# **Diagnóstico del Proceso de Lubricación de la Maquinaria en la Planta Productora de Lubricantes y Grasas UEBP- CUBALUB Santiago de Cuba.**

Diagnosis of the Lubrication Process in the Machinery in UEBP Company of Lubricants and Grease in Santiago de Cuba.

Guillermo Arnaldo Moreno Rivera1.

1Universidad de Holguín, Cuba, guillermo@echol.cupet.cu

RESUMEN

La lubricación es una de las actividades más importantes del mantenimiento, su realización ordenada garantiza una alta confiabilidad y disponibilidad de la maquinaria. La industria y la economía cubana no escapan a la necesidad de implementar procesos de lubricación sustentados en la aplicación de las mejores prácticas de lubricación, que garanticen una óptima explotación de los activos productivos. El objetivo de la investigación es realizar el diagnóstico del proceso de lubricación en el mantenimiento, para lograr un incremento apreciable de la confiabilidad del proceso y su seguridad ambiental en la Empresa UEBP de lubricantes y grasas de Santiago de Cuba. Se muestran los resultados del análisis de criticidad; así como los índices de fiabilidad y los modos de fallas, enfocando la investigación en las principales aciones a desarrollar y metodologias a utilizar con el prpósito de alargar la vida de la maquinaria en la Planta y hacerla más eficiente.

Palabras clave: Lubricación; criticidad; mantenimiento.

ABSTRACT

Lubrication is one of the most important activity in the maintenance of a machinery, its organized execution will guarantee a high reability and availability. Industries as well as the Cuban economy will not escape from the need of implementing the lubrication process supported by the application of better ways of lubrication that grearantee optimum exploitation of the equipaments in use. The objective of this investigation is to diagnose the process of lubrication in the maintenance of machinery to achieve an increase in the reability of the process and its environmental safety in UEBP Company of Lubriacants and grease in Santiago de Cuba. It is shown in this work, the results and analysis done in this fields as well as the rates of reliability and mistake.

Key words: lubrication; fields; maintenance.

1. **INTRODUCCIÓN**

El ritmo acelerado de las industrias a nivel mundial hacia los análisis de los resultados de los índices de fiabilidad y análisis de criticidad, ha provocado que muchas instituciones estén reprogramando y rediseñando sus programas y planes de lubricación en sus industrias, con el propósito de incorporar las nuevas tecnologías,aplicando y desarrollando mejores prácticas de lubricación y diagnosis de maquinaria. Las industrias que se proponen estas cuestiones antes expuestas, están alcanzando buenos resultados en su economía desde todos los ámbitos genéricos, con aumentos considerables en la eficiencia, productividad y desarrollo tecnológico de sus plantas e instalaciones, incidiendo esto, en ahorros sustanciales de los portadores energéticos.La marcada importancia de la lubricación se pone al descubierto si se analiza detalladamente todos los sistemas, subsistemas y agregados mecánicos donde interviene no solo la fricción y desgaste sino también la lubricación. Estudios realizados confirman que el 70 % de las fallas de la maquinaria se debe a la degradación de la superficie generada por la fricción y el desgaste Rabinowicz, E.La implementación de técnicas de diagnóstico en los procesos de lubricación de maquinarias es una de las cuestiones más importantes en el desarrollo y ejecución de los mantenimientos, la ejecución bien ordenada de esta acción, puede garantizar una excelente fiabilidad, confiabilidad y disponibilidad técnica de la máquina, siendo uno de los objetivos principales de la lubricación, reducir los impactos de la fricción y el desgaste.Por tanto, las industrias cubanas no están ausentes a la imperiosa necesidad de aplicar y expandir, técnicas, procesos y procedimientos de diagnóstico en la actividad de lubricación, que garanticen una adecuada explotación de la maquinaria, enfocándose en todo momento en la sustentación, organización cíclica y aplicación de mejores prácticas en el diagnóstico y mejoras del proceso de lubricación de la maquinaria. Los lubricantes han ido desarrollándose a la par de la evolución continua y constante de la industria y de las necesidades del hombre, donde las definiciones fundamentales y su evolución histórica han sido objeto de estudio y análisis por numerosos especialistas de la rama, donde los conceptos y definiciones principales de la lubricación no pueden pasar desapersividos en anális y diagnósticos realizados a esta envergadura, siendo las **Principales definiciones y propiedades de los lubricantes las ssiguientes.**

**Lubricante**: Sustancia sólida, semisólida, liquida o gaseosa de origen animal, vegetal, mineral, o sintético que se introduce por el hombre en los Sistemas Tribológicos con determinados objetivos y fines. En la siguiente tabla 1 se muestra el desarrollo histórico de los lubricantes.

**Tabla 1.Desarrollo histórico de los lubricantes. Lubricación. Marcelo Navarro Ojeda CE CAD/CAM. Fac Ingeniería, UHO. Apuntes de Tribología del Dr Calixto Rodríguez.**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | **Etapa** | **Observaciones** |
| **1** | Era de bronce -1870: Grasas de origen animal y vegetal. | Únicos lubricantes utilizados. |
| **2** | 1870 - 1900: Lubricantes obtenidos a partir del petróleo. | Introducción y desarrollo: Aún muy usadas las grasas de origen animal y vegetal. |
| **3** | 1900 - 1930: Lubricantes minerales. | Sustitución de grasas de origen animal y vegetal por derivados del petróleo. |
| **4** | 1930 - 1950: Aceites Minerales puros. | Supremacía de aceites refinados de alta calidad que satisfacían las exigencias de lubricación. |
| **5** | 1950 - 1970: Lubricantes minerales con diferentes aditivos. | Surgimiento de nuevas exigencias en la lubricación de los sistemas tribotècnicos. |
| **6** | 1970: Lubricantes sintéticos. | Lubricantes especiales, muy caros generalmente, para usos especiales. |

Las sustancias lubricantes, tan sumamente necesarias para el buen funcionamiento de la maquinaria, cubren determinadas funciones muy importantes, las cuales se resumen en la siguiente tabla 2.

**Tabla 2. Funciones de las sustancias lubricantes. Lubricación. Marcelo Navarro Ojeda CE CAD/CAM. Fac Ingeniería, UHO. Apuntes de Tribología del Dr Calixto Rodríguez.**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | **Denominación** | **Observaciones.** |
| **1.** | Control de la fricción | Baja fricción, ahorro de energía. |
| **2.** | Control de la temperatura | Extrae el calor de las áreas calientes. |
| **3.** | Control del desgaste | Ahorro de materiales y piezas de repuesto. |
| **4.** | Control de la corrosión | Protección de las superficies de rozamiento. |
| **5.** | Transmisión de fuerza | En equipos hidráulicos. |
| **6.** | Remoción y extracción de sustancias contaminantes | Remover y extraer productos del desgaste, la corrosión. |
| **7.** | Sellaje | Sellaje de las uniones de los sistemas en la maquinaria. |

Las propiedades lubricantes de los aceites presentan una gran diversidad en su entorno, las mismas son el ABC para el anális y comprensión para cualquier tipo de investigación referido a la lubricación, las cuales son:

**Propiedades Lubricantes de los aceites:**

1. Viscosidad
2. Densidad
3. Estabilidad
4. Emulsibilidad
5. Corrosividad
6. Formación de Espuma
7. Propiedades calóricos
8. Propiedades detergentes
9. Acción sobre materiales no metálicos.

**Viscosidad:** Es el índice físico más importantes de los aceites, ya que determinan la capacidad portante de la película de aceite y su empleo correcto en los diferentes sistemas tribotècnicos.

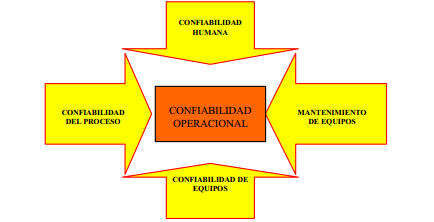
**Principales definiciones de la Criticidad, Confiabilidad Operacional .**

**Análisis de Criticidad:**

Es una metodología que permite jerarquizar sistemas, instalaciones y equipos en función de su impacto global, con el fin de facilitar la toma de decisiones. Para realizar un análisis de criticidad se debe: definir un alcance y propósito para el análisis, establecer los criterios de evaluación y seleccionar un método de evaluación para jerarquizar la solución de los sistemas de objeto de análisis, donde es preciso comprender que es Confiabilidad Operacional y porque es necesario aplicarla en la realización de diagnósticos a entidades de interes para el desarrollo y mantenibilidad de la Economía Nacional, estudiar su definición y conceptualización es de vital importancia.

**Confiabilidad Operacional:**

Es la capacidad de una instalación o sistema, integrados por procesos, tecnología y gente, para cumplir su función dentro de sus límites de diseño y bajo un contexto operacional específico. Es importante puntualizar que en un programa de optimización de Confiabilidad Operacional es necesario el análisis de los siguientes cuatro parámetros, confiabilidad humana, confiabilidad de los procesos, mantenibilidad de los equipos y la confiabilidad de los equipos. La variación en conjunto o individual de cualquiera de los cuatros parámetros presentados en la figura 1 afectará el comportamiento global de la confiabilidad operacional de un determinado sistema.



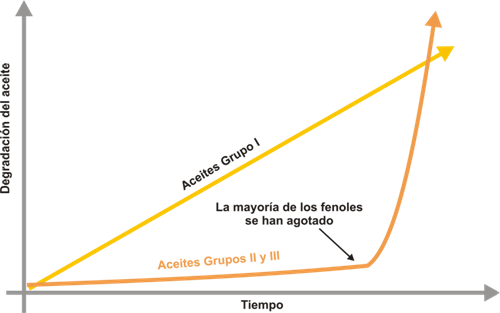
**Figura 1. Aspectos de la Confiabilidad Operacional. R. Huerta Mendoza – Petróleos de Venezuela SA. PDVSA. Exploración y Producción Occidente. EL ANALISIS DE CRITICIDAD, UNA METODOLOGIA PARA MEJORAR LA CONFIABILIDAD OPERACIONAL.**

En la UEBP de lubricantes y grasa de Santiago de Cuba es de gran importancia mantener y garantizar el proceso productivo con la continuidad de trabajo de las máquinas, y así lograr disminuir los fallos imprevistos, suiguiendo una política de mantenimiento eficiente apoyando esta actividad con todas las metodologías y ciencias aplicables a esta actividad tan importante para el sostenimiento y desarrollo de la Economía Nacional ; donde para lograrlo nos surge la siguiente interrogante: ¿Cómo realizar el Diagnóstico del Proceso de Lubricación de la maquinaria en la UEBP de Lubricantes y Grasas CUBALUB Santiago de Cuba, el cual demuestre si los niveles de confiabilidad y fiablidad recomendados son los correctos y necesarios para ele proceso productivo?

Se realiza una detallada panorámica del funcionamiento de la entidad entre otros argumentos.

**2.1 Diagnóstico del Proceso de Lubricación de la Maquinaria.**

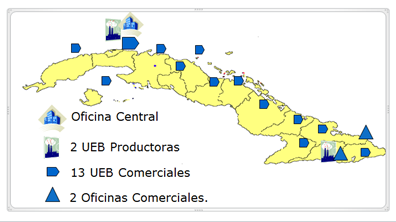
El proceso de producción y confección de los diferentes tipos de Lubricantes en la Planta Productora, parte de la obtención por vía marítima, de Aceites Básicos Importados o Materias Primas, comúnmente llamados, con el tiempo, ha quedado claro que el comportamiento de la oxidación entre diferentes aceites básicos es muy diferente, los cuales intervienen y participan en el proceso productivo en conjunto con la maquinaria , por tanto es necesario destacar que los cambios en la estructura molecular del aceite, debido al agotamiento de aditivos y el desarrollo de las partículas insolubles, se encuentran entre las primeras condiciones de degradación del aceite que afectan el desempeño del equipo. Por lo tanto, es vital que se efectúe un adecuado diagnóstico para detectar estas condiciones en sistemas de lubricación críticos y sensibles. En la figura 1 se muestra lo referido anteriormente.



**Figura. 2 - Tendencias de degradación de diferentes aceites básicos.** **Beatriz Graça, INEGI; Jorge Seabra, FEUP; Pinto Sousa, Portucel. Traducción por Roberto Trujillo, Noria Latín América. Análisis de Aceite en Turbinas de Vapor.**

**2.2 Distribución regional de las entidades comercializadoras y productoras de Lubricantes y Grasas de CUBALUB.**

La Planta Productora de Lubricantes y Grasas perteneciente a la entidad CUBALUB Santiago de Cuba en es una industria única de su tipo en la región Central y Oriental del Territorio Nacional, la misma es la encargada de la producción de Lubricantes y Grasas con fines de comercialización y abastecimiento a numerosas empresas nacionales a través de las unidades comercializadoras por provincias, las cuales juegan un papel fundamental en el sostenimiento y desarrollo de la economía nacional con gran impacto e incidencia nacional. La figura 3 muestra la distribución de las unidades comercializadoras en el territorio nacional y la ubicación de las 2 únicas plan tas de esta modalidad en el país.

****

**Figura 3. Distribución regional de las entidades comercializadoras y productoras de Lubricantes y Grasas de CUBALUB. Presentación realizada por los especialistas de Recursos Humanos de la Dirección de la UEBP Santiago de Cuba.**

**2.3 Principio Básico de funcionamiento de la Planta Productora de Lubricantes UEBP Santiago de Cuba.**

Los paquetes de Aceites Básicos o Materias Primas son transportados por barcos supertanqueros hasta el puerto de Santiago de Cuba por el método a granel, los mismos representan un 70 por ciento del producto a mezclar para la elaboración de los diferentes tipos de lubricantes, el otro 30 por ciento es de aditivos que generalmente llega en depósitos sellados con capacidad de 208Lts,observar tabla 3:

**Tabla 3. Nomenclatura de los aceites básicos utilizados en la elaboración de los diferentes lubricantes en la Planta Productora UEBP Santiago de Cuba. Fuente Elaboración Propia.**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Nro** | **Nomenclatura de Aceites Básicos.** | **Tipos de Aceites.** | **Representación Porcentual.** |
| 1 | Aceites Básicos. | SAE – 30. | 70 |
|  |  | SAE – 140. | 70 |
| Turbina. | 70 |
| Spinder. | 70 |
| 2 | Aditivos. | -------- | 30 |

Estos aceites bases son descargados mediante tuberías y accesorios de gran caudal, accionados por bombas centrifugas de gran potencia, el lubricante descargado va dirigido a depósitos los cuales poseen diferentes volúmenes de almacenamiento y clasificaciones para el envasado de los diferentes tipos de lubricante base. A continuación se muestra la tabla 4, con la distribución volumétrica de los reservorios de recepción de lubricante base.

**Tabla 4.Distribución volumétrica de los reservorios de recepción de lubricante base. Fuente Elaboración Propia.**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Nro** | **Tanques** | **Capacidad Volumétrica** |
| 1 | A | 100 metros cúbicos. |
| 2 | B | 200 metros cúbicos. |
| 3 | C | 400 metros cúbicos. |
| 4 | D | 1000 metros cúbicos. |
| 5 | E | 2000 metros cúbicos. |

Estos lubricantes son transportados por mediante sistemas de bombas y tuberías con sus accesorios a los mezcladores destinados a la confección de los diferentes tipos de lubricantes formulados por CUBALUB. Es notorio destacar que el vertimiento de los aditivos a los mescladores se realiza de forma manual, en este proceso intervienen diferentes maquinarias con sus sistemas y funciones diversas, como bombas centrifugas, compresores, mescladores de lubricantes, válvulas, sistemas de tuberías, depósitos acumuladores de lubricante base, mecanismos y accionamientos neumáticos, automáticos, mecánicos y eléctricos, los cuales necesitan la aplicación de constantes sistemas de monitoreo, control y supervisión, teniendo como base toda la metodología existente sobre las buenas prácticas de lubricación, sistemas de mantenimiento acorde a la necesidad de la entidad, basados en profundos análisis de los índices de criticidad y técnicas de confiabilidad operacional.

**2.4 Propuestas a la Entidad.**

Se le propone a la entidad, incursionar en técnicas de diagnóstico de este tipo con el objetivo de alargar la vida útil de la maquinaria y mantener los volúmenes de producción programados, debido a que estamos tratando con una tecnología de los años 80, la cual presenta numerosos problemas técnicos en su maquinaria. A su vez recomendamos la realización del analisis ferrogràficos a los equipos críticos.

**Análisis Ferrográfico**

La ferrografía es una técnica que proporciona información valiosa sobre la evolución del desgaste de la maquinaria a través del análisis de una muestra representativa de lubricante. Desarrollado en la década de 1970 por Vernon Westcott, de la Marina de los EE.UU., como una técnica de monitoreo de condición, ha sido aplicada por cientos de usuarios en todo el mundo a todo tipo de sistemas lubricados.

|  |
| --- |
| analisis_de_aceite_en_turbinas_de_vapor_clip_image004 |

**Figura 4 - Patrones de depósitos en ferrografía analítica.**  **Beatriz Graça, INEGI; Jorge Seabra, FEUP; Pinto Sousa, Portucel. Traducción por Roberto Trujillo, Noria Latín América. Análisis de Aceite en Turbinas de Vapor.**

El potencial de la ferrografía no se limita únicamente a las estrategias de mantenimiento predictivo. Su importante contribución a los estudios de tribología, ayudando a una mejor comprensión de los mecanismos de desgaste y de los efectos del lubricante en las superficies de contacto, convierte a esta versátil tecnología en una de las herramientas de diagnóstico más poderosas para evaluar la salud de la máquina, proporcionando información valiosa sobre el pasado, condiciones actuales y futuras de los componentes lubricados. Este procedimiento toma tiempo y requiere la habilidad de un analista bien entrenado. Debido a esto, existen costos importantes que se presentan al efectuar análisis ferrográfico que no existen en otras pruebas de análisis de aceite. Sin embargo, si uno se toma el tiempo para entender completamente lo que revela la ferrografía analítica, la mayoría concuerda en que los beneficios superan ampliamente los costos, y optan por incorporarla automáticamente cuando se encuentra desgaste anormal. En ferrografía analítica, las partículas sólidas suspendidas en una muestra de lubricante se separan y depositan en un portaobjetos de vidrio, mientras fluye a través de un campo magnético bipolar. Cuando todo el aceite de la muestra ha pasado, un ciclo de “lavado” con solvente elimina cualquier residuo de lubricante en el sustrato, lo que genera un "ferrograma", en donde las partículas están organizadas por tamaño y adheridas permanentemente a la placa para su análisis con un microscopio óptico bicromático. Posteriormente se examinan las partículas y se clasifican por tamaño, forma, concentración y metalurgia. Esta información aportada por las partículas de desgaste es valiosa para la identificación del modo y mecanismo de desgaste.

**Conclusiones**

1. Existe numerosas aplicaciones, guías y procedimientos que permiten mejorar la disponibilidad técnica y la confiabilidad de las industrias, aunque es necesario invertir un presupuesto decoroso en implementar estos procesos, pero a la mismo tiempo nos permitirá optimizar procesos y reducir averías graves y paradas indeseables del proceso que cuestan sumas incontables de dinero.
2. El diagnóstico a las instalaciones y el análisis de estas técnicas aplicadas de forma predictiva y preventivamente también, nos hace meditar la importancia y connotación de la implantación de las mismas con el objetivo de mejorar la economía cubana y reducir costos en todos los ámbitos, dándole una prolongada vida útil a las industrias, las cuales son el 80 por ciento del sostenimiento de la economía nacional.
3. El análisis de criticidad en conjunto con el seguimiento e investigación del dato histórico de fallas y roturas arrojaron los siguientes resultados: se define como equipos críticos en el área de producción de Lubricantes a los mezcladores de Aceites con sus subsistemas incorporados; las bombas de trasiego de lubricante; las estaciones compresoras y sistemas de accionamiento mecánicos; asi como válvulas y sistemas acompañantes.

**Referencias Bibliogràficas**

1- R. Huerta Mendoza – Petróleos de Venezuela SA. PDVSA. Exploración y Producción Occidente. EL ANALISIS DE CRITICIDAD, UNA METODOLOGIA PARA  
MEJORAR LA CONFIABILIDAD OPERACIONAL.

2- Beatriz Graça, INEGI; Jorge Seabra, FEUP; Pinto Sousa, Portucel. Traducción por Roberto Trujillo, Noria Latín América. Análisis de Aceite en Turbinas de Vapor.

3- Diplomado de ingeniería de mantenimiento con salida lubricación y desgaste. MSc. Leodanis Pozo Ramos.

4- LARCÓN, J. & TERRADILLOS, J. (2009) Gestión global de la lubricación. *Mantenimiento.* Barcelona, Puntex Publicaciones.

5- ALTMANN, C. (2005) El análisis de aceite como herramienta del Mantenimiento Proactivo en flotas de Maquinaria Pesada. Montevideo, Uruguay, 1er Congreso Uruguayo de Mantenimiento, Gestión de Activos y Confiabilidad.

6- BARNES, M. (2008) Excelencia en lubricación: ¿ya llegamos? *Machinery Lubrication en Español.* León, México, Noria Publishing.

7- BERMUDEZ, E. (2009) Almacenando y Manejando la Sustentabilidad de su Planta. VS Consultores <http://www.vsconsultores.com.ve>.

8- Guía de Estudio. Tema 2. Lubricación. UHO. Facultad de Ingenieria. Dpto de Mecánica Aplicada. P.T. Dr. C. Marcelo Navarro Ojeda.