



DOI: <http://dx.doi.org/10.23857/dc.v6i3.1436>

Ciencias técnicas y aplicadas

Artículo de revisión

*Impacto ambiental de un taller de maquinarias pesadas*

*Dropout in the academic training of the Nursing Career*

*Abandono na formação acadêmica da Carreira de Enfermagem*

Cristhian Andrés Sornoza-Solorzano <sup>I</sup>

[acsornoza@hotmail.com](mailto:acsornoza@hotmail.com)

<https://orcid.org/0000-0002-1762-3365>

María Rodríguez-Gámez <sup>II</sup>

[mariarg@hotmail.com](mailto:mariarg@hotmail.com)

<https://orcid.org/0000-0002-5515-6155>

**Correspondencia:** [acsornoza@hotmail.com](mailto:acsornoza@hotmail.com)

**\*Recibido:** 20 de julio de 2020 **\*Aceptado:** 20 de agosto de 2020 **\* Publicado:** 15 de septiembre de 2020

- I. Estudiante de la Maestría en Mantenimiento Industrial, del Instituto de Posgrado de la Universidad Técnica de Manabí, Ingeniero Mecánico, Empresa de Mantenimiento, Portoviejo, Manabí, Ecuador.
- II. Doctor (Programa de Estrategias de Planificación del Territorio), Licenciado en Educación Especialidad Física y Astronomía, Universidad Técnica de Manabí, Facultad de Ciencias, Matemáticas, Físicas y Químicas, Portoviejo, Ecuador

## Resumen

El mantenimiento y la reparación de las maquinarias pesadas, constituyen vías para prevenir impactos negativos sobre el ambiente, dado que aseguran la fiabilidad de las máquinas durante su explotación. Ello puede traducirse en una reducción de las paradas por la ocurrencia de diferentes tipos de fallos tales como: derrames de combustible y lubricantes debido a roturas de tuberías, fracturas de juntas, salideros de hidrocarburos por desajuste o mal ajuste de las uniones, emisiones de gases nocivos a la atmósfera provocados por el mal funcionamiento del sistema de alimentación, accidentes del trabajo, etc. En algunos de los centros no se consideran las normas de gestión ambiental, ya que generalmente los volúmenes de actividades se realizan sobre pocas maquinarias. Una de las dificultades ambientales más comunes y que están asociadas a los procesos de mantenimiento, está relacionada con el vertimiento de residuales clasificados como peligrosos. La investigación tiene como objetivo determinar hasta que punto los trabajadores de un taller de mantenimiento de maquinarias pesadas, conocen las regulaciones ambientales establecidas al amparo de lo que se regula en la norma ISO 14001/2015 y las consecuencias que se derivan de su inobservancia.

**Palabras Claves:** contaminación ambiental; mantenimiento técnico; residuales hidrocarburos.

## Abstract

Maintenance and repair of heavy machinery are ways to prevent negative impacts on the environment, since they ensure the reliability of the machines during their operation. This can translate into a reduction in stops due to the occurrence of different types of failures such as: fuel and lubricant spills due to pipe breaks, joint fractures, hydrocarbon leaks due to looseness or poor fit of the joints, gas emissions harmful to the atmosphere caused by the malfunction of the power system, work accidents, etc. In some of the centers, environmental management standards are not considered, since generally the volumes of activities are carried out on few machinery. One of the most common environmental difficulties that are associated with maintenance processes is related to the dumping of waste classified as hazardous. The objective of the research is to determine to what extent the workers of a heavy machinery maintenance workshop are aware of the environmental regulations established under what is regulated in the ISO 14001/2015 standard and the consequences derived from its non-observance.

**Keywords:** environmental pollution; technical maintenance; hydrocarbon residuals.

## Resumo

A manutenção e reparo de máquinas pesadas são formas de evitar impactos negativos ao meio ambiente, pois garantem a confiabilidade das máquinas durante a operação. Isso pode se traduzir em uma redução nas paradas devido à ocorrência de diferentes tipos de falhas, tais como: derramamento de combustível e lubrificante devido a rompimento de tubos, fraturas de juntas, vazamentos de hidrocarbonetos devido a folga ou mau encaixe das juntas, emissões de gases prejudicial para a atmosfera causada pelo mau funcionamento do sistema de alimentação, acidentes de trabalho, etc. Em alguns dos centros, as normas de gestão ambiental não são consideradas, pois geralmente os volumes de atividades são realizados com poucas máquinas. Uma das dificuldades ambientais mais comuns que estão associadas aos processos de manutenção está relacionada ao despejo de resíduos classificados como perigosos. O objetivo da pesquisa é determinar em que medida os trabalhadores de uma oficina de manutenção de máquinas pesadas estão cientes das normas ambientais estabelecidas no que está regulamentado na norma ISO 14001/2015 e as consequências decorrentes de sua não observância.

**Palavras-chave:** poluição ambiental; manutenção técnica; resíduos de hidrocarbonetos.

## Introducción

El mantenimiento es la serie de acciones que se toman y las técnicas que se aplican con el objetivo de detectar posibles fallas y defectos de maquinaria en las etapas incipientes, para evitar que las fallas menores se manifiesten en una falla más grande durante la operación, evitando que ocasionen paros de emergencia y tiempo perdido, causando impacto financiero negativo, por ello el desarrollo del proyecto se justifica debido a la necesidad del manejo técnico de la maquinaria pesada en un estado adecuado de funcionamiento y de disponibilidad. El listado de maquinarias pesadas es necesario, debido a que se necesita conocer las características de las máquinas que existen.

Realizar un correcto mantenimiento de las máquinas y los equipos es fundamental para que funcionen correctamente y evitar así averías que puedan causar paradas en producción, con la correspondiente pérdida que eso provoca, de tiempo y de dinero. Las máquinas deben estar disponibles el máximo tiempo posible. En una empresa se pueden llevar a cabo diferentes tipos de

mantenimiento. Cuando se habla de tipos de mantenimiento en realidad se refiere a la estrategia que se toma en relación a las tareas de mantenimiento (Tuesta 2014).

Resulta importante poder contar con una política de mantenimiento de equipos para lograr una correcta explotación de los medios y alargar lo más posible la vida útil de los equipos. Los problemas pueden ser motivados por causas muy diversas entre las que se encuentran: desgaste de componentes; elementos que han perdido su capacidad (vida útil); por agente externos; por corrosión; anomalías mecánicas; entre otros (DISPAC, 2015).

Se pueden citar otras investigaciones que han sido realizadas previamente en Ecuador y que constituyen el punto de partida para la realización del trabajo, entre las que se pueden citar la realizada en la Florícola La Rosaleda S.A, en el año 2015, donde se operó una investigación relacionada con el diseño de un plan de mantenimiento preventivo para alargar la vida útil de las máquinas, equipos y sistemas.

Otra de las investigaciones se realizó en el año 2016 con el tema, Implementación de un plan de mantenimiento para la maquinaria pesada y vehículos livianos del Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Pelileo, donde se puso en evidencia que la tasa de fallos que posee la maquinaria y vehículos como promedio es de 0.038 fallos/mes lo cual representa que la maquinaria está en un estado en el cual se necesita realizar un mantenimiento preventivo para alargar la vida útil de todas las maquinarias pesadas y el resto de los equipos.

La investigación permite definir el perfeccionamiento del mantenimiento de los equipos pesados de la empresa AGRE S.A, logrando determinar el impacto ambiental derivado de las actividades realizadas. Ello permitirá elaborar y articular un plan de gestión ambiental de acuerdo a lo establecido en la norma 14001 (ISO, 2015) encaminado a reducir los impactos derivados de dichos trabajos, permitiendo que la empresa pueda cumplir los requisitos de calidad establecidos en la familia de normas 9000 (ISO, 2005).

La novedad científica del trabajo consiste en que hasta el momento no se conoce que en la empresa AGRE S.A, se haya realizado un estudio perfilado a la evaluación del mantenimiento de los equipos pesados y su influencia en el componente ambiental aplicando una metodología de trabajo científico. Tampoco se conoce que la empresa haya realizado algún análisis relacionado con el cumplimiento de la norma ISO 14001 y la familia de la norma 9000.

En la revisión bibliográfica no se ha podido localizar algún resultado de investigación científica vinculada con la actividad del mantenimiento de equipos pesados y su influencia en el componente ambiental en el territorio de la provincia de Manabí, por lo que los resultados de la investigación pueden ser tomados como punto de partida para otras investigaciones que se realicen en el territorio vinculados con una temática que se investiga.

El impacto social de la investigación está dado en los propios resultados del proyecto, pues se pretende instrumentar un estudio relacionado con el conocimiento que poseen los trabajadores del taller de máquinas pesadas de la empresa AGRE S.A, sobre las regulaciones ambientales establecidas al amparo de lo que se regula en la norma ISO 14001/2015 y las consecuencias que se derivan de su inobservancia, con un resultado que puede beneficiar directamente a los trabajadores y la propia empresa. Al propio tiempo la instrumentación del sistema de gestión ambiental puede reducir los impactos que actualmente se están produciendo debido a la deficiente gestión de los residuales del trabajo de mantenimiento, con un beneficio directo al ambiente y la sociedad donde se encuentra ubicada la empresa.

Actualmente la sociedad vinculada al sitio donde se ubica la empresa, está siendo afectada por la contaminación asociada a la deficiente gestión ambiental del mantenimiento de los equipos pesados y el proyecto puede aportar un beneficio directo al poder reducir dicha contaminación.

La implicación práctica del proyecto consiste en la propia naturaleza del trabajo, pues se corresponde con una investigación básica dirigida a los problemas asociados al mantenimiento de los equipos pesados en la empresa AGRE S.A, con el objetivo de lograr el perfeccionamiento del plan de mantenimiento de los equipos y la reducción de la contaminación ambiental asociada al mantenimiento.

El principal aporte de la investigación está dado en su valor teórico, pues se pretende dar a conocer el conocimiento que poseen los trabajadores del taller de la empresa AGRE S.A, sobre la gestión ambiental del proceso de mantenimiento de las máquinas pesadas, de manera que permita ofrecer información relevante para lograr el perfeccionamiento del sistema de gestión ambiental que pueda reducir los efectos de la contaminación asociada a los trabajos del mantenimiento. Los resultados del trabajo se perfilan a lograr su versatilidad, de manera que puedan ser generalizados en otras empresas e instituciones del territorio.

## **Materiales y métodos**

Se trata de una investigación descriptiva, pues se describe la situación que presenta el taller de mantenimiento de máquinas pesadas AGRE. S.A., en función de la percepción que poseen los trabajadores sobre la gestión ambiental. Como técnicas básicas de investigación se aplicaron encuestas, para lo cual se utilizó como instrumento un cuestionario estandarizado de preguntas y respuestas, que permitió conocer la realidad de lo que ocurre en el área de mantenimiento, además se realizaron entrevistas con los directivos, pudiendo definir el nivel de conocimientos que poseen en relación con las regulaciones ambientales establecidas y las consecuencias que se derivan de su incumplimiento. También se puso en práctica la técnica de observación directa e indirecta, para lo cual se elaboró como instrumento la guía de observación. Los resultados obtenidos se muestran en tablas y gráficos que ilustran el cumplimiento de los objetivos propuestos en el trabajo de investigación (Hernández, Fernández, & Baptista, 2010).

La población está conformada por 7 trabajadores del taller de mantenimiento de máquinas pesadas de la empresa AGRE. S.A., y para la muestra fueron seleccionados los 7, que representan el 100%.

## **Análisis y discusión de los resultados**

### **La actividad del mantenimiento**

El mantenimiento consiste en la serie de tareas o trabajos que hay que ejecutar en algún equipo o planta, a fin de conservarlo eficientemente para que pueda brindar el servicio para el cual fue creado (Hernández, 2010).

También se puede definir como el conjunto de técnicas destinadas a conservar equipos e instalaciones en servicio durante el mayor tiempo posible, buscando la más alta disponibilidad y con el máximo rendimiento. Consiste en un proceso que busca lo más conveniente para las máquinas, tratando de alargar su vida útil de forma rentable para el usuario (Vasco, 2016).

Para el Departamento de Maquinaria pesada, el objetivo del mantenimiento consiste en la conservación, ante todo del servicio que están suministrando las máquinas; este es el punto esencial y no como erróneamente se ha creído, que el mantenimiento está obligado a la conservación de tales elementos. El servicio y la maquinaria o equipo tienen la misma jerarquía en importancia; pero si no se realiza un adecuado mantenimiento, regido por un plan, entonces es posible que las maquinarias no puedan ofrecer los servicios para el cual están destinadas.

Por lo tanto, se debe de equilibrar en las labores de mantenimiento los factores esenciales siguientes: calidad económica del servicio, duración adecuada del equipo y costos mínimos de mantenimiento.

El objetivo final del mantenimiento se puede sintetizar en evitar, reducir, y en su caso reparar, los fallos sobre las maquinarias pesadas; disminuir la gravedad de los fallos que no se lleguen a evitar; evitar paros de máquinas que interrumpen la producción; evitar accidentes; evitar incidentes y aumentar la seguridad para las personas; conservar los bienes productivos en condiciones seguras y preestablecidas de operación; reducir costes y alcanzar o prolongar la vida útil de los bienes. En resumen, un mantenimiento adecuado, tiende a prolongar la vida útil de los bienes, a obtener un rendimiento aceptable de los mismos durante más tiempo y a reducir el número de fallos.

La importancia del mantenimiento radica en que la institución requiere un control ordenado del estado técnico y disponibilidad de las maquinarias pesadas, lo que permitirá que se cumplan las actividades fijadas en los planes de producción de la empresa.

### **Métodos de mantenimiento**

En la medida que el desarrollo científico técnico ha ido avanzando, aparecen casi sucesivamente diversos métodos de mantenimiento, cada uno aplicado a las necesidades concretas de cada proceso industrial: el mantenimiento preventivo, el mantenimiento predictivo, el mantenimiento proactivo, la gestión de mantenimiento asistida por ordenador (GMAO) y el mantenimiento basado en fiabilidad (RCM).

El RCM como estilo de gestión de mantenimiento, se basa en el estudio de los equipos, en análisis de los modos de fallo y en la aplicación de técnicas estadísticas y tecnología de detección.

Se puede decir que el RCM es una filosofía de mantenimiento básicamente tecnológica. Paralelamente, sobre todo a partir de los años 80, comienza a introducirse la idea de que puede ser rentable volver de nuevo al modelo inicial, donde los operarios de producción se ocupen del mantenimiento de los equipos.

Se desarrolla el mantenimiento productivo total (TPM), en el que algunas de las tareas normalmente realizadas por el personal de mantenimiento son ahora realizadas por operarios de producción. Esas tareas transferidas consisten en trabajos de limpieza, lubricación, ajustes, reaprietes de tornillos y pequeñas reparaciones.

Se pretende conseguir con ello que el operario de producción se implique más en el cuidado de la máquina, siendo el objetivo último de TPM conseguir cero averías. Como filosofía de mantenimiento el TPM se basa en la formación, motivación e implicación del equipo humano (desde el personal de producción y de mantenimiento hasta los altos mandos), en lugar de la tecnología.

El TPM y RCM no son formas opuestas de dirigir el mantenimiento, sino que ambas conviven en la actualidad en muchas empresas. En algunas de ellas, RCM impulsa el mantenimiento y con esta técnica se determinan las tareas a efectuar en los equipos; después, algunas de las tareas son transferidas a producción, en el marco de una política de implantación de TPM. En otras es la filosofía TPM la que se impone, siendo RCM una herramienta más para la determinación de tareas y frecuencias en determinados equipos (Maldonado & Sigüenza, 2012).

Se puede comprobar, las diferentes técnicas de mantenimiento que han ido evolucionando a lo largo del último siglo, en función de las carencias que se observaban en cada uno de los modelos de mantenimiento al aplicarlos a la situación industrial real, de manera que unas engloban a otras, algunas interactúan entre ellas y todas se han ido adaptando a los nuevos usos de la industria.

En la actualidad son las necesidades concretas de cada equipo y de cada empresa, las que marcan el modelo de mantenimiento que optimiza sus recursos y sus necesidades. Por lo general, el método que se impone mayoritariamente es el TPM, que incluye las tareas de mantenimiento preventivo y predictivo, integrado siempre en un modelo de gestión de mantenimiento asistida por ordenador (GMAO) y apoyado según necesidades por el modelo de Mantenimiento RCM (López & Dounce, 2007).

### **Tipos de mantenimiento**

Tradicionalmente se han distinguido cinco tipos de mantenimiento, que se diferencian entre sí por el carácter de las tareas que incluyen.

El mantenimiento Correctivo, que consiste en el conjunto de tareas destinadas a corregir los defectos que se van presentando en los distintos equipos y que son comunicados al departamento de mantenimiento por los usuarios de los mismos.

Mantenimiento preventivo, es el que tiene como propósito mantener un nivel de servicio determinado en los equipos, programando las intervenciones de sus puntos vulnerables en el

momento más oportuno. Suele tener un carácter sistemático, es decir, se interviene, aunque el equipo no haya dado ningún síntoma de tener un problema.

Mantenimiento predictivo, persigue conocer e informar permanentemente del estado y operatividad de las maquinarias, mediante el conocimiento de los valores de determinadas variables, representativas de tal estado y operatividad. Para aplicar este tipo de mantenimiento, es necesario identificar variables físicas (temperatura, vibración, consumo de energía, etc.) cuya variación sea indicativa de problemas que puedan estar apareciendo en el equipo. Es el tipo de mantenimiento más tecnológico, pues requiere de medios técnicos avanzados, y en ocasiones, de fuertes conocimientos matemáticos, físicos y/o técnicos.

Mantenimiento cero horas (Overhaul), consiste en el conjunto de tareas cuyo objetivo es revisar los equipos a intervalos programados, bien antes de que aparezca ningún fallo, bien cuando la fiabilidad del equipo ha disminuido apreciablemente, de manera que resulta arriesgado hacer previsiones sobre su capacidad productiva. Dicha revisión consiste en dejar el equipo a cero horas de funcionamiento, es decir, como si el equipo fuera nuevo. En estas revisiones se sustituyen o se reparan todos los elementos sometidos a desgaste. Se pretende asegurar, con gran probabilidad, un tiempo de buen funcionamiento fijado de antemano.

Mantenimiento en uso, es el mantenimiento básico de un equipo realizado por los usuarios del mismo. Consiste en una serie de tareas elementales (tomas de datos, inspecciones visuales, limpieza, lubricación, reapriete de tornillos, etc.) para las que no es necesario una gran formación, sino tan solo un entrenamiento breve. Este tipo de mantenimiento es la base del TPM

### **Modelos de mantenimiento**

Modelo correctivo, es el más básico, e incluye, además de las inspecciones visuales y la lubricación, la reparación de averías que surjan. Es aplicable a equipos con el más bajo nivel de criticidad, cuyas averías no suponen ningún problema, ni económico ni técnico. En este tipo de equipos no es rentable dedicar mayores recursos ni esfuerzos.

Modelo condicional, incluye las actividades del modelo anterior, y además, la realización de una serie de pruebas o ensayos, que condicionarán una actuación posterior. Si tras las pruebas se descubre una anomalía, se programa una intervención; si, por el contrario, todo es correcto, no se

actuará sobre el equipo. Este modelo es válido en equipos de poco uso o equipos en que, a pesar de ser importantes en el sistema productivo, su probabilidad de fallo es baja.

Modelo sistemático, incluye un conjunto de tareas que se realizan sin importar cuál es la condición del equipo. Además, se tomarán algunas mediciones y se realizarán ciertas pruebas para decidir si se realizan otras tareas de mayor envergadura. Por último, se resuelven las averías que surjan. Es un modelo de gran aplicación en equipos de disponibilidad media, de cierta importancia en el sistema productivo y cuyas averías causan algunos trastornos. Es importante señalar que un equipo sujeto a un modelo de mantenimiento sistemático, no tiene por qué tener todas sus tareas con una periodicidad fija. Simplemente, un equipo con este modelo de mantenimiento puede tener tareas sistemáticas, que se realicen sin importar el tiempo que lleva funcionando o el estado de los elementos sobre los que se trabaja. Es la principal diferencia con los dos modelos anteriores, en los que para realizar una tarea debe presentarse algún síntoma de fallo. Este modelo se aplica a equipos que cuando está en operación deben ser fiables, por lo que se justifica realizar una serie de tareas con independencia de que hayan presentado algún síntoma de fallo, como por ejemplo el tren de aterrizaje de un avión o el propio motor del avión.

Modelo de mantenimiento de alta disponibilidad, resulta el más exigente y exhaustivo de todos. Se aplica en aquellos equipos que bajo ningún concepto pueden sufrir una avería o un mal funcionamiento. Son equipos a los que se exige, además, unos niveles de disponibilidad altísimos, por encima del 90%. La razón de un nivel tan alto de disponibilidad es en general el alto coste en producción que tiene una avería. Con una exigencia tan alta, no hay tiempo para el mantenimiento que requiera parada del equipo (correctivo, preventivo sistemático). Mantener estos equipos es necesario emplear técnicas de mantenimiento predictivo, que permitan conocer el estado del equipo con él en marcha y paradas programadas, que supondrán una revisión general completa, con una frecuencia generalmente anual o superior. En esta revisión se sustituyen, en general, todas aquellas piezas sometidas a desgaste o con probabilidad de fallo a lo largo del año (piezas con una vida inferior a dos años). Se preparan con gran antelación, y no tienen por qué ser exactamente iguales todas las veces. En este modelo no se incluye el mantenimiento correctivo, es decir, el objetivo que se busca en este equipo es cero averías. En general no hay tiempo para subsanar convenientemente las incidencias que ocurren, siendo necesario en muchos casos realizar reparaciones rápidas provisionales, que permitan mantener el equipo en marcha hasta la próxima revisión general. Por

tanto, la puesta a cero anual (o periódica) debe incluir la resolución de todas aquellas reparaciones provisionales que hayan tenido que efectuarse a lo largo del año.

### **El análisis modal de fallos y efectos (AMFE)**

El AMFE es un método de prevención dirigido hacia la consecución del aseguramiento de la calidad, que mediante un análisis sistemático, que permite evaluar desde la fase de diseño de un producto, servicio o proceso, la probabilidad de ocurrencia de un fallo, la gravedad del mismo y la posibilidad de su detección, mediante los cuales, se puede calcular el número de prioridad de riesgo, para priorizar las causas, sobre las cuales habrá que actuar para evitar que se presenten dichos modos de fallo y se calcula mediante la ecuación 1.  $PR=S*O*D$

$$PR = S * O * D \quad (1)$$

donde:

NPR → número de Prioridad de Riesgo

G → gravedad de fallo

F → probabilidad de ocurrencia

D → probabilidad de no detección

Sus objetivos consisten en Identificar las causas de fallos aún no producidos, evaluando su criticidad (es decir, teniendo en cuenta su frecuencia de aparición y su gravedad), permitiendo definir preventivamente los fallos potenciales, lo que orienta sobre las políticas de mantenimiento a adoptar y las políticas de repuestos. Es una búsqueda sistemática de tipos de fallos, sus causas y sus efectos, precisando un tratamiento de grupo multidisciplinar, lo cual constituye una ventaja adicional por el enriquecimiento mutuo que se produce (Vasco, 2016).

### **La gestión ambiental del mantenimiento**

La idea de la gestión ambiental en las empresas ha ido evolucionando a lo largo de los últimos años, principalmente por los cambios que ha experimentado la sociedad en el concepto de protección global del medio ambiente. En efecto, de una manera creciente para las empresas no es ya una materia de cumplimientos legislativos y normativos cada vez más estrictos, sino que se traduce en una visión estratégica de mercado y de planificación de actuaciones en el marco de las últimas décadas (Rey 2008).

En el año 1992 surge la primera idea de un sistema de gestión ambiental, formalizado por la British Standard Institution en la norma BS 7750, “Specification for Environmental Management Systems” (Castillo 2013), tomando los conceptos de gestión de calidad definidos en la serie de normas ISO 9000 (ISO, 2005) y que posibilita la certificación de sistemas de gestión ambiental en procesos productivos y plantas industriales, así como en las actividades del sector servicios.

Finalmente, en septiembre de 1996, se publica la Norma Internacional ISO 14001 (ISO, 2015), “Sistemas de Gestión Ambiental - Requisitos y guía de utilización”, de la familia de la ISO 14000 (Pérez & Bejerano, 2008), con el fin de que el marco que regule la certificación de los Sistemas de Gestión Ambiental se cree a nivel internacional, evitando las diferencias que pudieran surgir de la aplicación de dichas normas en los diferentes países. Recientemente, se ha revisado la primera edición de esta Norma y ha entrado en vigor la Norma UNE-EN-ISO 14001:2004, que anula y sustituye a la de 1996.

A partir de la publicación de la norma ISO 14001, que define los requisitos que deben poseer los Sistemas de Gestión Ambiental de las empresas de cara a la certificación, se publican normas complementarias de la familia 14000, con el objeto de ayudar a las empresas en el diseño y desarrollo de este tipo de sistemas. De esa manera constituye una necesidad la elaboración y puesta en vigor de un sistema de gestión ambiental (SGA) para mantenimiento mecánico de maquinarias pesadas.

Todo ello permitirá poner en ejecución un sistema estructurado de gestión, integrado con la actividad de gestión total de la organización, que incluye la estructura organizativa, la planificación de las actividades, las responsabilidades, las prácticas, los procedimientos, los procesos y los recursos para desarrollar, implantar, llevar a efecto, revisar y mantener al día los compromisos en materia de protección ambiental de acuerdo a lo reflejado en la política ambiental del país.

Por otra parte, la finalidad principal del sistema de gestión ambiental es proporcionar una orientación organizativa sobre los elementos que deben considerar en materia de protección ambiental para asegurar que en el desarrollo de sus actividades se realice en el marco de la prevención y la minimización de los efectos de la actividad productiva sobre el entorno.

Las actividades de mantenimientos técnicos y reparaciones de maquinarias pesadas que se realizan en los talleres, se consideran procesos similares a los que se producen en el sector industrial, de ahí

que las regulaciones y normas ambientales son válidas y aplicables en esta esfera (Fernández, John & Shkiliova, 2012).

Las actividades de mantenimiento técnico y reparación de maquinarias pesadas, son vistas por algunos como procesos tediosos y de relativa importancia dentro de la cadena productiva. Esta concepción puede deberse a varias causas, pero sin dudas que el más influyente puede ser el desconocimiento de la verdadera influencia que ejercen los mantenimientos técnicos y las reparaciones de este tipo de equipos, sobre la aparición de los fallos de las maquinas durante el trabajo. Por otro lado, es que los trabajos de mantenimientos técnicos y las reparaciones de maquinarias pesadas, se caracterizan en sentido general por su insuficiente sistematicidad, el bajo nivel y calidad de los trabajos, así como por las violaciones de la disciplina tecnológica (Fernández, 2003), todo ello generadores potenciales de impactos ambientales.

Considerando lo planteado anteriormente se requiere particularizar e identificar aspectos no menos importantes a los ya señalados, relacionados estrechamente con el medio ambiente y que son derivados de las malas prácticas operacionales en los talleres, causantes de impactos negativos al entorno.

Las actividades que se realizan en los talleres de mantenimiento y reparación de maquinarias pesadas, constituyen fuentes generadoras de residuos y desechos peligrosos que provocan impactos sobre el entorno.

Se pueden identificar diferentes factores asociados al mantenimiento y la reparación de las maquinarias pesadas que son generadoras potenciales de impactos al ambiente. Entre ellos se puede mencionar el factor humano y el factor ausencia de mantenimientos y reparaciones (Pérez, 2005).

En relación con los trabajos de asistencia técnica en los talleres de mantenimiento de maquinarias pesadas, se ha logrado establecer la relación de estos con el factor humano (Shkiliova, 2002).

Los impactos ambientales debido al factor humano pueden asociarse a violaciones del proceso tecnológico para la realización de los mantenimientos técnicos y las reparaciones ya especialmente por la inobservancia de la disciplina tecnológica, donde tiene una influencia importante la preparación del personal.

En la figura 1 se puede apreciar un ejemplo que ilustra lo anteriormente expresado y que indican la necesidad de acometer acciones educativas que permitan cambiar la mentalidad del personal en

los talleres, lo cual será un factor decisivo en la eficacia de las medidas a tomar con relación a la implementación de buenas prácticas ambientales en los talleres.

**Figura 1.** Inobservancia de las medidas de seguridad con productos peligrosos



Los impactos ambientales asociados a los talleres de mantenimiento y reparación de maquinarias pesadas, están estrechamente vinculados con la generación de residuos sólidos y líquidos, emisiones y ruidos.

Residuos sólidos: están constituidos por repuestos usados, trapos con aceites, aserrín usado como absorbente, lodos de aceites usados, lodos de los recipientes de limpieza, baterías usadas, filtros de aceite usados, neumáticos, desechos metálicos de radiadores y de rectificación de piezas.

Residuos líquidos: entre ellos están los desechos de productos lubricantes, solventes, soluciones de lavado usado, refrigerante usado, agua de lavado de pisos con detergentes, pinturas.

## Resultados

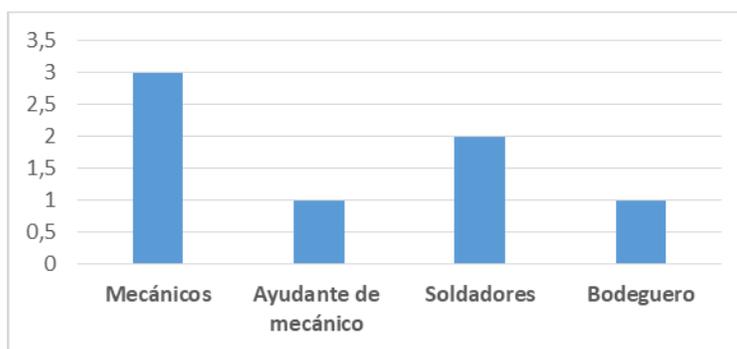
Durante la investigación fueron encuestados 7 trabajadores del taller de mantenimiento de máquinas pesadas de la empresa AGRE. S.A., de los cuales: 7 corresponden al sexo masculino;

Impacto ambiental de un taller de maquinarias pesadas

por ocupaciones 3 son mecánicos, 1 ayudante de mecánico, 2 soldadores y 1 bodeguero; Por grupo de edades 2 se encuentran comprendidos en edades entre 31 y 40 años y el resto (5) oscilan entre 41 y 50 años.

En la figura 2 se muestra el comportamiento gráfico por ocupaciones del personal que labora en el taller de mantenimiento de máquinas pesadas de la empresa GRE. S.A.

**Figura 2.** Comportamiento gráfico por ocupaciones

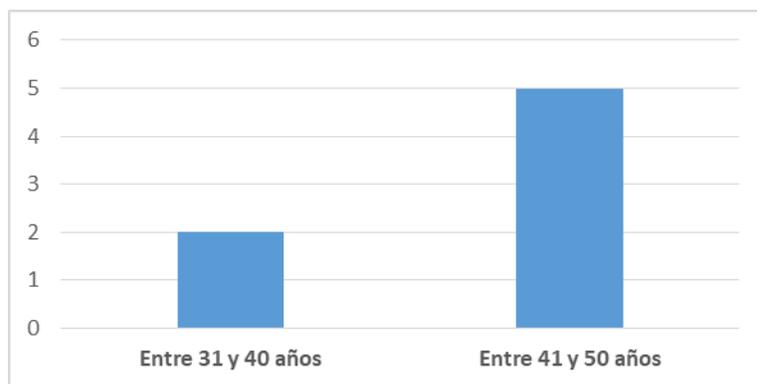


**Fuente:** Elaboración propia a partir de los resultados de la encuesta

Se puede apreciar que la fuerza laboral del taller de mantenimiento de máquinas pesadas de la empresa AGRE. S.A., está integrada mayoritariamente por personal técnico vinculado directamente al trabajo de mantenimiento de equipos, especialmente los que ocupan cargo de mecánico.

En la figura 3 se muestra el análisis gráfico por edades de los trabajadores del taller de mantenimiento de máquinas pesadas.

**Figura 3.** Comportamiento gráfico por edades



**Fuente:** Elaboración propia a partir de los resultados de la encuesta

Impacto ambiental de un taller de maquinarias pesadas

Se puede apreciar que la mayoría de los trabajadores del taller de mantenimiento de máquinas pesadas, oscilan en edades entre 41 y 50 años, lo que hace suponer que son personas experimentadas en las funciones que realizan.

En la tabla 1 se muestran los resultados estadísticos de la encuesta realizada.

**Tabla 1.** Resultados estadísticos de la encuesta

No	Variables	Frecuencias y calificaciones					
		1	2	3	4	5	Percentil
1	Qué importancia tiene para usted la labor del mantenimiento a las maquinarias pesadas				1	6	0,324
2	Qué importancia tiene para usted reducir los consumos de agua y de recursos energéticos			2	4	1	0,257
3	Qué importancia tiene para usted disminuir el volumen de residuos generados				5	2	0,286
4	En qué medida usted considera que se está cumpliendo el reciclaje de recursos en el taller		1	4	2		0,210
5	Qué importancia tiene para usted minimizar la contaminación atmosférica, acústica y por vertimientos				4	3	0,295
6	Qué importancia tiene para usted usar racionalmente las materias primas y los recursos				2	5	0,314
7	Qué situación presenta el derrame de combustibles y lubricantes durante el trabajo en el taller de mantenimiento		2	3	2		0,200
8	Cómo usted considera el cumplimiento de las medidas de protección física de los trabajadores		3	4			0,171
9	Cómo usted considera la gestión de los residuales en el taller		1	4	2		0,210
10	Usted se considera capacitado para realizar su trabajo				2	5	0,314
11	Usted se considera capacitado para cumplir las actividades de preservación ambiental en su trabajo		2	3	2		0,200
12	Como usted valora el cuidado ambiental en el taller de mantenimiento		1	4	2		0,210
13	Usted considera que el taller posee el equipamiento necesario para la protección de los equipos que se encuentran en mantenimiento		3	2	2		0,190
14	Usted considera que en el taller se requiere un plan de gestión ambiental				2	5	0,314
15	Total		13	26	32	27	0,250

**Fuente:** Elaboración propia a partir de los resultados de la encuesta

## Discusión

El resultado de la encuesta permitió comprobar que de manera general los trabajadores del taller de mantenimiento poseen un alto criterio sobre la importancia del mantenimiento de las máquinas pesadas, para la estabilidad de las actividades productivas que cumple la empresa AGRE. S.A.

Se corrobora que no se posee por parte de los trabajadores del taller de mantenimiento, de una noción adecuada sobre la importancia de reducir el consumo de agua y recursos energéticos; sin

embargo, existe un criterio fuerte en función de disminuir el volumen de residuos generados, lo que se puede traducir en minimizar el impacto ambiental asociado a los trabajos de mantenimiento. Se pudo verificar por el criterio de los trabajadores encuestados, que la actividad del reciclaje de recursos en el taller de mantenimiento de máquinas pesadas es débil; presentando un criterio fuerte sobre la importancia de minimizar la contaminación atmosférica, acústica y la motivada por los vertimientos de combustibles, lubricantes y otros productos con los que trabaja el taller.

Se comprobó que los trabajadores del taller de mantenimiento poseen un criterio fuerte relacionado con el uso racional de las materias primas y recursos, lo que al propio tiempo no contrasta con el criterio ofrecido sobre la reducción del consumo de agua y recursos energéticos.

Se pudo verificar en los resultados de la encuesta, que el taller de mantenimiento presenta una situación comprometedoras con el derrame de combustibles y lubricantes durante los trabajos de mantenimiento, resultando importante tomar medidas urgentes que permitan reducir y eliminar esta problemática, que constituye un riesgo latente de contaminación del suelo y la cuenca hidrográfica asociada al sitio donde se ubica el taller.

Los resultados de la encuesta permitieron comprobar que existe un débil cumplimiento de las medidas de protección física de los trabajadores; al propio tiempo que se pudo comprobar una débil gestión de los residuales derivados de los trabajos de mantenimiento en el taller.

El personal encuestado que labora en el taller de mantenimiento manifiestan encontrarse preparados para realizar su trabajo, no siendo igual el resultado en cuanto a la capacitación de estos para cumplir las actividades de preservación ambiental, donde algunos plantean una débil preparación; al propio tiempo que consideran débil el cuidado ambiental durante los trabajos de mantenimiento.

Se pudo comprobar que el taller no posee todo el equipamiento necesario para lograr la protección de los equipos que se encuentran en mantenimiento, lo que implica riesgos ambientales al encontrarse a la intemperie.

Los trabajadores encuestados tienen la noción clara en cuanto a la necesidad de un plan que asegure la gestión ambiental adecuada en el taller de mantenimiento, de manera que se puedan reducir los riesgos y minimizar el impacto ambiental asociado a los trabajos de mantenimiento de las máquinas pesadas.

Sintetizando los resultados se puede plantear que la encuesta demuestra que existen problemas indicativos de una débil capacitación ambiental de los trabajadores del taller de mantenimiento de máquinas pesadas de la empresa AGRE. S.A. Las mayores dificultades se concentran en: la consideración de los trabajadores vinculadas con la reducción del consumo de agua y recursos energéticos; el reciclaje de productos y recursos; el derrame de combustible y lubricantes; las medidas de protección física de los trabajadores; inadecuada gestión de los residuales; falta de equipamiento necesario para la protección de los equipos que se encuentran en mantenimiento y; no se posee un plan de gestión ambiental para el taller de mantenimiento.

Dentro de los problemas analizados existen algunos que dependen de inversión de recursos; pero hay otros que con un esfuerzo por parte de la dirección de la empresa AGR. S.A., se pueden resolver de inmediato con la participación de los factores de la institución y los trabajadores, como es la capacitación del personal y la instrumentación del plan de gestión ambiental, lo que permitirá reducir riesgos ambientales y establecer una hoja de ruta que permita elevar el trabajo ambiental en el taller de mantenimiento de máquinas pesadas.

## Conclusiones

La actividad de protección ambiental constituye un tema transversal a todas las actividades productivas y de servicios que tienen lugar en el entramado social. La capacitación de los actores institucionales y los trabajadores constituye un elemento clave para el cumplimiento de los objetivos y propósitos ambientales de cualquier organización, permitiendo establecer medidas concretas que permiten un control ambiental de las actividades que se desarrollan, al propio tiempo que constituye una hoja de ruta que le permite a la empresa, dar cumplimiento a lo establecido en la norma ISO 14001/2015.

Nada le impide al taller de mantenimiento de máquinas pesadas de la empresa AGRE. S.A., instrumentar un plan de gestión que le permita mantener adecuado control de la situación ambiental de la institución y al propio tiempo dar cumplimiento a lo establecido en el marco legal establecido al respecto.

## Referencias

1. Castillo, M. (2013). ISO BS 7750. Consultado el 15 de noviembre de 2018. Disponible en: <https://prezi.com/yi2dnd3ppxef/iso-bs-7750/>, 2013.
2. DISPAC. (2015). Manual de mantenimiento. Empresa Distribuidora del Pacífico. Consultado el 6 de diciembre de 2016. Disponible en: <http://dispac.com.co/wp-content/uploads/2015/05/ANEXO-18-B-MANUAL-DE-MANTENIMIENTO-PARA-REDES-DE-ALTA-MEDIA-Y-BAJA-TENSI%C3%93N.pdf>, 2015.
3. Fernández, M. (2003). Estudio y análisis de la organización actual de los trabajos de asistencia técnica en el taller de la Unidad de servicios de Maquinaria de la Empresa de Cultivos Varios de Güira de Melena. Ciudad de la Habana. Tesis (en opción al título de Master en Ingeniería en Mantenimiento Técnico). ISPJAE.
4. Fernández, M. John, C. & Shkiliova, L. (2012). Las prácticas medioambientales en los talleres de mantenimiento y reparación de las empresas agropecuarias: una necesidad para el cuidado del medio ambiente. Instituto de Investigación de Mecanización Agropecuaria. Universidad Agraria de la Habana.
5. Hernández, Roberto. Fernández, Carlos. & Baptista, María. (2010). Metodología de la Investigación. Quinta edición. McGRAW-HILL / Interamericana Editores, S.A. DE C.V. ISBN: 978-607-15-0291-9
6. Hernández, V. (2010). Plan de mantenimiento preventivo para la maquinaria pesada en funcionamiento de la zona vial no. 14, Dirección General de Caminos, Salamá, Baja Verapaz. Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Ingeniería. Escuela de Ingeniería Mecánica. Trabajo de graduación presentado a la Junta Directiva de la Facultad de Ingeniería.
7. ISO. (2005). Sistemas de gestión de la calidad—Fundamentos y vocabulario. ISO 9000 2005, (traducción certificada). Disponible en: [http://www.umc.edu.ve/pdf/calidad/normasISO/Norma\\_ISO\\_9000\\_2005.pdf](http://www.umc.edu.ve/pdf/calidad/normasISO/Norma_ISO_9000_2005.pdf).
8. ISO. (2015). Sistemas de gestión ambiental—Requisitos con orientación para su uso ISO 14001. Norma Internacional, 2015, ISO 2015, Publicado en Suiza.
9. López, C. & Dounce, E. (2007) La productividad en el mantenimiento industrial (Segunda edición ed.). México, México: Grupo Editorial Patria.

10. Maldonado, H & Sigüenza, L. (2012). Propuesta de un Plan de Mantenimiento para maquinaria pesada de la empresa minera Dynasty Mining del cantón Portovelo. Universidad Politécnica Salesiana, sede Cuenca. Facultad de Ingenierías. Carrera de Ingeniería Mecánica Automotriz. Título previo a la obtención del título de Ingeniero Mecánico Automotriz.
11. Pérez, A. (2005). La protección ambiental en el mantenimiento industrial. Un enfoque para su gestión.
12. Pérez, R. & A. Bejerano, A. (2008). Sistema de Gestión Ambiental. Serie ISO 14000. Revista EAN No.62 enero-abril de 2008 p.89-106, 2008.
13. Rey, C. (2008). Sistema de Gestión Ambiental. Norma ISO 14001 y Reglamento EMAS. EOI. Escuela de Negocios. Módulo de Gestión Ambiental. 2008, Disponible en: <file:///X:/Users/Antonio/Downloads/componente45760.pdf>.
14. Shkiliova, L. (2002). Elevación de la calidad de asistencia técnica y de la fiabilidad de la maquinaria agrícola en un área referida. Informe parcial del proyecto. La Habana. 34 p.
15. Tuesta, J. (2014). Plan de mantenimiento para mejorar la disponibilidad de los equipos pesados de la empresa Obrainsa. Universidad Nacional del Callao. Facultad de Ingeniería Mecánica, 2014, Tesis para optar por el título profesional de Ingeniero Mecánico.
16. Vasco, M. (2016). Implementación de un plan de mantenimiento preventivo para la maquinaria pesada y vehículos livianos del Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal (GADM) Santiago de Píllaro aplicando un software libre. Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica. Carrera de Ingeniería Mecánica. Proyecto técnico previo a la obtención del título de Ingeniero Mecánico.