricante.....	70
4.1.3.	Composición del cojinete según SAE	71
4.1.4.	Parámetros de lubricación	72
4.2.	DESARROLLO DE OBJETIVO 2. Identificar los parámetros de desgaste según el reporte de laboratorio de análisis del aceite lubricante tipo 10w-40.	75
4.2.1.	Características del aceite tipo 10w40.....	75
4.2.2.	Análisis por espectrometría atómica	76
4.2.3.	Toma de muestra del aceite lubricante.....	77
4.2.4.	Recolección de la muestra para el análisis en el laboratorio	79
4.2.5.	Características del motor de ensayo.....	80
4.2.6.	Obtención del reporte de análisis del laboratorio	81
4.2.7.	Clasificación de las partículas metálicas según su procedencia.....	82
4.3.	DESARROLLO DE OBJETIVO 3. Determinar el desgaste de los cojinetes en función al contenido de partículas metálicas según su composición.....	83
4.3.1.	Valores permisibles.....	83

4.3.2. Evaluación de los valores obtenidos por el reporte de análisis del laboratorio y los valores permisibles.	84
4.3.4. Selección de las partículas metálicas según la composición del cojinete....	86
4.3.5. Determinación de partículas en el aceite lubricante.	87
4.3.6. Interpretación de resultados en función a la evaluación realizada.....	91
4.4. DESARROLLO DE OBJETIVO 4. Definir las proporciones de desgaste de los cojinetes en función a la pérdida de peso o masa según los 5 000 y 10 000km de recorrido.....	98
4.4.1. Determinación del peso de los cojinetes nuevos.	98
3.4.2. Determinación del peso de los cojinetes a 5000 km recorridos.....	100
3.4.3. Determinación del peso de los cojinetes a 10 000 km recorridos.	101
3.4.4. Demostración de la relación porcentual de residuos en el aceite y desgaste de los cojinetes.....	103
V. DISCUSIÓN.....	107
VI. CONCLUSIONES.....	110
VII. RECOMENDACIONES.....	112
REFERENCIAS	113
ANEXOS	116

Índice de tablas

Tabla 1. Mediciones de película lubricante-----	67
Tabla 2. Especificaciones en cojinetes de biela. -----	69
Tabla 3. Especificaciones en cojinetes de biela. -----	69
Tabla 4. Materiales y diámetro de la capa determinados por el fabricante. -----	70
Tabla 5. Materiales y diámetro de la capa determinados por el SAE. -----	71
Tabla 6. Relación entre cojinetes.-----	73
Tabla 7. 7Propiedades del aceite 10w-40-----	75
Tabla 8. especificaciones del aceite 10w-40-----	75
Tabla 9. Elementos que detecta el espectrómetro-----	77
Tabla 10. Especificaciones del vehículo. -----	80
Tabla 11. Procedencia de los metales. -----	82
Tabla 12. Especificaciones de los valores permisibles de desgaste en el cojinete-----	83
Tabla 13. Materiales de desgaste del cojinete según reporte de laboratorio. -----	86
Tabla 14. Película lubricante en cojinetes nuevos. -----	97
Tabla 15. Mediciones en cojinetes de biela -----	98
Tabla 16. Mediciones en cojinetes de bancada-----	99
Tabla 17. Mediciones en cojinetes de biela -----	100
Tabla 18. Mediciones en cojinetes de bancada-----	100
Tabla 19. Mediciones en cojinetes de biela a 10 000 km -----	101
Tabla 20. Mediciones en cojinetes de bancada a 10 000 km-----	102
Tabla 21. Mediciones de desgaste total en cojinetes-----	108
Tabla 22. Mediciones de desgaste en cada cojinete de biela -----	109
Tabla 23. Mediciones de desgaste en cada cojinete de bancada.-----	109

Índice de figuras

Figura 1.1. Motor Otto de cuatro tiempos.....	18
Figura 1.2. Ciclos de motor Otto.....	20
Figura 1.3. Elementos del motor.	21
Figura 1.4. Bloque de motor.....	22
Figura 1.5. La culata.....	23
Figura 1.6. Elementos de la bomba de aceite.	25
Figura 1.7. El árbol de levas.....	26
Figura 1.8. El pistón.	28
Figura 1.9. La biela.....	29
Figura 1.10. El cigüeñal.....	30
Figura 1.11. Los cojinetes de una sola pieza.	33
Figura 1.12. Cojinetes de biela tipo casco recto.....	34
Figura 1.13. Cojinete de biela tipo seccional.....	35
Figura 1.13. Estructura del cojinete.....	38
Figura 1.15. Lubricidad del cojinete.....	39
Figura 1.16. Estado de calor del cojinete.	40
Figura 1.17. Estado de penetrabilidad y confortabilidad del cojinete.....	41
Figura 1.18. Partículas en el cojinete.	42
Figura 1.19. Fatiga del cojinete.	43
Figura 3.1. Cojinete de dos piezas.....	68
Figura 3.3. Lubricación del cojinete.....	72
Figura 3.5. Implementos para la muestra de aceite lubricante.....	78
Figura 3.6. Muestra de aceite lubricante.	79
Figura 3.7. Estado de los cojinetes.	93
Figura 3.8. Medición de los cojinetes.	94

Figura 3.9. Mantenimiento de cigüeñal. 95

RESUMEN

La tesis presentada se desarrolló con el objetivo de contribuir y brindar interés en el desarrollo de las innovaciones tecnológicas aplicadas actualmente.

De manera que se da inicio a una técnica de investigación enfocada al análisis de partículas metálicas en el aceite lubricante con la finalidad de determinar el desgaste de los cojinetes del MCI.

Este análisis tiene como punto de partida el desarrollo de las características técnicas de los cojinetes del MCI, y el estudio de las partículas metálicas del aceite lubricante, en función al reporte de análisis de laboratorio, con la finalidad de determinar y clasificar el desgaste de los cojinetes según su composición y según su pérdida de peso de acuerdo a su recorrido. La aplicación de teorías acerca del análisis de partículas metálicas ayuda a precisar la metodología que permitirá establecer la procedencia de las partículas de desgaste y determinar la proporción de desgaste en cuanto a pérdida de peso a los 5000 y 10 000 km sucesivamente.

Finalmente, los resultados obtenidos basados en el estudio de los parámetros de las partículas de desgaste permiten adquirir disponibilidad, seguridad, alto rendimiento, reducción de costos de reparaciones del motor que posibiliten ofrecer al usuario un óptimo rendimiento del MCI.

PALABRAS CLAVES: MCI, cojinetes, partículas metálicas.

ABSTRACT

The thesis presented was developed with the aim of contributing and offering interest in the development of the technological innovations currently applied.

Thus, a research technique focused on the analysis of metallic particles in the lubricating oil is started in order to determine the bearing wear of the MCI.

This analysis has as its starting point the development of the technical characteristics of the bearings of the MCI, and the study of the metallic particles of the lubricating oil, based on the report of laboratory analysis, in order to determine and classify the wear of the bearings according to their composition and according to their weight loss according to their route. The application of theories about the analysis of metallic particles helps to specify the methodology that will allow to establish the origin of the wear particles and determine the proportion of wear in terms of weight loss at 5000 and 10,000 km successively.

Finally, the results obtained based on the study of the parameters of the wear particles allow to acquire availability, safety, high performance, reduction of costs of repairs of the engine that make it possible to offer the user an optimal performance of the MCI.

KEYWORDS: MCI, bearings, metal particles.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Yo, **ING. SAMILLAN RIVADENEIRA RICHARD HAMILTON**, docente de la Facultad de **INGENIERÍA Y ARQUITECTURA** de la Escuela Académico Profesional de **INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA** de la Universidad César Vallejo Chiclayo, revisor (a) del trabajo de investigación titulado:

“Análisis de partículas metálicas en el aceite lubricante del MCI liviano para determinar el desgaste de los cojinetes de fricción - motor 1400cc”.

Del estudiante **Bravo Suclupe, Juan Alberto**, constato que la investigación tiene un índice de similitud de **08 %** verificable en el reporte de originalidad del programa turnitin.

El suscrito analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender el proyecto de investigación cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

Chiclayo, 02 de febrero 2021

MSc. Richard Hamilton Samillan Rivadeneira
DNI: 16718092