



Evaluación de la gestión de la lubricación y los lubricantes

Evaluation of lubrication and lubricants management

Alejandra Elena García-Toll¹, Manuel Armando Muñoz-Cabrera¹,
Armando Díaz-Concepción^{1, *}, Beatriz Gámez-Hernández², Laksmi Penabad-Sanz¹,
Jorge Enrique Tamayo-Mendoza^{III}

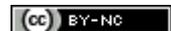
I. Universidad Tecnológica de La Habana, Centro de Estudios en Ingeniería en Mantenimiento. La Habana, Cuba

II. Ministerio de Industrias. La Habana, Cuba

III. Universidad Técnica de Manabí, Facultad de Ingeniería. Manabí, Ecuador

* Autor de correspondencia: adiaz@ceim.cujae.edu.cu

Este documento posee una [licencia Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 4.0 internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)



Recibido: 2 de enero de 2019

Aceptado: 3 de marzo de 2019

Resumen

Las métodos que se emplean para evaluar el estado de la gestión de la lubricación, en las instalaciones industriales, no permiten identificar los problemas de estos procesos y no se corresponden totalmente con las tendencias actuales. La investigación, tuvo como objetivo diseñar una herramienta de diagnóstico para determinar el estado de la gestión de la lubricación y los lubricantes en el sector industrial. Consiste en una lista de chequeo que permite a los especialistas evaluar o autoevaluar el proceso de lubricación. Este documento se elaboró a partir del criterio y experiencia de

especialistas en el tema. La composición de la herramienta de evaluación quedó determinada por 3 indicadores, 15 dimensiones y 61 ítems. Se implementó en una industria donde se obtuvo como resultado general la evaluación de la gestión de la lubricación y la identificación de los aspectos positivos y negativos de ese proceso.

Palabras claves: gestión, lubricación, lubricantes, evaluación, lista de chequeo.

Abstract

The methods use at moment to assess the state of management lubrication in the industrial installation not permit to identify the problem of management process according to actual tendency. The research had the target to design a diagnostic tool for determinate the state of management lubrication and the lubricate in the industrial sector. The checklist allow the specialist to assess or self-evaluate the lubrication process. This document was prepared based on the criteria and experience of specialists

in the field. 3 indicators, 15 dimensions and 61 items determined the structure of the evaluation tool. It was implemented in an industry where the evaluation of the lubrication management and the identification of the positive and negative.

Key words: management, lubrication, lubricants, evaluation, checklist.

Cómo citar este artículo:

García Toll AE, Muñoz Cabrera MA, Díaz Concepción A, et al. Evaluación de la gestión de la lubricación y los lubricantes. Ingeniería Mecánica. 2019;22(3):121-126. ISSN 1815-5944.

Introducción

El mantenimiento es la acción de preservar, corregir y conservar las funciones de los activos durante su ciclo de vida [1]. En la actualidad, el desarrollo del mantenimiento está enfocado, a optimizar costos, aumentar la disponibilidad y confiabilidad operacional, optimizar el rendimiento, preservar el medioambiente y aumentar el período de vida útil de los activos [2]. Como parte del mantenimiento de un equipo o una industria se incluye a la gestión de lubricación, para garantizar la reducción de la fricción, los desgastes de las superficies, las fallas, los costos de mantenimiento, además disminuye el consumo de energía y tributa al aumento de la seguridad de las personas y los equipos [3]

Siempre que se quiera reestructurar la gestión de lubricación en una organización, de forma que considere las mejores prácticas, se debe hacer referencia a un modelo de lubricación e identificar mediante estudios formalizados los aspectos positivos y negativos de las actividades que se realizan. Con respecto a la evaluación de la lubricación se puede citar a Keith Mobley [4], que plantea evaluar en forma de lista de chequeo la manipulación de los lubricantes en una organización. Esa propuesta comprende 4 indicadores y 38 ítems referidos al almacenamiento, la manipulación, aplicación y seguridad, con el empleo de esta lista de chequeo se

pueden identificar los aspectos relevantes de esas acciones. La limitación de esa herramienta consiste en que no comprende aspectos relativos a la compra, recepción de lubricantes y la capacitación de los recursos humanos vinculados con la lubricación. Sobre un modelo para la gestión de lubricación, en el año 2012 Trujillo R, [5], plantea: «...la lubricación es un proceso en el cual cada uno de sus componentes debe ser tomado en cuenta y darle cabal seguimiento para que el lubricante pueda cumplir con la función que le es encomendada...», además define y explica 5 componentes indispensables estos son: selección, recepción y almacenamiento, manejo y aplicación, administración del lubricante en operación y disposición ecológica. Aunque dedica atención a la selección, recepción, diagnóstico (análisis de aceite) y disposición ecológica, no hace referencia directa a la interpretación integral de los resultados de la aplicación de las tecnologías de diagnóstico en función de determinar la eficacia de las acciones de lubricación aplicadas, ni a la capacitación de los implicados en el proceso de lubricación. Investigaciones realizadas en el Centro de Estudios en Ingeniería de Mantenimiento, CEIM [3] emplean una lista de chequeo con muchas similitudes a la que se diseña en esta investigación, por los ítems comprendidos, sin embargo, aunque ambos estudios tienen un origen común, la herramienta aplicada con anterioridad está concebida para su uso únicamente en el sector del transporte automotriz.

Atendiendo a las insuficiencias planteadas en el párrafo anterior, la investigación persiguió como objetivo diseñar una herramienta de diagnóstico para determinar el estado de la gestión de la lubricación y los lubricantes en el sector industrial. Para esto se utilizó una lista de chequeo, donde se realizó un análisis de selección de expertos y un juicio de expertos para la validación de la misma. La herramienta diseñada se implementó en una empresa y se obtuvo como resultado que más del 70 % de los elementos valorados obtuvieron calificaciones no satisfactorias, por lo que esta organización obtuvo la evaluación de mal y requiere de un rediseño de su gestión de lubricación y lubricantes.

Métodos y Materiales

El método de evaluación que se propone es del tipo lista de chequeo. Para su diseño requiere de la definición de los indicadores y ello se logró con la contribución de un grupo de especialistas, que se eligieron previamente mediante un método de selección de expertos [6, 7]. La competencia de los expertos se determinó por un coeficiente de competencia que se calcula de acuerdo con la opinión del especialista sobre su nivel de conocimiento acerca del problema que se está resolviendo y con las fuentes que le permiten argumentar sus criterios. El coeficiente de competencia K se determina por la ecuación 1:

$$K = 1/2(Kc + Ka) \quad (1)$$

Donde:

Kc: coeficiente de conocimiento que tiene el experto acerca del problema.

Ka: coeficiente de argumentación o fundamentación de los criterios del experto.

Los técnicos que obtienen el valor de K menor de 0,6 no se consideran expertos para el tema que se va investigar.

Para diseñar la herramienta de evaluación de la gestión de la lubricación y los lubricantes se reunió a un grupo de 9 especialistas de la industria y la universidad. Mediante el análisis de expertos fueron obtenidos los resultados que se muestran en la tabla 1.

Tabla 1. Resumen de la selección de expertos

Especialistas	Kc	Ka	K
1	0,9	0,994	0,947
2	0,9	0,998	0,949
3	0,8	0,897	0,848
4	0,8	0,798	0,799
5	0,8	0,796	0,798
6	1,0	0,794	0,897
7	0,3	0,652	0,476
8	0,9	0,796	0,848
9	0,7	0,596	0,648

No se considera la evaluación del especialista 7 porque el coeficiente K devolvió un valor menor de 0,6. El resto de los expertos evaluados constituyeron el grupo de trabajo que definieron los valores de los indicadores de la herramienta.

Para precisar los indicadores, de la lista de chequeo, se realizó una tormenta de ideas que permitió conformar la encuesta con un conjunto de posibles indicadores y su conceptualización; posteriormente se aplicó ese instrumento, con el objetivo de unificar los criterios de los especialistas con respecto a los elementos que debían conformar la lista de chequeo [8]. Se utiliza el método del valor porcentual para determinar si hay unidad de criterios entre los expertos. La encuesta consta de una introducción, la definición de los indicadores propuestos, un área para la selección y espacio para incluir otras propuestas.

Cada indicador evalúa diferentes dimensiones e ítems los cuales van a permitir inferir el estado de la gestión de la lubricación y los lubricantes de manera que sea posible identificar las áreas de la industria de mayores potencialidades para mejorar y formular propuestas de acciones correctivas para disminuir el impacto de los problemas detectados. Los resultados se evaluaron utilizando método de Likert [9]. Los criterios valorativos de cada ítem se aprueban en el grupo evaluador que se conforma entre los técnicos de la organización o con estos y la colaboración de terceros. La evaluación final se obtiene promediando los valores obtenidos entre los ítems de cada dimensión, entre las dimensiones e indicadores.

El nivel de aceptación de la herramienta se evalúa, mediante una encuesta basada en el modelo expuesto en [10], aplicando un análisis cualitativo de expertos, con una encuesta que permitió conocer opiniones de los especialistas acerca de su aplicabilidad, la utilidad y las posibilidades de implementación. Se seleccionó como variable de salida: la aceptación de la herramienta y como elementos a considerar: la disponibilidad de la información, los recursos humanos, la funcionalidad y la aplicabilidad de esta. A esta encuesta se le realizó un análisis de confiabilidad utilizando el método Coeficiente Alfa de Cronbach [11].

La lista de chequeo se aplicó en una empresa de producción certificada con la Norma ISO 9000-2008.

Resultados y Discusión

Definición de los indicadores

Los indicadores utilizados en este trabajo son: Gestión de Lubricantes, Gestión de Lubricación, Gestión de Recursos Humanos, Integración de Técnicas de Inspección de Diagnóstico y Control de fugas y vertidos.

Los expertos reflejaron sus criterios en la encuesta evaluando en una escala del 1 al 10. Para determinar si hay unidad de criterios entre los expertos se utilizó el método del valor porcentual, un indicador debe considerarse si el promedio alcanzado por este es mayor del 70 %, tabla 2.

Tabla 2. Selección de indicadores

No	Indicadores	Expertos								Promedio %
		1	2	3	4	5	6	7	8	
C1	Gestión de Lubricantes	100	90	80	70	90	100	100	90	90,00
C2	Gestión de Lubricación	100	100	100	100	100	100	100	80	97,50
C3	Gestión de Recursos Humanos	90	80	80	100	100	100	100	100	93,75
C4	Integración de Técnicas de Inspección de Diagnóstico	0	0	0	100	90	100	0	0	36,25
C5	Control de fugas y vertidos	0	0	0	0	0	100	100	70	33,75
C6		-	-	-	-	-	-	-	-	Otros
C7		-	-	-	-	-	-	-	-	Otros

Se obtuvo la aprobación para que los indicadores C1, C2 y C3 formen parte de la lista de chequeo ya que estos tienen un valor mayor que un 70 %. Los indicadores C4 y C5 no se consideran ya que sus calificaciones son mucho menores que el 70 %. Ningún participante adicionó propuestas para considerar otro indicador. Así quedó conformada una herramienta de evaluación tipo lista de chequeo, con las siguientes características:

Variable de salida:

Estado de la gestión de la lubricación y los lubricantes, conformada por valores en 5 niveles, excelente, bien, regular, mal y muy mal.

Indicadores: 3

Gestión de los lubricantes,

Gestión de la lubricación

Gestión de recursos humanos (sólo se consideran los aspectos relativos a la capacitación y la seguridad)

Dimensiones:

15 (se muestran separadas por indicadores en la tabla 3)

Elementos a evaluar (Ítems):

50 (relacionados con las dimensiones e indicadores de la tabla 3)

Tabla 3. Las dimensiones de la gestión de la lubricación y de los lubricantes

Gestión de la lubricación y los lubricantes		
Gestión de los lubricantes	Gestión de la lubricación	Gestión de los recursos humanos
<ul style="list-style-type: none"> • Compra (2) • Recepción (2) • Control de la calidad (4) • Almacenamiento (10) • Manejo de los lubricantes usados (2) 	<ul style="list-style-type: none"> • Estudio de lubricación (5) • Métodos medios o sistemas de lubricación (3) • Empleo de lubricantes más apropiados y eficientes (3) • Filtración y control de fugas (4) • Limpieza (1) • Tecnologías de inspección y diagnóstico (5) • Análisis de aceite (4) • Reingeniería (2) 	<ul style="list-style-type: none"> • Capacitación (3) • Seguridad y salud (2)

[En este enlace puede abrir o descargar la lista de chequeo diseñada en este trabajo](#)

Como se puede observar en la tabla 3, la gestión de los lubricantes incluye la atención a las acciones de compra, recepción y control de la calidad del lubricante nuevo, para contribuir a que este cumpla con los requerimientos necesarios para la lubricación en el activo.

Se debe garantizar el almacenamiento seguro y la correcta codificación del lubricante para evitar contaminación, la degradación o el empleo erróneo de un lubricante, además de garantizar que se consuma antes, el lubricante que primero se adquirió. También se debe cumplir con lo reglamentado para el destino del lubricante usado, contribuyendo a la protección del ambiente.

Los indicadores propuestos como C4 y C5, en la tabla 2, se incluyeron en la gestión de la lubricación. Según la tabla 3 la gestión de la lubricación contiene el estudio de la aplicación de lo establecido en las guías de lubricación. Además, la gestión de la lubricación comprende algunas dimensiones importantes como el control de la contaminación, las fugas y los métodos y medios de lubricación, pero la aplicación integral de las tecnologías de inspección y diagnóstico juegan un papel vital porque informan sobre la efectividad de las acciones de lubricación que se realizan sobre el activo y la condición de este. El indicador gestión de recursos humanos es el más importante de todos los mostrados, porque un recurso humano capacitado, contribuye a realizar una correcta lubricación.

Para realizar la evaluación de la gestión de la lubricación y los lubricantes de una empresa es indispensable crear un grupo de expertos, que incluya a los actores y directivos de mantenimiento y lubricación, aunque también puede comprender a terceros de organizaciones especializadas en evaluación.

Las posibilidades de aplicación y utilidad de la herramienta se llevó a cabo mediante una encuesta que consulta 2 indicadores con sus dimensiones e ítems [12,13]. El análisis de la confiabilidad de la encuesta aplicando el Alfa de Cronbach, resulta de 0,892 o sea un 89,2 % de confiabilidad; declarado como buena. En la tabla 4 se muestran los resultados obtenidos para cada ítem.

Tabla 4. Posibilidades de aplicación de la herramienta

Indicador: gestión de Lubricación.		Puntuación
Dimensiones	Ítems	
Información.	Se cuenta con la información requerida para evaluar la gestión de lubricación.	3,62
	La información que se requiere está disponible.	3,75
Recursos humanos.	El personal a aplicar la herramienta tiene los conocimientos requeridos.	3,87
	Se cuenta con el personal para aplicar la herramienta.	4,37
Indicador: funcionalidad y aplicabilidad de la herramienta.		Puntuación
Posibilidad de aplicación.	La industria tiene las condiciones para aplicar la herramienta.	4,12
	La gerencia tiene la intención de aplicar la herramienta.	4,00
La herramienta es propia para evaluar la gestión de ese tipo de proceso.	La herramienta caracteriza las actividades de lubricación.	4,12
	La herramienta se ajusta a las particularidades de las aplicaciones industriales.	4,25
Valor promedio de la herramienta		4,08

El proceso de validación de la aplicabilidad de la herramienta resultó positivo con un promedio de 4,08, y todos los ítems obtuvieron calificaciones superiores a 3 que es el valor central, considerado como permisible.

Aplicación de la herramienta a una empresa

A la empresa se le aplica la lista de chequeo, en su área de producción, en la figura 1 se pueden observar las valoraciones de las dimensiones y la calificación de la variable de salida (evaluación). El 74 % de los elementos evaluados obtuvieron calificaciones no satisfactorias, lo que revela que la gestión de la lubricación y los lubricantes en esta empresa obtuvo la calificación de mal y se deben tomar medidas para resolver paulatinamente los problemas.

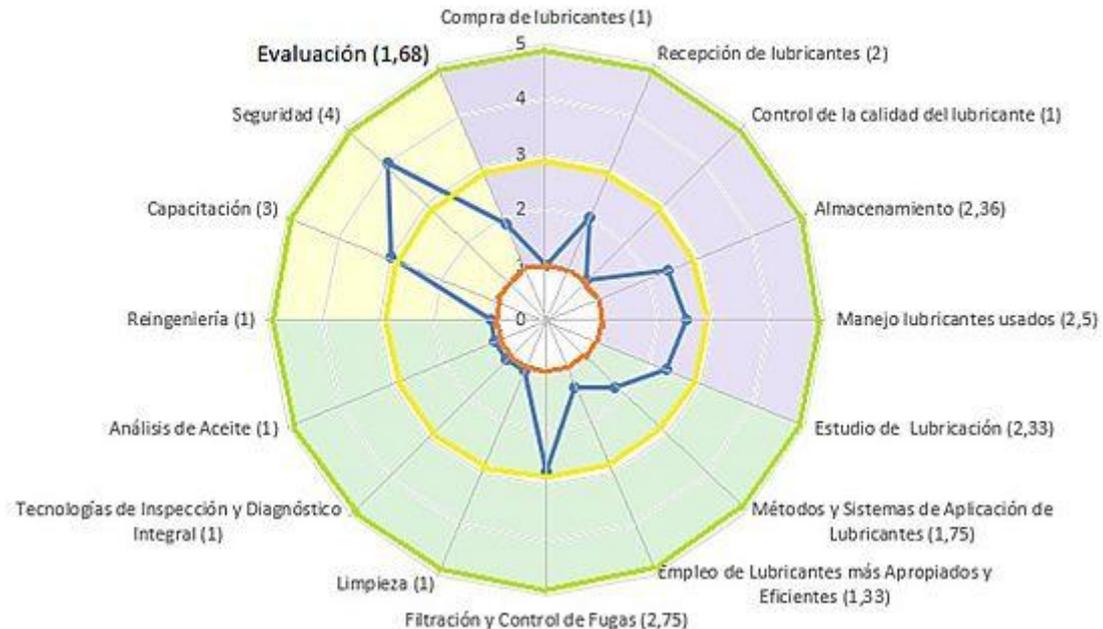


Fig. 1. Evaluación de la gestión de la lubricación y los lubricantes

Al concluir la evaluación fueron identificados los aspectos positivos y los negativos que presenta la empresa. Entre los aspectos positivos se puede señalar que existen dispositivos adecuados para desembarcar los lubricantes, los bidones de los aceites en uso están pintados, identificados y limpios exteriormente, en el interior del almacén. Se selecciona el lubricante para cada aplicación con base a los requerimientos del fabricante del activo. Los filtros que se utilizan son de calidad certificada. Se realiza el diagnóstico de las necesidades de capacitación de los trabajadores sistemáticamente, se elabora y cumple el plan de capacitación. Se identifican los riesgos para la seguridad y salud de las personas.

A continuación, los resultados obtenidos de los ítems más deficientes identificados en la empresa, objeto de estudio según cada indicador:

- La compra de lubricantes no da cobertura a la demanda. No se verifica que la factura y el producto recibido coincidan, ni que cumplan con las especificaciones de calidad pactadas con el suministrador. En el almacén no todos los bidones en uso tienen válvulas o llaves de salida. Los lubricantes no están totalmente protegidos (tierra, lluvia, calor). No existen todos los aceites y grasas recomendadas en el estudio. Los pisos no son los requeridos para evitar resbalones. El aceite usado no llega a su destino final.
- Con respecto a la gestión de lubricación existen deficiencias en varios aspectos como: el estudio de la lubricación no se encuentra actualizado en cuanto al uso de lubricantes de mejores prestaciones. No se controla que los medios y/o utensilios de lubricación estén protegidos del polvo y la humedad. No se hace uso de sistemas de lubricación apropiados a cada aplicación. No se controla que en cada punto de lubricación llegue la cantidad de lubricante adecuada y en las condiciones requeridas. Hay pérdidas de aceite lubricante por mangueras, retenes, codos, entre otros. No se aplican ni se conocen las normas de limpieza ISO 4406. No se cuenta con tecnologías de diagnóstico que permitan evaluar la eficacia de la lubricación. No se hacen modificaciones a los equipos para mejorar la de lubricación.
- Referido a los recursos humanos, se puede señalar que no se certifican los conocimientos del personal capacitado y no se realizan acciones de capacitación dirigidas específicamente a los temas más actuales de la gestión de la lubricación. No se cumplen todas las normas de seguridad y salud para los trabajadores.

Comparada con las herramientas o modelos incluidos en las referencias citadas en este documento [4, 5], la herramienta propuesta incluye la evaluación de la capacitación y la identificación de los riesgos para la seguridad

y salud de las personas que se relacionan con las actividades de lubricación. Si se confronta con la lista de chequeo que se muestra en la referencia [4] se identifican elementos comunes, aunque la propuesta que resulta de esta investigación demuestra que es posible considerar aspectos como la compra, la recepción de los lubricantes, indispensables para garantizar su posterior desempeño exitoso de los lubricantes y la seguridad.

Conclusiones

Fue diseñada una lista de chequeo para la evaluación de la gestión de la lubricación y los lubricantes que considera los criterios de los especialistas para la definición de las dimensiones y aspectos a evaluar. La propuesta fue validada mediante su aplicación a un centro de producción, lo que permitió identificar las deficiencias y aciertos fundamentales en la entidad estudiada; concluyendo que se debe realizar el diseño de un nuevo modelo de gestión de la lubricación y los lubricantes acorde a los resultados obtenidos en la evaluación y las prácticas actuales de lubricación.

Referencias

- Díaz Concepción A, Villar Ledo L, Cabrera Gómez J, et al. Implementación del mantenimiento centrado en la confiabilidad en empresas de transmisión eléctrica. *Ingeniería Mecánica*. 2016;19(3):137-142.
- Deepak Prabhakar, P, Jagathy Raj VP. CBM, TPM, RCM and A-RCM - A Qualitative Comparison of Maintenance Management. *Revista IJMBS*. 2014;4(3):5-8.
- García Toll A, Muñoz MA. Evaluación de la gestión de la lubricación y los lubricantes en empresas de transporte de pasajeros por ómnibus. *Mantenimiento en Latinoamérica*. 2016;8(2):30-41.
- Keith M, Lyndley R. *Maintenance Engineering Handbook*. New York, USA: McGraw-Hill; 2008.
- Trujillo, R. La lubricación cimienta de la confiabilidad. *Mantenimiento en Latinoamérica*. 2014;4(3):24-27.
- Shane Robert, Brady, Utilizing and Adapting the Delphi Method for Use in qualitative Research, *International Journal of Qualitative Methods*. 2015;14(5):1-6.
- Cabero Almenara J, Barroso Osuna J. La utilización del juicio de experto para la evaluación de tic: el coeficiente de competencia experta. *Revista Bordón*. 2013;65(2):25-38.
- Hernández Sampieri R, Fernández C, Batista P. *Metodología de la investigación*. México: Mc Hill; 2006.
- Hayes, BE. *Como medir la satisfacción del cliente*. Barcelona, España: Ediciones Gestión; 2000.
- Díaz-Concepción A, Pérez Rodríguez F. Propuesta de un modelo para el análisis de criticidad en plantas de productos biológicos. *Ingeniería Mecánica*. 2012;15(1):34-43.
- Bojórquez Molina JA. Utilización del alfa de cronbach para validar la confiabilidad de un instrumento de medición de satisfacción del estudiante en el uso del software minitab. In: *Latin American and Caribbean Conference for Engineering and Technology*. Cancún, México, 2013. [Consultado el: 24 de octubre de 2018] Disponible en: <http://www.laccei.org/LACCEI2013-Cancun>
- Borthakur T, Gogo BA. Study on some tests of goodness of fit for exponentially. *International Advanced Research Journal in Science, Engineering and Technology*. 2016;3(3):145-155.
- Osadebe PU. Construction of valid and reliable test for assessment of students. *Journal of Education and Practice*. 2015;6(1):25-37.

Armando Díaz Concepción. <https://orcid.org/0000-0001-9849-0826>

Jorge Enrique Tamayo Mendoza. <https://orcid.org/0000-0002-2981-8151>